МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЕВОЙ ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ

КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра естественнонаучных дисциплин

**Козлов С.А., Киселёв В.В., Коваленко Л.Г.**

ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЕБНИКОВ

В УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

***Методические рекомендации***

***для учителей физики***

**Ставрополь - 2007**

ББК

УДК

С.А.Козлов, В.В.Киселёв, Л.Г.Коваленко. **Применение решебников в учебной практике.** Методические рекомендации для учителей физики

Ставрополь, СКИПКРО, 2007, 36 с.

В связи с широким распространением различного рода решебников и сборников рефератов в печатном и электронном виде перед учителями встал ряд дополнительных проблем, не встречавшихся ранее в практике преподавания соответствующих дисциплин. Настоящая работа содержит попытку оценить дидактический потенциал материалов такого рода, а также некоторые рекомендации по их применению в учебном процессе. Выводы подкреплены примерами, полученными при анализе ряда решебников. Работа, подготовленная физиками и для физиков, может представить интерес для учителей других предметов.

© С.А.Козлов, канд.ф.-м.н., доцент кафедры ЕНД СТИС и СКИПКРО

В.В.Киселёв, ст.пр. кафедры ЕНД СТИС

Л.Г.Коваленко, ст.пр. кафедры ЕНД

Рецензент: Беджанян М.А., канд. ф.-м.н., доцент СГУ

Печатается по решению Научно- методического

совета СКИПКРО. Протокол № от .

**Введение**

В последние десятилетия в связи с облегчением процесса книгоиздательства и развитием информационных технологий значительно возросли объем и доступность учебной информации. Никогда ранее не появлялось столько книг, содержащих решения задач к стандартным задачникам, диктантов, сочинений, рефератов и курсовых работ по всем учебным дисциплинам. Если в прежних школьных и вузовских задачниках доля решенных задач исчислялась процентами, затем она, медленно прирастая, достигала в ряде задачников десяти процентов. В настоящее время стало обычным явлением, когда авторы учебников и сборников задач выпускают дополнительно специальные пособия, содержащие решения всех задач, находящихся в их учебниках и задачниках. Такого рода пособия принято называть *решебниками*. Изданы также решебники, не имеющие под собой основы в виде сборника задач, но содержащие типичные задачи школьного курса физики среднего уровня сложности и трудности. Если дополнить этот перечень издаваемыми в периодической печати образцами задач с олимпиад и вступительных экзаменов различных вузов с подробнейшими решениями, то картина становится впечатляющей.

Изобилие и доступность готовых решений в значительной мере изменили педагогическую ситуацию – сократилось поле самостоятельной работы, затруднен контроль качества знаний и умений школьников и студентов. Есть опасение, что уже не осталось вопросов и задач по учебным предметам, на которые с помощью таких пособий нельзя было бы найти готовых сочинений, рефератов, докладов и решений.

Насколько педагогически обоснованы такие пособия? Помогают ли они преподавателю, учебному процессу и образованию в целом? Кстати, в выходных данных большинства таких изданий нет грифа УМО Министерства образования РФ. Не следует ли отсюда, что они не проходили научно-методическую экспертизу?

Вопрос этот далеко не праздный – пособия издаются большими тиражами, их массированное педагогическое воздействие уже началось. Опросы показывают, что преподаватели с большим опытом работы, придерживающиеся традиционного стиля обучения, считают эти пособия *безусловно вредными*, а соответствующий бум в их производстве – гримасой рыночных отношений, неоправданно широко проникших в сферу образования. Но так же очевидно и то, что прекратить издание таких пособий не удастся – рынок есть рынок. Поэтому представляется целесообразным провести психолого-педагогический анализ сложившейся ситуации с целью выявления всех ее плюсов и минусов. И, если за решебниками будет признано право считаться учебными пособиями, то:

а) определить оптимальные педагогические требования к их содержанию и структуре и в полной мере обеспечить ими школы;

б) внести на основе этого анализа специфические рекомендации для школьных учителей и для преподавателей педвузов.

Попытке решения этой проблемы посвящена настоящая работа.Здесь мы рассмотрим узкую предметную область – решение физических задач, полагая, что многие выводы будут применимы к другим учебным дисциплинам и видам пособий такого рода. Вначале мы предлагаем небольшой обзор мнений о влиянии готовых решений на качество и скорость обучения. Затем изложим результаты анализа некоторых решебников, в какой-то мере иллюстрирующие сложившуюся ситуацию и наши суждения о ней.

***Мнение 1.*** **Размышления над готовым решением задачи**

**полезны по многим причинам**

Очевидно, что наличие «решебника» перемещает центра тяжести с **самостоятельного** решения новых задачна **разбор** задач, выполненных профессионалами. А это несет в себе ряд совершенно новых моментов. «Когда задача решена, ее очищают от промежуточных, поисковых действий, как освобождают здание от «строительных лесов», которые помогали его строить. Описание решения сжимается, лаконизм и простота придают особую «красоту» всей задаче. А это - немаловажное качество для ее запоминания – красивое помнится дольше, к нему приятно возвращаться, в нем меньше загадочного и непонятного».[[1]](#footnote-1)

«Разбор готового решения - это средство «соблазнить» читателя заняться решением задач и побудить его задуматься над методом и средствами, которые он при этом применяет»[[2]](#footnote-2) . « Крупное научное открытие даёт решение крупной проблемы, но и в решении любой задачи присутствует частица открытия… Если вы решаете её собственными силами, то сможете испытать ведущее к открытию напряжение ума насладиться радостью победы»[[3]](#footnote-3).

Работа с известной задачей более приятна, комфортна, поскольку требует меньших напряжений и не грозит осложнениями и чувством неуверенности. Поэтому:

а) на таких задачах можно задерживаться дольше и охватывать ***больший объем учебного материала;***

б) наличие готового решения открывают возможность задавать для домашнего выполнения ***трудные и сложные задачи*** в большом количестве;

в) увеличение количества рассматриваемых задач способствует формированию прочных и многочисленных ***алгоритмов и навыков***;

г) обилие усвоенных алгоритмов непроизвольно потребует их ***обобщения и систематизации***, а это – обязательная ступень при переходе от репродуктивного к исследовательскому типу мышления.

Уже этот, по-видимому, далеко не полный перечень плюсов «решебника» вполне достаточен для признания их психологических и методических достоинств.

***Мнение 2.***  **Решебники пагубно влияют на учебный процесс**

**и качество обучения решению задач**

# Так считают многие преподаватели. Вот некоторые основания для такого утверждения:

а) в подавляющем большинстве «решебников» в описании решения приводятся только формулы и рисунки, в то время как анализ физической ситуации отсутствует, в объяснении решения используется не весь, а только рабочий базис. Между тем известно, что решение каждой новой учебной задачи предполагает ***обязательный*** выход за рамки задачной информации, при этом в действиях учащихся используется ***весь запас***  имеющихся у него знаний.

б) если в пособии обсуждается единственный вариант решения (что характерно для подавляющего числа «решебников»), то нет мысленного поиска прецедентов, не выявляются признаки сходства и различия с аналогами, ученик не привлекается к составлению плана решения. Все это обрекает ученика на пассивность и не способствует формированию ***навыков альтернативного, творческого стиля мышления***.

в) пользуясь таким учебным пособием учащиеся освобождают себя от напряженного поиска, и, следовательно, не получают такого удовлетворения от успеха, как при самостоятельном решении. Известно также, что напряженная работа – одно из ключевых требований в теории ***развивающего обучения***.

г) решения задач, представленные в хорошо отредактированном и лаконичном стиле, создают обманчивое представление легкости как процесса решения данной задачи, так и обучения в целом, что препятствует объективной самооценке учащихся и не способствует воспитанию у них ***воли и настойчивости***.

д) в связи с широким распространением и доступностью «решебников» учитель лишен возможности ***адекватно оценить*** текущую успеваемость, качество знаний и, особенно, умений учащихся. Со всеми вытекающими отсюда последствиями.

***Мнение 3.***  **Не всякая задача и не всякое объяснение решения**

**одинаково эффективно обучают и развивают**

Приведенный выше перечень минусов, по-видимому, не полон и его можно продолжить. Тем не менее, многие из недостатков можно отнести к «трудностям роста». Потенциал «решебников» таков, что они могут занять заметное место в системе обучения. Важно только, чтобы по содержанию и стилю они удовлетворяли неким психолого-педагогическим критериям и нормам, а учитель был подготовлен к работе с ними.

