

ції для вирішення проблем професійного і соціального характеру, успішної міжнародної співпраці. Формування готовності до іншомовної професійної діалогічної взаємодії – одна з найважливіших якостей висококваліфікованого лікаря. Тому перед сучасною вищою медичною освітою стоїть завдання навчити студентів з інших країн використовувати українську мову як іноземну в ситуаціях професійного спілкування, створити мотиваційну базу та практичні можливості для подальшого удосконалення підготовки майбутніх лікарів до діалогічної взаємодії. Процес навчання потрібно організовувати так, щоб студенти набували знання, навички, вміння, оволодівали стратегіями їх адекватного застосування у професійних ситуаціях [5]. Інтерактивні технології є перспективними щодо формування готовності іноземних студентів до діалогічної взаємодії у майбутній професійній діяльності лікаря, оскільки є цілісною та інтегрованою системою навчання.

Перспективи подальших наукових досліджень вбачаємо у розробці та впровадженні нових методик для вдосконалення україномовних навичок студентів з інших країн, які необхідні для діалогічної взаємодії у лікарській професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Дьяконов Г. В. Активні методи групового навчання : діалогічний підхід / Г. В. Дьяконов // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2012. – Вип. 35. – С. 188–197.
2. Коваль Т. І. Інтерактивні технології навчання іноземних мов у вищих навчальних закладах [Електронний ресурс] / Т. І. Коваль. – Режим доступу до ресурсу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/viewFile/546/451>
3. Кочубей Н. Характеристика інтерактивного навчання англійського діалогічного мовлення молодших школярів / Н. Кочубей // Теоретичні питання культури, освіти та виховання : зб. наук. праць / за заг. ред. проф. О. В. Матвієнко. – К. : Вид. центр КНЛУ, 2010. – Вип. 42. – С. 133–139.
4. Сін Чжефу. Технології навчання, що забезпечують успіх адаптації іноземних студентів до навчання в українському ВНЗ [Електронний ресурс] / Сін Чжефу // – Режим доступу : <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN20/12scfvuv.pdf>
5. Цебрук І. Ф. Застосування технології імітаційного моделювання професійних ситуацій для формування вмінь спілкування іноземною мовою студентів вищих медичних навчальних закладів [Електронний ресурс] / І. Ф. Цебрук, Н. Р. Венгринович. – Режим доступу : http://www.confcontact.com/2013_06_07/46_Cebryck_Vengrinovich.html

МЕТОДИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИДЕИ КОНСТРУИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Лебедев Яков Дмитриевич

кандидат физико-математических наук,
доктор педагогических наук, профессор кафедры физики,
Вологодский Государственный Университет

Сауров Юрий Аркадьевич

доктор педагогических наук,
профессор кафедры физики и методики обучения физике,
член-корреспондент РАО,
Вятский Государственный Университет

METHODICAL AND METHODOLOGICAL IDEAS OF COMPILING OF THE TEXT BOOK ON PHYSICS FOR STUDENTS

Lebedev Ya. D., Candidate of physics and maths science, Doctor of pedagogics, Professor of physics department, Vologda State University

Saurov Yu. A., Doctor of pedagogies, professor of physics and methodic department, Corresponding member Russian of Academy of Sciences, Vyatka State University

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены теоретические и практические аспекты воспроизводства современной соответствующей предметной деятельности; материалом для этого являются добытые предыдущими поколениями знания физики и деятельность по получению этого знания.

ABSTRACT

Theoretical and practical aspects of the corresponding modern reproduction of teaching activities on physics are considered; knowledge of physics and the process of receiving it by the past generations being the source of obtaining this knowledge.

Ключевые слова: психические функции, операции анализ-синтез, языки мыслительной деятельности – символ/знак, предмет/образ, продукт познания – содержание первой части курса физики.

Keywords: psychic functions, operations of analysis-synthesis, languages of mental activity – symbol/sign, object/image, product of cognition – contents of the 1st part of the textbook on physics.

Постановка научно-методической задачи. Приступая к конструированию методического пособия, автор обосновывает её необходимость. В основе обоснования находится субъектно-субъектная деятельность, в частности, по

выводит её необходимость. В основе обоснования находится субъектно-субъектная деятельность, в частности, по

освоению курса физики. Таким образом, необходимость учебного пособия, порождаемая деятельностью преподавателя, направлена всё-таки на деятельность учащихся, студентов по освоению обозначенного предмета. Иными словами, в основе зарождения нового пособия находится человек, стимулирующий деятельность других на познание определённой суммы знаний, а скорее, способов её получения. Считаем, что способы получения знаний слушателями (учащимися, студентами) и представление их обучающим совершенствуются непрерывно. Не в последнюю очередь это определяет деятельность и по конструированию нового пособия по физике. Итак, мы подошли к вопросу: что «толкает» преподавателя на конструирование нечего нового? В целом это задача воспроизводства современной соответствующей предметной деятельности, причём условием (материалом) для этого являются добытые предыдущими поколениями знания физики и деятельность по получению этого знания.

