

Гаряев Александр Владимирович

Развитие теоретического мышления на уроках физики



Рецензенты:

Е. В. Оспенникова – заведующая кафедрой мультимедийной дидактики и ИТО ПГПУ, доктор педагогических наук, профессор

В. Н. Комисаров – доцент кафедры естественно-математического образования Академии повышения квалификации и переподготовки работников образования, кандидат педагогических наук

Гаряев А. В. Развитие теоретического мышления на уроках физики. - Пермь: издательство , 2010 –

Образование, ориентированное только на получение знаний, означает в настоящее время ориентацию на прошлое. В меняющемся мире система образования должна формировать такие новые качества выпускника как инициативность, инновационность, мобильность, гибкость, динамизм и конструктивность, поэтому развитие теоретического понятийного мышления учащихся в современный период модернизации нашего общества никогда не перестанет быть актуальным.

В книге описана теория и технология развития теоретического мышления с большим количеством примеров, что позволяет качественно изучить данный вопрос и внедрить в собственную педагогическую практику.

Книга победила во Всероссийском конкурсе «Педагогические инновации» в 2004 году и награждена медалью «Януша Корчака».

© А. В. Гаряев

© ПК ИП КРО

Содержание

Введение	5
Глава 1. Методы теоретического познания	5
1. Основные сведения об эмпирическом и теоретическом мышлении	7
2. Мысленный эксперимент на учебных занятиях по физике	12
3. Метод аналогии на учебных занятиях по физике	23
4. Моделирование на учебных занятиях по физике	38
5. Метод восхождение от абстрактного к конкретному на учебных занятиях по физике	56
Глава 3. Понятия	70
1. Что такое понятия?	71
2. Определение понятий	71
3. Построение и развитие понятий	74
4. Методика построения понятий	76
5. Особенности методики построения эмпирических и теоретических понятий	81
Глава 4. Проблемы. Их роль в развитии мышления	83
1. Проблемы и их виды	84
2. Постановка проблемы и её решение	88
6. Контроль и коррекция учебной деятельности по развитию теоретического мышления учащихся	116
4. В чем отличие проверки ЗУН ученика от проверки уровня развития его теоретического мышления?	117
6. Критерии уровня развития теоретического мышления на учебных занятиях по физике	118
6. Специфика конструирования заданий для проверки развития теоретического мышления учащихся	132
Глава 5. Формы и методы организации учебной деятельности по развитию мышления учащихся	141
1. Формы и методы организации учебного процесса	142
2. Роль и место групповой работы в учебной деятельности	143
3. Понятие групповой работы	144
4. Организация групп	148
5. Технология групповой работы	151
6. Оценивание групповой работы учащихся	155
Литература	157

Введение.

Человек и его взаимодействие с природой носит уникальный характер. Человек вовсе не пытается непосредственно познавать природу, овладевать умением действовать в ней. Напротив, он как бы бессознательно отвлекается от всего этого и уходит в мир каких-то условных меток. Человек в отличие от животного не реагирует сразу на внешний стимул. Он живёт в отвлечённой реальности, состоящей из только ему понятных символов. Высшей формой этих символов являются понятия.

Реальный мир есть не то, о чём говорят наши органы чувств с их ограниченным восприятием внешнего мира, а скорее то, что говорят нам нами же созданные символы, охватывающие достаточно большой круг явлений. Познать природу – значит построить некоторые конструкции (модели) из понятий, в том числе и математических, которые бы смогли удовлетворительно ответить на определённые познавательные потребности и наши представления о природе. И, очень замечательно, если это ещё и согласуется с известными фактами и явлениями.

Этот процесс познавательной деятельности, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности, называется мышлением. Хочется подчеркнуть особо, что мышление не является прямым и простым отражением нашего чувственного опыта на языке понятий и моделей. Широта и глубина наших знаний объективной реальности определяется не количеством вводимых понятий и моделей, а их содержательностью. Умение применять знание – это умение оперировать понятиями и моделями.

Следует так же обратить внимание на следующее: «мышление – это интеллект в действии» (Б. М. Величковский). В данной работе интеллект понимается как форма организации индивидуального умственного опыта в виде наличных умственных структур, порождаемого ими умственного пространства отражения и строящихся в рамках этого пространства актуальных умственных образов происходящего (М. А. Холодная). Очевидно, что учебная деятельность должна быть организована таким образом, чтобы в её процессе ученик смог обогатить свой личный опыт наиболее обобщенными и эффективными видами интеллектуальной деятельности, которые он вряд ли смог бы приобрести самостоятельно.

В соответствии с теоретико-деятельностной парадигмой социального проектирования (в данном случае педагогическое проектирование выступает как его частный случай) были вычленены общие основания между логикой развития знания и логикой развития личности. Поэтому в рамках данной технологии развития теоретического мышления учащихся через обращение к генезису теоретических знаний происходит развитие интеллектуальных, эмоциональных, нравственных и других структур личности (генезис личности).

Данная технология инвариантна в рамках развития естественнонаучного мышления учащихся, потому что в её основе лежат методы теоретического познания, которые универсальны на предметах физики, химии, биологии, географии, математики.

Методы теоретического познания

Основные сведения об эмпирическом и теоретическом познании

«Интеллект – это уникальный психический механизм, который позволяет человеку увидеть мир таким, каков он есть в действительности. Правда, кто-то смотрит на этот мир через узкую щель, кто-то – через раскрытое настежь окно, кто-то видит мир широко и ясно до самого горизонта, наконец, кто-то может увидеть даже то, что находится за горизонтом» (М. А. Холодная). Интеллект человека не только есть та данность, которую он получает при рождении, но и является плодом отчаянных усилий его ума.

Становление и развитие интеллекта человека определяются общественным влиянием, окружающей интеллектуальной средой данной эпохи. Ярчайшим доказательством этому являются человеческие детёныши, воспитанные животными, а потом возвращенные в человеческое общество. Их психологические качества, даже после длительного обучения, оставались на грани прирученного животного и малолетнего ребёнка. Это также доказывает, что мышление формируется и развивается в определённый достаточно ранний возрастной период, который наиболее благоприятен для формирования соответствующих мыслительных структур (сензитивный период). Генетические особенности человека (интеллектуальные, физические, эмоциональные и т. д.), присущие ему от рождения, выступают как некие более или менее качественные заготовки (болванки), совершенствование которых идет в процессе всей жизни, в том числе и через специфически организованный процесс усвоения социального опыта человечества – обучение. Поэтому процесс обучения в школьный период должен максимально способствовать становлению интеллекта ученика в ходе разнообразной мыследеятельности.

Различают несколько видов мышления: интуитивное, наглядно-действенное, наглядно-образное, словесно-логическое, практическое, творческое, теоретическое и т. д.

Для нашей цели (развитие теоретического мышления) более подходит выделение двух видов мышления: эмпирического и теоретического.

Эмпирическое мышление – это процесс сравнения, классификации и обобщения фактов и явлений и образование понятий на основе непосредственно наблюдаемых существенных признаков.

Теоретическое мышление – это процесс преобразования самих понятий, постижение внутренней, скрытой, непосредственно не наблюдаемой сущности явлений в их взаимосвязях, отношениях посредством логических конструкций и моделей.

Различие между ними является, конечно, относительным, как относительна сама граница между эмпирическим и теоретическим знанием.

В основе эмпирического мышления лежит эмпирический способ обоснования называемый подтверждением (верификацией) Подтверждение может быть напрямую, когда происходит непосредственное наблюдение изучаемых явлений и через выведение из обосновываемого положения логических следствий и их последующей опытной проверки.

Однако, как бы ни было велико число подтверждающих следствий, и какими бы неожиданными, интересными или важными они не казались, положения, из которого они выведены, всё равно остаются только вероятными. Никакие следствия и прямое наблюдение не способны сделать эти положения истинными.

Простой пример: наш чувственный опыт говорит, что именно Солнце обращается вокруг Земли и, как следствие, через определённые промежутки времени происходит смена дня и ночи. Непосредственное наблюдение того, о чём говорится в утверждении, даёт уверенность в его истинности. Подтверждение следствий, повышает

правдоподобность утверждения, но всё равно не делает его достоверным. Опыт не является абсолютным и бесспорным гарантом неопровержимости знания.

Все общие положения, научные законы, принципы и т.п. не могут быть обоснованы чисто эмпирически, путём ссылки на опыт. Они требуют также теоретического обоснования, отражающегося на рассуждении и отсылающего нас к другим принятым утверждениям.

Способом теоретического обоснования утверждения является выведение его из некоторых более общих положений. Если выдвинутое предположение удаётся логически (дедуктивно) вывести из каких-то установленных истин, это означает, что оно истинно. Может показаться, что дедуктивное обоснование является, лучшим из всех возможных способов обоснования, поскольку оно сообщает обоснованному утверждению ту же твёрдость, какой обладают посылки, из которых оно выводится. Однако такая оценка явно была бы завышенной. Выведение новых положений из утвердившихся истин находит в процессе обоснования только ограниченное применение. Самые интересные и важные утверждения, нуждающиеся в обосновании, являются, как правило, наиболее общими и не могут быть получены в качестве следствий имеющихся истин. К тому же утверждения, требующие обоснования, обычно говорят об относительно новых, не изученных в деталях явлениях, не охватываемых ещё универсальными принципами.

Ещё одним способом обоснования является анализ утверждения с точки зрения возможности эмпирического его продвижения (верификации) и опровержения (фальсификации). От научных положений требуется, чтобы они допускали принципиальную возможность опровержения и предполагали определённые процедуры своего подтверждения. Если этого нет, относительно выдвинутого предположения нельзя сказать, какие ситуации и факты несовместимы с ним, а какие – поддерживают его. Положение, в принципе, не допускающее опровержения и подтверждения, оказывается вне конструктивной критики, оно не намечает никаких реальных путей дальнейшего исследования. Несопоставимое ни с опытом, ни с имеющимся знанием, утверждение нельзя признать обоснованным.

К способам теоретического обоснования относится так же проверка выдвинутого положения на приложимость его к широкому классу исследуемых объектов. Если утверждение, верное для одной области, оказывается достаточно универсальным и ведёт к новым заключениям не только в исходной, но и в смежных областях, то его объективная значимость заметно возрастает. Расширение поля действия утверждения, его способность объяснять и предсказывать совершенно новые факты, является несомненным и важным доводом в его поддержку.

Ни один из видов обоснования, как эмпирический, так и теоретический, не даёт полной гарантии истинности вводимых утверждений, что даёт повод говорить, а есть ли истинные знания вообще? Познаваем ли мир? Познаваем! И это однозначно. Как ни противоречив и сложен процесс познания, его результаты поистине колоссальны. Причиной непостижимой эффективности научного познания является метод, лежащий в его основании. (Метод – это совокупность действий, призванных помочь достижению желаемого результата).

Тысячу раз прав Р. Декарт: «Для разыскания истины вещей необходим метод». Эта мысль на бытовом уровне сознания выражена в следующем анекдоте: «Совсем не трудно найти черную кошку в темной комнате, особенно когда при тебе валерьянка».

Каждая наука имеет не только свой особый предмет исследования, но и специфический метод, адекватный предмету.

Ни один из методов научного познания ни плох и ни хорош – «он таков, каков он есть и больше никаков». Метод не панацея, а лишь ключ к решению научной проблемы. И умение рационально им воспользоваться сугубо индивидуально.

Методы, применяемые в познании, можно классифицировать таким образом:

- методы, применяемые во всех отраслях человеческой деятельности;
- методы, применяемые во всех областях науки;
- методы, специфические для отдельных разделов науки.

Так мы получаем всеобщие, общенаучные и конкретно-научные методы.

Среди всеобщих особо необходимо выделить общелогические методы мышления такие, как:

- 1) анализ – расчленение целостного предмета на составные части (стороны, признаки, свойства или отношения) с целью их всестороннего изучения;
- 2) синтез – соединение ранее выделенных частей предмета в единое целое;
- 3) классификация – разделение всех изучаемых предметов на отдельные группы в соответствии с каким-либо важным для исследования признаком;
- 4) обобщение – прием мышления, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов;
- 5) индукция – метод исследования и способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок;
- 6) дедукция – способ рассуждения, посредством которого из общих посылок с необходимостью следует заключение частного характера;
- 7) абстрагирование – отвлечение от ряда несущественных для данного исследования свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих нас свойств и отношений;
- 8) конкретизация – органичное соединение различных абстракций отражающих те или иные свойства и отношения изучаемого исследуемого объекта для всестороннего его исследования;
- 9) аналогия – прием познания, при котором на основе сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках;

К общенаучным методам относятся методы эмпирического и методы теоретического познания.

К числу эмпирических методов относятся:

- 1) наблюдение – целенаправленное и организованное восприятие внешнего мира, доставляющее первичный материал для научного исследования;
- 2) описание – фиксирование данных эксперимента или наблюдения с помощью определенных систем обозначений, принятых в науке;
- 3) измерение – определение характеристик материальных объектов с помощью соответствующих измерительных приборов;
- 4) эксперимент – исследование какого-либо явления путем активного на него при помощи создания новых условий, соответствующих целям исследования, или же через изменение течения процесса в нужном направлении.

Теоретическими методами познания являются:

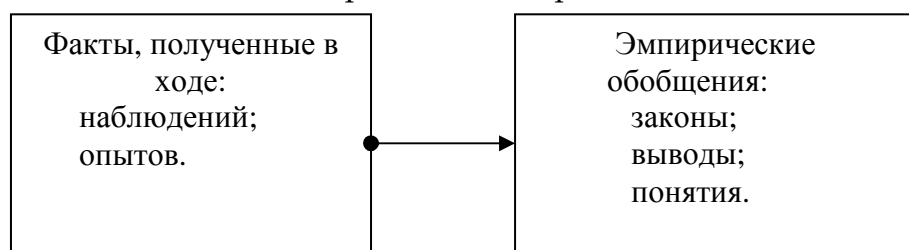
- 1) формализация – построение абстрактно-математических моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов действительности;
- 2) аксиоматизация – построение теорий на основе аксиом – утверждений, доказательства истинности которых не требуется;

- 3) гипотетико-дедуктивный метод – выдвижение некоторых утверждений в качестве гипотез и проверке этих гипотез путем вывода из них, в совокупности с другими имеющимися у нас знаниями, следствий и сопоставления этих, последних с фактами;
- 4) восхождение от абстрактного к конкретному – воспроизведение объекта в его всесторонних отношениях отраженных в понятиях;
- 5) идеализация – образование абстрактных объектов принципиально не осуществимых в действительности;
- 6) моделирование – изучение объекта (оригинала) путем создания и исследования его копии (модели), замещающей оригинал с определенных сторон, интересующих исследователя;
- 7) мысленный эксперимент – целенаправленные изменения в идеальном объекте, осуществляемые в идеальном пространстве исследователем;
- 8) исторический метод – раскрытие конкретных условий и форм развития тех или иных явлений, последовательности их переходов от одних исторически необходимых стадий к другим;
- 9) логический метод – раскрытие той роли, которую отдельные элементы играют в составе целого.

Отправной точкой любого исследования являются эмпирические факты – факты нашего чувственного опыта. «Наиболее интересными являются факты, которые могут служить свою службу многократно» (А. Пуанкаре). С того момента, когда данный факт становится объектом научного исследования, он становится научным фактом. Учёный должен уметь делать выбор фактов. «Метод – это собственно и есть выбор фактов; и прежде всего, следовательно, нужно озаботиться изобретением метода. Из всех фактов «должны предпочитать те факты, которые нам представляются простыми всем тем, в которых наш грубый взгляд различает нескладные составные части». Однотипность фактов даёт возможность их единообразного объяснения.

На основании эмпирических исследований могут быть сделаны эмпирические обобщения, суть умозаключения по индукции, которые могут иметь значение сами по себе. В основе механизма индуктивного вывода лежит экстраполяция результатов конечного числа опытов на все аналогичные случаи. Индуктивное умозаключение носит вероятностный характер, так как в принципе невозможен охват всех возможных ситуаций.

Деятельность исследователя-эмпирика можно представить в виде такой схемы:



В науках эмпирических (биология, география, геология и т. д.) на этом исследование и завершается.

В экспериментальных, теоретических науках это только начало. На основании обобщения опытных фактов индуктивно строится модель (гипотеза) изучаемого явления или объекта, для которой требуются понятия создаваемые заново или берущиеся из других (преимущественно ближайших) разделов науки. При построении модели (гипотезы) решающее значение имеет интуитивная догадка – обнаружение идеи, оригинального хода мыслей. «Великие открытия, скачки научной мысли вперёд

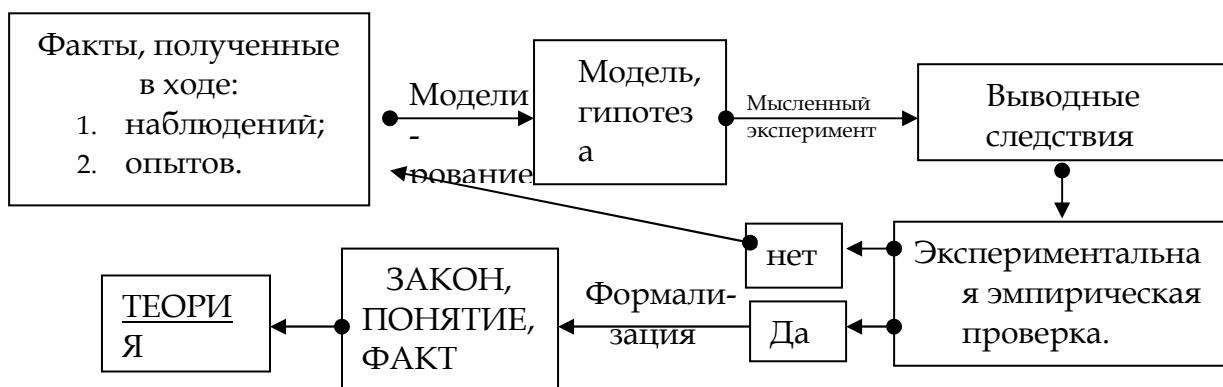
создаются интуицией, рискованным, но истинно творческим методом». (Де Бройль). «При гипотезе принимается во внимание какой-либо один или несколько важных признаков явления и на основании только их строится представление о явлении, без внимания к другим его сторонам. Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой для её построения». (В. И. Вернадский). На следующем этапе проводится теоретический анализ модели (гипотезы) или мысленный эксперимент с нею, (мысленный эксперимент – это некие целенаправленные изменения в идеальном объекте, осуществляемые в идеальном пространстве экспериментатором.) то есть в ходе дедуктивных умозаключений проясняются её свойства, границы применимости данной модели – те факты, которые не входили на начальном этапе в рассмотрение, но их существование следует из анализируемой модели. По мнению Ф. Бэкона, в дедуктивном умозаключении не содержится никакой новой информации, кроме той, что была заключена в посылках и поэтому ценность новых выводов полностью определяется качеством построенной модели. «Логика – доказывает, а интуиция – творит» - афоризм, который приписывают А. Пуанкаре.

В дальнейшем полученный вывод (или его следствия) подлежит экспериментальной проверке. Опыт подтверждает или опровергает ценность выбранной модели, её соответствие существенным свойствам объекта. «Итак, если установлено какое-нибудь правило, то, прежде всего, должны исследовать те случаи, в которых это правило больше всего имеет шансов оказаться неверным». (А. Пуанкаре).

Гипотеза, выдержавшая эмпирическую проверку, приобретает статус научного закона, а если нет – считается опровергнутой, и поиски иной, более приемлемой, продолжается. Происходит пересмотр системы построенных и привлечённых понятий, лежащих в основе предлагаемой модели, и после их уточнения или замены всё начинается сызнова.

Научное познание – это непрерывающийся процесс проведения всё более изощрённых наблюдений, постановка оригинальных экспериментов, выдвижение различных гипотез и построение новых теорий, а также настойчивый поиск аргументов в пользу их истинности или ложности.

Схематично деятельность исследователя теоретика можно представить следующим образом:



Несмотря на методологическую ценность выделения эмпирического и теоретического, разделить эти два уровня в целостном процессе познания полностью невозможно, и не нужно. Это две взаимно дополняющие составляющие единого процесса познания, хотя примат теоретических методов познания сохраняется. Вопросу соотношения эмпирического и теоретического методов познания посвящено следующее замечание А. Эйнштейна: «Но с принципиальной точки зрения желание строить теорию

только на наблюдаемых величинах совершенно нелепо. Потому что в действительности всё ведь как раз наоборот. Только теория решает, что можно наблюдать. Видите ли, наблюдение, вообще говоря, есть очень сложная система. Подлежащий наблюдению процесс вызывает определённые изменения в нашей измерительной аппаратуре. Как следствие, в этой аппаратуре развёртываются дальнейшие процессы, которые, в конце концов, косвенным путём воздействуют на чувственное восприятие и на фиксацию результата в нашем сознании». И только диалектическое единство эмпирического и теоретического уровней познания продуктивно и поступательно.

К конкретно-научным методам физики относятся следующие: кинематический метод, динамический метод, метод законов сохранения, метод расчета электрических полей, метод дифференцирования и интегрирования, метод симметричного анализа, метод анализа размерностей.

Ни один из методов не является универсальным. Каждый из методов имеет свою цель исследования и область применения. Каждый метод дает возможность познавать лишь какие-то отдельные стороны изучаемого объекта. Отсюда возникает необходимость во «взаимной дополнительности» отдельных методов, что позволяет расширить границы применимости каждого из них. Выбор и применение методов и различных методик исследовательской работы предопределяются и вытекают и из природы изучаемого явления, и из задач, которые ставит перед собой исследователь. Но метод сам по себе не предопределяет успеха в исследовании: важен не только хороший метод, но и мастерство его применения.

Рассмотрим технологию применения некоторых наиболее важных общенаучных методов теоретического познания природных процессов и систем, а также методику обучения учащихся данным методам.

Мысленный эксперимент на учебных занятиях по физике.

Место мысленного эксперимента в процессе естественнонаучного познания.

Мысленный эксперимент – это некие целенаправленные изменения в идеальном объекте, осуществляемые в идеальном пространстве экспериментатором

Из вышеприведенного следует, что мысленный эксперимент, является методом дедуктивного рассмотрения теоретической модели природного явления или объекта и он специфичен для естественных наук.

Аргументы в пользу внедрения в школьную практику преподавания физики методов мысленного экспериментирования.

Спецификой физического научного знания в рассматриваемом аспекте является широчайшее применение в нём различных формально-математических средств наглядного представления объектов и явлений. Не требует доказательства, что эти средства помогают оттачивать строгость мышления, однако, объективно то, что привычка мыслить только категориями математики может приводить к нежелательным последствиям, к ошибочному пониманию сущности тех закономерностей и явлений природы, которые формально выражаются математическими средствами. Без понимания сущности физического познания привычка мыслить категориями математических средств познания непременно будет приводить к формальному толкованию отношений связи и взаимозависимости физических объектов и явлений, а

также величин описывающих их, законов и закономерностей. Непонимание того, что математика есть наука лишь о формах, отвлечённая от содержания, а также того, что она используется в физике для выражения математическими средствами сущностных взаимосвязей, всегда отрицательным образом сказывалось в процессе физического познания, приводило к многочисленным ошибкам, курьёзам и несурзностям.