Содержание решебника (подбор задач, выбор общего стиля и правил описания решений) должны отвечать определенным нормам и критериям. Нельзя, например, считать достаточным решение без анализа физической ситуации, обоснования применяемых моделей, законов и соотношений («формульное» решение). Очень важно, например, установить, насколько детальным и подробным должно быть описание решения. При решении задач мы непременно используем понятия, суждения принципы, правила и законы. Само решение – это пример, демонстрация доказательства. С позиций классической логики в каждой задаче можно выявить три основные части доказательного суждения: тезис (чаще всего это ответ задачи), аргументы (это законы, соотношения и связи между явлениями) и рассуждения. Именно рассуждения, логические демонстрации, проверяющие соответствие между аргументами и тезисом, являются основой развивающего обучения. Количество аргументов, используемых в доказательстве, определяют сложность, а размеры логических связей между ними и тезисом (длина рассуждений) определяют трудность задачи. Вместо полных силлогизмов мы используем сокращенные, опуская часть суждений ввиду их очевидности. Это ускоряет процесс решения. Но именно отсюда проистекают все наши ошибки и не только учебные. В учебном процессе нельзя бояться избыточности в объяснениях, более того, для него она должна быть одним из обязательных требований. Что касается решебников, то в них авторы, по нашему мнению должны быть просто «занудами» и не бояться проявлять это качество во всех частях решения задачи, включая

- детальный анализ физических явлений, явно или неявно изложенных в тексте задачи;

- соотнесение их с известными идеализированными ситуациями и законами;

- обоснование правомерности вводимых дополнительных условий, превращающих данный литературный текст в абстрактную, идеализированную модель физических процессов;

- лаконичную по форме, но полнейшую по существу демонстрацию окончательного плана поиска ответа:

- формулирование ответа таким образом, чтобы в нём нашли место исходный текст задачи, его конечная трансформированная интерпретация, полученный ответ и заключение о его соответствии реальному заданию.

По-видимому, такие же требования можно предъявить к математической части решения. Решение физических задач существенно расширяет тренировочное поле для математических упражнений. Здесь важно помнить о едином, *физико-математическом* образовании. По нашему мнению, не следует только перегружать задачи рутинными действиями из элементарной математики, а оптимальной можно считать такую долю математических действия, после которых, в конце процесса решения, ученики ещё помнят физическую составляющую этой задачи.

**Как превратить решебник в учебное пособие?**

**1.Объяснение задачи не следует упрощать**

Приведем решения некоторых задач для иллюстрации высказанных выше суждений. Начнём с задачи, предлагавшейся несколько лет назад абитуриентам МГУ. При этом зададимся целью в этой *качественной* по форме задаче показать в деталях весь ход рассуждений.

**Задача 1**. *На железный сердечник намотаны две обмотки (рис. 1).*  *Ползунок реостата перемещают вверх. Определите направление тока в амперметре.*



Возможный вариант ответа:

1. Ток, текущий в первичной (левой) обмотке создает магнитное поле [*Открыто Эрстедом*].



1. [*Магнитная проницаемость железного сердечника значительно больше, чем воздуха, поэтому*] линии магнитной индукции в основном замыкаются по сердечнику.
2. [*В соответствии с полярностью источника тока*] определяем направление тока в цепи первичной обмотки [*от «+» к «-»*] (рис. 2).
3. Направление намотки провода в первичной обмотке – по часовой стрелке, если смотреть «сверху».
4. Учитывая направление тока *I1* в первичной обмотке и направление ее намотки [*по правилу буравчика*], определяем направление линий магнитной индукции магнитного поля первичной обмотки (на рисунке 2 показаны сплошной линией).
5. [*Линии магнитной индукции входят в верхнюю часть первичной обмотки, следовательно,*] в верхней части первичной обмотки находится южный магнитный полюс *S1* магнитного поля первичной обмотки.
6. Если магнитное поле, созданное первичной обмоткой, и пронизывающее вторичную обмотку, не меняется, то в ней не возникает ЭДС индукции [*закон электромагнитной индукции Фарадея*].
7. [*Если во вторичной обмотке не действует ЭДС, то в ней не течет ток*]. Амперметр показывает нуль.
8. Если ползунок реостата перемещается вверх, то рабочая длина *l* используемого в реостате провода уменьшается [*в соответствии с рисунком*].
9. Если длина металлического проводника уменьшается, то его сопротивление тоже уменьшается [ ].



1. При уменьшении сопротивления проводника [*по закону Ома*] сила тока в нем увеличивается.
2. Следовательно, магнитный поток, созданный током первичной обмотки, увеличивается [*Ф1= LI1*].
3. Если магнитное поле, созданное первичной обмоткой, и пронизывающее вторичную обмотку, меняется, то в ней (вторичной обмотке) возникает ЭДС индукции [*закон электромагнитной индукции Фарадея ε=- ΔФ/ Δt* ].
4. Во вторичной обмотке возникает индукционный ток [*обмотка замкнута на амперметр*].
5. Индукционный ток создает свое магнитное поле [*Ф2= LI2*]. Его силовые линии на рисунке 2 показаны пунктиром.
6. Так как магнитное поле, пронизывающее вторичную обмотку увеличивается, то индукционный ток во вторичной обмотке должен создавать магнитное поле такого направления, чтобы препятствовать увеличению магнитного поля первичной обмотки [*правило Ленца*].
7. Следовательно, линии магнитной индукции магнитного поля индукционного тока в данном случае направлены против линий магнитного поля первичной обмотки.
8. Линии магнитной индукции магнитного поля индукционного тока входят в верхнюю часть вторичной обмотки. Там расположен южный магнитный полюс *S2*.
9. Направление намотки провода во вторичной обмотке – против часовой стрелки, если смотреть «сверху».
10. Учитывая направление намотки и линий магнитной индукции вторичной обмотки, [*по правилу буравчика*] определяем направление тока *I2* .

Приведенное описание решения (*из* *двадцати ступеней*!) может показаться излишне подробным, более того, - нудным. Поэтому необходимо найти оптимальный уровень, золотую середину между подробным и очень подробным описанием решения, так, чтобы стиль изложения отличали ясность, лаконизм и точность. Но при этом важно отметить следующее. Перечень физических законов, правил, понятий и соотношений – в тексте они выделены квадратными скобками – это тот минимальный объем учебного материала по физике, без которого ответ нельзя признать полным и обоснованным. Это *рабочий базис* данной задачи.

Этот пример приведен с целью обоснования следующего тезиса - в решебнике при самом подробном описании задачи не бывает избыточной информации. Именно в этом и должно состоять одно из главных требований к решебнику – здесь все должно быть обосновано и учтено, операции с понятиями обозначены, аргументы и альтернативы приведены полностью. В обычной практике мы пользуемся сокращенными силлогизмами, опускаем всё то, что кажется нам тривиальным или несущественным в данных условиях. Тем самым мы ускоряем процесс изложение материала, но – и это очень важно – не ускоряем процесс мышления. В ходе мыслительных операций мы эти суждения и посылки отслеживаем и оцениваем, существенные мы оставляем и используем в устном или письменном решении. Заметим для себя, что устное объяснение мы всегда даём более подробно, чем письменное. Всё из тех же соображений экономии времени. Но, выиграв во времени, мы рискуем проиграть в точности решения, поскольку не учли какие-то сопутствующие явления и/или неправильно оценили их вклад конечные выводы.

Поэтому на этапе обучения сжатое (формульное) описание решений, характерное для большинства «решебников», не обосновано с позиции углубления теоретических знаний. Оно также непродуктивно с позиции развивающего обучения, поскольку процедура обоснования – это упражнение в мышлении, а отсутствие таковых препятствует развитию логики и интеллекта в целом. Только аналитическое по структуре рассуждений, построенное на строгой силлогистической основе, очищенное от излишних действий решение становится «пригодным к употреблению» - накладываясь на предыдущий опыт обучаемого, оно способствует очищению его индивидуальных алгоритмов от лишних деталей, создает новые («валентные») связи ассоциативного типа.

**2*.* Решению должен предшествовать анализ сюжета задачи**

Решение, не содержащее текстового пояснения и состоящее только из формул и математических действий, обучает сугубо ремесленным навыкам и приёмам. В её основе лежит ошибочный методический приём, который можно назвать так - «есть такая формула».