Теоретико-методологическое основание решения. Деятельность по отражению реальности, или научная деятельность, прежде всего, проявляется в концептуальном аппарате науки. По физике она связана ещё и с количественной оценкой, а поэтому требует понимания концептуального аппарата математики. Очевидно, математический аппарат может быть применён только к модели объекта исследования. Таким образом, если учесть тот факт, что построение образа объекта и его математическое описание требуют выполнения определённых действий, мы приходим к четырём языкам мыслительной (познавательной) деятельности: знаковому (словесному), образному, символическому, предметным действиям. Именно через эти «языки» сначала отражается, а затем создаётся, проектируется и преобразуется окружающая реальность.

Организатору учебного процесса приходится задавать вопрос, а каким образом можно проанализировать свои возможности и возможности аудитории? И здесь мы снова выходим на концептуальный аппарат, только уже отражающий потенциальные возможности человека. В психологии можно найти подходящие идеи системных описаний и процессов освоения знаний [1]. Нам удалось уточнить, развернуть идеи В.А. Ганзена, что привело к появлению многомерного многоуровневого обобщённого базиса системных описаний [2, 3]. Такое представление объекта исследования позволяет установить отношения между описаниями в этих пространствах, а затем и отношения описаний между пространствами.

Привлечём его для понимания методических идей конструирования нового пособия в учебном процессе. Поскольку обучение – процесс непосредственной передачи и приёма опыта поколений, т. е. взаимодействие обучающего и обучаемого, то на психологическом уровне освоения речь идёт о воздействии на сознание обучаемого. Иными словами, в сознании как высшем интеграторе психической жизни, проявляют себя как врождённые – внимание, восприятие, эмоции, так и приобретённые – память, мышление, воля психические функции. С одной стороны эти функции психики направлены на передачу опыта-информации, а с другой – на её восприятие. Мы учитываем, что мышление как социально-психический процесс активного

отражения действительности в ходе её анализа и синтеза неразрывно связан с речью.

Таким образом, в главном идеи конструирования нового следует искать в категории «мышление». Как функция сознания, это приобретение социальное и предполагает передачу / присвоение знания из курса физики об окружающей реальности, добытого в процессе деятельности, через знаки (слова)/символы и образы/действия (контактные). На этих четырёх «языках» мышления и идёт процесс обучения физике. Естественно, при обучении физике мы вынуждены разговаривать на этих «языках», что, в свою очередь, требует понимания их «становления» у обучаемых. И здесь могут сгодиться результаты исследований, представленные в работах [4, 5]. В частности, у авторов [5, с. 120–123] находим, что все сенсорные и ассоциативные зоны коры головного мозга действуют как единое целое. Не менее важно и то, что в моторных зонах коры головного мозга такая же структура движения сигналов как и у сенсорных зон – от низших зон к верхним зонам и обратно. Другими словами, разные виды сенсорного восприятия интегрируются. Это позволяет авторам работы [5] утверждать, что органы чувств – зрение, осязание, слух и действие тесно переплетены друг с другом. Как нам удаётся использовать это в учебном процессе по физике? И думаем ли мы об этом?

Итак, можно утверждать, что на всех типах занятий – лекция, лабораторный практикум, практическое занятие – работают четыре языка движения опыта-информации – символ/знак, предмет/образ. При этом символ/предмет являются продуктом операции анализа, тогда как знак/образ – продукт операции синтеза [2, 3].

Характеристика научно-методического продукта – пособия. Современный этап развития образования характеризуется минимальным объёмом временных и финансовых затрат. Разработчик нового пособия вынужден учитывать требования ФГОС по содержанию курса физики – ЗУНы. Времени и средств на обучение никогда хватать не будет, следовательно, ФГОС ориентирует на сокращение и времени обучения, и содержания соответствующего курса. Так создатель нового пособия встаёт перед проблемой обоснования для себя возможности сокращения содержания курса физики, не разрушая при этом возможности использования студентом как репродуктивных, так и методологических (творческих) ориентировочных учебной (познавательной) деятельности.