Различные математические средства и отражаемые ими связи и отношения зависимости находятся в таком же соотношении как объект исследования и его модель. Подчиняющиеся законам формальной логики, связи между математическими конструктами более поверхностны и схематичны, чем связи и отношения зависимости между физическими объектами и явлениями. Выявление всего многообразия последних, осуществляемое в процессе смыслопоисковой деятельности, направленной на постижение сущности физических явлений и объектов строго логически не конституировано. Это выражается в том, что одинаковым экспериментальным данным могут соответствовать совершенно различные теоретические интерпретации. Например, законы преломления и отражения света по разному объясняются в корпускулярной, волновой и электромагнитной теориях распространения света.

«Физическое понимание – это нечто неточное, неопределённое и абсолютно не математическое, но для физика оно совершенно необходимо» (П. Дирак)

Следующим аспектом, подтверждающим логическую неоднозначность процесса выявления сущностных связей между физическими явлениями и объектами, является процесс выявления и анализа роли и степени влияния различных факторов и условий на характер протекания исследуемого явления. При этом исследователь предлагает некий комплекс факторов, так или иначе влияющих на характер протекания исследуемого явления, пытается подобрать параметр, который мог бы адекватно охарактеризовать влияние всех факторов и оценочные соотношения. Далее после непосредственной оценки данного параметра для всех факторов делает вывод об их значимости или пренебрежимости. В обсуждаемом аспекте важно то, что исследователь никогда заранее не уверен в том, что учтены все факторы, так или иначе влияющие на процесс, а также в том, что выбранный параметр учитывает степень влияния фактора полно. И, конечно, исследователь не может утверждать, что пренебрежимый в одних условиях фактор не станет значимым в других., или наоборот, первоначально значимый фактор не потеряет эту значимость.

Неалгоритмируемость и изначальная незаданность мыслительной деятельности, направленной на выстраивание понимания процессов, протекающих в природе, создают большие трудности в процессе обучения физике – и, при этом, гораздо более ощущаемые, чем в процессе обучения любому другому предмету. Однако пренебрежение данной мыследеятельностью, перенос в процессе обучения акцента на репродуктивные компоненты, не способствует ни прочному усвоению материала, ни развитию мышления обучаемых. Наоборот, оно активно способствует формированию в их сознании многочисленных заблуждений, формальных, искажённых знаний и представлений, потому что многие сущностные связи и отношения зависимости между физическими объектами и явлениями в большей степени, чем в других науках, отличны от житейских связей и отношений «здорового смысла» с которыми человек имеет дело в повседневной практической деятельности.

Этим и обусловлена актуальность проблемы разработки сущностного подхода в процессе школьного обучения, ориентированного на использование комплекса методов и приёмов обучения, а также конкретных форм учебной работы, предполагающих формирование у учащихся теоретических мыслительных умений, составляющих суть

теоретического мышления. И особую роль в нем играет мысленное экспериментирование.

Технология постановки мысленного эксперимента.

Эмпирический и теоретический уровни знания различаются:

- по предмету (при теоретическом рассмотрении объект исследования может иметь свойства, которых нет у эмпирического объекта);
- средствам (теоретический метод исследования предполагает использование таких методов исследования, как мыслительный эксперимент, метод моделирования, аксиоматический метод и т.д.);
- результатам исследования (при эмпирическом исследовании - эмпирическое обобщение, при теоретическом исследовании - гипотеза и теория).

Различие между эмпирическими и теоретическими уровнями исследований не совпадает с различием между чувственным и рациональным познанием, хотя эмпирический уровень преимущественно чувственен, а теоретический преимущественно рационален.

Обучение эмпирическому исследованию явлений и объектов природы учащихся – необходимое условие развития их физического мышления. Однако использование эксперимента и индуктивных обобщений влечёт лишь развитие наглядно-образного мышления учащихся. И наоборот, обучение теоретическим методам исследования имеет целью развитие теоретического мышления и сопровождающих его словесно-логического и творческого видов мышления.

Обучение тем или иным методам теоретического и эмпирического уровня исследования возможно лишь в процессе решения реальной или искусственно созданной проблемной ситуации. Какие же проблемы познания мы можем решить в ходе мысленного эксперимента?

1. Построение моделей данных объектов или явлений с различной глубиной отражающих их сущность.
2. Изучение отдельных сторон явлений, выяснения физического смысла на основе выработанных модельных представлений, определение границ применимости создаваемой модели.
3. Формирование понятий на основе житейских представлений, накопленных сведений и экстраполяции свойств реальных объектов и процессов.
4. Формулировка первоначальных законов и принципов на основе обобщения ранее произведенных наблюдений и экстраполяции результатов реальных опытов.
5. Изучение физического смысла фундаментальных выводов важнейших физических теорий.
6. Выработка умения давать и теоретически обосновывать предположения о ходе подготавливаемого реального эксперимента.
7. Поиск метода решения той или иной проблемной ситуации.

Глубина и осознанность мысленного экспериментирования при решении тех или иных познавательных задач различна, но, тем не менее, является необходимейшим условием достижения положительного результата.

Великий физик Э. Ферми часто утверждал, что «...в физике нет места для путаных мыслей, и физическая сущность действительно понимаемого вопроса может быть объяснена без помощи сложных формул».

Выстраивание понимания физических процессов и объектов у обучаемых требует от учителя не просто их объяснения, но и обучение методам постижения сущности рассматриваемых процессов. Высшая степень физического понимания характеризуется способностью обучаемого предсказывать характер протекающих процессов. Метод мысленного экспериментирования – есть метод теоретического рассмотрения данных проблем. Метод создан на заре зарождения науки нового времени в трудах Г. Галилея, С. Стевина, И. Ньютона и других и не утратил своего значения до сих пор.

За это время сформировалась определённая технология постановки мысленного эксперимента.

Основные шаги мысленного экспериментирования:

1. Замещение по определенным правилам реального физического объекта его моделью, приписываемые существенные свойства которой достаточны для рассматриваемого круга фактов.

2. Построение по таким же правилам идеализированных условий, воздействующих на модель, включая создание идеализированных «приборов», «инструментов».

3. Выделение с целью изучения одной или нескольких существенных определяющих сторон данной модели, не обращая внимания на остальные.

4. Изменение выделенных количественных или качественных характеристик данной модели, среды в которой она находится или того воздействия, которому её подвергают.

5. Предсказываются поведение и свойства модели в новой ситуации на основе тех объективных законов и фактов, которым она подчиняется в силу приписываемых ей свойств.

6. Перенесение, по аналогии, нового знания полученного в ходе мысленного эксперимента над моделью на реальный физический объект на основе сходства изучаемого объекта и его модели в своих существенных чертах.

Методика мысленного экспериментирования на занятиях по физике.

Методика формирования способности к мысленному экспериментированию отсутствует в педагогической практике.

Причины:

1. Преобладание традиционной (объяснительно-иллюстративной и репродуктивной) методики преподавания;

2. Отсутствие культуры мыслительного экспериментирования в педагогической среде учителей естественно научного цикла.

Мысленный эксперимент является эффективным орудием познания. Посредством мысленных экспериментов с моделью, верно отражающей существенные свойства реального объекта, можно получить новое знание, обладающее той же степенью достоверности, что и исходная модель. Мысленный эксперимент как орудие познания «нового-старого» знания всегда предшествовал процессу его формализации. Это не случайно - в процессе мысленного экспериментирования как раз и происходит отделение необходимого и случайного, достоверного и мнимого, существенного и несущественного в этом знании, т. е. продуктом

мысленного эксперимента всегда является идеальным объектом. Мысленный эксперимент сопровождается идеальным с момента его рождения, развития и умирания (в случае несоответствия идеального объекта реальному в существенных определяющих чертах) и является поистине творческим проявлением познающей личности.

Специфичность методики мысленного экспериментирования заключается в чередовании фаз индивидуальных проб (попыток) интеллектуальных действий с фазами группового обсуждения результатов и методов достижения этих результатов.

Наиболее плодотворно способствуют активизации мыслительной деятельности методы групповой дискуссии (мозговой штурм, синектика, проблемно – деловые игры).

Данные методы предполагают разделение во времени и по исполнению этапов генерации идей и их критики. Именно, когда критика не допускается, каждая идея так же хороша, как любая другая, и чем больше идей, тем лучше.

Необходимо создать все условия для свободного высказывания идей предельно разнообразных. При окончательном разборе, который состоится позднее, многие идеи окажутся бесполезными, однако сам процесс должен происходить таким образом, чтобы поток идей был бурным, и они следовали друг за другом. Оценка идей откладывается до тех пор, пока они не высказаны и не сформулированы учащимися.

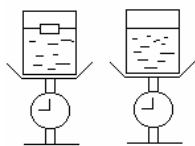
Всё это требует от учеников таких психологических качеств:

- умение забывать проторенные пути мышления;
- выстраивать цепочки мыслительных операций вплоть до откровенно фантастического уровня;
- умение придержать найденное решение в расчёте на то, что лучшее ещё впереди;
- искренняя терпимость к чужим идеям, готовность к их обсуждению;
- целенаправленность и глубокая вера в правильность решения;
- привычка находить необычное в обычном и наоборот.

На этапе индивидуального мозгового штурма ученик берёт на себя роль «генератора» или «критика» поочередно. Однако групповое обсуждение гораздо эффективней стимулирует выработку новых идей.

На последнем этапе осуществляется осмысление (рефлексия) совместной деятельности учителя и ученика, тех «подвохов» (неявных проблемных ситуаций) которые содержала данная задача в своем первоначальном виде и конструирование обобщенного способа мысленного экспериментирования. В дальнейшем, при анализе решения конкретных проблем, необходимо неоднократно возвращаться к показу тех интерпретаций, которые претерпевает данная исследовательская деятельность учащихся в соответствии с условием задачи. Расширение границ применимости типовых методов мысленного экспериментирования, не должно приводить к искажению существенных свойств и отношений той физической модели, с которой проводятся эксперименты. Обратимся к реальной практике, разъясняющей выше сказанные положения, на примере решения задач по теме Архимедова сила в 7 классе.

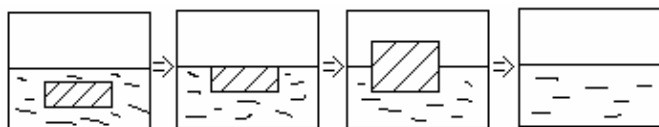
Ознакомиться с методами мысленного экспериментирования целесообразно в ходе решения проблемных ситуаций, формулировка которых не позволяет воспользоваться «палочкой-выручалочкой» - подходящей к данному случаю формулой, - чтобы изначально исключить данный путь анализа предлагаемой задачи.



Пример: «Произойдёт ли потопление материков, если в результате глобального потепления все льды, плавающие в Мировом океане, растают?» При поверхностном взгляде на условие задачи, первое ощущение, которое испытывает решающий – полное отсутствие необходимых для решения задачи данных и слишком большая неопределённость в формулировке задачи:

«Сколько льда плавало? В каких широтах? На сколько высоко поднялась средняя температура нижнего слоя атмосферы?». Эти и им подобные вопросы встают перед учеником и не находят ответа. Чем больше неопределенность, тем больше свободы для мысленных экспериментов. Рассмотрим два метода решения данной задачи. Один из них общеизвестный и его авторство приписывают великому Л. Ландау, а второй авторский (во всяком случае описание решения данной задачи в других источниках подобным методом автору неизвестно).

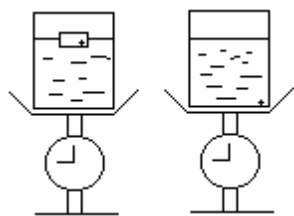
1) Поставим мысленно сосуд с водой, в котором плавает кусок льда на весах. Пусть стенки сосуда будут достаточно прочными, невесомыми и плотно прилегают к поверхности чаши, а дно сосуда отсутствует, т.е. вода непосредственно опирается на чашу весов. А чаше все равно, что там наверху происходит: плавает кусок льда или уже давно растаял, так как давление воды на нее не изменится, потому что при таянии льда вес находящегося в сосуде останется прежним. Значит, не меняется и уровень воды в сосуде, так как давление пропорционально высоте столба воды.



2) Вообразим жидкость, способную мгновенно затвердевать, не изменяя своего объема. В сосуде, наполненном этой жидкостью, мысленно отграничим некоторый объем. Далее представим, что

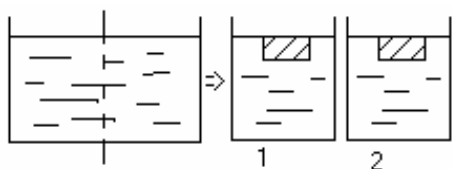
вся жидкость в этом объеме затвердела. Поскольку это произошло без изменения объема, жидкость, окружающая вновь образовавшееся твердое тело, не «узнала» о случившемся. Поэтому образовавшееся твердое тело, имеющее ту же плотность, что и жидкость будет неподвижно «висеть» в этой жидкости.

Подобный объем мы можем выделить в жидкости в любой её части, в том числе, если одна из граней выделенного объема будет совпадать с поверхностью жидкости. Не изменяя формы и объема погруженной части выделенного затвердевшего объема, начнем уменьшать его плотность до величины плотности льда. Это приведет к увеличению объема данного тела, но, чтобы жидкость, окружающая его, и дальше была в неведении о происходящем, это увеличение объема произведём за счёт увеличения объема части выступающей над жидкостью. Вес всего отвердевшего тела, объем и форма погруженной в жидкость части тела не изменилась. Ничего не изменится и в поведении остальной жидкости. При мгновенном «расплавлении» образованного твердого тела, то есть при возвращении твердого тела в первоначальное жидкое состояние, ничего не должно измениться. Следовательно, не изменится и уровень жидкости в данном сосуде, каким бы большим (сравнимым с Мировым океаном) или малым он не был. Следующим, в соответствии с логикой разворачивания методики обучения методам мысленного экспериментирования, является следующий шаг: «В сосуде с водой плавает кусок льда с вмёрзшим в него стальным шариком. Изменится ли уровень воды в сосуде, когда лёд растает?»



1) Как и при решении предыдущей задачи, применим сначала метод весов. После построения идеальных объектов – чувствительных весов и прочного невесомого плотно прилегающего к поверхности чаши весов сосуда без дна, наполненного водой, и помещения в него куска льда с вмёрзшим в него стальным шариком, начнем мысленное наблюдение за плавлением льда. Когда лёд растает, сила давления в целом на дно сосуда не изменится, так как вес содержимого в сосуде останется

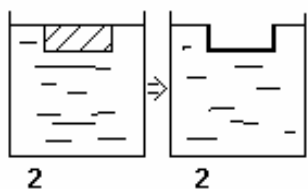
прежним. Но теперь это давление создается давлением шарика и воды. Следовательно, давление воды на дно станет меньше, поэтому уровень воды понизится, т.к. плотность воды осталась неизменной. (Изменения температуры воды в идеальных условиях плавления льда не происходит).



2) Возьмём наполненный водой сосуд и мысленно разделим его на 2 части по вертикальной линии. Выделим в одном сосуде объем воды, равновесный с куском льда, а в

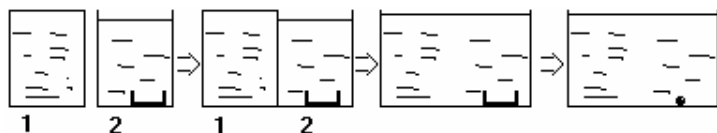
другом сосуде объём воды равновесный со стальным шариком, причем так, чтобы одна из граней выделенных объёмов воды совпала с поверхностью воды. Мысленно отграничим данные объёмы и представим, что вся жидкость в этих объёмах мгновенно затвердела без изменения своего объёма.

Производя в первом сосуде с выделенным объёмом воды те же мысленные манипуляции, что и в предыдущей задаче, мы докажем, что уровень воды при таянии льда в этом сосуде останется неизменным. Иначе поступим с объёмом воды, застывшим в другом сосуде и равновесным со стальным шариком. Начнём увеличивать плотность выделенного объёма воды, до того момента,



пока его плотность не сравняется с плотностью стали. А для этого необходимо уменьшить объём затвердевшей воды, но таким образом, чтобы остальная часть воды, не затвердевшая «ни сном, ни духом» не знала о происходящих изменениях с выделенным объёмом воды. Это возможно, если объём погружённой части во всё время процесса не будет изменяться. Из рисунка видно, что объём вытесненной

воды значительно больше объёма плавающего тела, плотность которого равна плотности стали, а объём равен объёму шарика. И поэтому, если данное тело утонет, уровень воды во втором сосуде понизится, так как в этом случае оно будет вытеснять объём воды, равный собственному объёму. Он гораздо меньше объёма воды, из которого мы «сотворили» данное тело, плотность которого равна плотности стали. Соединив 1 и 2 части и убрав перегородку, которую мы мысленно возвели в самом начале, получим, что уровень жидкости в нём окажется ниже исходного.



Предпочтение тому или иному методу экспериментирования сугубо индивидуальное и не связано часто с самой сущностью метода. Каждый метод обладает той или

иной степенью общности, но в любом случае он должен быть нагляден и прост. При обучении методам мысленного экспериментирования, с целью формирования умения оперирования мысленными образами необходимо каждый мысленный шаг сопровождать рисунком (схемой, графиком) и полным обстоятельным рассказом не только о сути данных мысленных действий, но и о физическом смысле тех идеальных объектов, которые мы строим в идеальном пространстве, существующем в наших представлениях.

Организация групповых дискуссий является хорошим стимулом для проведения более качественных мысленных экспериментов и, в то же время, хорошей экспертизой, ибо обнаружение в учащих непонимания продемонстрированного доказательства, является главным критерием проверки ясности и чёткости мышления докладчика. Различные виды дискуссии (между докладчиками и группами, между группами, между учителем и докладчиком) помогают выявить уровень понимания учащимися обсуждаемых проблем и производить своевременную корректировку хода обсуждения, если в этом возникла необходимость.

Для дальнейшего освоения методов мысленного экспериментирования можно предложить следующие задачи по теме «Архимедова сила»:

А). Ко дну сосуда с водой приморожен шарик изо льда. Как изменится уровень в сосуде, когда лёд растает?

Б). В сосуде с водой плавает кусок льда, в котором находится пузырёк воздуха. Изменится ли уровень воды в сосуде, когда лёд растает?

В). Что произойдёт с уровнем воды в бассейне, если из лодки, плавающей в нём, выбросить тяжёлый камень, привязанный к лодке?

Г). Что произойдёт с уровнем воды в бассейне, если лодка получит пробоину и начнёт погружаться? Если уровень воды в бассейне при этом изменится, то в какой момент начнётся изменение?

Д). Сколько воды нужно для того, чтобы в ней смог плавать океанский лайнер? Ведро воды хватит? Стакана? А ложки воды?!

Е). К короткому отрезку стеариновой свечи прикреплен снизу небольшой груз так, чтобы свеча плавала в воде вертикально. После этого свечу зажгли. Как быстро погаснет свеча?

Основные методы мысленного экспериментирования.

Мысленный эксперимент представляет собой определенную познавательную операцию, в ходе которой модель искусственного объекта мысленно помещается в разные «экспериментальные» ситуации. Поведение и свойства модели предсказываются на основе тех законов, которым она подчиняется в силу приписываемых ей свойств.

Технические затруднения, которые могли бы возникнуть при осуществлении этого процесса, считаются преодолемыми (и их во внимание не принимают).

Основные методы мысленного экспериментирования:

1. Мысленно различать в целом его составные части и собирать части в целое. Например, при изучении расширения тел или системы тел сложной формы при нагревании, мысленно разбивают данное тело на участки, форма которых достаточно проста для точного предсказания изменения их размеров в процессе нагревания. На следующем этапе происходит мысленная сборка видоизменённых частей в единое целое, и делаются выводы об изменении формы целого тела при нагревании.

2. Мысленно сконструировать собственную Вселенную и рассматривать протекание явлений в этой Вселенной. Например, математический маятник можно мысленно перенести на Луну, Марс, Юпитер, Солнце, в «чёрную дыру» и, зная законы колебания и законы всемирного тяготения, предсказать изменения в периоде колебания маятника.

3. Мысленно изменять агрегатное состояние вещества одного из тел изучаемой системы тел и рассматривать протекание явлений в новой ситуации. Например, при анализе свойств передачи давления жидкости в сосудах или системах сообщающихся сосудов различной формы. Вначале, рассматривается данное явление в сосудах или системах сосудов, форма которых достаточно проста для однозначного предсказания свойств протекания явления в них. Следующий шаг – изменение формы сосудов или системы сосудов путём «замораживания» части жидкости находящейся в них. Зная законы Паскаля и гидростатического давления, можно предсказать изменения в передаче давления жидкости в них.

4. Мысленное экспериментирование предельных ситуаций. Суть данного метода - постепенное изменение одной из характеристик математической модели данного явления до предельно большой или предельно малой величины позволяет проверить данную модель на «разумность», на соответствие данной модели реальным объектам или явлениям. Например, изменяя непрерывно заряд одного из тел на предельно малую величину (элементарный заряд), постепенно, шаг за шагом, мы можем прогнозировать изменения в характере электромагнитного взаимодействия этих тел.

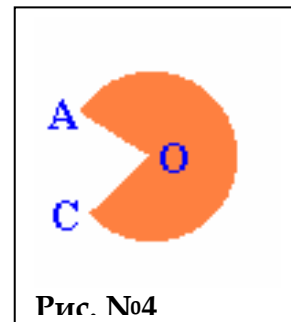
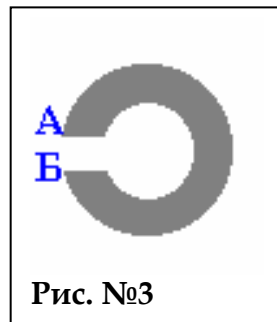
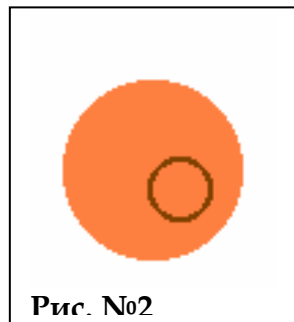
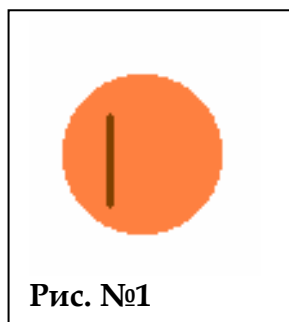
5. Мысленное выделение различных видов симметрии в изучаемом объекте или явлении. Например, обнаружение симметрии в электрической цепи позволяет предсказывать протекание электрических токов в различных участках данной цепи.

Овладение приведёнными выше и другими методами мысленного экспериментирования возможно при решении конкретных проблем, возникающих спонтанно или искусственно в учебном процессе. Приведем примеры некоторых мысленных экспериментов:

Мысленный эксперимент по теме: Тепловое расширение.

1). В центре дна кастрюли имеется дырочка, диаметр которой равен толщине волоса. При каком изменении температуры отверстие закроется?