В качестве иллюстраций рассмотрим авторские варианты из учебных пособий нескольких авторов.

**Задача 2. (**№58 **-** Л[[4]](#footnote-4)**).** *«Маленький шарик скатывается с полусферы радиусом R. На какой высоте он оторвётся от сферы?*

**Решение.** Пусть шарик отрывается от сферы в точке *2.* Значит, в этой точке исчезает реакция опоры и остаётся только сила тяжести *mg.* Второй закон Ньютона имеет вид



Ось *Х* , как всегда при вращательном движении, направляем к центру траектории и проецируем уравнение на эту ось:



Из треугольника *ОАВ*



Из закона сохранения механической энергии



Решаем совместно два уравнения:



**Ответ:** *»*



Задача решена, ответ получен и на первый взгляд решение правильное. Однако отсутствует анализ физической ситуации и многие из возможных обстоятельств не учтены. Так например, для *катящегося* шарика необходимо учесть энергию вращения. Слабо прописаны параметры движения в момент отрыва. Краткость изложения не делает решение более понятным, и уж тем более не учит обстоятельности.

Эти недостатки базируются на следующей особенности *мыслительного процесса*, сопутствующего решению задачи. Мы здесь умышленно выделяем мыслительные операции, поскольку они протекают с очень высокой скоростью, и не всегда выливаются в устную и, тем более, письменную форму. Так вот, в ходе мысленного поиска ответа неизбежно затрагивается дополнительно обширный материал курса физики, как оказывается в дальнейшем, не играющий существенной роли в формировании ответа. Этот материал уместно отнести в *общий базис* задачи. Если этот базис принимается к обсуждению в ходе анализа условия задачи, то вероятность ошибки значительно уменьшается. В задаче №86 этого пособия, где также нет анализа физических процессов, вновь катятся шары, а в законе сохранения механической энергии записаны кинетические энергии только для поступательного движения.

Сравним теперь это решение с другим вариантом объяснения подобной же задачи.

**Задача 3. (**3.6. – Н[[5]](#footnote-5)). *«С вершины идеально гладкой сферы соскальзывает небольшой груз. С какой высоты*  *h* , *считая от вершины, груз сорвётся со сферы? Радиус сферы R =90 см.*

**Анализ.**  Груз, который, очевидно, можно считать точечным телом, до некоторой точки – точки отрыва – движется по дуге окружности радиуса *R*. На груз во время его движения по сфере действует сила тяжести m**g** и сила нормального давления со стороны сферы. Уравнение второго закона Ньютона для этой части траектории имеет вид



(1)



Проекции этих сил на направление, нормальное к траектории, сообщают телу нормальное ускорение *an = v2/R,* где *v* – мгновенная ( и, очевидно, непрерывно возрастающая) скорость тела. В точке *С* отрыва прекращается взаимодействие между движущимся телом и поверхностью сферы и, следовательно, сила давления тела на сферу и соответственно сила реакции сферы *N* обращаются в нуль. (Начиная с этой точки тело движется только под действием силы тяжести и траектория его будет зависеть от модуля и направления скорости тела в точке отрыва от сферы.) Таким образом, в этой точке нормальное ускорение, однозначно зависящее от скорости, сообщает телу только проекция силы тяжести. Для того, чтобы определить высоту, на которой находится точка отрыва, надо найти связь скорости тела при его движении по сфере с его координатами, в частности с высотой. Такую связь можно найти, зная законы изменения со временем координат и скорости тела. Можно это сделать и рассматривая движение тела в поле силы тяготения Земли. Поскольку сила нормальной реакции работы не совершает, полная энергия тела остаётся неизменной, т.е.

*ΔE = ΔK + ΔU = 0.* (2)

Очевидно, что применение закона сохранения энергии к переходу из начального состояния в точку отрыва даст в явном виде связь между скоростью тела и высотой рассматриваемой точки.

**Решение.** При скольжении груза по сфере потенциальная энергия его изменяется на

*ΔU =-mgh,*

Где *h* - искомая высота, отсчитываемая от вершины сферы. Кинетическая энергия тела возрастает на

*ΔK = mv2c /2 – mv20/2.*

На вершине сферы груз находится в состоянии неустойчивого равновесия и скорость *v0*, необходимую для начала движения, можно считать пренебрежимо малой. Тогда, подставляя найденные выражения в (2), получаем

-*mgh + mv2c/2 =* 0 (3)

Чтобы от векторного уравнения (1) перейти к скалярным соотношениям, введём ось *Х*, направленную вдоль радиуса. Тогда *ax = an = v2/R.* На основании уравнения (1) *mv2/R = mghcosα – N.* В точке отрыва от сферы *an = v2c/R, N=0,* следовательно ,

*mv2c/R = mgcosα.*

Как видно из рисунка, *cosα = (R – h)/R.*  Тогда

*mv2c = mg(R-h).* (4)

Уравнения (3) и (4) содержат скорость и высоту, относящиеся к одной и той же точке С, и образуют систему, совместное решение которой позволяет найти

*h = R/3 = 0,3* м.[[6]](#footnote-6)*»*

Мы привели дословное текстовое описание решения задачи. Как видим, оно отличается детальным анализом физической ситуации. Здесь приняты во внимание такие подробности, как точечные размеры груза (тем самым исключена необходимость учитывать расход энергии на вращение твёрдого тела). Здесь подчеркнуто отсутствие трения (отмечена идеальная гладкость поверхности сферы). Не упущен вопрос о начальном моменте (пренебрежимо малая начальная скорость тела). Прослежена картина изменения скорости и нормального ускорения. Приведено обоснование рабочей записи закона сохранения энергии – в неё не включена работа силы нормального давления. После такого детального анализа решение задачи не представляет значительной трудности, практически с этого момента идёт процесс письменного оформления решения.

Приведём из того же пособия ещё один пример подробного анализа физической ситуации, соответствующей сюжету задачи, а также детального обоснования всех действий, составляющих её решение.

**Задача 4 (**2.5.Н5). *На наклонной плоскости находится груз т1 = 5 кг, связанный нитью, перекинутой через блок, с другим грузом т2 =2 кг (рис. 13). Коэффициент трения между первым грузом и плоскостью k= 0,1; угол наклона плоскости к горизонту α = 37°. Определить ускорения грузов. При каких значениях т2 система будет находиться в равновесии?*

**Анализ.** В задаче рассматриваются два тела, связанные нитью и совершающие поступательное движение. Если нить, как всегда, считать нерастяжимой, то ускорения этих тел равны по модулю:   
*а1 = а2*.

X

T2

η

m2g

T1

fтр

Y

N

fтр

m1g

На тело массы *m1* действуют сила тяжести *m1g*, сила нормальной реакции *N* наклонной плоскости, сила натяжения **Т1** нити и сила трения *fТР.* Сила трения направлена в сторону, противоположную скорости тела; если же направление движения системы неизвестно, то нельзя указать направление силы трения. Но так как сила трения не может изменить направление движения на противоположное, то следует определить сначала направление движения при отсутствии трения, а затем уже решать задачу с учетом силы трения. Второй закон Ньютона для первого тела без учета силы трения имеет вид

*m1****a1*** *=m1****g*** *+****T1****+****N****. (1)*

На тело *m2* действуют только сила тяжести m2g и сила натяжения Т2 нити:

*m2****a****2 = m2****g*** *+* ***T2****. (2)*

Вводя оси координат и заменяя векторные уравнения (1) и (2) скалярными равенствами, получим систему уравнений, решение которой позволит определить направление ускорения ***а1***. Поскольку тела не имели начальной скорости, мгновенная скорость каждого из тел совпадает по направлению с его ускорением, следовательно, направление силы трения, действующей на тело *m1* , будет известно. После этого можно решать задачу уже с учетом силы трения. При этом в уравнение (1) надо ввести в правую часть силу трения, уравнение (2), очевидно, не изменится. При рассмотрении условий равновесия следует повторить все рассуждения, учитывая, что в этом случае

***a1*** *=* ***a****2=0 (3)*

**Решение.** Для замены векторных уравнений (1) и (2) скалярными введем для описания движения тела *m1* оси Х и У, тела *m2 -* ось *η* (рис. 13). Учитывая, что вследствие невесомости нити и блока, *Т1 = Т2*, получаем:

*m1a1 x= m1gsinα—T*, *m2a2η = T - m2g , a1 x = a2η (4)*

После совместного решения уравнений (4) получаем



Проекция вектора **а** на ось Х положительна, это значит, что тело *m1* движется вниз по наклонной плоскости, следовательно, сила трения направлена вверх по наклонной плоскости.   
 Можно, не возвращаясь к векторным уравнениям, ввести силу трения в первое из уравнений (4). При этом следует учесть, что

*a1 x = a2η= a, fTP=-fTPx= - kN.*

Тогда

*m1a= m1gsinα—T-kN, m2a = T - m2g.*

Силу нормальной реакции *N* найдем из уравнения (1), записанного в скалярном виде для проекций на ось Y:

*a1y = 0, 0 = N - m1gcosα,*

откуда

*N = m1gcosα.*

Окончательно

(5)



Совместное решение системы (5) дает



Условия равновесия, соответствующие равенству нулю результирующей силы, действующей на каждое тело, зависят, очевидно, от наличия силы трения и ее направления.   
Если трения нет, то, как следует из решения системы (4),



В условиях равновесия *a1 x* =0 и *т2 = т2\* = т1* sin*α* = 3 кг. Если *т2* < *т2\* ,* то *a1 x* > 0—тело *т1* движется вниз по наклонной плоскости; если *m2*> *т2\**  , то *a1 x* < 0—тело *т1* движется вверх по наклонной плоскости.   
 В условиях равновесия сила трения является силой трения покоя и ее направление противоположно направлению возможного движения тела *т1*.   
 В первом случае *(т2* < *т2\**) сила трения направлена вверх по наклонной плоскости и систему (4) с учетом того, что *a1 x* = *a2η*=0, можно переписать в виде

*0= m1gsinα - T -fTP, 0 = T-m2g, (6)*

откуда

*m2= m1sinα - fTP/g. (7)*

Во втором случае (*m2*> *т2\**  *т)* сила трения направлена вниз по наклонной плоскости и уравнения (6) примут вид

*0= m1sinα - T + fTP, 0 = T - m2g, (8)*

откуда

*m2= m1sinα + fTP/g.*

В обоих случаях сила трения покоя  *fTP ≤ kN = km1gcosα.* С учетом этого неравенства выражения (7) и (8) примут вид



Легко видеть, что первое неравенство имеет смысл только когда sin*α>kcosα.*Оба неравенства не противоречат друг другу, и равновесие имеет место при 2,6 кг ≤*m2*≤3,4 кг.

Предельным значениям массы *т2* соответствует наибольшая сила трения покоя

**(***f тр.макс = kN*). Если *т2* =2,6 кг или *m2*=3,4 кг, то при малейшем толчке (в первом случае—вниз, во втором—вверх) начнется движение системы. В обоих случаях движение будет равномерным.

Задача решена аналитическим методом, её описание содержит дополнительный материал, который лишь на первый взгляд делает решение излишне громоздким. На самом деле это хорошая иллюстрация методологии физики, как науки, при рассмотрении любой физической ситуации. Пользуясь такими пояснениями можно существенно повысить точность и обоснованность ответа, углубить уровень усвоения теоретического материала и приобрести навыки решения задач повышенной сложности.

**3. Запись условия задачи следует завершать после её анализа**

Как видно из приведённых примеров, авторы пособий по решению задач по разному подходят к рассматриваемой проблеме. Так например, в предисловии цитированного выше решебника В.Б.Лабковского выделены пять составных частей (этапов) решения задач, перечень которых нам представляется не только не идеальным, но во многом ошибочным.

Первым этапом автор считает *запись условия*. Однако следует помнить, что с чтением условия начинается процесс понимания содержания задачи. А понимание невозможно без ***анализа*** физической сути, скрытой в литературном сюжете. С момента ознакомления, с самых первых слов текста задачи непроизвольно, мысленно в ней выделяются физические явления, физические параметры и величины. Уже на этом этапе память настраивается на поиск аналогов и алгоритмов. Пренебрегать этим свойством нашего мышления на этапе восприятия задачи нельзя. Нередко к концу чтения задачи её ответ уже известен. А это возможно только в том случае, если процесс решения шёл одновременно с ознакомлением с её условием. Поэтому запись условия задачи по существу отражает не исходный, а переработанный - адаптированный и трансформированный текст задачи. И чтобы не допустить ошибок «этапу записи условия» должен предшествовать детальный анализ сюжета с точки зрения физики, который завершается представлением абстрактной модели физического сюжета задачи. Отсутствие в решебниках специально выделенного этапа анализа физического сюжета задачи (как и в реальной практике на уроке) следует отнести к существенным методическим ошибкам. Вместо обучения в этом случае производится «натаскивание», в основу которого положен принцип: «знай все формулы и научись ими манипулировать».

Второй этап автором обозначен как «Составление и решение уравнений». Следует отметить, что и составлению уравнений или их систем должен предшествовать анализ физической ситуации, из которого должны вытекать как сами уравнения, так и обоснования их применимости в условиях данной задачи. К сожалению, в этом пособии анализ отсутствует, а если и имеется, то никак не выделяется в тексте. Тем самым ослаблена одна из важнейших функций обучения – ознакомление с методологией физики, как точной и доказательной науки. Именно анализ ситуации приводит к необходимости вводить какие-либо ограничения и условности, текст задачи перерабатывается, подводится под идеализированные понятия и законы. Учащимся должна быть ясна вся эта «кухня», они должны производить эти действия осознанно, тогда они могут усвоить общие, а не частные подходы к составлению планов решения задач.

**4. Проверка ответа – это один из важнейших этапов решения задачи**

Нельзя считать удачным третий этап, названный «Проверкой единиц физических величин». Основание для такого заключения - малый удельный вес этого действия в общем процессе решения задачи. По сути, это проверка конечной формулы методом размерности входящих в неё величин. Сам автор довольно редко использует этот приём.

Далее идёт этап «Получение числового результата», представляющий элементарные математические действия. Наше отношение к объёму и качеству математических действий, сопутствующих решению физических задач, мы показали выше.

И завершается решение задачи этапом «Запись ответа». Автор осознаёт важность этого этапа, в качественных и в ряде вычислительных задач он приводит довольно подробный анализ и комментарий полученного результата. Но в качестве иллюстрации значимости записи ответа приводит пример, досадная погрешность которого часто встречается в учительской практике. Поэтому считаем необходимым и целесообразным его рассмотрение.

**Задача 4.**(Л. с.7) *«Пуля, начальная скорость которой 600м/с, движется к цели с отрицательным ускорением 500м/c2. Через сколько времени она поразит цель, отстоящую от неё на расстоянии 300 м?».*

При её решении получено два ответа: *+0,71* и *+1,69* с. Какой из двух ответов следует выбрать, как единственный верный? Автор решебника предлагает проверить следующим способом – он определяет время, по истечении которого скорость пули станет равной нулю *t=v0/a =1,2c*. Откуда следует, что верным является ответ *0,71* с.

Ответ правильный, нет замечаний и к данному варианту проверки ответа. Но есть существенное замечание к глубине объяснения полученных результатов. Оно состоит в том, что учащимся не дано никакого объяснения по поводу второго ответа. Это можно понимать как неявное утверждение, что он неверен. У учащихся формируется ложное представление, что даже правильное математическое описание в виде уравнений или формул, в принципе может дать неверный ответ. Но уравнение живёт самостоятельной жизнью, в нём для пули нет препятствия в виде цели, с точки зрения уравнения она движется «вечно». Следовало бы разъяснить, что с момента остановки (*1,2* с) пуля, движется с прежним по величине и направлению ускорением, но теперь уже к исходной точке выстрела. Через *1,69* с после выстрела она вновь оказывается на расстоянии *300* м от места выстрела и продолжает дальнейшее движение.

Детальный анализ полученных ответов развивает альтернативное мышление и закрепляет аналитические навыки, открывает особенности математики, как инструмента физики. Можно пожелать, чтобы такое требовательное отношение к ответу стало нормой.

При обучении путём решения учебных задач важен не столько сам ответ, сколько процесс его получения. Вместе с тем процедуру представления и оформления ответа можно наделить дополнительными, обучающими и развивающими функциями. Поэтому, по нашему мнению ответ, как и анализ условия, следует выделить в самостоятельный и обязательный этап процедуры решения задачи. Таким путем можно добиться существенного повышения уровня усвоения знаний. В качестве оснований для этого утверждения можно привести следующие соображения.