Самой развитой формой организации научного знания, дающей целостное представление об объекте исследования, является теория. Она представляет собой внутренне дифференцированную систему знаний, содержащую логическую зависимость одних элементов от других и его выводимость из некоторой совокупности утверждений и понятий. Здесь определяется объект исследования на знаковом языке и как его можно прописать на языке символов, что даёт возможность проводить оценочный результат. На этом уровне и на любом материале идёт формирование внимания и развитие памяти. Преобразование знаний, т. е. информации с одного языка на другой – как умение – способствует приобретению знаний в виде теории и практических навыков.

На практических занятиях по решению задач – фактор отражения – обе стороны субъектно-субъектной деятельности по присвоению знания привлекают четыре языка мыслительной деятельности, такие как символ/знак и предмет/образ. В процессе этой деятельности возникают суждения, которые выражают отношение решающего задания к её условию. Умение проявляется в том, что из нескольких известных суждений, определённым образом связанных, получается новое суждение.

На лабораторном практикуме понятие как продукт деятельности характеризует объект познания обобщённо, что возможно за счёт умственных операций абстракции, идеализации, сравнения, определения и обобщения. Поскольку понятие отражает явления и предметы действительности в обобщённой форме, то экспериментирование с объектами дополняется одновременно экспериментированием с понятиями.

Процесс познания действительности в форме представления начинается с осознания и понимания смысла условия и применения условия к ситуации, задаче. Этот процесс требует умения «читать» условие задачи между строк, «вылавливать» несказанные тонкости условия ситуации. В ситуациях такого рода формируются языки мышления в отношениях символ/знак, предмет/образ. Разумеется, знаки-слова, отражающие содержание об объекте исследования, появляются лишь в результате предметных действий над объектом исследования и рассуждений над продуктом этих действий.

Итак, в теоретическом материале (лекции) обосновывается появление концептуального аппарата физики, где проявляются четыре языка представления содержания: на основе знакового языка появляются символы, заменители физических величин и предполагающие переход на концептуальный аппарат математики; предметные действия с объектом исследования ведут к появлению образа с выходом на оценочный результат.

На занятиях по решению задач такая процедура ещё более углубляется. Например, понятие импульса особых трудностей не вызывает, поддаётся пониманию и изменению импульса. Однако в задаче, например, по нахождению давления, создаваемого коброй, готовящейся к прыжку и поднимающейся вверх с постоянной скоростью, аналитическая запись вызывает затруднения из-за запаздывания пошаговых действий знакового языка. Выручает диалог в понимании скорости, силы, импульса, причём порядок этих уточнений не принципиален. На этом уровне работы с содержанием обучаемый привлекает операции анализ/синтез, что нужно для аналитической записи изменения импульса через изменение массы. Без них выход на символическое представление задачи с целью получения оценочного результата невозможен. Работая с содержанием этой части раздела физики, обучаемый должен выйти на понимание того, что изменение импульса регулируется двумя величинами.

Методологические идеи освоения физики в форме учебного пособия. В настоящее время наблюдаются значительные изменения в требованиях общества к системе высшего образования. На первый план выдвигается задача обеспечения его фундаментальности и на этой основе

достижение более высокого качества образования, создаются условия для его непрерывности. Такой подход обусловлен тем, что нынешний выпускник вуза должен быть готов к работе в профессиональной среде, когда могут меняться как цели, так и методы и средства их достижения. Кроме того, всё чаще проявляется тенденция, когда для большинства специалистов становится всё более необходимым проявление элементов творческой деятельности. Естественно, это требует высокой культуры и самостоятельности мышления, что невозможно без мировоззренческой и методологической подготовки.

Поскольку научить всему и навсегда нереально, государственная система переносит центр тяжести на обучение моделированию и методам преобразования человеком действительности. Моделировать и преобразовывать действительность можно по «типовым проектам» – к этому склонен эмпирический тип мышления. Теоретический же тип мышления позволяет моделировать явления действительности, не имеющие прототипов. Очевидно, целью фундаментального этапа высшего образования является формирование теоретического типа мышления. Стремление к этой цели в инженерно-техническом образовании выдвигает на первый план изучение физики как фундамента естествознания, техники и технологии.

Колоссальный объём знаний, накопленный физикой сегодня, существенно усложняет задачу её изучения. В этих условиях, по мнению А.Д. Суханова [6, 7], единственный путь решения обозначенной проблемы – интенсификация процесса обучения путём изменения самой концепции курса физики. Его концепция, в частности, включает следующие положения:

1. Изложение фундаментальных вопросов физики должно осуществляться с единых позиций.