2). Со школьной скамьи известен опыт с тепловым расширением: сквозь кольцо пропускают шарик на нитке. Затем его нагревают и демонстрируют, что шарик после нагревания через отверстие не проходит. Что произойдёт если нагревать не шарик, а



кольцо? Если нагреть до одной температуры шарик и кольцо?

3). На диске, вырезанном из медной пластинки, начертили отрезок прямой (Рис. №1). Останется ли он прямым, если его нагреть?

4). На диске, вырезанном из медной пластинки, начертили окружность. Останется ли она правильной окружностью, если диск нагреть (Рис. №2)?

5). Стальную полосу вырезали из однородной пластины, так как показано на рисунке №3. Изменится ли расстояние между концами АВ, если полосу перенести из холодного помещения в тёплое.

6). Из однородной медной пластины вырезан сектор, показанный на рисунке №4. Изменится ли величина угла АОС, если фигуру нагреть?

Мысленный эксперимент по теме: Теплопередача.

1). Возможен ли теплообмен, то есть горячее тело остынет до температуры холодного, а холодное в свою очередь нагреется до температуры горячего?

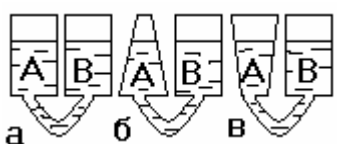
2). Медный кубик А имеет температуру 200 градусов Цельсия, такие же кубики В и С – температуру 0 градусов Цельсия. Посредством теплопередачи между ними нужно охладить кубик А до 50 градусов и нагреть за счёт этого кубики В и С до температуры 75 градусов Цельсия. Можно ли это сделать? Теплопередачей между кубиками и воздухом пренебречь.

3). А можно ли нагреть тела В и С до более высокой температуры при тех же начальных условиях, соответственно еще сильнее охладив тело А?

4). Предложите принципиальную схему теплообменника для атомного реактора.

Мысленный эксперимент по теме: Давление в жидкости и газе на дно сосуда.

1). Два сообщающихся сосуда наполнены однородной жидкостью. Изменится ли уровень жидкости в сосуде В, если нагреть жидкость в сосуде А? Рассмотреть три случая:



а) сосуд А цилиндрический; б) сосуд А расширяющийся; в) сосуд А сужающийся.

г) Сообщающиеся сосуды, один из которых нагревается, а другой расширяется кверху,

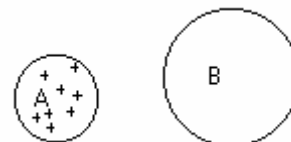


заполнены водой. Как будет меняться количество воды в сосудах при нагревании одного из них? Обоих?

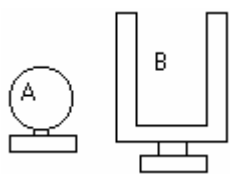
3). Рыбак для хранения живой рыбы сделал в своей лодке ящик с отверстием в дне. Не зальёт ли такую лодку и не потонет ли она, если спустить её на воду?

Мысленный эксперимент по теме: Электризация через влияние.

1). Заряженное тело **А** поднесли к незаряженному металлическому шару **В**. Как получить заряд на шаре **В** не прикасаясь к нему? Какова будет величина заряда шара **В** в сравнении с зарядом шара **А**?



2). Почему два разноимённо заряженных шара взаимодействуют друг с другом с большей силой, нежели заряженные одноимённо (при прочих равных условиях)?



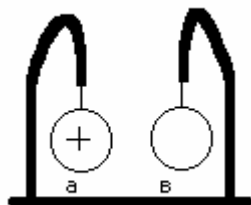
3). Как передать весь заряд проводника **А** полному изолированному проводнику **В**?

4). Можно ли с помощью одного заряженного тела зарядить другое тело так, чтобы его заряд был больше заряда первого тела, не изменяя его заряд ни по величине, ни по знаку?

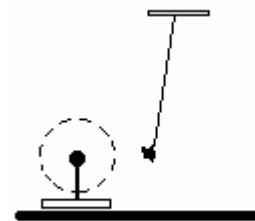
Мысленный эксперимент по теме: Взаимодействие заряженных тел.

1). Возможно ли, чтобы два одноимённо заряженных проводника притягивались?

2). Положительно заряженный шар **А** поместили вблизи металлического шара **В**. Измерения показали, что сила электрического воздействия равна нулю. Заряжен ли шар **В**?



3). Как известно, заряженный шарик притягивает бумажку. Как изменится сила притяжения, если окружить концентрической металлической сферой заряженный шарик? бумажку?



4). Два разноимённых заряда расположены на неизменном расстоянии друг от друга. Как изменится сила, действующая на заряды, если оба заряда окружить тонкими металлическими оболочками так, что заряды будут находиться в их центрах?

5). А если в задачах 3 и 4 заряды расположены не в центре концентрических сфер?

Место мысленного эксперимента на учебных занятиях по физике .

Исторически мысленные построения, мысленные эксперименты, как правило, предшествовали формализму и были одним из основных средств теоретического рассмотрения обнаруживаемых в природе закономерностей. И в процессе обучения мысленные эксперименты должны предшествовать оперированию формулами. Поэтому наиболее целесообразно начать обучение мысленному экспериментированию на первом этапе обучения физике. Причины этого очевидны:

1). Над учеником, как субъектом познания, не довлеет формальное – ученик не «испорчен» формальным подходом к изучению реальности;

2). Осуществляется осмысленный и естественный переход от преимущественно эмпирических методов познания к теоретическим;

3). Заполняется вакуум в серьёзной продуктивной мыслительности учащихся, образовавшийся в результате расширения 1 этапа обучения с 2 (7 – 8кл.) до 3 лет (7 – 9кл.).

Чтобы определить место мысленного эксперимента в учебном процессе необходимо ответить на следующие вопросы:

1). «При изучении каких разделов курса физики возможно включение в учебную практику методов мысленного экспериментирования?»

Главный критерий истинности любых положений и нововведений – практика, а она показывает, что мысленные эксперименты эффективны и органичны при изучении любого раздела учебного курса физики, не исключая самый начальный этап. Естественно, что сложность мысленных экспериментов, которая выражается в числе мысленных шагов для достижения результата, должна зависеть, но не определяться уровнем мышления обучаемых и степенью овладения навыками мысленного экспериментирования.

2). «На каком этапе изучения данного раздела учебного курса целесообразно постановка мысленного эксперимента?»

Из определения мысленного эксперимента как некоего целенаправленного воздействия на идеальный объект в идеальном пространстве следует, что мысленный эксперимент возможен, если эти идеальные объекты, такие как «электрический заряд», «атом», «несжимаемая и неразрывная жидкость», «кристаллическая решётка» и другие построены. И не в предположении, а в сознании учащихся действительно произошли качественные сдвиги, и бытовые представления уступили место научным или хотя бы сосуществуют. Если этого не произошло, то организация педагогом постановки мысленных экспериментов с учащимися будет встречать определённые трудности. Поэтому обучение методам мысленного эксперимента наиболее целесообразно на заключительных этапах изучения того или иного раздела курса физики. Постановка же учителем мысленного эксперимента с целью доказательства тех или иных выводимых положений возможна на любом этапе.

3). «Насколько частое включение мысленных экспериментов допустимо в учебный процесс?»

Мысленный эксперимент не является адекватной заменой демонстрационному эксперименту и никогда ею не будет. Мысленный эксперимент необходим, когда невозможен по тем или иным причинам реальный или когда объектом исследования является идеальный объект (модель), что само собой подразумевает соответствующие способы воздействия на такой объект. В любом случае при наличии возможности проверки полученных результатов мысленных экспериментов с моделью физического объекта или явления необходима их проверка в новых экспериментах, но уже реальных. Другое дело, если обучение методу мысленного эксперимента является одной из целей преподавания, но и в этом случае, это не должно осуществляться в ущерб другим, не менее важным, целям и задачам преподавания физики.

4). «Какие ожидаются позитивные качественные изменения в мышлении учащихся? Как их отслеживать?»

Включение в учебную практику методов мысленного экспериментирования позволит:

А). Сформировать более глубокое понимание того, что объектом изучения физики являются не реальные тела и явления природы, а их модели. А любая модель всегда беднее реального объекта или явления, существенные свойства которого она отражает.

Б). Увеличить предсказательную силу высказываний учащихся относительно протекания тех или иных процессов, что благотворно скажется на втором этапе обучения физике при формулировании математических моделей изучаемых явлений.

В). Развить умение вычленять существенное из всего многообразия проявлений исследуемого, различать необходимое от случайного в опыте, достоверное от мнимого в мышлении.

Г). Обучить выстраиванию логических цепочек доказательств, главные качества которых: ясность, наглядность, непротиворечивость.

Отслеживать и корректировать качество овладения методами мысленного экспериментирования целесообразно и проще в ходе специально организованной дискуссии, предметом обсуждения которой являются мысленные эксперименты, произведённые учащимися на уроке закрепления и обобщения изученных знаний, а также на факультативных занятиях по физике. Не исключается также включение заданий, предполагающих постановку мысленных экспериментов и в контрольную работу, но в качестве дополнительных и выполняемых по желанию. Причина тривиальна – из-за постоянной нехватки учебного времени основная масса мысленных экспериментов может быть осуществлена в рамках факультатива, а его посещение, как известно, дело сугубо добровольное.

В заключении необходимо указать на одну из важнейших сторон процесса познания: эмпирические методы позволяют познать внешние проявления объектов и явлений. Проникнуть в их сущность или, приблизиться к её пониманию мы можем, применяя теоретические методы исследования этих же объектов или явлений. И особое место среди них занимают методы мысленного экспериментирования.

Метод аналогии на учебных занятиях по физике

Место аналогии в естественнонаучном познании

Поскольку любое знание носит ограниченный характер как исторически, так и по содержанию, постольку в каждый данный период существует необходимость в предположительном знании, в гипотезах. **Гипотеза – это предположение, основанное на ряде фактов и допускающее существование объекта, связи или причины явления.** Гипотеза – это посох, которым ученый ощупывает дорогу в мир неведомого, или, как сказал И.В. Гете, леса, которые возводят перед зданием и сносят, когда здание готово.

Но как возникают гипотезы? Что является их неиссякаемым источником? Ответ на эти вопросы очевиден – источником любого знания о природе, в том числе и предположительного, является сама природа, а точнее наше знание о ней. Новое знание может быть осмыслено, понято только через образы и понятия старого, известного. Нитью, связывающей известное с неизвестным, является аналогия, поистине творческий метод познания, мощный генератор новых идей, научных гипотез, предположений. Причем важно, что аналогии создают для науки не просто запас идей, но и арсенал решений, точнее, их полуфабрикаты. Понятия, допущения, формально-математические структуры и т.п. из той области, где была продемонстрирована их эффективность, переносятся в другую область, являющуюся для исследователя проблемной. Подобные переносы не исключают научного риска – они лишь позволяют его минимизировать и

контролировать в определенных пределах. Они позволяют мобилизовать решения, уже доказавшие свою работоспособность, хотя и в другом контексте, и устанавливают взаимосвязи между новыми идеями и тем, что уже считается достоверным знанием. Подчеркивая важную роль аналогии и, по-видимому, даже несколько преувеличивая её, И. Кеплер писал: «Более чем что-либо, я люблю аналогии, моих самых надежных помощников. Им доступны все секреты Природы...»

А что же такое аналогия? **Аналогия – индуктивное умозаключение, когда на основе сходства двух объектов по каким-то параметрам делается вывод об их сходстве также по другим параметрам.** Но сопоставление двух объектов, идеального и реального, как бы далеко оно не шло, способно дать только предположительное знание, гипотезу, нуждающуюся в дальнейшей экспериментальной проверке.

Вероятность вывода по аналогии велика, если:

1. Сходства изучаемого объекта и его модели наблюдаются в важных, существенных чертах, а не в случайных, второстепенных деталях;
2. Круг совпадающих признаков достаточно широк;
3. Информация о сходстве должна быть того же типа, что и информация, распространяемая на другой объект. Исходное знание должно быть внутренне связано с переносимым признаком.
4. Различие реального и идеального объектов не связано со свойством, перенесение которого предполагается осуществить с идеального объекта на реальный.

Если же объекты, между которыми устанавливается аналогия, находятся между собой в состоянии изоморфизма (каждому элементу модели соответствует элемент в реальном объекте, и наоборот), то выводы, сделанные по аналогии могут быть не вероятностными, а достоверными.

Изоморфными, например, являются некоторые механические и электрические колебательные системы.

Аргументы в пользу внедрения в школьную практику преподавания физики метода аналогии

Аналогия является одним из способов первичной логической обработки фактического материала, накопленного по проблеме исследования, независимо от того, где это исследование происходило, в лаборатории ученого или за школьной партой. Обладая большой эвристической силой, данный метод позволяет находить пути решения проблем, возникающих в ходе познания. Широко известные методы коллективного интеллектуального творчества – «мозговой штурм», «синектика», «метод гирлянд ассоциаций и метафор» и другие в полной мере используют возможности ассоциативного мышления человека. «Изобретательство – это не комическое остроумие, – пишет изобретатель Г. Буш. – Между приемами остроумия и приемами изобретательства есть сходство, которое не является случайным или только внешним. Оно обусловлено общими закономерностями творческого мышления. Процесс создания остроты включает признаки наличия исходных знаний, генерирования ассоциаций между отдаленными понятиями и оценку результата. Основные приемы комического: преувеличение, пародирование (подражание оригиналу с одновременным преувеличением характерных его черт), преуменьшение, необычный темп, неожиданное сближение явлений и процессов, обнаружение поразительного сходства, обнажение контраста, использование противоречий между формой и содержанием, обычным и неожиданным назначением предмета, нарушение праксеологических или логических норм (логическая инверсия),

перестановка, противопоставление, двойное истолкование, сопоставление по отдаленному или случайному признаку – являются одновременно эффективными приемами поиска решения изобретательских задач»

Среди гаммы методов, перечисленных Г. Бушем, обратим особое внимание на некоторые из них: «генерирование ассоциаций между отдаленными понятиями»; «неожиданное сближение явлений и процессов, обнаружение поразительного сходства»; «сопоставление по отдаленному или случайному признаку». Все это различные приемы проведения аналогии, выработанные за многие годы человечеством. Их освоение приводит к развитию творческого мышления, а именно одного из его необходимейших элементов, ассоциативного мышления.

Ассоциативное мышление хорошо работает в ходе группового обсуждения проблемы, поставленной учителем, помогая ученику легко воспринимать, подхватывать и развивать идеи партнеров.

Аналогия, в силу своего вероятностного характера, часто используется не в качестве самостоятельного приема объяснения материала, а для облегчения его понимания. Особенно хороши для этой цели рассуждения по аналогии, уподобляющие абстрактные, недоступные наблюдению объекты каким-то конкретным вещам, тому, что можно увидеть, услышать, потрогать. Конкретизация отвлеченной идеи, представление ее в образной, наглядной форме нередко дает больше для схватывания этой идеи, чем длинное, основательное, но столь же абстрактное её разъяснение. Разумеется, далеко не всякую абстракцию можно уподобить чему-то конкретному. Кроме того, такое уподобление значительно упрощает и даже искажает существо дела. И, тем не менее, удачно подобранный образ очень многое значит для облегчения понимания. Важно только, чтобы он ограничивался своей вспомогательной, служебной ролью и не уводил в сторону от разъясняемого им объекта.

С.В. Шубин приводит такой пример из своей личной практики. Однажды, пытаясь объяснить учащимся, почему давление в жидкости с глубиной возрастает, и, исчерпав все абстрактные физические доводы, он призвал на помощь наглядные представления. В годы перестройки, повального дефицита и очередей сильным и незабываемым зрелищем являлись очереди за колбасой, сахаром и конфетами. Уподобив прилавок дну сосуда, а каждого человека в очереди соответствующему слою жидкости (чем ближе человек к прилавку, тем ниже соответствующий уровень жидкости) он напомнил им хорошо знакомое ощущение того, как сзади стоящие напирают на передних, чтобы не допустить в очередь посторонних, и то как это давление постепенно возрастает при приближении к прилавку, то бишь ко дну сосуда.

Конечно, приведенная аналогия неглубокая, но и она оказалась полезной в своё время.

И, наконец, аналогия является неотъемлемым структурным компонентом любой формы научного моделирования.

Технология проведения аналогии

Выводы по аналогии – одна из наиболее распространенных форм правдоподобного вывода. Принципиальная схема умозаключения по аналогии такова:

- 1) Достоверно известно что объект **А** имеет признаки **а, b, с**.
- 2) В ходе исследования было выяснено что объект **В** сходен с объектом **А** в том, что имеет признаки **а, b**.
- 3) Следовательно, объект **В**, вероятно, имеет так же и признак **с**.

Приведем некоторые примеры:

«Есть ли жизнь на Марсе? Нет ли жизни на Марсе?». Споры об этом то утихают, то возгораются с новой силой. В чем же причина этого научного спора? А в том, что планеты Марс

и Земля во многом сходны: они рядом расположены в Солнечной системе, на обеих планетах есть вода и атмосфера, они медленно вращаются вокруг своих осей, углы наклона осей к плоскостям их орбит примерно одинаковы, есть и другие сходства. Но самое главное, что те условия, которые были необходимы для возникновения жизни на Земле, есть и на Марсе. Поэтому вполне возможно, что на Марсе жизнь, в тех или иных формах, существует. Рьяные оптимисты уверены в этом даже не на 100, а на 110 процентов.

У пессимистов на это своя точка зрения: да, Земля и Марс в чем-то сходны, но это сходство достаточно условное. Плотность атмосферы на Марсе очень низка (давление атмосферы у поверхности Марса в 150 раз меньше чем у поверхности Земли). Поверхность Земли на 2/3 покрыта водой в отличие от Марса, где открытые водоемы отсутствуют. Температура поверхности Марса гораздо ниже, чем на Земле (на экваторе днем она достигает +30 °С, а ночью -100 °С). Данные факторы в совокупности делают возможность возникновения жизни на Марсе очень проблематичной, если не невозможной в принципе.

Единственная возможность решения данной проблемы – дальнейшие исследования непосредственно поверхности Марса. Именно новые факты будут главным критерием истинности правдоподобного вывода полученного методом аналогии.

Иное дело Луна. Нетрудно указать множество сходных признаков между Землей и Луной, однако отсутствие у Луны атмосферы делает неправомерной попытку сделать заключение о наличии на ней жизни на основе аналогии. Хотя и в этом случае последнее слово, все-таки, остается за дальнейшими исследованиями.

Сходство всегда сопряжено с различием и без различия не существует. В этом плане аналогия – это всегда попытка продолжить сходство несходного.

Рассуждения по аналогии проходят следующие этапы:

1) Обнаружение определенного сходства между предметами (аналогия свойств) или сходства в отношениях между ними (аналогия отношений). Следует заметить, что во втором случае, сами предметы, между которыми эти отношения имеют место, могут быть совершенно разными.

2) Установление различия между предметами или в отношениях между предметами.

3) Определение того, в каких своих свойствах, существенных или второстепенных, наблюдается как сходство, так и различие.

4) Убедившись в том, что обнаруженные различия не затрагивают те признаки, между которыми устанавливается подобие, проводим аналогию по вышеприведенной схеме. Естественным итогом данного этапа является гипотеза о наличии или отсутствии у одного из предметов определенного свойства или отношения.

5) Поиск новых свойств в исследуемом предмете и выяснение подобны ли они на самом деле свойствам ранее изученного предмета.

Основные проблемы, встречающиеся во время рассуждений по аналогии:

- Как разумно продолжить и развить установленное первоначальное сходство?

- Каковы критерии или гарантии того, что подобные в чем-то объекты окажутся сходными и в других свойствах?

Для решения этих проблем каких-то определенных рекомендаций не существует, потому что выбор того или иного пути или объекта для аналогии происходит чаще всего интуитивно. Но чтобы избежать грубейших ошибок в дальнейших выводах, нельзя пренебрегать ни одним из вышеприведенных этапов, сколь бы очевидной ни казалась обнаруженная аналогия.

Наиболее типичные ошибки умозаключений по аналогии, встречающиеся в учебном процессе:

- уподобление внешних или случайных признаков предметов, не отражающих их сущности;

- уподобление предметов человеку, наделение присущими ему психическими свойствами, предметов и явлений неживой природы, небесных тел, животных;
- уподобление физических явлений или объектов числам и отношениям между ними.

Основные частные методы проведения аналогии

Их не так уж много, несмотря на тысячелетнюю историю владения человечеством методом аналогии. Перечислим основные частные методы, практикуемые при проведении аналогии:

1) Ассоциация – связь между элементами психики, благодаря которой появление одного элемента в определенных условиях вызывает другой, с ним связанный. Возникая в процессе взаимодействия субъекта с объектом как один из элементарных продуктов этого взаимодействия, ассоциация отражает реальные связи предметов и явлений. Различают ассоциации по смежности (в пространстве или по времени), сходству и контрасту.

2) Метафора – перенесение свойств одного предмета (явления) на другой на основании признака, общего или сходного для обоих сопоставляемых членов.

3) Эмпатия (личная аналогия) – постижение эмоциональных состояний другого человека в форме сопереживания. Для нас интересна особая форма эмпатии – сопереживание, когда человек пытается отождествить себя с другим человеком или с исследуемым объектом. В этом случае возможно более наглядное восприятие проблемы.

В обычной ситуации, в момент обнаружения сходства, трудно понять, какой фактор психологический или логический явился решающим толчком для проведения той или иной аналогии. Лишь дальнейшая логика разворачивания процесса рассуждений может дать ответ на этот вопрос.

Методика проведения аналогий на учебных занятиях по физике

По мнению М. Планка, в основе творческого мышления лежит отождествление (тождество есть частный случай подобия) идей или явлений, которые считались совершенно несопоставимыми.

Проблемную ситуацию часто сравнивают с пропастью между известным и искомым, поскольку отсутствует основание, на котором можно поставить надежные опоры для построения моста между ними. В таких случаях одним из способов «построения моста» является «подвешивание» его на гирляндах ассоциаций и метафор. Иными словами, решение проблемы осуществляется в результате переноса знания в новую область, использования обходных (ассоциативных) слов и метафорических выражений.

Приведем пример.

Найдем аналогию для явления «электрический ток»

Первый шаг – определение синонимов явления. Синонимами явления «ток» являются «движение», «течение», «перемещение», «поток» и т.д. Составляем из них гирлянду синонимов: «ток – движение – течение – перемещение – поток».

Второй шаг – составление перечня признаков найденных синонимов. Необходимо определить возможно большее число признаков, однако в течение ограниченного времени, например в течение 2-3 минут. Успех поисков в значительной мере зависит от широты охвата признаков выбранных случайно. Поэтому целесообразно перечислять как основные, так и второстепенные, малозначимые признаки: «сильный», «быстрый»,

Гидродинамическая аналогия между электрическим током и течением «горячий», «людской», «непрерывный», «водный», и т.д.