1. Когда задача уже решена, анализ хода ее решения предполагает беглый просмотр всех тех действий, в результате которых был получен ответ. Непременно придется вспомнить базис и задание задачи, пройти по пути поиска аналога, повторить процедуру перекодировки условия, и т.д. Как и всякое повторение, эта процедура способствует улучшению усвоения учебного материала. Неминуемая в связи с этим дополнительная трата времени невелика, потому что «по свежим следам» условие и решение задачи всплывают в памяти в компактном, хорошо обработанном виде.

2. Когда ответ задачи получен, и она становится совершенно понятной, тогда пересказ ее решения способен доставить удовольствие. Вполне объяснимо возникающее в этот момент стремление придать решению лаконичную и логически безупречную форму. А это требует проведения объемной и глубокой аналитической работы по отбору наиболее существенных компонентов базиса и рациональных действий в ее решении. Все остальные признаки и действия на этот момент отбрасываются как лишние, несущественные, ошибочные. Такие действия способствуют систематизации и обобщению знаний по теме, а также формируют навыки и привычку к аналитическому стилю мышления.

3. В ходе работы над ответом, путем выделения существенных признаков и применения более рациональных действий формируется укрупненный дидактический блок, синтезированная схема (конструкция) задачи. Можно предположить, что именно такие обобщенные блоки закладываются в информационный фонд памяти, что облегчает поиск прецедентов и алгоритмов и все иные действия по решению задач.

4. Все операции, сопутствующие подготовке ответа, производятся вначале под руководством педагога, а впоследствии выполняются учащимися самостоятельно и становятся (или – увы! - не становятся) составной частью (программой) их аналитического и альтернативного мышления при решении не только учебных, но и любых иных задач.

5. Если в ходе решения условие задачи подверглось перекодированию и конкретный сюжет был заменен абстрактной моделью, то проверка правильности ответа приобретает особую актуальность. В этом случае необходимо проделать обратную процедуру - от абстрактной модельной ситуации, путем решения которой был получен ответ, перейти к исходному сюжету. Если при этом в модельном варианте не выявлены существенные отступления и нарушения исходных условий, то решение выполнено правильно. Ниже мы покажем, что формулировка ответа в этом случае обрастает рядом дополнительных условных суждений и допущений.

Известны четыре способа проверки правильности ответа задачи. Один из них основан на использовании жизненного и учебного опыта – метод «здравого смысла», второй - на проверке наименований физических величин (метод размерностей), третий на законах формальной логики, а четвертый предполагает проведение контрольного эксперимента.

В решебниках можно ожидать применения всех этих методов, однако в рассмотренных нами применяется только проверка размерностей.

Покажем на одном из примеров дидактические возможности логического метода проверки. Суть его состоит в следующем. Формулу, представляющую ответ задачи в общем виде, подвергают анализу – оценивают функциональное влияние каждой из входящих в неё физической величины на конечный ответ. Делают это путём сопоставления с выводами, следующими из жизненного опыта, частных законов, надёжно известных соотношений и иных представлений.

**Задача 5.** *В длинном цилиндрическом сосуде под поршнем находится небольшое количество воды со снегом при нормальном давлении. Масса льда m, температура 0оС, давление насыщенного пара при 0оС равно ро, удельная теплота плавления льда λ, удельная теплота парообразования воды r. На сколько нужно изменить объём пространства перемещением поршня, чтобы весь лёд растаял? Какую работу при этом придётся совершить?*

*Ответы:*

*ΔV = mλRT/роμr; A = mλRT/μr,* где *μ* - молярная масса воды, T *=273 К*.

Анализ и решение задачи мы не приводим, рассмотрим лишь в сжатом виде процессы, протекающие в системе и приводящие к плавлению льда.

При уменьшении объёма пространства под поршнем динамическое равновесие между процессами испарения и конденсации нарушается. Избыток пара конденсируется, этот конденсат выделяет теплоту и плавит лёд. Для плавления всего льда нужно *mλ* теплоты. Такое количество теплоты отдаст некоторая масса пара *m′* при конденсации: *Q=m′ r*. Такая масса пара в исходном состоянии (при *0о С*) должна занимать объём *V0: р0V0 = m′RT/μ* . Отсюда имеем *A=р0ΔV = р0V0 = m′RT/μ;* Но, при Т = сonst = 0o , *А = Q = mr = mλ,* откуда *m′ = mλ/r*, и окончательно имеем *А= mλRT/μr. ΔV = mλRT/μrр0*.

Процедура логической проверки ответа

1. Чем больше масса *m* льда, тем больше потребуется пара для его плавления, а т.к. давление его не меняется (давление насыщенного пара не зависит от объема), то потребуется большой исходный объём (вот для чего в условии указана длина сосуда). В ответе *ΔV~m*, следовательно, *по данному основанию ответ можно считать верным.*

2. Чем больше удельная теплота плавления вещества, тем больше нужно теплоты для плавления заданной массы. Количество теплоты в данной задаче пропорционально объему пара. В ответе *ΔV~λ* , следовательно, *по данному основанию ответ можно считать верным.*

3. Чем больше давление насыщенных паров *р0*, тем больше их концентрация *(р=nkT),* а значит для некоторой массы пара при большем давлении и при прочих равных условиях можно обойтись меньшим конечным объёмом. В ответе *V~1/р0*, следовательно, *по данному основанию ответ задачи верен.*

4. Чем больше величина удельной теплоты парообразования (конденсации), тем меньшее количество пара потребуется для плавления данной массы льда. В ответе имеем *ΔV~1/r,* что соответствует приведенному суждению. *Следовательно, по данному основанию ответ верен.*

В приведённых рассуждениях (п.п.1-4) рассмотрены все физические процессы, входящие в решение данной задачи и проверены функциональные связи между всеми величинами, входящими в формулу ответа для объема пара. Логических противоречий в ответе не выявлено, поэтому с позиций формальной логики его можно считать верным.

По аналогичной схеме можно проверить правильность второго ответа этой задачи.

**5.** **Аналитическое или синтетическое решение. Что лучше?**

Нам нравится повторять и исследовать то, что уже нам уже давно известно. Например, слушать и находить что-то новое в давно знакомых мелодиях, читать и перечитывать любимые книги, смотреть многократно одни и те же фильмы. В этот перечень входят отдельные элементы процесса обучения - ученики с удовольствием участвуют в повторении хорошо усвоенного материала. Часто при этом они находят новые – для них - грани вопроса или новую форму ответа, новую схему построения доказательства. Известно, что когда задача уже решена и записана в первом (формульном) приближении, полезно бегло просмотреть ход ее решения. В процессе такого просмотра часто удается обнаружить лишние действия, или наоборот, включить новые подходы и новые варианты решения. Все это позволяет предложить новый, лучший путь решения, отличающийся логикой, структурой и содержанием.

Задержка внимания учащихся на этом этапе может оказаться более продуктивной, чем решение последующих задач. Во-первых, потому, что по знакомому сюжету и знакомому решению ученика легче поднять на новый уровень обобщения теоретических знаний. И, во-вторых, в процессе такого беглого обзора условия задачи и ее решения открываются широкие возможности для импровизации. Очень полезен в этом случае такой прием, как построение «траекторий решения», как сокращенного представления плана решения задачи. Для этого в письменно оформленном решении выделяют главные моменты (поворотные точки) – законы и формулы, присваивают им номера и проставляют в тексте решения. Затем, придерживаясь версии решения, соединяют эти точки цветными карандашными линиями и записывают номера действий отдельной строкой.

Очень вероятны случаи, когда решение можно представить в виде нескольких разных траекторий. Покажем эту операцию на следующем примере.

**Задача 6.** *Тело массой m, летящее горизонтально и имеющее кинетическую энергию E, попадает в неподвижно висящий на нити длиной L брусок массой М и застревает в нем. Какова максимальная сила натяжения нити?*

Не приводя текста и рисунка, укажем основные понятия, законы и соотношения (формулы), используемые при решении этой задачи: кинетическая энергия, закон сохранения импульса, центростремительное ускорение, второй закон Ньютона. Пронумеруем и запишем используемые формулы.