2. Курс физики должен воплощать структуру и логику современной физики как науки и в максимальной степени отражать её внутреннее единство в рамках современной физической картины мира.

3. Метод изложения курса физики должен соответствовать методу общей физики, что соответствует научно-познавательному подходу. Такой подход основан на том, что физика – наука экспериментальная и развивается в контексте наиболее общих представлений о природе, сложившихся в естествознании и философии. Поэтому курс физики должен исходить из со-вокупности фундаментальных экспериментальных фактов, излагаемых в последовательности, и определяться логикой (методологией) современной физики, а не просто историческим временем. Математический аппарат курса физики привлекается в объёме, адекватном задаче интенсификации процесса обучения.

4. Крупномасштабная структура курса физики должна определяться не известными на сегодня «структурными элементами» материи или типами движения материальных объектов, а уровнями сложности используемых фундаментальных физических понятий, реализующих целостность физики как науки.

Известный методист-физик В.В. Мултановский [8] для успешного освоения физики в вузе предлагал строить курс по логике концепции взаимодействий. Были разра-

ботаны основы построения фундаментальных систем физических знаний для школы и вуза. Суть их такова: а) все основные виды (формы) знаний физической науки (понятия, законы, теории, ФКМ – физическая картина мира) по своей гносеологической природе являются теоретическими обобщениями, что предполагает и соответствующее к ним отношение при формировании, при построении курсов физики; б) ядро школьного курса физики (как, по-видимому, и любого общего курса) состоит из четырех фундаментальных физических теорий, на базе которых могут строиться отдельные темы или прикладные теории, например вопросы строения и свойств твердого тела; в) фундаментальным (по функциям в обучении) является теоретическое обобщение на уровне ФКМ.

Для построения такой модели природы была предложена концепция взаимодействий, основанная на следующей логической схеме синтеза знаний:

а) структурные уровни деления материи – мегамир, макромир, микромир;

б) модель пространства (евклидово, однородно, изотропно), времени (однородно, непрерывно, однонаправлено), материи – материальная точка;

в) модель взаимодействия как причина всех явлений (фундаментальная – квантово-релятивистская, как следствие – полевая (близодействие) и дальноедействие);

г) универсальные физические величины как характеристики свойств физического объекта (импульс, энергия, момент импульса, заряд);

д) иерархия расстояний, формы движения материи в рассматриваемой пространственной области, их описание фундаментальными физическими теориями.

Итак, содержание современной ФКМ предстает следующей структурой:

- Методы исследования в физике. Объекты и явления физического мира. Модели физических объектов и явлений.
- Фундаментальные категории. Пространство и время. Системы отсчета. Симметрия и инвариантность. Взаимодействие. Универсальные физические величины. Симметрия и законы сохранения.
- Картины физики. Механизм взаимодействия на уровне элементарных частиц. Механика Ньютона. Поле на макро- и микроуровне. Гравитационное поле. Движение в микромире. Статистические системы. Симметрия в мире элементарных частиц. Кварковая модель адронов.
- Мировоззренческие выводы. Материальное единство мира. Единство и многообразие в физике. Физика и техника.

В нашем случае этот опыт мы тоже учитывали.

Практические контуры учебного пособия. При разработке учебного пособия учитывалось то, что в течение семестра лекционная нагрузка, практические занятия, лабораторный практикум в часах составляют соответственно 18/18/18. Естественно, учебное пособие должно быть обозримым по объему. При встрече с лекционной нагрузкой один раз в две недели студент может осилить порядка одной страницы в день, следовательно, объем материала определяется примерно пятнадцатью страницами. Очевидно, существуют и другие ограничения. В итоге поисков

структура и содержание курса физики получили следующее выражение, основные подходы которого представлены ниже.