Третий шаг – генерирование идей путем поочередного присоединения к синонимам случайно подобранных признаков. Можно получить следующие конструкции: а) «горячее движение», «горячее течение», «горячее перемещение», «горячий поток»; б) «водное движение», «водное течение», «водное перемещение», «водный поток» и т. д.

Четвертый шаг – оценка и выбор рациональных вариантов идей. Среди множества нерациональных, тривиальных и даже нелепых идей, как правило, всегда найдутся продуктивные с физической точки зрения. Отмечена любопытная закономерность: число рациональных вариантов обратно пропорционально их оригинальности.

Пятый шаг – проведение аналогии в соответствии с той технологической картой, которая была приведена выше.

**Гидродинамическая аналогия между электрическим током и течением жидкости
Сходство свойств**

Жидкость	Электронный газ в металле
1. Молекулы жидкости колеблются около положения равновесия и время от времени совершают перескоки с места на место.	1. Свободные электроны находятся в непрерывном и беспорядочном движении.
2. Причиной упорядоченного движения молекул жидкости является гравитационное поле.	2. Причиной упорядоченного движения свободных электронов является электрическое поле

Сходство отношений

Жидкость	Электронный газ в металле
1. Величина действия воды прямо пропорциональна массе жидкости, проходящей через поперечное сечение трубы за единицу времени (расход жидкости $k = \Delta m / \Delta t$).	1. Величина действия электрического тока прямо пропорциональна величине заряда, проходящего через поперечное сечение проводника за единицу времени ($I = \Delta q / \Delta t$)
2. Величина работы, совершаемой гравитационным полем по перемещению жидкости единичной массы, прямо пропорциональна разности уровней жидкости на этом участке ($\Delta h = A / \Delta m g$).	2. Величина работы совершаемой электрическим полем по перемещению единичного заряда прямо пропорциональна разности потенциалов ($\Delta \varphi = A / \Delta q$).
3. Величина сопротивления течению жидкости зависит от качества трубы и рода жидкости, прямо пропорциональна длине трубы и обратно пропорциональна площади поперечного сечения трубы. $R_0 = 8 \pi \eta / m S$	3. Величина сопротивления движению свободных электронов зависит от рода проводника, прямо пропорциональна длине проводника и обратно пропорциональна площади поперечного сечения проводника. $R = r / S$

После фиксации сходства необходимо указать различия между потоком жидкости и электрическим током.

Различия в свойствах

Жидкость	Электронный газ в металле
-----------------	----------------------------------

1. Между молекулами жидкости действуют как силы притяжения, так и силы отталкивания.

2. Молекулы жидкости в течение времени равном в среднем 10^{-11} с колеблются около положения равновесия и лишь после этого совершают перескок в другую точку жидкости, где все повторяется. За 1с совершается 10^{11} перескоков.

1. Между электронами действуют только силы отталкивания. От разлетания их удерживает притяжение к ионам кристаллической решетки.

2. Электроны непрерывно движутся.

Как мы видим различия между свойствами молекул жидкости и электронного газа не столь существенны, чтобы мы могли аналогией между ними пренебречь.

Вывод: а) расход текущей жидкости k аналогичен силе электрического тока I ; б) перепад уровней текущей жидкости Δh аналогичен напряжению электрической цепи U ; в) сопротивление течению жидкости R_0 аналогично сопротивлению электрической цепи R , по которой течет электрический ток.

Аналогия №1

Сила тока I на участке цепи (по закону Ома) прямо пропорциональна напряжению U на этом участке и обратно пропорциональна его сопротивлению R .

$$I=U/R$$

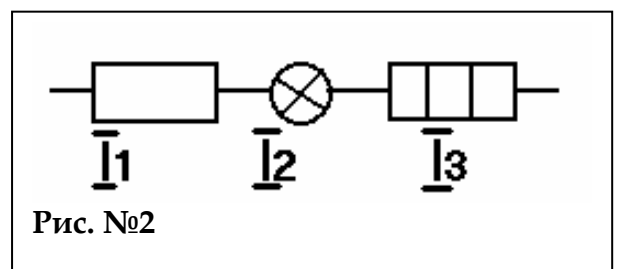
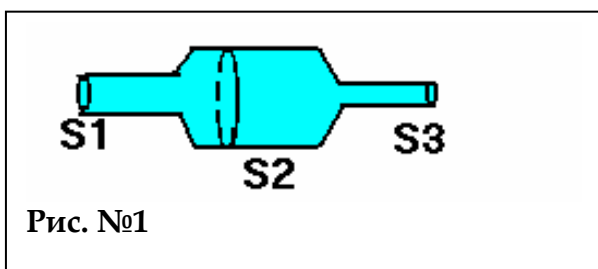
Следовательно, расход жидкости K на участке трубы прямо пропорционален перепаду уровней H жидкости на этом участке и обратно пропорционален сопротивлению движению жидкости R_0 .

$$K=H/R_0$$

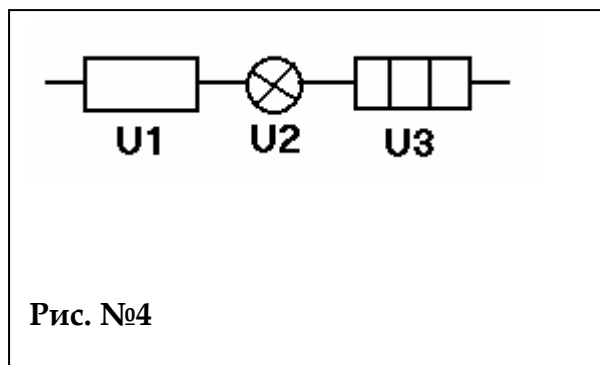
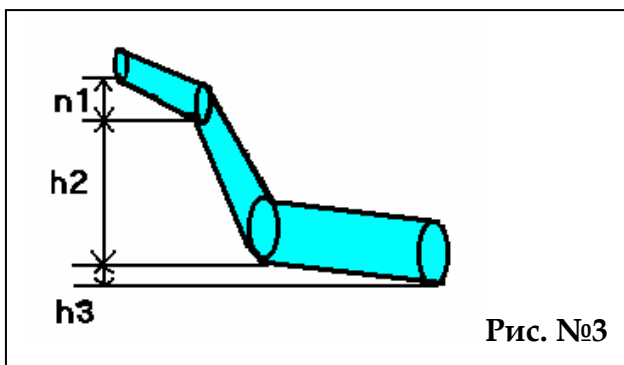
Аналогия №2

1. При последовательном соединении труб разного диаметра (Рис. №1) масса жидкости, протекающей через любое поперечное сечение за единицу времени, одинакова: $k_1=k_2=k_3=...$

Следовательно, сила тока в цепи при последовательном соединении (Рис. №2) во всех участках цепи одинакова: $I_1=I_2=I_3=...$



2. При последовательном соединении труб разного диаметра работа гравитационного поля по перемещению жидкости единичной массы прямо пропорциональна сумме перепадов высот (Рис. №3) на каждом участке: $H=h_1+h_2+h_3+...$



Следовательно, напряжение всей цепи при последовательном соединении равно сумме напряжений (Рис.№4) на отдельных участках этой цепи: $U=U_1+U_2+U_3+...$

3. При последовательном соединении труб разного диаметра полное сопротивление, испытываемое жидкостью равно сумме сопротивлений на отдельных участках: $R_0=R_1+R_2+R_3+...$

Следовательно, электрическое сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений на отдельных участках цепи: $R=R_1+R_2+R_3+...$

Широко известны гидродинамические аналогии электрической цепи, которые позволяют пояснить понятие ЭДС, объяснить роль источника тока в цепи, интерпретировать законы параллельного соединения проводников и т.д. Но нельзя забывать, что аналогия это, в первую очередь, сходство несходного.

Например, из того, что масса жидкости, проходящей в любом сечении трубопровода одинакова, следует, что скорость течения в трубе меньшего диаметра выше, чем в трубе большего диаметра. Как вы, наверное, уже догадались, скорость упорядоченного движения электронов в проводнике меньшей площади поперечного сечения также возрастает по сравнению с участком цепи, где площадь поперечного сечения больше.

Но причины увеличения скорости совершенно разные.

Скорость течения жидкости при переходе из широкого участка трубы в узкий возрастает, из за того, что давление жидкости в широком участке трубы больше, чем в узком, так как жидкость там несколько сильнее сжата.

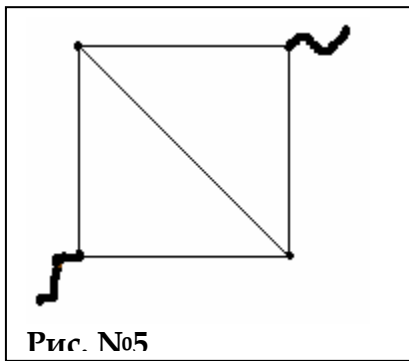


Рис. №5

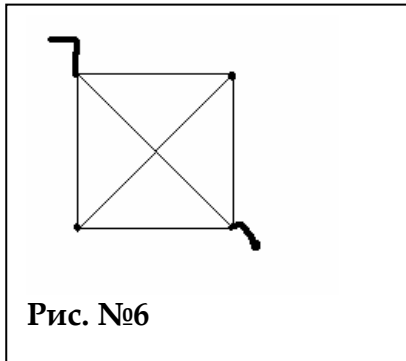


Рис. №6

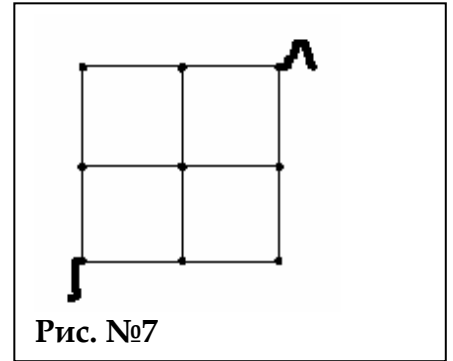


Рис. №7

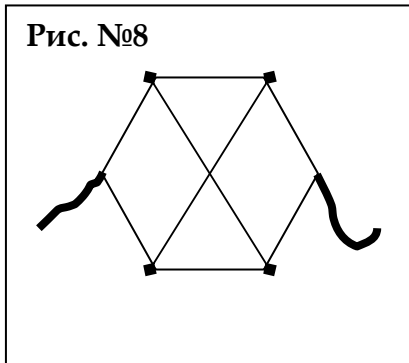


Рис. №8

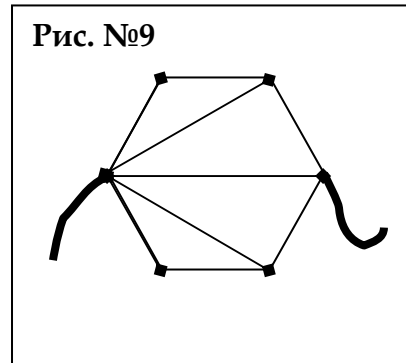


Рис. №9

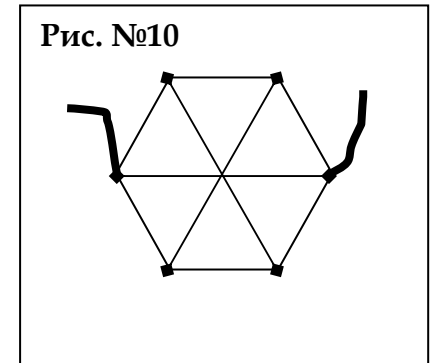


Рис. №10

Электроны, всегда присутствующие в проводнике, начинают разбегаться в разные стороны при приближении к ним одноименно заряженного электрона, образуя в этом месте избыток положительного заряда. Образовавшийся положительный заряд в месте сужения трубы несколько больше и потому притягивает к себе движущийся электрон с большей силой и тем самым разгоняет его.

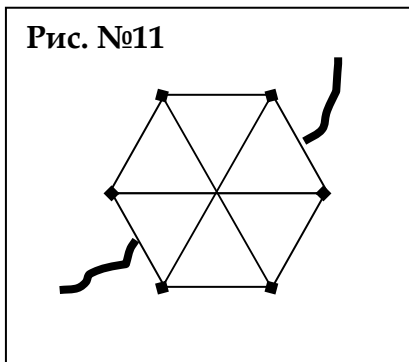


Рис. №11

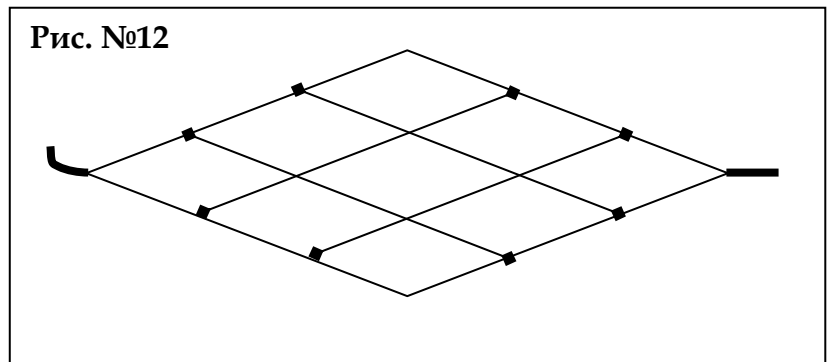


Рис. №12

Очевидно, что метод аналогии применим и для решения задач. Наиболее целесообразно и эффективно использование его в том случае, если формальных знаний и методов в арсенале учащихся для достижения результата недостаточно.

Рассмотрим такую задачу: «Необходимо определить сопротивление R проволочных каркасов. Сопротивление каждого звена r ».

Проведем гидродинамическую аналогию свойств: а) звено каркаса подобно руслу канала; б) точки соединения звеньев каркаса подобны местам соединения русел канала.

Проведем гидродинамическую аналогию отношений: а) расход воды K подобен силе тока I ; б) перепад уровня воды H подобен напряжению U ; в) сопротивление движению воды R_0 подобно электрическому сопротивлению R .

Установив подобие между течением жидкости (воды) по руслу канала и электрическим током в цепи, приступаем непосредственно к анализу условия предложенной задачи.

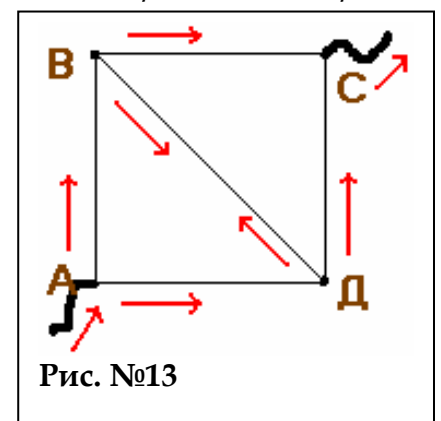
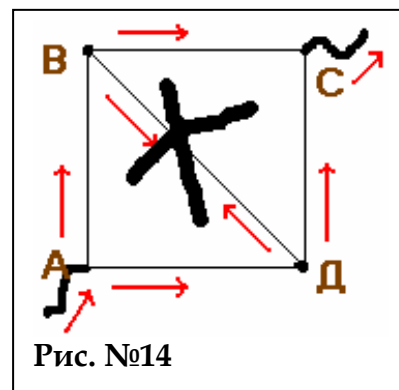


Рис. №13

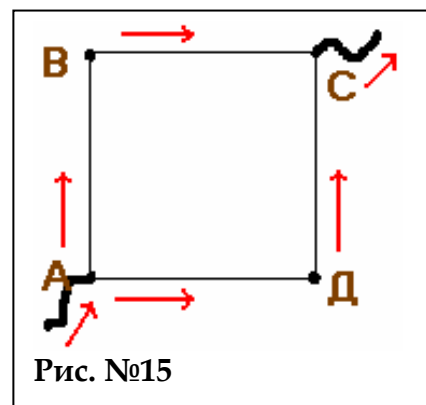
Проведенная аналогия придает нашим рассуждениям ту степень наглядности, которая отсутствует в абстрактных рассуждениях, сообщая им определенный смысл, понятный учащимся даже на первой ступени обучения физике. Следует помнить, что данная наглядность особого рода: не иллюстративная (чертежи, схемы, предметные модели), а теоретическая. Она придает нашим рассуждениям стройность и простоту, даже при оперировании понятиями, оторванными от своего материального носителя (сила тока, напряжение и т.д.) и потому усваиваемым учащимися чаще всего формально.

Вода, втекающая из русла реки в канал (точка А), делится на 2 одинаковых потока (АВ и АД), потому что из условия задачи нам известно, что звенья каркаса имеют одинаковое сопротивление, то есть одинаковы с электрической точки зрения (при одинаковом напряжении через них течет одинаковый ток). В точке В канал делится снова на 2 абсолютно одинаковых русла ВД и ВС, так же, как и в точке Д (русла ДВ и ДС). Русла канала ВС и ДС соединяются в точке С, являющейся истоком новой реки, а русла ВД и ДВ совпадают, то есть являются одним руслом (Рис. №13).

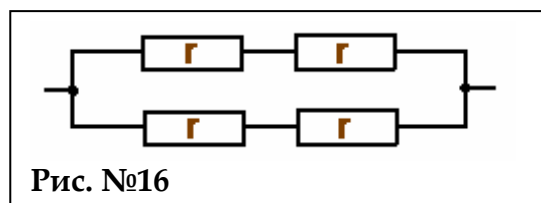


Звенья каркаса АВ и АД имеют одинаковое сопротивление r , и по ним течет одинаковой силы ток I . Следовательно, напряжение $U = Ir$ на участках цепи АВ и АД одинаково. Соответственно перепад уровней воды в руслах АВ и АД один и тот же. Так как каналы начинаются на одной высоте h_1 , то концы русел находятся так же на одной высоте h_2 . Так как через них за одно и то же время протекает жидкость одинаковой массы, то уровень воды в них одинаковый. Давление в сообщающихся сосудах, заполненных однородной жидкостью на одном и том же уровне, одинаково. Поэтому канал ВД, соединяющий точки В и Д, находящиеся на одной высоте, хоть и будет заполнен водой, но водой неподвижной, застоявшейся. Последний образ важен, не только из-за своей наглядности, но и с точки зрения методологической целесообразности, о которой речь пойдет ниже.

Вывод очевиден – электрический ток через звено ВД каркаса течь не будет (Рис. №14). Поэтому электрическое сопротивление этого звена будет равно нулю, так как оно никакого действия на протекание тока по каркасу не оказывает, его можно из цепи удалить (Рис. №15) и это никак не скажется на электрических свойствах данной цепи.



После этой операции, нахождение электрического сопротивления данного каркаса уже не представляет трудности. Эквивалентная электрическая схема изображена на рисунке №16. Мы имеем два параллельных участка, каждый имеет сопротивление $2r$ (при последовательном соединении полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных элементов этой цепи). Следовательно, полное электрическое сопротивление каркаса равно r (чтобы найти полное сопротивление электрической цепи, состоящей из одинаковых параллельных участков, нужно сопротивление одного участка разделить на их количество, то есть на 2).



Для углубления понимания физической картины изучаемого процесса и самого метода аналогии полезно задать после решения этой задачи такой вопрос: «Ударит ли вас электрическим током при случайном или умышленном касании указанного участка цепи, если электрический ток через звено ВД каркаса не течет (смотри Рис. №14)?» Отрицательный ответ является указанием на серьезное недопонимание метода аналогии или, что ещё хуже, на формальное его усвоение.

Разберемся в чем же тут дело. Тело человека является проводником или, если говорить на языке гидродинамической аналогии, руслом канала или реки. Как мы уже в свое время заметили канал (звено каркаса) **ВД** заполнен непроточной водой. Наше прикосновение к участку **ВД** это то же самое, как если бы дамбу канала разрушило взрывом. Вода, заполняющая канал устремилась бы в прорыв, сметая все на своем пути! То есть, нас ударит электрическим током.

Излишняя эмоциональность изложения является необходимым условием улавливания сути метода аналогии – придание наглядности абстрактным теоретическим рассуждениям. Исходя из особого характера наглядности, предлагаемой методом аналогии, эмоциональный фон позволяет на основе впечатлений сформировать более глубокое представление о сущности протекающего явления.

Следующая цепь (Рис. №6) обычно не вызывает затруднений в отличие от 3 каркаса (Рис. №7). Поэтому перейдем сразу к нему. Если ход рассуждений ведется формально, то проблема, стоящая перед учеником, имеет такой вид: «Как соединены участки цепи **ВО** и **ОД**, **ЛО** и **ОК**? Последовательно или параллельно? А если не последовательно и не параллельно, то как?» Искать ответ в самой схеме (Рис. №7), различным образом трансформируя её, бесперспективно.

В центре внимания должна лежать сущность явления – протекание электрического тока по каркасу. Первым делом необходимо разобраться, по каким звеньям течет ток, а по каким нет. А если окажется, что по данному участку цепи электрический ток всё же течет, то нужно выяснить, в каком направлении.

Хорошим подспорьем в поиске ответов на эти вопросы является метод аналогии. Уподобим данную цепь сети каналов, по которым течет вода. Наиболее вероятные направления течения воды: **АВСДЕ**, **АЛМКЕ**, **АВОДЕ**, **АЛОКЕ**, **АВОКЕ**, **АЛОДЕ**. Они имеют одно и то же начало (исток) и конец (устье). Все они состоят из четырех одинаковых каналов. С формальной точки зрения они абсолютно равновероятны. Конечно, можно предложить для рассмотрения и другие, хоть и менее вероятные (шестиканальные русла), направления течения воды: **АВСДОКЕ**, **АЛМКОДЕ**, и т.д.

Направления **АВСДЕ** и **АЛМКЕ** бесспорны. Нам остается понять, куда всё же течет вода в канале **ДО** от точки **Д** к **О** или от точки **О** к **Д** (соответственно в канале **ОК** от точки **О** к **К** или от точки **К** к **О**).

Вода в точке **О** делится на 2 одинаковых русла **АВ** и **АЛ** (следует из симметрии схемы), каждое из которых снова дробится на 2 одинаковых, но менее полноводных потока (по той же причине). Предполагаемые направления указаны на рис. №17. Так как по участкам цепи **АВ** и **АЛ** течет одинаковый силы ток **I** (следует из аналогии) и их электрические сопротивления **r** тоже одинаковы (из условия задачи), то напряжения **U** на этих участках равны между собой. Следовательно, перепад уровней воды на соответствующих каналах тоже одинаков, т.е. пункты **В** и **Л** находятся на одном уровне. Продолжая рассуждать в том же ключе мы выясним, что пункты **С**, **О** и **М** находятся на одном уровне, но ниже, чем пункты **Б** и **Л**. А пункты **Д** и **К** расположены ещё ниже, чем **С**, **О** и **М**. Вода в гравитационном поле Земли течет с верхнего уровня на нижний, поэтому в канале **ДО** вода течет от точки **О** к **Д**, а в канале **ОК** от точки **О** к **К** (Рис. №18).