**1**.



**2**.



**3.**



**4**.



**5.**



Анализируя решение можно составить следующие «траектории» решений:



а). 1 - 2 - 3 - 4 – 5; б). 2 - 1 - 3 - 4 - 5;

в). 4 - 5 - 1 - 2 - 3 - 5; г). 4 - 2 - 1 - 3 – 5;

г). 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 2 – 3 – 4 - 5

Последовательность действий г) отражает аналитический способ рассуждений (4-5-3-2-1) и последующий порядок алгебраических действий (1-2-3-4-5). Остальные «траектории» представляют собой различные варианты синтетического способа решения этой же задачи, когда последовательность операций не подчинена строгой логике и все решение представляет набор действий, (интуитивно или осознанно – бывает всякое) укладывающихся в русло логики решения.

Если задача решена синтетическим методом, т.е. решение представляет собой набор фрагментов, располагающихся в случайной, неупорядоченной последовательности, то в памяти не сформируется алгоритм решения задач аналогичного содержания и типа, не возникнут ассоциативные связи с ранее решёнными подобными задачами, а следовательно, и мысленные схемы-конструкции, облегчающие распознавание и поиск аналогов и прецедентов. Эти огрехи можно выправить глубокой и осознанной проверкой ответа.

В реальном учебном процессе учитель, использующий аналитический метод решения, открыто разрабатывает, обосновывает маршрут движения в «дремучем лесу», показывая не только и не столько арсенал физических знаний, сколько методику логически безупречного их использования в конкретной ситуации.

Процесс синтетического решения – это в значительной мере «жонглирование» формулами. Конечный продукт здесь возникает после длительного процесса поиска, и очень часто не как следствие напряжённого труда, а как озарение. По затраченному времени такой способ проигрывает как в случае решения отдельной задачи, так и в общем процессе формирования навыков решения задач.

***6.* «Метод» решения «есть такая формула»**

Наиболее откровенно такой стиль обучения наблюдается в работе [Р] [[7]](#footnote-7). В этом решебнике приведены решения всех задач учебного пособия этого же автора «Сборник задач по физике», рекомендованного для школ министерством образования РФ. Мы проанализировали структуру, содержание и общий стиль предлагаемых автором решений.

Подавляющее большинство решений задач выполнены в одном стиле. Кратко его можно охарактеризовать, как решение от «формулы к формуле». Приведём в качестве примера дословное описание решения задачи №840.

**Задача 7.** *«В однородное магнитное поле с индукцией В=10 мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией Wк=30кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле?*

**Решение**. Кинетическая энергия

*W=mv2/2,*

следовательно,

*v= (2Wk/m)1/2*

Подставляя это выражение в формулу для скорости из задачи 839, получаем:

*R=mv/eB=(2Wkm)1/2/eB.*

*Вычисления:* R= …(следует подстановка числовых данных в СИ и вычисления).

**Ответ:** *R=5,8* см.»

Такой стиль решения задачи – характерная особенность всего этого решебника. Отсутствие *выделенного анализа* сюжета обедняет содержание задачи, не связывает её физическое содержание с другими разделами курса физики и не способствует закреплению внутрипредметных связей. По нашему мнению здесь было бы полезным показать: а) траектория движения электрона – окружность, поскольку во всех точках движения на неё действует постоянная по величине и перпендикулярная к вектору скорости сила Лоренца *F=qvBsinα;* б) сила Лоренца не ускоряет частицу, поэтому все величины в формуле *W=mv2/2* постоянны; в) при энергии *30 кэВ* электрон ещё не стал релятивистской частицей и его масса в формулах энергии и силы Лоренца действительно равна *9,1∙10-31 кг*. И т.д.

Отсутствие анализа условий нередко приводит к грубым физическим ошибкам. В задачах по электростатике (№№680 – 690) закон Кулона повсеместно применяется без учёта размеров заряженных тел. Указание автора «считать заряды точечными» дано в сноске перед этим разделом, но … с какого-то номера задачи следовало бы снять это условие, чтобы показать границы применимости этого закона.

В задачах 683 и 684 бездоказательно утверждается, что «при соприкосновении заряженных одинаковых металлических шариков суммарный заряд делится поровну», что следовало бы доказать. Тогда в решении закрепились бы знания о потенциале и электроёмкости изолированных шаров.

В пособии редко встречаются словосочетания типа «условимся считать систему изолированной». Поэтому многие решения нельзя признать правильными, и «обучающими». Например, нельзя не согласиться с утверждением, что «рука искажает картину силовых линий электрического поля, выходящих из шара», Но жаль, что ни до, ни после этой фразы нет тому физических обоснований (задача 739). Аналогично без обоснования (задача 741), ссылаясь на рисунок, утверждается, что «силовые линии расположены гуще, поэтому напряженность поля больше». А здесь так к месту было бы объяснение на основе опытов или теории.

В задаче №742 утверждается, что «электрическое поле между заряженными плоскими пластинами однородно», хотя это верно только в случае бесконечных однородно заряженных плоскостей. Но как в тексте задачи, так и в решении отсутствует обоснование. Оно могло иметь примерно такую форму: «условимся считать, что расстояние между пластинами значительно меньше их размеров, тогда краевыми эффектами можно пренебречь».

«Формульный» способ приводит к тому, что многие решения трудно понять без дополнительных пояснений. Откуда, например, берётся формула *v=eBR/m* в задаче №842, или формула *t=1/2nN* в задаче №1007. Не помогают понять решение рисунки в задачах (№736, №836,). В ряде случаев решение более чем на половину состоит из математических действий подстановочного и вычислительного характера (см. например, №697).

Исключая качественные задачи-вопросы, ни одно из решений в этом пособии не содержит ответа в расширенной текстовой форме, даны только числовые значения, как - будто эти числа действительно имеет какое-то значение для понимания физики.

Даже при не очень критическом подходе почти в каждом решении можно найти не только недочёты, но грубые ошибки. Пособие мало пригодно для использования учащимися, самостоятельно постигающими физику.

Тем не менее, при активном участии учителя оно может оказаться полезным, особенно на начальном этапе обучения, как пособие по обретению первичных навыков использования формул. А также для обучения по принципу: «найди ошибки в условии или в решении задачи»; «приведите текст трансформированной задачи»; «перечислите все условности, которые позволили решить эту задачу»; «дайте расширенное толкование полученного ответа».

В последние годы многие школы перешли к преподаванию физики по учебнику В.А.Касьянова «Физика 10» и «Физика 11». В тексте учебника имеются задачи для домашнего решения. Естественно, сразу же появилось специальное пособие в серии «Готовые домашние задания» под названием «Правильные ответы к задачам учебника В.А.Касьянова, 10 класс»[[8]](#footnote-8). Структура решебника примерно такая же, как у А.П.Рымкевича – приведены ответы к задачам в стандартном оформлении (краткая запись, решение, ответ). Но пособия эти имеют существенные отличия. В пособии В.А.Касьянова меньше задач тренировочного типа, задачи по структуре относятся к комбинированному типу. Это обстоятельство существенно увеличивает внутрипредметные и межпредметные связи, способствует углублению физических представлений.

Но и здесь отсутствует этап анализа физической ситуации, поэтому нет работы над модельными представлениями, над разработкой плана решения. Следует отметить, что текстовые пояснения к сюжету задачи имеются, что помогает понять смысл и стратегию решения. Но они даются в очень сжатой форме, поэтому некоторые важные подробности и детали физических процессов и явлений ускользают. Например, в задаче 5 на с.53 можно было ввести условие «считать стенку гладкой», поскольку для ударяющихся о неё молекул она, конечно таковой не является, поскольку сама сложена из молекул.

В задаче 4 на с.56 следовало вначале условиться считать замкнутой систему «человек – лодка». Кроме того, можно было предложить (обсудить) второй вариант решения - через центр массы системы «человек-лодка». В ходе этого решения ученики осваивают вторую формулировку закона сохранения импульса – «внутренними силами замкнутой системы нельзя изменить положение её центра массы».

Следствия из специальной теории относительности всегда с трудом воспринимаются учащимися. Решение задачи 1 на с.95 выполнено в чисто «формульном» виде, без специальных пояснений о системах отсчета. Можно утверждать, что такое решение не добавит ничего к формальным представлениям об эффекте замедления времени.