1. Различение реальности и её описаний как при построении систем знаний, так и при организации процесса освоения. Изучение физики, разумеется, следует начинать с наблюдаемых фундаментальных физических величин, встречающихся на протяжении всего курса. Этой цели служит первая глава «динамика», где предлагается вместо движущихся реальных объектов природы выбрать их идеализированную модель. Наиболее подходящей оказалась модель частицы, корпускулы интуитивное представление о которой имеет каждый человек. Эта модель проста, поскольку её состояние минимально фиксируется лишь двумя независимыми параметрами – $x(t)$, (t) , определяющими все остальные её характеристики. Кроме того она универсальна – это пылинка, электрон, шар, планета, галактика... Опираясь на неё, оказалось возможным ввести объективные характеристики пространства, времени и движения в их единстве – уравнении движения. Здесь, на примере прямолинейного движения частицы, решается проблема сочетания в описании природы физических величин, зависящих и не зависящих от выбора конкретной шкалы отсчёта. Модель даёт возможность установления объективных характеристик внешнего воздействия на частицу, и открытие и применение законов, управляющих изменением характеристик состояния частицы со временем. В итоге поисков содержания первая глава «Динамика» получает следующее выражение: 1.1. Моделирование в динамике материальной точки. 1.2. Пространственные и временные отношения, их объективные характеристики. 1.3. Характеристики прямолинейного движения. Понятие о мире событий и состоянии частицы. 1.4. Принцип инерции. Импульс как характеристика состояния частицы. 1.5. Центр масс системы частиц. Движение центра масс. 1.6. Уравнение движения тела переменной массы. 1.7. Неинерциальные системы отсчёта.

2. В предыдущей главе установлены характеристики состояния свободной частицы, связанные со свойствами пространства и времени. В реальных ситуациях материальные объекты испытывают непрерывное внешнее воздействие. Поэтому объект исследования приходится моделировать «несвободной» частицей, у которой характеристики состояния изменяются со временем. Вторая глава направлена на установление объективных характеристик внешнего воздействия на частицу и открытие и применению законов управляющих изменением характеристик её состояния. При наличии непрерывного внешнего воздействия разные частицы по-разному изменяют свою скорость, и она уже не является однозначной характеристикой состояния. Появляется фундаментальная характеристика материальных объектов – инертная масса и понятие импульса. Для простоты рассматриваются непрерывные воздействия, что упрощает моделирование материальных объектов «несвободными» частицами, у которых характеристики состояния изменяются со временем. В этой модели проявляется ряд преимуществ: частица используется в качестве «зонда» для исследования характеристик внешнего воздействия и установления их

взаимосвязи со свойствами пространства и времени, а процесс перемещения свободной частицы позволяет связать изменение её характеристик со временем, определяемым характером внешнего воздействия. Устанавливаются объективные характеристики внешнего воздействия на частицу; устанавливаются и применяются законы, управляющие изменением характеристик состояния частицы со временем. Другими словами, – изолированная физическая система может быть мысленно расчленена на две неравноправные части – выделенный материальный объект-частица, у которой характеристики состояния изменяются со временем, и остальные материальные объекты, создающие неизменное внешнее воздействие; появляются универсальные характеристики – сила, мощность, энергия. В силу резкого различия масс все взаимодействия частицы и её окружения сводятся к обмену только энергией. В итоге поисков содержания вторая глава «Работа и энергия. Всемирное тяготение» получает следующее выражение: 2.1. Характеристики несвободной частицы. К вопросу о понятии силы в динамике. 2.2. Понятие работы в механике. Мощность. Кинетическая энергия. 2.3. Потенциальная энергия как характеристика внешнего воздействия. 2.4. Механическая энергия. Закон сохранения энергии.

3. В третьей главе в модели свободной и несвободной частицы предприняты усилия к описанию материальных объектов с большой совокупностью частиц, участвующих в свободном вращении. Для упрощения задачи рассматриваются только изолированные совокупности материальных объектов, моделируемых частицами. Преимущество модели изолированной системы взаимодействующих частиц состоит в том, что введение в предыдущих главах фундаментальных характеристик состояния частицы – импульса и энергии – в мире событий оказалось успешным благодаря тому, что они отражают фундаментальное свойство пространства и времени – их однородность. Рассуждая по аналогии, было бы естественно допустить, что свойства изолированной системы не должны зависеть и от выбора направления координат системы отсчёта. Так проявляется ещё одно свойство пространства – его изотропность; независимость характеристик состояния частицы, в нашем случае механических, от направления осей координат системы отсчёта. Иными словами, должна существовать ещё одна фундаментальная характеристика состояния частицы, проявляющая свойства аддитивности и сохранения её величины для изолированной системы, но «чувствительная» к требованию её инвариантности относительно поворотов системы отсчёта в пространстве. Так появляется характеристика состояния частицы – момент импульса, а переход к модели изолированной системы взаимодействующих частиц, позволяет обобщить введённые в предыдущих главах фундаментальные величины импульса и энергии и сформулировать законы сохранения момента импульса и энергии для свободно вращающихся систем. Эти законы позволяют дать описание движения частиц в такой системе, а также движения её самой как целого. Уместно заметить, даже при отсутствии какой-либо информации о деталях взаимодействия между частицами удаётся прописать многие свойства изолированной системы частиц. Успех достигается удачным выбором матери-

альных объектов, моделируемых частицами; переход к не-фундаментальным силам взаимодействия, позволяющим уменьшить число реально взаимодействующих объектов и поиск независимых коллективных движений системы частиц как целого, выступающих в роли своеобразных «квазичастиц»-ротаторов. В итоге поисков глава «Механика твёрдого тела» получает следующее выражение: 3.1. Момент импульса частицы. Понятие момента инерции; 3.2. Кинетическая энергия вращающегося тела; 3.3. Вычисление момента инерции для простейших тел; 3.4. Основное уравнение вращения; 3.5. Закон сохранения момента импульса.