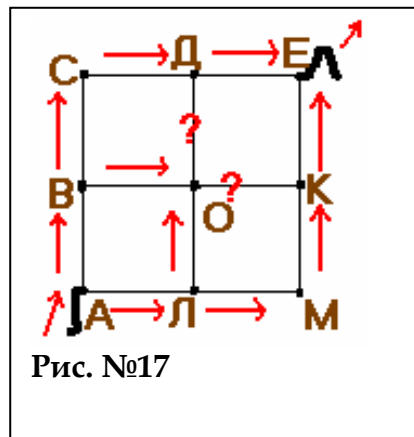


Рис. №17

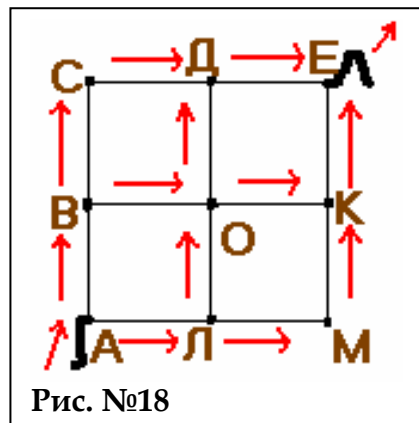


Рис. №18

Осталось выяснить, возможно ли течение воды по каналам **ВОК** и **ЛОД**. Вода практически несжимаема, то есть упруга. Когда два потока воды сталкиваются в пункте соединения каналов **О**, то в момент удара они сожмутся (в них возникнут силы упругости), а потом оттолкнутся. Два потока **ВО** и **ЛО** в точке **О** не пересекаются и не смешиваются. Вода течет по каналам **ВОД** и **ЛОК** так, как будто они не соединяются в точке **О** (Рис. №19).

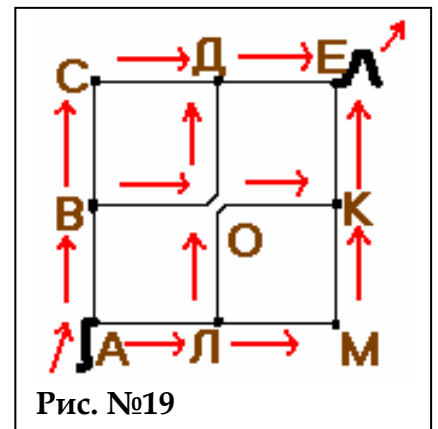


Рис. №19

Заменив потоки воды соответствующими электрическими токами, мы можем теперь перейти к формализации электрической цепи. С этой целью, заменим звенья цепи условными обозначениями резисторов, имеющих то же по модулю значение сопротивления, и трансформируем электрическую цепь к удобному для прочтения виду (Рис. №20). Не трудно подсчитать, что данная цепь имеет сопротивление $1,5 r$.

Для научного прогресса аналогия является не только неизбежным инструментом. О роли аналогий достаточно убедительно говорит Д. Поиа: «Аналогия, по-видимому, имеет долю во всех открытиях, но в некоторых она имеет львиную долю». Понятно, насколько важно приобрести навыки в поисках аналогии в самых разнообразных ситуациях. И чем неожиданней и отдаленней области знания, между которыми обнаружено сходство, тем важнее их роль в становлении теоретического мышления учащихся.

чрезвычайно ценным, но и

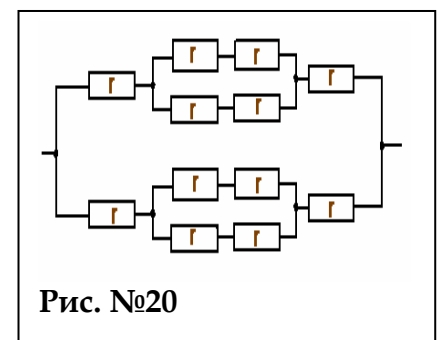


Рис. №20

С помощью гидродинамической аналогии можно найти сопротивления и более сложных электрических цепей. Примеры таких заданий приведены ниже.

Задача №1

Определите сопротивления бесконечных электрических цепей, изображенных на рисунках №21 – 23.

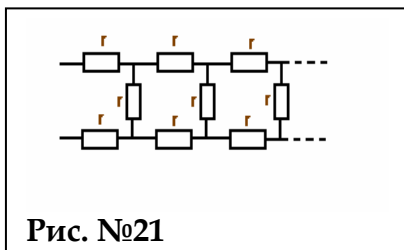


Рис. №21

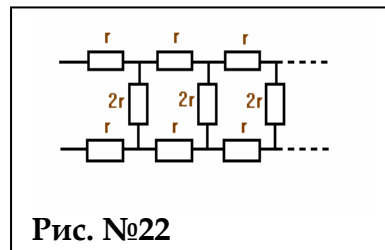


Рис. №22

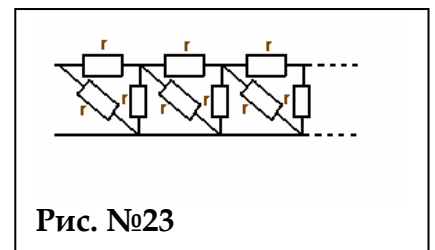


Рис. №23

Задача №2

Определите сопротивление бесконечных электрических цепей, изображенных на рисунках №24 – 25. Сопротивление каждого следующего звена цепочки возрастает в одно и то же количество раз.

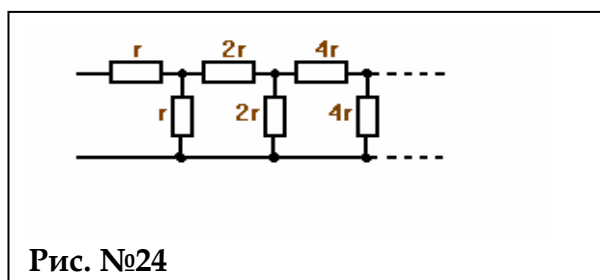


Рис. №24

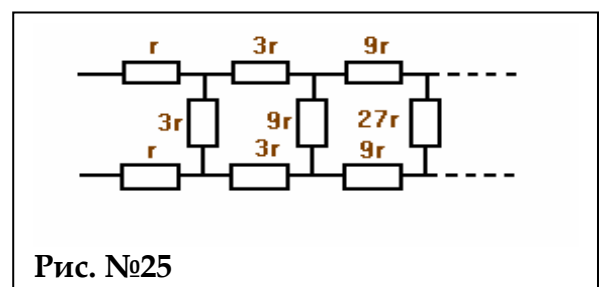
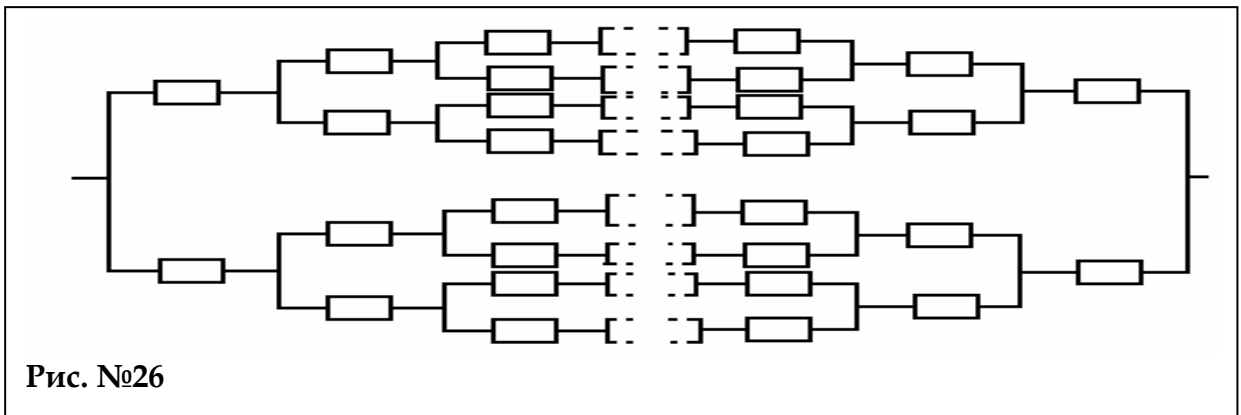


Рис. №25

Задача №3

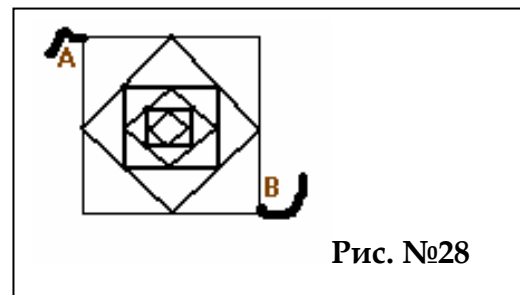
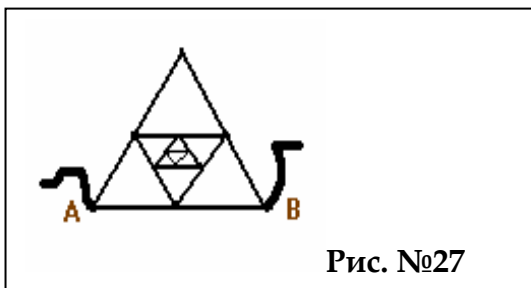
Определите сопротивления бесконечной электрической цепи, изображенной на рисунке №26 в случаях: а) все резисторы имеют одинаковые сопротивления; б) сопротивление каждого



следующего после разветвления резистора уменьшается в k раз.

Задача №4

Найти сопротивление R между точками A и B каркаса, изготовленного из тонкой однородной проволоки. Число последовательно вложенных фигур считать стремящимся к бесконечности. Сопротивление стороны большей фигуры равно r . Рассмотреть случаи, когда этими фигурами являются: а) равносторонний треугольник (Рис. №27); б) квадрат (Рис. №28).



Пр

иведем примеры наиболее содержательных аналогий, которые целесообразно рассмотреть в школьном курсе физики.

Аналогия между законом всемирного тяготения Ньютона и основным законом электростатики Кулона

Аналогия свойств

Гравитационное поле	Электростатическое поле
1.Источник поля – тела имеющие массу m .	1.Источник поля – тела имеющие заряд q .
2.Тела, имеющие массу, притягиваются друг к другу.	2.Тела, имеющие заряд, притягиваются друг к другу или отталкиваются.
3.Поле, существующее вокруг тела обладающего массой, убывает с расстоянием от него.	3. Поле, существующее вокруг тела обладающего зарядом, убывает с расстоянием от него.

Аналогия отношений

<i>Гравитационное поле</i>	<i>Электростатическое поле</i>
<p>1. Массы замкнутой системы тел равна сумме масс тел, входящих в замкнутую систему тел ($m=m_1+m_2+m_3+\dots$).</p> <p>2. Сила взаимодействия между материальными точками прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.</p> <p style="text-align: center;">$F=Gm_1m_2/r^2$</p>	<p>1. Заряд замкнутой системы тел равен сумме зарядов тел, входящих в замкнутую систему тел ($q=q_1+q_2+q_3+\dots$).</p> <p>2. Сила взаимодействия между точечными зарядами прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.</p> <p style="text-align: center;">$F=k q_1 q_2 /r^2$</p>

Различия в свойствах

<i>Гравитационное поле</i>	<i>Электростатическое поле</i>
<p>1. Массы любых тел одинаковы по своим свойствам.</p> <p>2. Гравитационное взаимодействие достаточно слабое. Оно становится заметным лишь при очень больших массах m взаимодействующих тел и небольшом расстоянии r.</p>	<p>1. Заряды бывают двух видов: положительные и отрицательные.</p> <p>2. Электромагнитное взаимодействие во много раз (10^{20}) превосходит по интенсивности гравитационное взаимодействие.</p>

Вывод: а) масса тела m аналогична заряду тела q ; б) гравитационное поле аналогично электростатическому полю.

Аналогия №1

Электрическое поле внутри полого заряженного проводника отсутствует.

Следовательно, внутри полого массивного тела гравитационное поле тоже отсутствует.

Аналогия №2

Сила, действующая на материальную точку, находящуюся в гравитационном поле, созданном несколькими материальными точками, равна геометрической сумме сил всемирного тяготения, действующих на неё со стороны этих зарядов.

Следовательно, сила, действующая на точечный заряд, находящийся в электрическом поле, созданном несколькими точечными зарядами, равна геометрической сумме сил, действующих на него со стороны этих зарядов.

И т.д.

Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями

Аналогия свойств

<i>Механические колебания</i>	<i>Электромагнитные колебания</i>
-------------------------------	-----------------------------------

<p>1.Периодическое изменение направления движения тела в пространстве.</p> <p>2.Возвращение тела к положению равновесия вызывается силой F пропорциональной смещению тела x от положения равновесия.</p> $F_x = -kx$ <p>3.Тело, обладающее массой m, постепенно изменяет свою скорость под действием силы F в следствие своей инертности. Чем больше инертность (масса m) тела, тем медленнее изменяется скорость тела V.</p> $a = F/m$	<p>1.Периодическое изменение направления движения электронов в колебательном контуре.</p> <p>2.Разрядка конденсатора (появление тока) обусловлена напряжением U между пластинами конденсатора, которое пропорционально заряду q.</p> $U = q/C$ <p>3.Электрический ток в колебательном контуре изменяется (убывает или возрастает) постепенно, в следствие его индуктивности. Чем больше индуктивность L контура, тем медленнее изменяется сила тока I.</p> $\Delta I/\Delta t = U/L$
---	--

Аналогия отношений

Механические колебания	Электромагнитные колебания
<p>1.Потенциальная энергия E_p упруго деформированного тела прямо пропорциональна жесткости тела k и квадрату абсолютной деформации тела x.</p> $E_p = kx^2/2$ <p>2.Кинетическая энергия E_k тела прямо пропорциональна его массе m и квадрату его скорости V.</p> $E_k = mV^2/2$	<p>1.Энергия электрического поля $E_э$ между обкладками конденсатора прямо пропорциональна квадрату заряда q на его обкладках и обратно пропорциональна его емкости C.</p> $E_э = q^2/2C$ <p>2.Энергия магнитного поля E_m катушки прямо пропорциональна её индуктивности L и квадрату силы тока I.</p> $E_m = LI^2/2$

Различия в свойствах

Механические колебания	Электромагнитные колебания
<p>1.Механические колебания – это периодическое изменение положения тела в пространстве и соответствующее периодическое изменение характеристик (скорость, ускорение и т.д.) этого движения.</p>	<p>1.Электромагнитные колебания – это периодическое изменение направления движения электронов в колебательном контуре и соответствующее периодическое изменение характеристик (сила тока, заряд) этого движения.</p>

Вывод: а) смещение x аналогично заряду q ; б) скорость V аналогична силе тока I ; в) ускорение a аналогично изменению силы тока $\Delta I/\Delta t$; г) масса m аналогична индуктивности L ; д) жесткость пружины k аналогична величине обратной емкости $1/C$.

Аналогия №1

Период колебания пружинного маятника находится по формуле $T = 2\pi(m/k)^{1/2}$.

Следовательно, период электромагнитных колебаний в контуре можно найти по формуле $T = 2\pi(LC)^{1/2}$.

Аналогия №2

Изменение координаты колеблющегося тела можно найти по формуле $x=A \sin(\omega t)$.

Следовательно, изменение заряда на обкладках конденсатора находится по формуле $q=q_m \cos(\omega t)$.

Можно проводить и другие аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями, но лишь в той области, где подобие установлено с большой степенью достоверности.

Место метода аналогии на учебных занятиях по физике

Сам по себе метод ни плох, ни хорош. Да, действительно, аналогии, проведенные между изученной областью знания и исследуемой, являются продуктивным способом формирования гипотез. Глубокая, касающаяся сути изучаемого явления, аналогия способна указать путь решения возникшей проблемы познания как ученому, работающему в лаборатории, так и ученику, сидящему за школьной партой. Но это знание не точное, а вероятное.

Поэтому главная проблема, возникающая перед учителем в процессе обучения - «пройти между Сциллой и Харибдой» - научить не бояться рискнуть, опереться в некоторых случаях на интуицию, чутье, и, в тоже время, быть предельно критичным к самому себе и к своей работе.

Необходимость целенаправленного обучения методу аналогии на уроках физики очевидна:

- во-первых, метод аналогии является способом, наводящим на соображения по поводу той или иной учебной проблемы, подспорьем интуиции;
- во-вторых, проведение аналогии между областями знания, открытыми для наблюдения и теми областями, где наглядность в привычном смысле этого слова отсутствует, позволяет увидеть незримое и неосозаемое мысленно;
- в-третьих, данный метод является неотъемлемым структурным компонентом любой формы научного моделирования;
- в-четвертых, проведение аналогий между различными областями знания делает это знание более системным и компактным.

Обучение данному методу возможно на любой ступени обучения физике, особенно в тех разделах, где уровень знаний недостаточен для глубоких и содержательных обобщений (гидродинамическая аналогия при изучении темы «Электрический ток» в 8 классе) или он излишне абстрактен (аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями в 11 классе).

К подбору аналогий надо относиться очень осторожно. Известно много ненаучных аналогий, основанных на чисто внешнем сходстве и не только не отражающих сущность явлений, но явно искажающих её. Такой ненаучной аналогией является аналогия поверхностного слоя жидкости с резиновой пленкой, процесса передачи теплоты с процессом движения жидкости (теплорода) и т.д.

Обучение учащихся данному методу позволяет повысить их творческую раскрепощенность, интуицию. А также приучает детей осмысливать возникшие проблемы не формально, а через постижение их естественной сути, то есть мыслить теоретически. Наибольших успехов в познании удастся достигнуть в тех случаях, когда аналогия применяется не стихийно, а осознанно.

Моделирование на учебных занятиях по физике

Место моделирования в естественнонаучном познании

«Познание есть вечное приближение мышления к объекту. Отражение природы в мысли человека надо понимать не мёртво, не абстрактно, не без движения, не без противоречий, а в вечном процессе движения, возникновения противоречий и разрешения их». (В.И.Ленин)

Искусство – музыка, поэзия, живопись своими средствами как-то отражают окружающий нас мир, пытаясь воссоздать ассоциации, передать его красоту и сложность. Цель искусства – создание эмоциональной атмосферы, которую человек переживает в момент слияния с природой.

Наука намного примитивнее. Она грубо упрощает реальное, выделяя каждый раз только одну ограниченную группу явлений и полностью игнорируя остальные. Цель науки – создание точного и универсального механизма раскрытия сути природных явлений.

Приступая к изучению природного явления на основе глубокого обобщения эксперимента можно выделить, с точки зрения исследователя, исходные определяющие понятия, сформулированные на языке математики, позволяющие точно выявить и описать взаимосвязи данной задачи. После замены «очевидных» свойств, окружающих нас тел и процессов, строгими, но упрощенными по отношению к исходному природному явлению научными формулировками – моделями, удаётся сделать математическое описание точным, но только в строго ограниченной области, где справедливы исходные упрощения, на основе которых модель строилась. По мере уточнения наших знаний и выяснения роли ранее не учитывавшихся факторов удаётся сделать математическое описание изучаемого процесса более полным. Процедуру уточнения нельзя ограничить, как нельзя ограничить развитие самого знания. Естественно, что при более полном описании интересующего нас явления нам приходится привлекать новые средства математического описания, новые понятия, использовать новые формулы.

Хорошо известно, что для одного и того же явления можно предложить неограниченно много математических моделей. Например, для описания и для объяснения явления распространения света были созданы три математических модели, основанные на различных предположениях о природе света. В результате имеются такие модели: геометрическая (корпускулярная), волновая, электромагнитная. Каждая модель имела строго ограниченную область применения, за пределами которой она уже была способна объяснить наблюдаемое явление. Причем каждая из этих моделей являлось более общей по отношению к предшествующей.

Модель явления не тождественна самому явлению, она даёт лишь некоторое приближение к его пониманию. Эта модель может быть, на первый взгляд, и очень грубой и, тем не менее, давать вполне удовлетворенное приближение к действительности. Вспомним, что небесная механика со времен Ньютона исходила из такой модели: Солнце и планета представляют собой материальные точки с соответственными массами, и между ними действуют силы тяготения согласно закону $F = Gm_1m_2/r^2$, где F – это сила тяготения между небесными телами с массами m_1 и m_2 и расстоянием между ними, равным r , G – постоянная тяготения. Материальные точки, моделирующие планеты, расположены в их центрах тяжести.

Как ни груба эта модель, она вполне удовлетворительно описывает движение планет и даёт возможность заранее просчитывать их взаимное расположение на небесной сфере.

За последние два столетия она однажды дала возможность предсказать наличие в солнечной системе неизвестных планет. В 1846 г. в результате вычислений, выполненных независимо друг от друга У. Лаверье Дж. Адамсом, была открыта планета Нептун. В 1930 г. тем же путем П. Лоуелл открыл девятую планету – Плутон.

Это модель продолжает служить познанию и теперь, в эпоху космических исследований. Однако отсюда совсем не вытекает, что она будет достаточна всегда и во всех случаях, которые возникнут в науке. Собственно, и теперь имеется задачи, в которых эта модель оказалась недостаточной. Так, например, ньютоновская модель Солнечной системы не смогла объяснить возмущений в движении планеты Меркурий. Это позволила сделать модель теории относительности А. Эйнштейна.

Математическая модель является основой математически оформленной теории того и иного явления. Математическая модель перечисляет те свойства объекта, которые будут положены в основу его математической теории. Это еще не теория, а только перечисления тех предпосылок, на базе которых будет строиться теория. В только что приведенном примере – модели Солнечной системы, которую используют в небесной механике, перечислены эти предпосылки: 1) планеты считаются материальными точками с массами, равными массам планет, 2) Солнце также считается материальной точкой с соответствующей массой, 3) между этими материальными точками действуют силы притяжения, вычисляемые по закону Ньютона.

Технология моделирования

Модель строится так, чтобы дать ответ на конкретные вопросы. Главное в модели – выбор тех объектов, их свойств и отношений, от которых зависит результат решения одной конкретной задачи. Человек осуществляет этот выбор на основе интуиции, позволяющей посмотреть на задачу извне, частично предугадать результаты её решения. После задания модели, следует важнейшее – интерпретация системы аксиом, то есть сопоставление ее с реальными процессами и явлениями, для описания которых она сформулирована.

Создания математической модели физического явления проходит несколько этапов:

1. Построение модели начинается с выбора объектов и существенных свойств, описывающих эти объекты. Эти свойства (характеристики) должны быть записаны на математическом языке в виде определенных переменных величин.

2. Следующий этап – выделение рассматриваемого объекта из окружения, которое осуществляется в форме предложения о действующих связях с окружающими объектами (замена силами и потоками действия на него других тел и процессов)

3. Если модель строится заново, то необходима рефлексия относительно того, сохраняют ли окружающие понятия и наиболее существенные свойства излучаемого объекта свой привычный смысл в новой постановке задачи или нужны новые уточнения, в том числе и экспериментальные.

4. Далее необходимо задать отношения между выбранными переменными с учетом тех требований и ограничений их применения, которые накладывают на них законные сохранения энергии, импульса и так далее. Необходимо выяснить, как именно с учетом вышеприведенных требований к переменным их удобно и нужно применять в данной задаче, какие переменные считать независимыми, а какие зависимыми.

5. Следующий этап в построении модели более привычен: задаются определяющие уравнения; выбирается приближение, в котором они записываются; проверяется соответствие переменных и параметров выбранным уравнениям; проводится, если в это

есть необходимость, корректировка системы определяющих переменных на основе требований уравнений. С учетом уравнений проверяются границы допустимых численных значений переменных и параметров, удовлетворяющих предпосылкам, лежавшим в основе вывода уравнений. Проверяется, что система уравнений полностью описывает задачу, или, как говорят, замкнута. В соответствии с проведенным в пункте 2 выделением модели из окружения задаются условия на границах и в начальный момент времени.