В задачах на поверхностное натяжение авторы не упоминают краевой угол смачивания. Отсутствие анализа затрудняет понимание физического смысла в задаче 1 на с.188. По-видимому, авторы имели в виду оценку возможности ионизации молекул воздуха электронным ударом, но всё свелось к чистым формулам и расчётам.

Подобного рода погрешности содержатся и во многих других задачах этого решебника. Нет в нём также проверки ответов и их комментирования.

В аннотации к пособию говорится. «Оно поможет выполнить домашние задания и повторить пройденный материал при подготовке к контрольным работам, а при вынужденных пропусках занятий - самостоятельно разобраться в изучаемом материале». Действительно, такого рода функции пособие выполнить может лишь отчасти, по нашему мнению, эффективность его могла быть больше. При использовании пособия в его сегодняшнем виде учитель не должен ограничиваться просмотром списанных учащимися в тетрадь решений. Важно выносить решение задачи на обсуждение и добиваться наиболее полного её анализа, объяснения вводимых допущений и идеализаций. И завершаться этот этап должен оценкой точности решения задачи. Только в этом случае физические явления, входящие в условие задачи будут рассмотрены в полном объёме, а учащиеся научатся глубоко вникать в ситуацию, точно и лаконично её описывать и интерпретировать.

Представляет интерес пособие[[9]](#footnote-9), прошедшее рецензирование в ИСМО РАО и получившее гриф «Допущено Министерством образования и науки РФ». В аннотации указано, что книга адаптирована к учебнику Л.Э.Генденштейна и Ю.И.Дика «Физика-10». Что состоит она из двух разделов: Сборника заданий («Хочешь понять глубже – попробуй реши!») и подборки разноуровневых самостоятельных работ. Все задания разбиты на 3 уровня сложности: средний, достаточный и высокий. К ключевым задачам приведены решения. В соответствии с основной целью нашей работы мы рассмотрим здесь структуру и стиль описания предложенных авторами пособия решений.

**Задача 8*.*** (К с.12). «*Самолёт касается посадочной полосы при скорости v0=60 м/с и останавливается, пробежав L=1800м. Какова скорость v самолёта, когда он пробежал по полосе s=450 м?»*

После стандартной сокращённой записи условий следует:

**«Решение:**Воспользуемся формулами, связывающими перемещение тела с начальной и конечной скоростью движения: и. Разделив вторую формулу на первую, получим: . Откуда следует, что *v2 = vo2(1-s/L)* и



Проверка единиц измерения: [*v*] = (*м/с)*



Вычисляем скорость: *v=……=52 (м/с).*

**Ответ:** *52 м/с*.»

Эта задача и её решение приведены как «Пример решения задачи» в начале раздела «Ускорение. Прямолинейное ускоренное движение». Перед нами вновь образец «формульного» решения задачи - учащимся продемонстрирован стиль мышления и подход к решению задачи, когда все действия сводятся к поиску формулы, и манипуляциям с нею. Кстати, использованные в решении формулы не являются основными в разделе кинематика, запомнить и безошибочно воспроизвести такие формулы из-за их обилия невозможно. А авторы, невольно показывают, что именно в таком запоминании формул заключается основной способ подготовки к решению задач, что в этом и состоит главная трудность их решения.

Следует признать, что в рассматриваемом случае неудачен «физический» сюжет задачи – он не предполагает каких-либо специальных действий, например, преобразований и моделирования. Слово «самолёт» здесь без каких-либо условий можно поменять на тело, материальную точку. Получается, что вся задача и её решение призваны закрепить в памяти ученика две частные формулы, и не более того.

Такой стиль прослеживается по всему пособию, применяются частные формулы, в то время как следовало бы воспользоваться более общими подходами. Например, задачи на движение тел в поле силы тяжести на завершающем этапе изучения этой темы следует решать координатным способом – вводить систему отсчета, записывать уравнения движения и, используя некоторые данные задачи, решать уравнения. Подобным же образом можно решать задачи на теплоту и фазовые превращения. Рассмотрим решение такой задачи из этого пособия.

**Задача 9.** (К, с.81) «*В калориметре вместимостью более 1 дм3 находится вода массой m1 = 400 г при температуре t1 = 5oC. К ней долили ещё m2 = 200 г воды с температурой t2=10oC и положили m3 = 400 г льда с температурой t3 =-60oC. Какая температура Θ установится в калориметре? Как изменится количество льда?»*

После краткой записи данных следует решение в следующем виде.

«**Решение.**При охлаждении всей воды до *0оС* выделится количество теплоты *c(m1t1+m2t2) =16,8 (кДж),* что меньше количества теплоты *λm3 =132(кДж),* необходимого для плавления всего льда, значит  *Θ*≤ *0оС.* С другой стороны, для нагревания льда понадобится количество теплоты *c3m3t3 = 50,4 (кДж).* Это меньше, чем количество теплоты, которое выделилось бы при замерзании всей воды. Значит,  *Θ ≥ 0оС.* Итак,  *Θ=0оС.*  Для охлаждения воды и нагревания льда до *0оС* требуется количество теплоты

*Q=50,4 кДж – 16,8 кДж = 33,6 кДж*. Оно выделяется за счёт замерзания

*Δm = Q/λ=0,1* кг воды, т.е. при установлении теплового равновесия масса льда увеличится на *0,1 кг*. Таким образом, конечная масса льда *m=m3+ Δm=500* г.

**Ответ*:*** *Θ=0оС*, масса льда увеличится до *500 г.* »

Это решение, правильное с точки зрения теории, не является достаточным с точки зрения методики обучения решению задач. Здесь мало текстовой информации, автор не ставит целью углубление знаний и представлений об энергетике агрегатных состояний, о законе сохранения энергии. Выполненное по частям, без анализа и без составления плана (стратегии) решения оно не поддаётся обобщению.

Предложенный авторами пособия вариант решения представляет собой аналог сокращённого силлогизма, когда в рассуждениях используется только часть, остальные же не упоминаются, возможно, и не мыслится. Такое решение можно приветствовать, если оно представлено на олимпиаде – оно свидетельствует о том, что автор многократно решал задачи такого типа и уровня и у него уже сложился сокращённый алгоритм их решения. Но на начальном этапе освоения этого учебного материала такое решение малопригодно. В частности, здесь авторами применены без обоснования странные формулы вида *cm1t1, сm2t2, c3m3t3,* что противоречит определению количества теплоты, как ***меры*** ***изменения*** внутренней энергии, что в записи выглядит *ΔQ=* *cmΔt*.

По нашему мнению, учащимся следует хотя бы однократно показать или закрепить алгоритм (план) решения, включающий закон сохранения энергии в форме уравнения теплового баланса: *ΣΔQi = 0*. По нашему мнению, весь анализ сюжета при решении таких задач укладываются в лаконичную схему: ***тела – процессы – формулы:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тела,  участвующие в процессе | Процессы, которые могут  происходить с этими телами | Формулы, по которым  рассчитывается теплота процесса |
| Вода массой *m1=0,4 кг* при *t1=50C* | - нагревание или охлаждение до *Θ0*  - охлаждение всей воды до *00*  - кристаллизация всей воды  - или её части *m′1*  - охлаждение льда до *Θ0* | *ΔQ1 = c1m1(Θ-t1)*;  *ΔQ2 = c1m1(0-t1)*;  *ΔQ3 = -m1λ*;  *ΔQ4 = -m′1λ*;  *ΔQ5 = cльдаm1(Θ-0)*; |
| Вода массой *m2=0,2 кг* при *t2=100C* | - охлаждение всей воды до *Θ0*  - охлаждение всей воды до *00*  - кристаллизация всей воды  - или её части *m′2*  - охлаждение льда до *Θ0* | *ΔQ6 = c1m2(Θ-t2)*;  *ΔQ7 = c1m2(0-t2)*;  *ΔQ8 = -m2λ*;  *ΔQ9 = -m′2λ*;  *ΔQ10 = cльдаm2(Θ-0)*; |
| Лёд массой *m3=0,4кг* при *t3=-600С* | - нагревание льда до *00С*  - нагревание льда до *Θ0С*  - плавление всего льда  - нагревание воды, получившейся из льда  - плавление части льда *m′3*, | *ΔQ11 =cльдаm3(0-t3)*;  *ΔQ12 =cльдаm3(Θ -t3)*;  *ΔQ13 = m3λ*;  *ΔQ14 = с1m3(Θ-0)*  *ΔQ15 = m′3λ*; |

Проследить все процессы, которые могут протекать с телами системы в соответствии с сюжетом – это значит повторить большой объём учебного материала, связать теоретические знания с реальными явлениями. Из такого детального анализа вытекают несколько возможных вариантов конечного состояния системы. Каждому из них соответствует свой «персональный» набор процессов, и своё уравнение теплового баланса. В данной задаче можно предположить четыре варианта равновесных состояний. Для каждого из этих вариантов уравнение теплового баланса примет свой вид:

1. ***Θ>00C и в сосуде только вода:***

*ΔQ1 + ΔQ6 + ΔQ11 + ΔQ13 + ΔQ14= 0.*

Если в результате вычислений будет получено значение Θ>00C, то предположение оказалось верным и решение задачи можно считать оконченным. Если будет получен иной результат, то следует рассмотреть другие варианты.