4. В четвёртой главе привычные представления о пространстве, времени и движении переосмысливаются в пределах отведённого времени. В частности, приближённость преобразований Галилея не даёт оснований утверждать, что единицы длин выбранных масштабов и периоды одинаково устроенных часов, измеренные в разных ИСО, будут одинаковы. Опираясь на совпадение скоростей света в подвижной и неподвижной ИСО $c' = c$, учитывая, что процедура синхронизации часов может осуществляться светом и при $c > v$, но не обязательно $c \gg v$, устанавливается соотношение между единицами длины и времени в движущейся и неподвижной ИСО. Это даёт возможность приблизиться к преобразованиям Лоренца, из которых следует, что сами по себе интервалы длин и времени не годятся для объективного описания пространственно-временных отношений. Введение пространственно-временного интервала позволяет приблизиться к пониманию таких фундаментальных характеристик как релятивистская энергия и релятивистский импульс. В итоге поисков содержание главы «Элементы теории относительности» получает следующее выражение: 4.1. Преобразования Галилея; 4.2. Принцип относительности и предельная скорость движения; 4.3. Относительность одновременности; 4.4. Относительность длины отрезка; 4.5. Преобразования Лоренца; 4.6. Пространственно-временной интервал как объективная характеристика мира событий; 4.7. Релятивистский импульс и релятивистская энергия.

5. В пятой главе предприняты усилия к анализу движения несвободной частицы в различных колебательных движениях; необходимо как-то классифицировать фундаментальные характеристики её состояния и вычленил, прежде всего, близкие к движению свободной частицы. В предыдущих главах в модели несвободной частицы фундаментальные характеристики её состояния – импульс, полная энергия, момент импульса – имеют смысл. Однако для несвободной частиц эти величины не сохраняются. Естественно, при решении обозначенных вопросов в качестве характеристики состояния частицы желательно выбрать величину, обладающую рядом универсальных качеств. Такой характеристикой для большинства решаемых в данной главе задач при-годна механическая энергия ча-

стицы $E_{\text{мех.}} = E_{\text{мех.}}(\vec{p}, \vec{r})$, если она существует. Почему? Механическая энергия $E_{\text{мех.}}$ «чувствительна» к характеристикам состояния частицы – импульсу $\vec{p}$, положению

$\vec{r}$ – и поэтому является характеристикой её состояния. Как характеристика состояния она обладает рядом преимуществ, в частности: сохраняется даже при наличии внешнего воздействия; пригодна как для свободной $E_{\text{мех.}} = K$, так и несвободной частицы. Состояния частицы, в которых имеет смысл и сохраняется механическая энергия ($E_{\text{мех.}} = \text{const}$), принято называть стационарными. Таким образом, на примере одномерного колебательного движения удаётся убедиться в том, что задание в качестве характеристик состояния совокупности величин вида $(E_{\text{мех.}}, x)$ вместо (p, x) представляется наиболее рациональным способом описания движения частицы в стационарных состояниях. В итоге поисков содержание главы «Колебательное движение» получает следующее выражение: 5.1. Сложение однонаправленных колебаний; 5.2. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний; 5.3. Затухающие колебания; 5.4. Вынужденные колебания.