Перечисленная совокупность шагов определяет процесс создания модели. Но из нее не следует (даже в случае очевидных постановок задач в традиционных областях), что модель для данной задачи будет верна. Только после полного решения задачи, сопоставления результатов со сведениями, выходящими за рамки модели, или с экспериментальными данными, можно утверждать, что модель построена правильно.

Методы моделирования

На современном этапе развития науки различают два различных подхода к моделированию:

- Создание материальных моделей, которые состоят из вещественных элементов и реально функционируют по определенным естественным законам. Они предназначены для воспроизведения структуры объекта, характера протекания и сущности рассматриваемого физического процесса. *Например, действующая модель электродвигателя, модель крыла самолета, пространственной решетки кристалла и т. д.*

- Создание идеальных моделей, которые конструируются мысленно. Их можно фиксировать с помощью рисунков, мультипликации, компьютера, определенных символов. Однако все преобразования элементов осуществляется в этом случае лишь в сознании человека по логическим, математическим, физическим правилам и законам. *Например, материальная точка, идеальный газ, луч и т. д.*

В данной работе мы под моделированием подразумеваем процесс создания именно идеальных моделей.

Методика моделирования на уроках физики

Рассмотрим её на простом примере.

А. П. Рымкевич «Сборник задач по физике» Задача №305 (2001 г.): «На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила притяжения шнура во время движения?»

1. Объектами данной модели являются оба груза, блок и шнур, перекинутый через блок, к концам которого привязаны грузы. Основными существенными свойствами грузов и определяющих их переменных являются масса m_1 и m_2 , объем V_1 и V_2 . Для нити ее длина L и масса m_3 , а для блока его радиус R и, конечно, масса m_4

2. Данная система тел находится на поверхности Земли и поэтому на данные тела оказывает действие Земля и окружающий воздух. Это действие мы трактуем так: на данные тела действует сила тяжести F_m и сила сопротивления воздуха F_c .

3. Данная модель является первой, и поэтому этот этап мы исключаем из рассмотрения.

4. Сама постановка задачи указывает, что определяющими переменными здесь являются массы грузов $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,2$ кг, а остальные тела и, соответственно, определяющие их переменные не должны играть существенной роли. А на каком основании?

Строить модели и оперировать ими можно как средствами «формульной» математики, так и средствами мысленного экспериментирования – математикой

«картинок», требующей ясности мысли и отчётливости суждений. Для этого надо представить себе тела, которых вообще не существует в реальности и провести над ними эксперимент в уме. Дело в том, что все понятия, являются не эмпирическими, а рациональными, то есть они не берутся нами из чувственного опыта, а являются творческими произведениями человеческого разума. Для того, чтобы ввести их в расчёты, необходимы идеальные представления, например, представления, об идеально гладкой поверхности, идеально круглом шаре и тому подобное.

Такие представления называются идеализациями. Исторически мысленные построения, мысленные эксперименты, как правило, предшествовали формальной логике доказательств и были (и остались) одним из основных средств теоретического рассмотрения обнаруживаемых в природе закономерностей. Значение представления, связанного с проведением мысленного (идеального) эксперимента, хорошо объясняют в своей книге «Эволюция физики» А. Эйнштейн и Л. Инфельд: «Физические понятия суть свободные творения человеческого разума и не однозначно определены внешним миром, как это иногда может показаться. В нашем стремлении понять реальность, мы отчасти подобны человеку, который хочет понять механизм закрытых часов. Он видит циферблат и движущиеся стрелки, даже слышит тиканье, но он не имеет средств открыть их корпус. Если он остроумен, он может нарисовать себе некую картину механизма, которая отвечала бы всему, что он наблюдает, но он никогда не может быть уверен в том, что его картина единственная, которая могла бы объяснить его наблюдения. Он никогда не будет в состоянии сравнить свою картину с реальным механизмом, и он не может даже представить себе возможность или смысл такого сравнения. Но он, конечно, уверен в том, что по мере того, как возрастает его знание, его картина реальности становится всё проще и проще и будет объяснять всё более широкий ряд его чувственных восприятий. Он может также верить в существование идеального предела знаний и в то, что человеческий разум приближает этот предел. Этот идеальный предел он может назвать объективной истиной».

Представление и воображение (создание и использование образов) имеет в науке большое значение, но в отличие от искусства это не конечная, а промежуточная цель исследования. Главная цель науки – выдвижение гипотез и теория как эмпирически подтверждённая гипотеза.

А теперь вернёмся к задаче с блоками. Ведь на каком-то основании в задаче существенными являются лишь значения масс грузов, а все остальные величины опущены. В этой формулировке задача является явно программированной, то есть достаточно тривиальной. Такой её сделал процесс познания, кропотливый труд множества учёных. Попробуем восстановить в общих чертах процесс зарождения гипотезы о движении связанных тел через блок. Непременно хочется подчеркнуть, что интерес к этой проблеме рождается не в умах учёных, а идёт от практических потребностей развивающейся промышленности – от практики человеческой деятельности.

Воспользуемся принципом непрерывности «благодаря которому тотчас и с первого взгляда можно выяснить ошибочность многих непоследовательных мнений, даже без детального исследования фактов» (В. Лейбниц).

«Этот принцип может быть сформулирован следующим образом: когда различие между двумя случаями, представляющимися в том, что дано или допускается, может уменьшаться таким образом, что оно становится меньше всякой величины, то необходимо, чтобы и различие между соответствующими случаями, представляющимися в искомым или в выводах, вытекающих из того, что дано или допускается, уменьшалось

таким образом, чтобы оно становилось меньше всякой величины. Или, выражаясь яснее: когда случаи (или данные) приближаются друг к другу так, что наконец один переходит в другой, то необходимо, чтобы в соответственных следствиях или выводах (или в искомым) происходило то же самое. Это вытекает из ещё более общего принципа: когда данные следуют одно за другим в определённом порядке, то и искомые следует одно за другим в определённом порядке» (В. Лейбниц).

Итак, когда мы начали строить математическую модель движения связанных тел через блок, мы объектами данной модели, играющими решающую роль, посчитали блок, нить и два груза. Существенными основными свойствами, влияющими на решение задачи, мы так же посчитали их массы, длину нити, радиус блока и объём грузов. Попробуем предугадать ответ и выяснить основные контуры строящейся модели, то есть выбрать из этого набора определяющих, с нашей точки зрения, переменных (масса, объём, длина, радиус) ещё более определяющие, те, которые преимущественно определяют движение грузов на нити, перекинутой через блок:

Картина первая. Если мы на нити укрепим грузы одинаковой массы, то система останется в покое. Что её сделало таковой? Масса грузов. Что является причиной того, что ускорение грузов равняется нулю? И опять ответ тот же - масса грузов, а именно, равенство их масс. Следовательно, если равно нулю следствие (ускорение движения грузов), то должна отсутствовать и причина вызывающая ускоренное движение грузов. А какова же эта причина?

Картина вторая. Теперь мы подвешиваем грузы разной массы, но мало различающиеся по величине. Что мы увидим? Более тяжёлый груз начнёт опускаться, а более лёгкий, увлекаемый им, начнёт подниматься. И чем больше разница масс между ними, тем с большим ускорением начнут двигаться грузы, несмотря на тормозящее действие, более лёгкого груза. Очевидно, что причиной ускорения является разность масс грузов. Но разность каких масс - гравитационных или инертных? (Данное разделение масс ввел ещё И. Ньютон). Причиной того, что грузы начинают двигаться с ускорением является земное притяжение (гравитация). И поэтому мы делаем первый вывод: ускорение движения грузов прямо пропорционально разности гравитационных масс грузов:

$$a \sim (m_1 - m_2) \text{ так как по условию задачи } m_1 > m_2.$$

Какова роль в движении грузов инертной массы этих грузов? Чем больше инертная масса грузов, тем труднее изменить их скорость, тем меньше ускорение движения этих грузов, следовательно, мы можем сформулировать второй вывод:

$$a \sim 1/(m_1 + m_2)$$

Как же так? Мы получим явное противоречие: ускорение, одновременно, прямо пропорционально разности масс грузов и обратно пропорционально сумме масс этих же грузов. Но это противоречие кажущееся, потому что мы в каждом из этих случаев имеем дело с разными по определению массами: инертной и гравитационной. И каждая из масс, инертная и гравитационная, одного и того же груза оказывает на характер движения своё, отличное по содержанию, влияние в каждом конкретном случае.

Полученные выводы не противоречат первому мысленному эксперименту: если гравитационные массы грузов равны, то равна нулю разность их масс:

$$(m - m) = 0.$$

Следовательно, ускорение движения грузов равно нулю: $a = 0$. Раз отсутствует причина вызывающая ускоренное движение грузов, то инертная масса грузов обеспечивает их состояние покоя бесконечно долго.

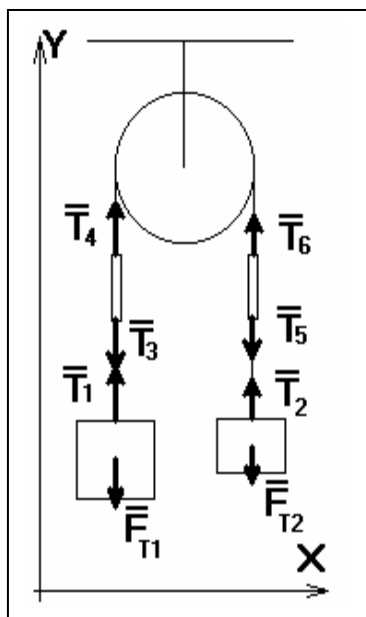
Картина третья. Пусть масса первого груза начнет постепенно, но неудержимо увеличиваться до бесконечности. А это означает одно - действие гравитационной и инертной массы второго груза будет играть всё меньшую роль с ростом гравитационной и инертной массы первого. И в тот момент, когда масса груза станет во много больше массы второго груза, влиянием малого груза на движение можно будет пренебречь. И ничего уже движению первого

груза мешать не будет, а оно находится в падении, и в падении свободном. Величина ускорения свободного падения хорошо известна: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Но не стоит забывать о роли гравитационной и инертной массы связанных грузов – она растёт.

Попытаемся согласовать результаты всех трёх мысленных экспериментов и попробуем подобрать формулу, которая удовлетворяла бы всем трём результатам.

$$\left\{ \begin{array}{l} a \sim (m_1 - m_2) \\ a \sim 1/(m_1 + m_2) \\ a \approx g \end{array} \right.$$

Так как $m_1 \gg m_2$, следовательно, можно провести некоторые упрощения



$$\left\{ \begin{array}{l} a \sim m_1 \\ a \sim 1/m_1 \\ a \approx g \end{array} \right.$$

Единственно возможное соединение противоречащих друг другу утверждений, с учетом размерности, входящих в него величин, таково:

$$a \approx (m_1/m_2)g$$

А если быть более точным и не пренебрегать влиянием на движение малого груза, то:

$$a \sim ((m_1 - m_2)/(m_1 + m_2))g$$

Даже поверхностный анализ полученной формулы говорит, что она очень хорошо согласуется с результатами всех трёх мысленных экспериментов. Двинемся дальше.

Картина четвертая. Начнём обратный процесс: будем уменьшать постепенно, но также неотвратно, массу первого

груза до нуля. В этом случае, направление движения грузов поменяется на противоположное. Когда масса первого груза станет во много раз меньше массы второго, то движение второго груза практически не будет отличаться от свободного падения. Рассуждая по аналогии с третьим мысленным экспериментом, делаем легко предугадываемый вывод:

$$\left\{ \begin{array}{l} a \sim m_1 - m_2 \\ a \sim 1/(m_1 + m_2) \\ a \approx g \end{array} \right.$$

Т. к. $m_1 \ll m_2$, следовательно

$$\left\{ \begin{array}{l} a \sim -m_2 \\ a \sim 1/m_2 \\ a \approx g \end{array} \right.$$

Это возможно лишь в том случае, если

$$a \sim -(m_2/m_2)g \sim ((m_1 - m_2)/(m_1 + m_2))g$$

Легко убедиться, что полученный результат удовлетворяет симметрии: от перемены грузов местами результат не изменится. А это хороший знак.

Так или не так рождаются гипотезы в каждом конкретном случае – нам не дано предугадать. Наша цель не в этом. Результатом мысленных экспериментов может быть угадывание формулы – искомого решения, а может формула и не будет угадана, но в любом случае становится

понятным, что определяющими движением переменными являются массы грузов. Все остальные величины менее существенны и поэтому могут быть заменены идеальными образами. Подчёркиваю, что это чисто волевой акт, в правомерности которого мы можем убедиться лишь по окончанию решения. Итак, перечислим предпосылки построения модели: нить невесома и нерастяжима, и проскальзывает по блоку без трения; грузы являются материальными точками.

Эти очевидные, на первый взгляд, упрощения дают очень серьёзные следствия. Рассмотрим их:

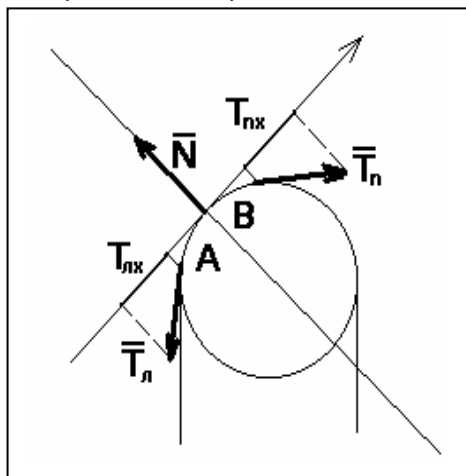
а) Нерастяжимость нити означает постоянство её длины. Поскольку грузы перемещаются только вертикально, то разность координат между двумя любыми точками нити, двигающейся вертикально, остаётся постоянной, то есть $x_2 - x_1 = \text{const}$. Следовательно, любые точки вертикальной части нити относительно друг друга покоятся, что возможно лишь в том случае, если данные точки в любой момент времени имеют одинаковые скорости: $\vec{V}_1 = \vec{V}_2$

Примечание: Печатными жирными символами выделены векторные величины, а курсивом скалярные величины.

Так как скорости любых точек левой или правой вертикальной части нити в начальный момент времени t_n равны \mathbf{V}_{H1} и \mathbf{V}_{H2} , причём $\mathbf{V}_{H1} = \mathbf{V}_{H2}$, а в конечный момент времени t_k скорость первой точки \mathbf{V}_{K1} , а скорость второй точки \mathbf{V}_{K2} и конечно же $\mathbf{V}_{K1} = \mathbf{V}_{K2}$, то ускорение первой точки равно ускорению второй точки вертикальной части нити. Это вытекает из самого определения ускорения $\mathbf{a}_1 = (\mathbf{V}_{K1} - \mathbf{V}_{H1}) / \Delta t$; $\mathbf{a}_2 = (\mathbf{V}_{K2} - \mathbf{V}_{H2}) / \Delta t$, где $\Delta t = t_k - t_n$ $\mathbf{V}_{H1} = \mathbf{V}_{H2}$; $\mathbf{V}_{K1} = \mathbf{V}_{K2}$.

Поскольку трение между блоком и нитью отсутствует - неподвижный блок не меняет модуль скорости движения любой точки нерастяжимой нити. Поэтому ускорение любой точки вертикальной части нити одинаково по модулю. Всё это позволяет сделать вывод: ускорение связанных тел и всех точек нити, двигающихся вертикально, одинаковы по модулю, то есть ускорение первого тела равно по модулю ускорению второго тела: $\mathbf{a}_1 = \mathbf{a}_2$.

б) На левую лучевую часть нити действуют силы \mathbf{T}_3 и \mathbf{T}_4 со стороны первого груза и блока. Согласно второму закону Ньютона, составим уравнение движения левой части нити $\mathbf{T}_4 + \mathbf{T}_3 = m_{лн} \mathbf{a}_{лн}$, где $m_{лн}$ и $\mathbf{a}_{лн}$ соответственно ускорение и масса левой части нити. Так как нить невесома, то есть $m_{лн} = 0$, тогда $\mathbf{T}_4 + \mathbf{T}_3 = 0$. Следовательно $\mathbf{T}_4 = -\mathbf{T}_3$. На основании третьего закона Ньютона, с какой силой тело действует на нить или часть нити, с такой же по модулю, но направленной противоположно силой действует нить на тело. Поэтому $\mathbf{T}_1 = -\mathbf{T}_3$.



Аналогично рассуждая для правой части нити, мы докажем, что $\mathbf{T}_6 = -\mathbf{T}_5$, а $\mathbf{T}_2 = -\mathbf{T}_5$. Из всего вышесказанного следует вывод, что натяжение левой вертикальной части нити по всей длине одинаково и равно $\mathbf{T}_л$. Так же натяжение правой вертикальной части нити по всей длине одинаково и равно $\mathbf{T}_п$.

в) Рассмотрим действие блока на нить. Выделим участок нити АВ. На данный участок нити действует сила реакции опоры \mathbf{N} со стороны блока, сила натяжения со стороны левой вертикальной части нити $\mathbf{T}_л$ и сила натяжения со стороны правой вертикальной части нити. Трением мы пренебрегаем. Запишем 2 закон Ньютона для

этого участка нити:

$$\mathbf{N} + \mathbf{T}_л + \mathbf{T}_п = m_{АВ} \mathbf{a}$$

так как нить невесома, то $m_{АВ} = 0$. Следовательно

$$\mathbf{N} + \mathbf{T}_л + \mathbf{T}_п = 0.$$

Проекция данного уравнения на ось x :

$$-T_L \cos \alpha + T_n \cos \alpha = 0$$

И наконец $T_L = T_n$.

Следовательно, неподвижный блок лишь меняет направление действия силы натяжения нити, но не изменяет её модуль, поэтому натяжение нити по всей длине одинаково. Окончательный вывод: сила натяжения, действующая на левый и правый груз, одинакова:

$$T_1 = T_2.$$

г) Так как грузы являются материальными точками, то их размеры при решении задачи не следует учитывать, а сила сопротивления воздуха зависит от площади поперечного сечения тел. Вывод таков – сила сопротивления воздуха F_c действующая как на первое тело так и на второе тело равна нулю: $F_{c1}=0$; $F_{c2}=0$. Дальнейшие упрощения невозможны, поэтому на данном этапе основные контуры построения модели завершены. Приступим к ее реализации.

5. Запишем второй закон Ньютона для первого тела и для второго,

$$1) \quad T_1 + F_{T2} = m_1 a_1 \quad (1 \text{ тело})$$

$$2) \quad T_2 + F_{T2} = m_2 a_2 \quad (2 \text{ тело})$$

Систему координат выберем так, чтобы ось OY была направлена вертикально вверх.

С учетом что $T_1 = T_2 = T_z$ и $a_1 = a_2 = a$, спроектировав на ось OY все векторы сил и ускорений, составим, согласно второму закону Ньютона, уравнения движения грузов.

$$\begin{cases} T - m_1 g = -m_1 a \\ T - m_2 g = m_2 a \end{cases}$$

Решая эту систему уравнений, найдем, что грузы движутся с ускорением.

$$a = (m_1 - m_2)g / (m_1 + m_2) \Rightarrow a = ((0,3 \text{ кг} - 0,2 \text{ кг})9,8 \text{ м/с}^2) / (0,3 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг}) = 1,96 \text{ м/с}^2$$

(с таким же ускорением движутся все точки нити).

Сила натяжения нити

$$T = 2m_1 m_2 g / (m_1 + m_2) \Rightarrow T = (2 * 0,3 \text{ кг} * 0,2 \text{ кг} * 9,8 \text{ м/с}^2) / (0,3 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг}) = 2,352 \text{ Н}$$

Проанализируем полученный ответ на соответствие его реальности:

а) если $m_1 = m_2 = m$, то система тел будет находиться в равновесии, проверим это:

$$a = ((m - m)g) / (m + m) = 0$$

б) если $m_1 \gg m_2$, то второй груз не будет оказывать практически никакого препятствия падению первого груза, то есть первое тело будет находиться в свободном падении. Проверим это:

$$a = ((m - m)g) / (m + m) \approx m_1 g / m_1 \approx g$$

Аналогичную картину мы будем наблюдать, если $m_2 \gg m_1$, только направление ускорения движения тел поменяет направление: $a \approx -g$.

На основании вышеприведённого анализа мы можем сделать вывод об удовлетворительности построенной модели для данной задачи.

Создание модели – важнейший этап познания, поскольку, когда она уже создана, нам известно, из каких предпосылок мы выводим следствия. В ходе опытной проверки у нас появляется возможность исследовать соответствие каждой из предпосылок реальности.

В другом конкретном случае, если шнур будет перекинут через массивное маховое колесо, то естественно предположить, что и оно наряду с грузами будет играть существенную роль. В результате потребуется уточнение модели, изменение системы упрощений.

Если возникнет необходимость заменить шнур резиновым жгутом, растяжимостью его уже нельзя будет пренебречь. В этом случае мы будем строить новую модель – вводить новые идеальные образы. Именно содержание проблемы определяет качество и уровень

математической модели. Процесс уточнения модели – процесс непрерывный, живой, творческий.

Как раз в этом и кроется различие между физическими и математическими моделями.

Математическая модель однозначно определена системой аксиом, лежащей в основе того или иного раздела математической теории, и для каждой задачи эта модель неизменна. Совсем другая картина с физическими моделями. Никто не может утверждать, что, например, система аксиом Ньютона или Эйнштейна полностью исчерпывает суть механических явлений, и что нет еще чего-то пока ускользающего от внимания ученых. Математик имеет дело только с идеальными объектами, а физик с реальными объектами, и степень упрощения (идеализации) в каждом конкретном случае сугубо авторская.

Иногда путают процесс моделирования какого-либо физического явления с процессом создания алгоритма решения задач на это же физическое явление. В чем же разница между моделированием явления и алгоритмом?