1. ***Θ=00C и в сосуде только вода***:

*ΔQ2 + ΔQ7 + ΔQ11 + ΔQ13 = 0.*

Если в результате вычислений будет получен результат *Θ = 00C*, то задачу можно считать решённой верно. В противном случае следует перейти к иным вариантам.

1. ***Θ=00C и в сосуде есть лёд и вода***:

*ΔQ2 + ΔQ4+ ΔQ7 + ΔQ9 + ΔQ11 + ΔQ15 = 0*.

Если в результате вычислений будет получено *(m′1+m′2)< (m1+m2),* то решение задачи завершено. Если знак в неравенстве противоположный, то из этого следует, что в лёд превратилось больше воды, чем имелось в сосуде. Предположение оказалось неверным и надо рассмотреть другой вариант.

1. ***Θ<00C , то есть в сосуде находится только лёд при температуре ниже 00С***:

*ΔQ2 + ΔQ3 + ΔQ5 + ΔQ7 + ΔQ8 + ΔQ10 + ΔQ12 = 0.*

Если в результате вычислений будет получен результат, отличающийся от Θ<00C, то следует перейти к другим вариантам.[[10]](#footnote-10)

Предложенный нами вариант решения с пониманием воспримут не все учителя – уж очень он перегружен подробностями. И в условиях постоянного дефицита времени так и слышится: «А нельзя ли короче?». - Конечно можно! Но это будет уже на втором или третьем «заходе», то есть после того, как все детали физических процессов будут упомянуты и учтены устно, или хотя бы мысленно. Только после этого становится возможной работа по рационализации рассуждений и сокращению процесса решения.

**7. Решебник и профилизация образования**

Известно, что точные науки требуют полных или относительно полных силлогизмов, а это - характерная особенность системного (семантического) мышления. Второй стиль мышления – фреймовый, образный, сценический - соответствует быстрому мышлению, слабо озабоченному точностью суждений. В связи с этим встаёт вопрос - следует ли учитывать при оценке *качества решебника,*  в каком направлении в нём предполагается развивать интеллект обучаемого. Если индивидуальный профиль обучения произведен безошибочно, то ответ – «безусловно – да».

Например, для учащихся, выбравших гуманитарный профиль, достаточным можно считать уточняющие вопросы типа «верно ли, ….», и плюс к тому качественные задачи, иллюстрирующие изучаемое явление с разных сторон. Тренировочные задачи ещё допустимы, но комбинированные, а уж тем более с анализом и описанием решений в этом случае представляются излишними. Таким можно представить решебник для классов с гуманитарным профилем обучения.

Однако, учитывая возраст учащихся и непрерывно изменяющуюся социальную среду, правильно определить их профессиональное будущее невозможно. Поэтому, чтобы не лишить их возможности развивать логическое точное мышление, целесообразно использовать сложные и трудные задачи, решение которых предполагает полный анализ физических явлений, обязательный разбор возможных вариантов решения и глубокий анализ полученного ответа.

Естественно, для классов с физико-математическим и технологическим профилем обучения, для образовательных учреждений, работающих с интеллектуально одарёнными детьми, решебник должен быть дополнен задачами повышенной сложности и олимпиадного стиля и уровня трудности.

**Заключение**

При тестировании школьных учителей о роли решебников в современных условиях их мнения распределились примерно поровну между «безусловно вредны», «полезны» и «всё значительно сложнее». Этим мнениям соответствуют и действия учителей, от полного их запрещения, до использования «в отдельных случаях».

Положительный и отрицательный потенциал «решебников», как методических пособий, осознан и оценен нами еще далеко не полностью. Материал этой работы представляет попытку их структурно-логического и методического анализа. Учитывая фундаментальный характер физики, как учебной дисциплины, проблему содержания и качества решебника следует отнести к чрезвычайно актуальным. Поэтому при некоторой рыхлости собранного в брошюре материала авторы берут на себя смелость опубликовать эту работу. Наша цель - привлечь педагогов и авторов «решебников» к обсуждению данной проблемы.

По нашему мнению решебник вошёл в образовательную практику и с этим фактом следует считаться. Вместе с тем, качество этого вида учебных пособий не всегда соответствует основным дидактическим требованиям, заявленным их авторами. Можно ожидать, что со временем будет откорректировано их содержание - количество, тематика, уровень сложности и трудности задач. Значительно изменятся форма и объём объяснительного материала, включая:

а) детальный анализ физической ситуации,

б) обоснование применяемых моделей и физических законов,

в) объём и уровень используемого математического аппарата,

г) демонстрации логических действий при проверке ответа,

д) вариативность решения и объяснения отдельных задач, и т.п.

Непременно произойдёт структуризация решебников с учётом профиля и уровня обучения. Со временем решебники могут стать эффективным средством обучения и самообучения. Для этого необходимо выработать набор требований к их форме и содержанию, а также дать рекомендации учителю по применению их в учебном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

Б.А.Мигдал, Заметки о психологии творчества, М. Педагогика, 1986.

Д.Пойа, Математическое открытие, М., Педагогика, 1984.

Д.Пойа, Как решать задачу, М., 1959.

В.Б.Лабковский, 220 задач по физике с решениями. 10-11., «Просвещение», 2006

Е.М.Новодворская, Э.М.Дмитриев, Методика проведения упражнений по физике во втузе, М., «Высшая школа», 1981.

А.П.Рымкевич, Решение задач из учебного пособия А.П.Рымкевича «Сборник задач по физике», 11 класс, М., «Дрофа» , 2002.

В.А.Касьянов, М.С.Атаманская, А.С.Багатин, «Правильные ответы к задачам учебника В.А.Касьянова ФИЗИКА. 10 класс». М., Дрофа, 2005.

Л.А.Кирик, Ю.И.Дик, Сборник заданий и самостоятельных работ для 10 класса. – М.: Илекса, 2004.

1. Б.А.Мигдал, Заметки о психологии творчества, М. Педагогика, 1986. [↑](#footnote-ref-1)
2. Д.Пойа, Математическое открытие, М., Педагогика, 1984. [↑](#footnote-ref-2)
3. Д.Пойа, Как решать задачу, М., 1959. [↑](#footnote-ref-3)
4. В.Б.Лабковский, 220 задач по физике с решениями. 10-11., «Просвещение», 2006 [↑](#footnote-ref-4)
5. Е.М.Новодворская, Э.М.Дмитриев, Методика проведения упражнений по физике во втузе, М., «Высшая школа», 1981. [↑](#footnote-ref-5)
6. Автор этого решения в своём пособии не выделяет и не приводит ответов к решениям задач. [↑](#footnote-ref-6)
7. А.П.Рымкевич, Решение задач из учебного пособия А.П.Рымкевича «Сборник задач по физике», 11 класс, М., «Дрофа» , 2002. [↑](#footnote-ref-7)
8. В.А.Касьянов, М.С.Атаманская, А.С.Багатин, «Правильные ответы к задачам учебника В.А.Касьянова ФИЗИКА. 10 класс». М., Дрофа, 2005. [↑](#footnote-ref-8)
9. Л.А.Кирик, Ю.И.Дик, Сборник заданий и самостоятельных работ для 10 класса. – М.: Илекса, 2004. [↑](#footnote-ref-9)
10. Последовательность рассмотрения вариантов здесь могла быть любой. Но на основании опыта, приобретённого при решении подобных задач, подбор варианта (гипотеза) происходит значительно быстрее. [↑](#footnote-ref-10)