6. В шестой главе рассматриваются движения в системах, состоящих из большого числа интенсивно взаимодействующих частиц, $N \gg 1$. Подход к анализу такого рода систем в модели частицы здесь не возможен. Необходим новый подход. Его основу могли бы составить «квазичастицы» существенно коллективного типа. Поэтому глава начинается с изучения тех свойств пространства, которые позволяют в дальнейшем осуществить переход от корпускулярного описания природы к континуальному. В модели континуума частицы расположены столь тесно, что дискретная структура вещества не проявляется. Это характерно для макроскопических объектов, частицы которых взаимодействуют интенсивно. Начинается глава с изучения свойств кристалла и сводится к установлению характеристик сплошной среды, определяющих её состояние и движение. Роль модели сплошной среды-континуума в описании кристалла определяется двумя обстоятельствами. Она универсальна и любые материальные объекты с большим числом частиц, $N \gg 1$, могут трактоваться как сплошная среда. Кроме того, модель сплошной среды всё-таки проста и её описание возможно лишь на основе перехода к совокупности «квазичастиц» существенно коллективного типа. Такой подход обусловлен внутренней структурой кристалла, представляющей собой повторяющееся расположение атомов в трёхмерном пространстве, точки равновесного расположения атомов (молекул) в котором образуют регулярный строй. В состоянии теплового равновесия отклонения частиц от положения равновесия малы, так что относительные движения атомов можно рассматривать в упругом приближении. В общем случае частицы кристалла совершают хаотические собственные колебания относительно положений равновесия, спектр которых совпадает со спектром его вынужденных колебаний. Описать «смешанное» состояние такой системы можно только переходя к совокупности независимых «квазичастиц» существенно коллективного типа или нормальных мод. Здесь хаотические колебания частиц кристалла выступают как совокупность нормальных мод собственных упругих колебаний, и единственным их отличием от «квазичастиц» индивидуального типа, из которых состояли равновесные газоподобные системы, является то, что амплитуды и фазы колебаний, определяющие

их начальное состояние как «квазичастиц» коллективного типа, имеют случайное значение. Таким образом, совокупность собственных нормальных мод, соответствующая хаотическим упругим колебаниям кристалла в тепловом равновесии, обладает всеми при-знаками газоподобной системы. И непривычным здесь может быть только то, что она состоит из «независимых» квазичастиц существенно коллективного типа. Таким образом, модель среды и модель частицы позволяют описать упорядоченные движения и свойства вещества на макроуровне. В простейших случаях состояние сплошной среды фиксируется всего лишь двумя независимыми локальными характеристиками – функциями координат и времени, определяющими все остальные его характеристики. В итоге поисков содержание главы «Волновые процессы» получает следующее выражение: 6.1. К вопросу о понятии кристалла; 6.2. Понятие волны. Уравнение плоской волны. Волновое уравнение; 6.3. Плотность энергии в бегущей упругой волне; 6.4. Интерференция волн. Стоячие волны.

7. В седьмой главе внимание уделяется макроскопическим объектам, между частицами которых взаимодействие не является интенсивным – это газоподобные системы. Они содержат огромное количество частиц, $N \sim N_A \gg 1$, и, находясь в фиксированных внешних условиях, независимо от начального состояния, с течением времени самопроизвольно переходят в определённое конечное состояние, называемое равновесным. Это состояние единственно; оно устойчиво; наблюдается «забывание» индивидуальных начальных условий отдельных частиц вследствие их хаотических столкновений между собой. Свойства таких объектов вблизи теплового равновесия объясняются на основе описания движения одиночных «квазичастиц» индивидуального типа, не раскрывающих внутреннего механизма взаимодействий, происходящих кратковременно. Для понимания механизма кратковременных взаимодействий привлекается подход, учитывающий «смешанные» состояния частиц, в которых они реально находятся при столкновениях. Такой подход возможен, если характеристики системы частиц рассматриваются как средние величины одиночной «квазичастицы» индивидуального типа, находящейся в «смешанном» состоянии, характерном для теплового равновесия. Это даёт возможность прописать их взаимодействие косвенно, с помощью неких средних величин. Удобной средней характеристикой взаимодействия здесь выступают средняя длина свободного пробега λ или среднее время свободного пробега τ , «чувствительные» к сечению рассеяния. Введение «смешанного» состояния здесь может быть оправдано тем, что предполагаемые «упругие» столкновения в такой сложной динамической системе могут быть искажены случайными силами, обусловленными внутренней структурой частиц системы. При многократных столкновениях они «сглаживаются». Здесь же впервые встречаемся с возможностью проявления вероятностных понятий. Причина их появления находится в «смешанных» состояниях – общих, усреднённых, но не индивидуальных, а появление дополнительной неопределённости – неизвестно точное расположение рассеивающих центров. Его приходится задавать с помощью эффективных величин λ и τ . В итоге по-

исков содержание главы «Элементы кинетической теории газов» получает следующее выражение: 7.1. Распределение молекул газа по скоростям; 7.2. Средняя длина свободного пробега молекул; 7.3. Уравнение переноса в газах. Диффузия; 7.4. Уравнение переноса в газах. Теплопроводность; 7.5. Уравнение переноса. Вязкость газов.