Если открыть энциклопедический словарь, то можно прочитать, что можно прочитать, что под алгоритмом понимается конечный набор правил для выполнения некоторой процедуры, удовлетворяющий трем основным требованиям:

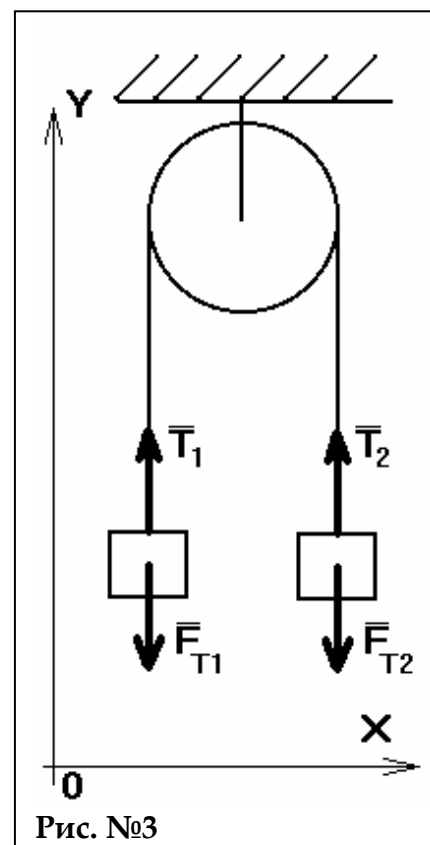
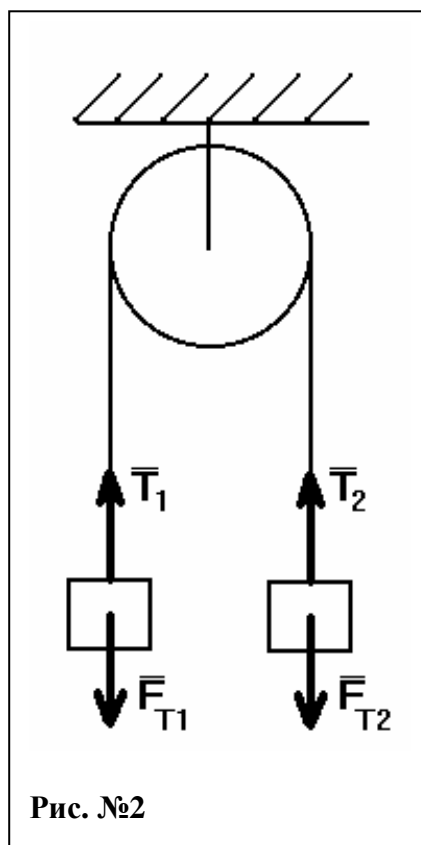
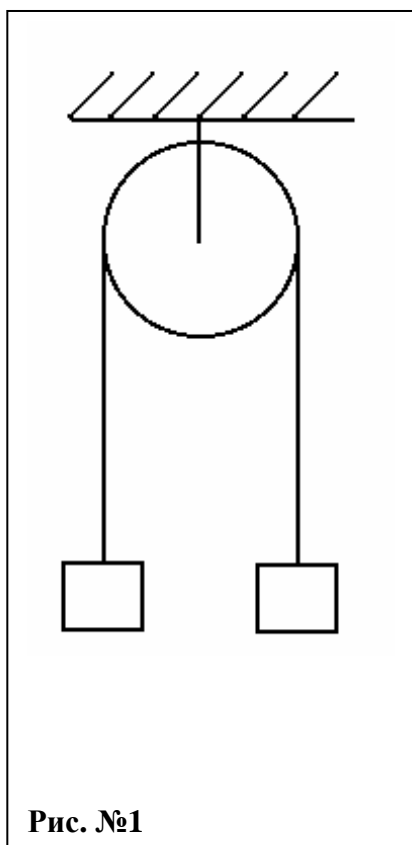
Первое- массовость. Предписание должно обеспечивать выполнение не одной конкретной процедуры, а быть пригодным для реализации класса однородных процедур.

Второе – детерминированность. Указания, образующие алгоритм, должны быть однозначно понимаемыми. В них должны отсутствовать какие-либо неоднозначности. Детерминированность обеспечивает одинаковость результата, получаемого при выполнении получаемого при выполнении алгоритма, если исходные данные сохраняют свое значение.

Третье – результативность. Это требование обеспечивает конечность применения указаний. Результат должен быть получен за конечное число шагов. Либо за конечное число шагов мы должны придти к выводу на неприменимость данной системы указаний для решения интересующей нас задачи.

Приведем алгоритм решения класса «динамических» задач, к которым принадлежит задача №305:

1. Строим схематический рисунок объекта задачи (Рис. №1).



2. Выделяем механическую систему тел за которой наблюдаем (оба груза) и указываем все силы, действующие на движущиеся тела (Рис. №2).

3. Строим прямоугольную систему координат так, чтобы вектора силы преимущественно были параллельны или перпендикулярны осям координат, если тела находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Если тела движутся с ускорением, то одна из осей координат должна быть направлена параллельно вектору ускорения движущегося тела.

4. Записываем второй закон Ньютона для конкретной задачи учитывая характер движения:

а) $\mathbf{a} = \mathbf{0}; \mathbf{V} = \mathbf{0}; \Rightarrow \Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$

б) $\mathbf{a} = \mathbf{0}; \mathbf{V} = \text{const}; \Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$

в) $\mathbf{a} \neq \mathbf{0} \Rightarrow \Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$

Количество уравнений определяется числом тел входящих в данную систему.

$$\begin{cases} \mathbf{F}_{T1} + \mathbf{T}_1 = m_1\mathbf{a}_1 \\ \mathbf{F}_{T2} + \mathbf{T}_2 = m_2\mathbf{a}_2 \end{cases}$$

Так как система уравнений не замкнута, добавляем динамические и кинематические связи между переменными, входящими в эти уравнения: $\mathbf{T}_1 = \mathbf{T}_2; \mathbf{a}_1 = -\mathbf{a}_2$.

5. Находим проекции этих уравнений на оси координат с учётом упрощений задачи

$$\begin{cases} -F_{T1} + T_1 = -m_1a_1 \\ T_2 + T_2 = m_2a_2 \end{cases}$$

- $T_1 = T_2$ из невесомости блока и нити

- $a_1 = a_2$ из нерастяжимости нити

6. Решаем эту систему уравнений

$$\begin{cases} -m_1g + T = -m_1a_1 \\ -m_2g + T = m_2a_2 \\ m_1g + T + m_2g - T = -m_1a_1 - m_2a_2 \end{cases}$$

$$g(m_2 - m_1) = - a(m_2 + m_1)$$

$$a = ((m_2 - m_1)/(m_2 + m_1))g$$

$$m_1g + T = ((m_2 - m_1)/(m_2 + m_1))gm_1$$

$$T = m_1g + ((m_2 - m_1)/(m_2 + m_1))gm_1$$

$$T = (m_1^2g + m_1m_2g + m_1m_2g - m_1^2g)/(m_2 + m_1)$$

$$T = (2m_1m_2/(m_2 + m_1))g$$

7. Подставляем числовые значения в системе единиц СИ.

$$a = ((0,3 \text{ кг} - 0,2 \text{ кг})/(0,3 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг})) * 10 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ м/с}^2$$

$$T = (2 * 0,3 \text{ кг} * 0,2 \text{ кг}/(0,3 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг})) * 10 \text{ м/с}^2 = 2,4 \text{ Н}$$

8. Записывайте ответ.

$$\text{Ответ: } a = 2 \text{ м/с}^2; T = 2,4 \text{ Н}$$

На первый взгляд, различия между моделированием и алгоритмом незначительные. Но каковы же они?

1. Моделирование – процесс поиска пути решения проблемы, конкретной задачи. Алгоритм – результат этого поиска, свод правил решения этой задачи.

2. Процесс моделирования не гарантирует успешное решение задачи. Алгоритм всегда даёт положительный результат для задачи того типа, для которого написан алгоритм.

3. Область применения моделирования – любая формализованная наука. Алгоритм же пригоден для задач в рамках определённой модели, для которой он и создан.

4. Моделирование процесс реализации качества и глубины понимания проблемы автором модели. Решение задач по алгоритму – выполнение потребителем инструкции для достижения нужного результата.

5. Моделирование – процесс научного творчества. Модель – продукт научного творчества. Алгоритмизация – автоматизация процесса решения задач. Алгоритм – технологическая карта процесса решения однотипных задач.

6. При моделировании мы указываем и подробно анализируем основные физические принципы, на которых мы строим модель. Решая задачи по алгоритму, мы опускаем их рассмотрение, и они присутствуют в решении в неявном и свёрнутом виде.

Нельзя понять окружающий нас мир иначе, чем путём выделения из него отдельных областей. Задумайтесь над трудно представимыми масштабами нашего окружения. Диапазон длин, с которыми оперирует сегодня человек при описании природы от 10^{-35} м (планковская длина, при которой должны проявляться флуктуации пространства - времени) до 10^{26} м (радиус Вселенной), т.е. этот диапазон выражается числом с шестьюдесятью одним нулём. Диапазон времён от 10^{-40} – 10^{-30} с (начальные стадии Большого взрыва, приведшего к образованию Вселенной). Силы гравитационного взаимодействия отличаются в 10^{39} раз от сил электромагнитного взаимодействия. Человек способен измерить электрическое напряжение от 10^{-15} В, а для молнии он сталкивается с разностью потенциалов «облако-земля» до 10^9 В. Вот почему и в быту, и в науке мы всегда пользуемся приближённым описанием – моделями реального.

Метод моделирования на учебных занятиях по физике

Как же на практике осуществляется учебное моделирование физических процессов и объектов? Какие методы и приемы необходимы на уроке, чтобы в моделировании принимало максимально возможное количество учащихся (в идеале – весь класс)? Как разбудить потребность в творчестве у учащихся и направить её на создание идеальных объектов, являющихся, несмотря на природу своего происхождения, мощным орудием познания реального мира? Попробуем найти ответ на эти вопросы.

В реальной учебной практике не всегда бывает просто различить понятие, фиксирующее некое физическое явление, и модель этого явления, если и понятие, и модель, и мера интенсивности протекания этого явления обозначены одним и тем же термином. Одним из таких явлений, например, является взаимодействие тел, а интересующее нас в данном аспекте понятие, есть понятие «сила». Рассмотрим данную проблему так, как это предлагается автором учебника «Физика-7» А.В. Перышкиным (2001 г.).

Изучение начинается со сбора эмпирических фактов и формулирования неких эмпирических и теоретических выводов о свойствах протекания явления взаимодействия тел. Что же мы имеем к тому моменту, когда возникает необходимость наведения некоего порядка среди множества фактов, имеющих в распоряжении учащихся, посредством введения нового понятия?

1) Эмпирические факты: а) ударом ноги мяч приводят в движение, б) ударом ноги по катящемуся мячу изменяют направление его движения; в) разжимаясь, пружина приводит в движение стальной шарик; г) столкнувшись с кубиком, стальной шарик изменяет направление и скорость своего движения и т.д.

Эмпирический вывод: Для изменения скорости движения тела, как по величине, так и по направлению необходимо подействовать на него другим телом.

2) Эмпирические факты: а) уменьшение действия на движущуюся тележку со стороны других тел (песка, поверхности стола, деревянного бруска) приводит к тому, что скорость тележки изменяется меньше; б) увеличение действия со стороны ракетки на теннисный шарик приводит к тому, что скорость шарика изменяется на большую величину.

Теоретический вывод на основании мысленного эксперимента: Если на тело не действуют другие тела, то тело будет находиться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения. Явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел называют инерцией.

3) Эмпирические факты: а) после разгибания стальной пружины, прикрепленной к покоящейся тележке, тележка остается в состоянии покоя; б) разгибаясь, стальная пружина, прикрепленная к той же покоящейся тележке, толкает рядом стоящую тележку, после чего обе тележки начинают движение.

Эмпирический вывод: Если первое тело подействовало на второе, то второе тело подействует на первое – произойдет взаимодействие тел. В результате взаимодействия оба тела могут изменить свою скорость.

4) Эмпирические факты: а) при резком разгоне прямоугольный параллелепипед, стоящий на тележке падает против движения; б) при резком торможении тележки прямоугольный параллелепипед, стоящий на тележке, падает по ходу движения; в) прямоугольный параллелепипед, стоящий на тележке, движущейся равномерно, находится относительно тележки в состоянии покоя; г) листок бумаги находящийся под колоколом, где выкачан воздух и закреплен за один конец, так что он стоит вертикально:

- при резком разгоне колокола изгибается в сторону противоположную направлению движения;

- при резком торможении колокола изгибается по направлению движения;

- при равномерном движении колокола остается в вертикальном положении.

Теоретический вывод на основании мысленного эксперимента: Действие одного тела на другое не передается мгновенно. Сначала оно передается ближним участкам, а затем дальним участкам тела. Это приводит к тому, что разные участки тела начинают двигаться с разной скоростью и в разных направлениях – тело изменяет свою форму (деформируется).

5) **Эмпирические факты:** а) при взаимодействии двух одинаковых тележек, их скорости изменяются на одинаковую величину; б) при взаимодействии двух одинаковых тележек, одна из которых груженная, их скорости изменяются неодинаково – больше всего изменится скорость порожней тележки.

Теоретический вывод: При взаимодействии, во сколько раз скорость первого тела больше (меньше) скорости второго тела, во столько раз масса первого тела меньше (больше) массы второго. Масса тела – это физическая величина, которая характеризует его инертность.

Можно ли на основании вышеприведенных фактов и умозаключений указать необходимое и достаточное условия взаимодействия тел? Да. Необходимым условием взаимодействия тел является наличие, как минимум, двух тел. Достаточным условием взаимодействия тел является изменение скорости движения тела (части тела) или деформация тела.

А как изучать взаимодействие данного тела с другим телом, если обнаружение его затруднено или, вообще, его обнаружить не удастся? Ведь покоящийся на столе стальной шарик может быть разогнан бесконечным числом способов: с помощью пружины, клюшки, постоянного магнита, потока воздуха, другого шарика и т.д. Какое бы тело ни подействовало, во всех случаях результат будет один и тот же – изменение скорости движения тела.

Одинаковые следствия порождаются одинаковой причиной. Эту идеальную причину изменения скорости движения тела, отделенную нашим мышлением от своего материального носителя, в процессе изолирующего абстрагирования называют «силой».

Каково место нового понятия в той системе знаний, которой обладает ученик? В природе есть различные взаимодействия – это реальный факт, подлежащий изучению всеми доступными средствами. «Сила» есть абстрактная конструкция взаимодействия вообще, вне какого-то конкретного случая. Как нет в природе «физического тела» вообще, а есть конкретные тела (стол, пенал, камень и т.д.), так и нет «силы» вообще, а есть конкретные случаи взаимодействия тел (шарика со столом, футбольного мяча со штангой ворот, капли дождя с воздухом и Землей и т.д.).

Понятие «сила» только тогда станет идеальным выражением в нашем сознании явления взаимодействия тел, когда мы укажем те признаки, наличие которых есть необходимое и достаточное условия взаимодействия тел:

- 1) Имеем 1 физическое тело;
- 2) Тело движется с меняющейся по величине или направлению скоростью.

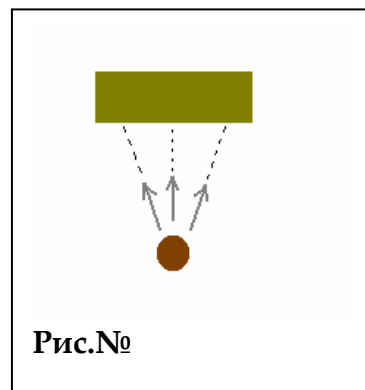
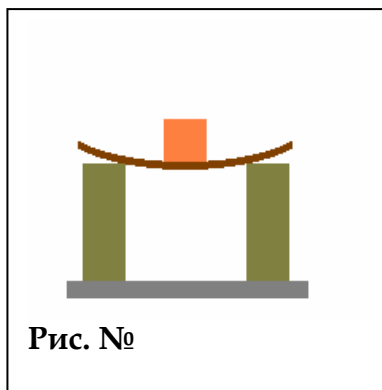
Или

- 1) Имеем 1 физическое тело;
- 2) Тело деформировано.

При наличии какого-либо набора вышеуказанных признаков, мы можем говорить, что на данное тело действует сила.

Понятие «сила» лишь абстрактное бессильное слово, если нет механизма применения его для исследования явления «взаимодействия тел». Механизм его применения определяется его моделью. Как же её построить? В 7 классе необходим, чтобы каждый этап её построения опирался на некий чувственный образ.

Этап №1 Опыт №1: Помещаем



достаточно массивное тело (куб) в разные точки доски, лежащей на опорах. Доска прогибается (деформируется) по-разному, в зависимости от того места, где мы помещаем куб.

Опыт №2: Мы толкаем длинный параллелепипед, прикладывая усилия в разных точках данного тела. В зависимости от места приложения усилия, параллелепипед или движется поступательно, или вращается.

Вывод: результат действия силы зависит от точки её приложения. Поэтому при исследовании взаимодействия тел необходимо указывать точку приложения силы.

Этап №2 Опыт №1: Толкая тележку, мы видим, что в зависимости от направления толчка, тележка движется в том или ином направлении.

Опыт №2: Толкая дверь, мы видим, что в зависимости от направления толчка, дверь либо открывается, либо закрывается.

Вывод: результат действия силы зависит от направления её приложения. Поэтому, при исследовании взаимодействия тел необходимо указывать направление приложения силы.

Этап №3 Опыт №1: Помещаем в одну и ту же точку доски, лежащей на опорах, тела разной массы. Доска прогибается на разную величину, в зависимости от массы нагрузки.

Опыт №2: Стальные шары, скатываются с наклонной плоскости, стартуя с разной высоты. Сталкиваясь с препятствием, они перемещают его на разное расстояние, в зависимости от высоты старта.

Вывод: результат действия силы зависит от её модуля.

Поэтом, при исследовании взаимодействия тел необходимо указывать модуль прикладываемой силы.

Графическая модель силы строится таким образом:

- определяется точка приложения силы к телу;
- указывается направление действия этой силы посредством стрелки, начало которой в точке приложения силы к телу;

в) модуль силы, приложенной к телу, фиксируется длиной стрелки, в соответствии с выбранным масштабом.

То есть **графическая модель силы – вектор**.

На следующих уроках будут построены частные графические и математические модели: «сила тяжести», «сила упругости», «вес».

Применим понятие «сила» и её графическую модель к анализу взаимодействия тел с Землей с целью построения нового понятия «сила тяжести» и одноименной графической модели.

Первые же опыты убедительно свидетельствуют, что на любое тело, большое или маленькое, твердое или жидкое, движущееся или покоящееся, свободно падающее вертикально вниз или брошенное под углом к горизонту, действует сила, которую легко можно обнаружить по изменению скорости движения, по величине или направлению. Так как действие тел взаимно, то и на другое тело действует сила той же физической природы. Что это за тело? Чтобы понять какое тело является причиной наблюдаемых явлений, с помощью мысленных экспериментов выясним направление силы, действующей на тела в экспериментах.

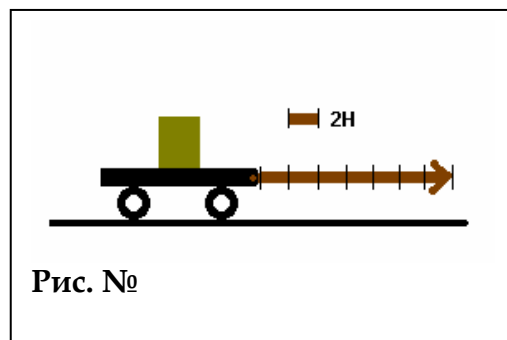


Рис. №0

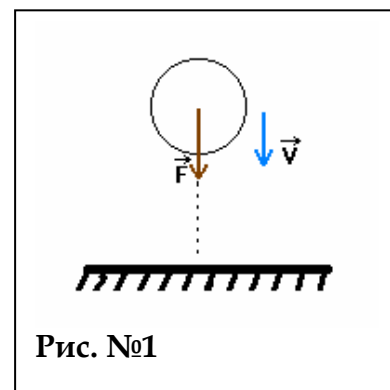


Рис. №1

Картина №1 Поднятое на некоторую высоту над Землей, тело (мяч) отпускают. Тело,

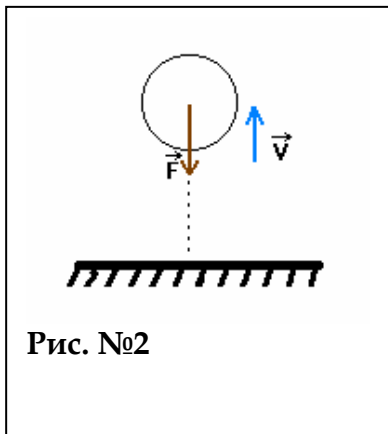


Рис. №2

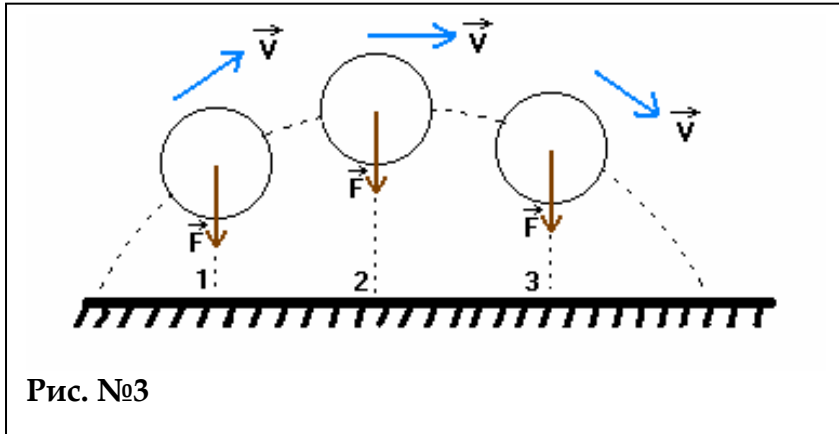


Рис. №3

разгоняясь, свободно падает вертикально вниз. Возможно, что сила, действующая на мяч, направлена вертикально вниз (Рис.№1).

Картина №2 Подбрасываем мяч вертикально вверх (Рис. №2). Мяч, замедляясь, некоторое время летит вертикально вверх, на мгновение останавливается на максимальной высоте, а потом, разгоняясь, падает отвесно в точку бросания. Если бы сила, действующая на тело, не была направлена вертикально вниз, то тело после остановки во время полета изменило бы направление своего падения и отклонилось бы от отвесной линии. Но это не произошло, следовательно, сила, действующая на тело (мяч), направлена вертикально вниз. Её направление указывает, по-видимому, на то тело, которое является причиной такого изменения скорости движения тела. Это тело Земля. Где бы мы ни повторяли данный опыт, результат будет тем же, то есть в любой точке земного шара сила тяготения направлена вертикально вниз.

Картина №3 Бросаем тело (мяч) под некоторым углом к горизонту. Тело, изменяя направление своего движения, описало параболу и упало на некотором расстоянии от места бросания (Рис. №3). Как мы уже выяснили, с большой долей вероятности, сила, действующая на тело, направлена вертикально вниз. Что мы «наблюдаем» в этом случае? Мяч не только удаляется от Земли или приближается к ней, но и перемещается вдоль её поверхности. В любой точке траектории сила тяготения направлена по вертикали. Это очень похоже на то, что на мяч действует только тот участок Земли, который в этот момент непосредственно находится на отвесной линии, проходящей через тело и Землю. Проверим это.

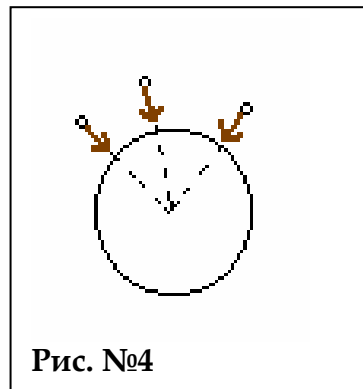


Рис. №4

Картина №4. Попробуем взглянуть на это из точки, достаточно удаленной от поверхности Земли, например, из Космоса. Так как Земля шар, то вертикальные линии, направленные к различным участкам её поверхности, сойдутся в одной точке, и эта точка - центр Земли. Следовательно, сила тяготения, действующая на тело, направлена к центру Земли.