8. Восьмая глава касается описания реального газа; с повышением давления и уменьшением температуры наблюдаются значительные отклонения от уравнения состояния идеального газа. Причину отступления свойств реальных газов от свойств идеального газа следует искать в простоте модели; в частности, в отсутствии учёта собственных размеров молекул; в «чувствительности» динамического процесса в системе к случайным силам, обусловленным внутренней структурой реальных частиц системы. В главе проясняются возможные причины появления этих сил [6, 7]: система состоит из нейтральных атомов малой плотности; одновременно могут взаимодействовать не более двух частиц; внутренним движением в составных частях атома (молекулы) можно пренебречь; при малых расстояниях силы отталкивания определяются ядрами атомов, а при больших расстояниях могут возникать силы притяжения, обусловленные несимметричностью распределения зарядов в атоме (молекуле) или несимметричностью распределения зарядов под влиянием соседей; при $r \rightarrow \infty$ силы притяжения склонны к быстрому исчезновению, что сопровождается уменьшением числа взаимодействующих частиц. В итоге поисков содержание главы «Реальные газы» получает следующее выражение: Реальный газ малой плотности. 8.1. Понятие об уравнении Ван-Дер-Ваальса; 8.2. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества; 8.3. Фазы. Фазовые диаграммы. Тройная точка; 8.4. Тепловые характеристики твёрдых тел.

9. В предыдущих главах взаимодействие материальных объектов описывалось лишь в рамках концепции «дальнодействия», предполагающей взаимодействие двух тел без участия каких-либо «переносчиков» взаимодействия. Успех был связан как с моделью частицы, так и с моделью сплошной среды, что и позволило, прописать упорядоченные движения и свойства вещества на макроуровне. В то же время, рассмотренные в четвёртой главе элементы теории относительности показывают, что эта концепция лишь первое приближение к последовательному описанию взаимодействия, применимого тогда, когда скорости составляющих систему материальных объектов можно считать нерелятивистскими. Чем его заменить в системах быстро движущихся материальных объектов пока неочевидно. Поэтому, переходя в девятой главе к из-

учению простейших характеристик электростатического взаимодействия в модели сплошной среды, мы фактически начинаем изучение простейших систем частиц, в которых обе концепции описания взаимодействия – близкодействия и дальнодействия – по существу, эквивалентны. Основу описания девятой главы составляет закон Кулона как закон фундаментального взаимодействия неподвижных электрических зарядов. Как и в предыдущих главах, рассматривается либо выделенная заряженная частица в заданных внешних условиях, либо система взаимодействующих зарядов, каждый из которых равноправен. Задача состоит в том, чтобы научиться, хотя бы в простейших случаях, выражать «заданные внешние условия» через характеристики системы заряженных частиц. Здесь мы впервые подходим к понятию поля и приближаемся к пониманию концепции близкодействия. В итоге поисков глава «Электростатика» получает следующее выражение: 9.1. Понятие об электрическом поле; 9.2. Циркуляция электрического поля неподвижных зарядов. Электрический потенциал; 9.3. Поток вектора напряжённости. Закон Гаусса. Графическое отображение электрического поля; 9.4. Применение закона Гаусса для расчёта электрического поля системы про-водников.

Список литературы:

1. Ганзен В.А. Системные описания в психологии / В.А. Ганзен. Л.: ЛГУ, –1984. – 175 с.
2. Лебедев Я.Д. Теоретические основы формирования методологической культуры преподавателя. Ч.1: Системно-структурные описания в дидактике: монография / под ред. И.А. Иродовой. – Ярославль, изд-во ЯГПУ, 2002. – 192 с.
3. Лебедев Я.Д., Сауров Ю.А. Вопросы эпистемологии в методике обучения физике//Модели и моделирование в методике обучения физике. Киров: Изд-во Кировского ИУУ, 2007. – С. 23–27.
4. Лук А.Н. Мышление и творчество/А.Н. Лук. – М.: Политиздат, 1976. – 144 с.
5. Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте/Дж. Хокинс, С. Блейкли. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 240 с.
6. Суханов А.Д. Фундаментальный курс физики: учеб. пособие для вузов. В 4-х т. Т. 1. Корпускулярная физика/А.Д. Суханов. – М.: Агар, 1996. 536 с.
7. Суханов А.Д. Фундаментальный курс физики: учеб. пособие для вузов. В 4-х т. Т. 2. Континуальная физика/А.Д. Суханов. – М.: Агар, 1998. – 709 с.
8. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе/В.В. Мултановский. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.