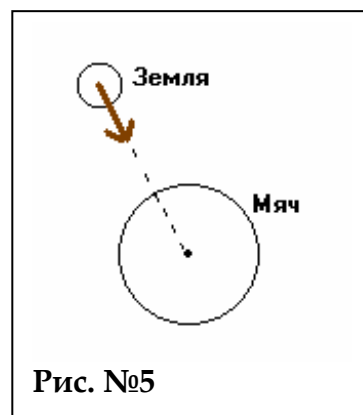


Рис. №5

Действие тел взаимно, поэтому и на Землю действует некая сила со стороны мяча. Масса Земли во много раз больше массы тела, поэтому изменение её скорости под действием этой силы настолько мало, что никакими приборами не обнаруживается.

Куда направлена сила, действующая со стороны этого тела на Землю?

Картина №5. Пусть, как по мановению волшебной палочки, Вселенная опустеет, и останутся только Земля и мяч. Мысленно увеличим тело (мяч), с которым мы до этого «экспериментировали», до размеров Солнца, а потом и поместим вместо Солнца. Движение Земли останется прежним, если масса мяча будет такой же, как и у Солнца. Очевидно, что сила притяжения, действующая на Землю, будет направлена к центру этого гигантского мяча (Рис. №5).

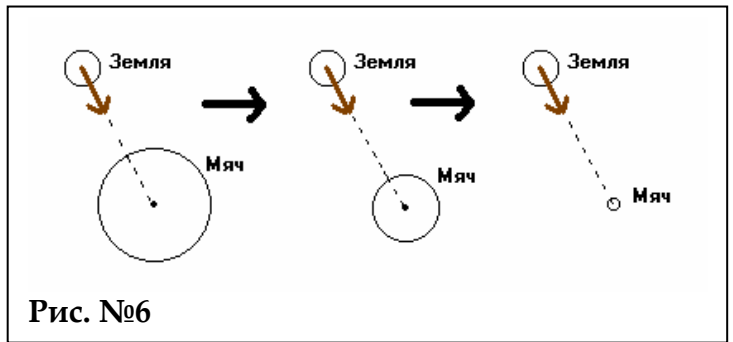


Рис. №6

Картина №6. А если мы мысленно начнем постепенно уменьшать массу гигантского мяча и, соответственно, его размеры до привычных (Рис. №6), то в какой момент направление силы, действующей на Землю, изменится? Очевидно, что ни в какой момент

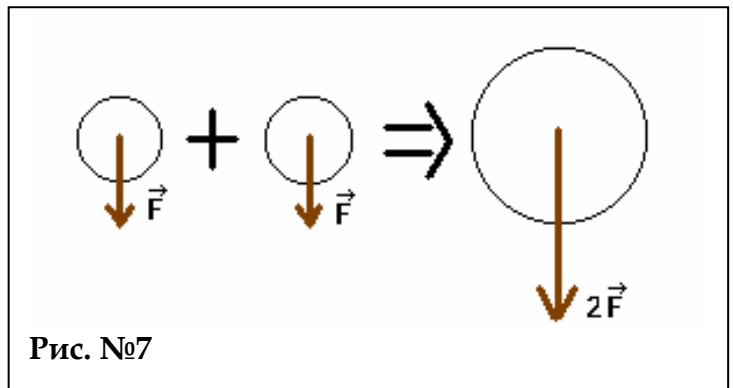


Рис. №7

времени этого не произойдет, так как видимых причин для этого не существует. Вывод: Силы, с которыми тела притягиваются друг к другу, направлены вдоль прямой, соединяющей их центры. Взаимное притяжение всех тел во Вселенной, названо всемирным тяготением. Сила, с которой Земля притягивает к себе тела, называется силой тяжести.

Чем определяется величина этой силы?

Картина №7. Возьмем 2 или сколько угодно одинаковых тел (мячей). Каждое из них притягивается к Земле. Силы тяжести, действующие на них, направлены к центру Земли и одинаковы по величине. Мысленно соединяем мячи неким образом в единое целое. Сила тяжести, действующая на новообразованное тело из 2 мячей, увеличилась вдвое, а на тело, сконструированное из N мячей, в N раз. Соответственно, увеличилась и масса тела. Следовательно, сила тяжести, действующая на тело, прямо пропорциональна его массе.

Какова причина притяжения тела к Земле?

Картина №8. Мысленно начнем уменьшать массу одного из мячей. Чем меньше его масса, тем меньше сила тяжести, действующая на него. При уменьшении массы тела в 5 раз, сила тяжести, действующая на него, уменьшится в 5 раз, а при уменьшении массы тела в N раз, сила тяжести, действующая на него, уменьшится в N раз. Если масса тела станет равной нулю, то исчезнет и сила тяжести, действующая на него. Вывод: причиной притяжения тела к Земле и к другим телам является наличие у него массы.

К какой части тела, центральной, внешней или какой-то другой, приложена сила всемирного тяготения?

Картина №9. Мысленно разбиваем тело на части. Какое бы ни было разбиение, есть ли в теле такие части, на которые не действовала бы сила тяжести? Нет, все участки данного тела, сколь малыми или вычурными мы бы их ни делали, будут притягиваться к Земле, так как они обладают массой.

Как направлены силы тяготения, действующие на разные части тела? Мы уже доказали, что силы тяготения, действующие на разные участки тела, направлены к центру Земли. Но если рассмотреть их направления относительно

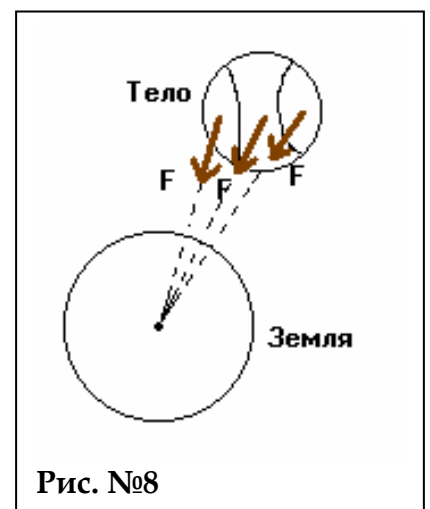


Рис. №8

друг друга, то направление сил тяготения будут различными (Рис. №8).

Если мы, подняв тело на некоторую высоту над поверхностью Земли, отпустим его, то как оно начнет двигаться? Будут ли разные части тела двигаться по-разному, так как направления сил, действующих на разные участки данного тела, имеют разные направления? Нет, падая, тело будет двигаться как единое целое. Следовательно, мы можем заменить множество сил тяготения, действующих на разные участки, одной силой, производящей такое же действие, как множество этих разрозненных сил, приложив её к центру масс частей этого тела, так как эти части притягиваются к Земле только потому, что они обладают массой.

Вывод нашего теоретического исследования должен быть формализован в виде определения понятия и модели данного явления.

1) Определение понятия «сила тяжести»: **сила тяжести – это сила, с которой Земля притягивает тела, обладающие массой.**

2) Графическая модель «сила тяжести» (Рис. №9):

а) точкой приложения силы является центр масс тела;

б) сила направлена к центру Земли;

в) модуль силы (длина вектора), действующей на тело, пропорционален его массе.

Продемонстрированный выше подход позволяет не только обнаружить порядок в кажущемся хаосе природных явлений, но и навести некий порядок в не меньшем хаосе первичных представлений учащихся через обучение методам физической науки, создать условия для развития их теоретического мышления.

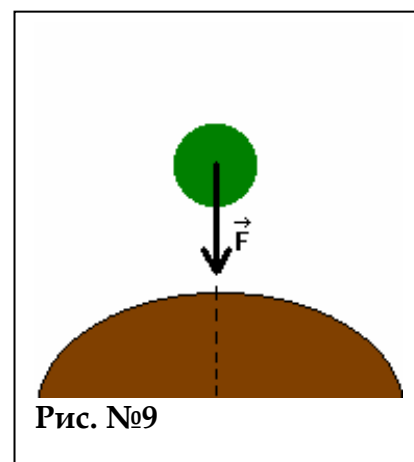


Рис. №9

Место моделирования на учебных занятиях по физике

В современной педагогической практике очевидно преобладание репродуктивного метода обучения. Возможности дальнейшего развития данного метода уже давно исчерпаны. Но самое удивительное не в его живучести, а в пренебрежении в процессе обучения методами, специфичными для естествознания. Наиболее адекватное отражение процесса естественнонаучного познания дает метод моделирования природных процессов и систем. Источники любых знаний – реальная действительность, но человек изучает не её, а некие символы, в которых отражено его понимание, представление этой действительности.

В результате обобщения, классификации и других мыслительных операций выделяются наиболее существенные черты (свойства), отражающие сущность изучаемого явления или объекта. На их основе создается идеализированный объект (модель), который в дальнейшем и становится предметом исследования, что само по себе естественно и необходимо. Но без глубокого понимания значения данной процедуры учителем и учеником происходит отождествление, а некоторых случаях, полная подмена реального объекта идеальным, так как учащийся отчужден от процесса построения модели и не может осознать всю её значимость для процесса познания. Эта ситуация усугубляется тем, что любое знание (понятие, модель), полученное в результате обобщения, классификации и абстрагирования эмпирических знаний носит не истинный, а вероятностный характер. Данная идеализация на следующем этапе должна служить орудием познания реальных физических, биологических или химических явлений, объектов и т. д., но вместо этого часто изучается сам идеальный объект (модель),

и порой, именно он для исследователя является источником «новых знаний» о природе, что абсурдно. Необходимый процесс формализации знаний заменяется его формальным выражением, что в дальнейшем является серьёзным тормозом на пути развития этого знания. Не отрицая высокую значимость глубокого понимания образованной модели явления или объекта, хочу подчеркнуть, что только при решении конкретных реальных проблем можно наполнить абстракцию реальным содержанием, углубить своё понимание модели, её значение и границы применимости.

Первым этапом, на котором выделяются наиболее существенные черты объектов и связи между ними, определяющие протекание тех или иных физических явлений, является постановка мысленного эксперимента. В ходе мысленного эксперимента происходит проверка привычной системы понятий на применимость для описания данного явления. В случае необходимости, эти понятия уточняются и переосмысливаются. Рождение новой модели или трансформация старой - процесс творческий, индивидуальный, но имеющий определённые закономерности, что позволяет их непрерывно продуцировать в творческом процессе.

Отсутствие данного метода в школьной практике объясняется тем, что основная опора в преподавании делается на эмпирическое мышление, а его успешное развитие возможно лишь с опорой на чувственно воспринимаемые объекты. К несчастью, очень часто моделирование выступает (особенно компьютерное) как ещё один способ создания зрительно ощущаемого образа, который опять же подвергается эмпирическим методам изучения и осмысления. Это создаёт иллюзию знания, хотя модель не есть знание в чистом виде, а всего лишь орудие познания.

Второй этап - это и есть собственно моделирование в привычном смысле этого слова. На этом этапе происходит: а) выделение системы тел из её окружения и замена действия окружающих тел силами и потоками действия; б) задание отношений между выбранными объектами с учетом тех ограничений, которые накладывают на них законы природы; в) формулирование определяющих уравнений и их решение; г) анализ решения задачи на физическую непротиворечивость.

Первый и второй этапы имеют достаточно условное разделение. Первый этап - это моделирование (в процессе мысленного экспериментирования) реальных физических объектов, и поэтому мы будем его называть физическим моделированием. Второй этап - это соотношение данной модели с адекватным ей математическим аппаратом (методом). Например, в физике таковым является система обще-частных методов: кинематический, динамический, законы сохранения, расчета физических полей, дифференцирования и интегрирования и т.д. На втором этапе модель реального объекта обретает свое математическое выражение, поэтому данный этап является этапом математического моделирования.

Третий этап - компьютерное моделирование. На этом этапе математическая модель обретает визуальную форму (схемы, графики и т.д.). Система тел, входящих в модель, связана друг с другом как причинно-следственными, так и информационно-логическими связями. Построение компьютерной модели в активной обучающей компьютерной среде наиболее просто, так как не требует знания языков программирования, позволяет посредством специальных рычагов управления осуществлять различные компьютерные эксперименты, что поможет избежать рутинной работы.

Пренебрежение первым этапом приводит к отрыву научного исследования от его живого источника - реальной действительности и подмене этой действительности искусственным объектом, порой имеющим с этой действительностью мало общего. На

этапе математического моделирования недоучёт первого этапа приводит к формализму в применении тех или иных математических методов. А на этапе компьютерного моделирования создаёт почву для соблазна заняться не моделированием, а анимацией физических явлений или объектов.

Первый и второй этапы развития модельного мышления должны найти полное и адекватное отражение в методике преподавания физики, а компьютерное моделирование войти в её вариативную часть.

Метод восхождения от абстрактного к конкретному на учебных занятиях по физике

Место метода восхождения от абстрактного к конкретному в процессе естественнонаучного познания

Исходным пунктом естественнонаучного познания является природа. Но не как природа вообще, а природа в её конкретных проявлениях. Именно конкретное, как непосредственно воспринимаемое чувственное данное, познается человеком изначально. Мысленно человек выделяет в нем те или иные свойства и отношения, отбрасывая другие, несущественные с его точки зрения, для понимания сути происходящих явлений. В этом случае человек получает некую схему, модель реального, столь же бедную содержанием, как нищ содержанием скелет доисторического животного для понимания жизненных процессов, например, в мезозойскую эру.

Любая абстрактная модель конкретного объекта одностороння, поскольку она создается сама по себе, в отрыве от опосредующих объект связей, логики его развития и потому не полно отражает реальность. И это знание не может быть иным, ибо любой объект выступает перед исследователем в бесконечности своих связей с окружающими его объектами. Познать бесконечное сразу во всей его полноте не посильно никому. Так осуществляется движение мысли от конкретного объекта, данного в восприятии, к абстрактному выражению его в понятиях.

Но закономерный процесс познания частей целого не должен заслонить перед исследователем самого целого. От отдельных абстракций мысль человека должна постоянно возвращаться к восстановлению конкретности, но уже на новой, более высокой основе. Теперь конкретное выступает перед человеком не как комплекс чувственных данных, а как знание существенных свойств и связей объекта, закономерных тенденций его развития, свойственных ему внутренних противоречий. Это знание представлено в виде понятий, отражающих отдельные стороны и свойства конкретного объекта, и которые сами могут быть поняты лишь постольку, поскольку они рассматриваются как моменты целого, определяемые его специфическим содержанием. Таким образом, осуществляется движение мысли от абстрактного, бедного содержанием понятия к конкретному, более богатому содержанием понятию.

Аргументы в пользу внедрения в школьную практику преподавания физики метода восхождения от абстрактного к конкретному.

Абстрактные понятия есть лишь орудия познания. Они не есть знание истинное и абсолютное. Они есть фрагмент знания. Как из кусочков картона малые дети

складывают забавную картину, так из фрагментов общего знания складывается мировосприятие и формируется мировоззрение ученика.

Как сделать так, чтобы не допустить искажений? Как помочь понять ученику наличие серьезных пробелов в той картине мира, которая складывается в его сознании? Как сделать знание живым для него, действенным, а не мертвым хламом разных правил, предписаний, алгоритмов? На все эти вопросы методики преподавания физики должен ответить метод теоретического познания – восхождение от абстрактного к конкретному.

Сам по себе метод не гарантирует достижения результата. Он лишь путь, которым следует идти. Без достаточной практики представления фрагментарного по необходимости знания в виде некой целостности, в которой построены связи между отдельными понятиями, нельзя провести иерархию данных понятий. А значит, не удастся построить знание более высокой степени общности, чем исходное.

Ни одно абстрактное знание не может так действовать на эмоции ученика, так как конкретный факт, свидетельство. Разве может тронуть ученика судьба «физического тела», «материальной точки»? Или, все-таки, ему интереснее и понятнее, чем закончится погоня между волком и зайцем? Ни в одном «макроскопическом теле» нет той бездны ощущения прикосновения к мировой тайне, как в обыкновенной тающей снежинке на его ладони. Понимание законов физики, в отличие от их знания, начинается с того момента, когда это знание не только воспринимается, но и переживается.

И последнее, сшив из разноцветных кусочков физического знания картину мира и вдохнув в каждый фрагмент жизнь в соответствии с теми законами, которые были открыты при их мысленном препарировании, ученик обретет способ проверки истинности обретаемого в процессе обучения знания, путем сравнения теоретической и объективной реальности.

Технология восхождения от абстрактного к конкретному

В каждом продукте человеческой деятельности (материальном или идеальном) заложены два вида деятельности: по его созданию и по его применению. Все физические знания (понятия, законы, теории, научные факты) имеют свою специфику их создания, но технология применения их для решения конкретных проблем имеет общие черты:

1. Распознавание физического понятия (объекта, закона, факта и т.д.) в конкретной ситуации.
2. Воспризведение физического понятия (объекта, закона, факта и т.д.).
3. Интерпретация физического понятия (объекта, закона, факта и т.д.) в соответствии с конкретной ситуацией.
4. Решение конкретной проблемы с использованием физического понятия (объекта, закона, факта и т.д.).

Рассмотрим технологию восхождения на примере следующей конкретной ситуации:

«Когда прислушиваются к отдалённому шуму, то невольно раскрывают рот. Почему?»

Чтобы расслышать звук надо либо напрягать слух, либо усиливать звук, приходящий от удаленного источника, либо то и это нужно делать одновременно. Что означает «напрячь слух»? Изменить качество слухового аппарата человеку в краткий момент времени, вряд ли возможно. Следовательно, повышение слышимости связано с усилением громкости

приходящего звука. Усиление громкости звука, то есть увеличение его амплитуды возможно за счет интерференции, но для этого необходимо два когерентных источника звука. Тогда увеличение амплитуды колебаний частиц воздуха произойдет в определенной точке пространства, где разность хода звуковых волн от разных источников будет равна целому числу волн. Поэтому, чтобы лучше слышать приходящий звук, нужно изменяя положение тела найти эту точку в пространстве. Но есть ли необходимость в этом случае раскрывать рот? И откуда взялся второй источник звука когерентный первому?

Второй способ увеличения амплитуды колебаний – резонанс. Для этого необходимо, чтобы частота приходящего звука совпала с собственной частотой приемника звука. Полость рта является естественным резонатором. Изменяя его объём и расположение языка находящегося в нем, мы настраиваем его в резонанс приходящему звуку. Таким образом, мы усиливаем его громкость. В результате человек воспринимает приходящий слабый звук, распространяющийся по воздуху и усиленный, распространяющийся по тканям организма. При этом создается иллюзия, что человек прислушивается к «самому себе» или, другими словами, «напрягает слух».

Методы восхождения от абстрактного к конкретному

Можно выделить два основных подхода в конкретизации знаний:

1. Конструирование объекта, явления соответствующего в основных чертах абстрактному знанию и нахождение реальных объектов, явлений, которые в основных своих существенных чертах сходны с идеальным прообразом объекта, явления.

2. Воспроизведение конкретной ситуации в той степени полноты, для анализа которой может быть применено известное учащимся абстрактное знание.

Оба эти метода являются дополнительными друг другу и должны присутствовать в учебном процессе. Первый метод по сути своей есть метод определения области применимости данного знания, нахождение тех объектов и явлений для которых это знание применимо. Второй же метод есть метод обучения «схватывать» в реальном объекте или явлении существенное, определяющее для существования этого объекта или явления и соотнесения полученных при анализе выводов с известным знанием.

Методика восхождения от абстрактного к конкретному на учебных занятиях по физике

Конкретизация знаний обеспечивает более высокий уровень обобщения, поскольку её важными элементами являются раскрытие связей и отношений понятий с другими, уточнение границ их применимости. В этих условиях конкретное в мышлении становится глубоким и содержательным знанием о предмете; оно превосходит абстрактное знание, потому что отражает не какую-то одну существенную сторону явления, а его разные существенные стороны в их связи, т.е. охватывает предмет изучения многосторонне. Не статично (мертво), а в движении (в проживании некоего события природы).

Конкретизация знаний необходимый этап построения любого вида абстрактных знаний: понятий, моделей, идеализаций. И он явно или неявно в методиках построения понятий или моделей присутствует в виде первого подхода описанного выше – конструирование объектов, в которых абстрактное знание нашло свое полное выражение.

Другое дело, если овладение методами науки являются одной из стратегических целей преподавания физики. В этом случае необходимы специальные занятия, где

восхождение от абстрактного к конкретному есть цель и смысл учебной деятельности учащихся. В этом случае более целесообразен второй подход в конкретизации – воспроизведение реальности в той степени полноты, которая доступна для анализа учащихся данного уровня развития.

Орудием познания при этом являются некие обобщения отраженные в понятиях. Данная абстракция, если она научна и раскрывает сущность данного явления, генетически определяет все частные проявления этой сущности. Абстракция, раскрывающая объективные связи и отношения, которые в своей целостности придают исследуемому объекту конкретность, диалектична, так как отражает развитие этого объекта, закономерность его существования. Движение мысли познающей эту сущность должно проходить следующие необходимые этапы:

1. Движущей силой (толчком) восхождения является обнаружение противоречия между исходной (высокой) и более конкретной абстракцией. «Теоретически важно найти и обозначить эти противоречия. Поскольку они уже получили то или иное разрешение в самой действительности, исследователь и ищет в ней способ и форму такого разрешения. Здесь рационально-теоретическое движение мысли постоянно опирается на фактические данные» (В.В. Давыдов).

2. Двигаясь от абстракции высшей степени общности к абстракции меньшей общности, мы включаем объект исследования во все большее количество связей и отношений, реально существующих в природе. Но включать в мыслимое конкретное нужно только те связи и отношения, которые истинно определяют его сущность. Дополнительные связи и отношения, не отражающие существенное в объекте, лишь уводят мышление от него. Это является первым и основным признаком того, что для исследователя, коим является учащийся, сущность данного объекта не познана, потому что новые связи и отношения, если они существенны для конкретно мыслимого объекта, генетически следуют из общности более высокого порядка.

3. Постоянно сравнивая мыслимое конкретное с образом реального объекта, исследователь конструирует это конкретное, анализируя те связи и отношения, в которые в ходе мысленных действий включается объект исследования. Это позволяет «видеть целое раньше его частей» (Э.В. Ильенков) и помогает составить план действий по пути восхождения от абстрактного к конкретному. «Новое всегда возникает как целое, которое затем формирует свои части, разворачиваясь в систему. Это выглядит как «схватывание» мышлением целого раньше его частей и составляет характерную черту содержательного творческого мышления в науке. В диалектике это один из существенных моментов движения от абстрактного к конкретному» (А.С. Арсеньев).

Конкретно мыслимый объект, в отличие от реального, включен в ограниченное количество связей и отношений. Уровень конкретизации определяется уровнем познания реального объекта учащимся.

Например, в 7 классе после изучения темы «Давление твердого тела» (учебник физики «Физика-7» А.В.Перышкина) можно предложить следующую ситуацию:

О льде, и о человеке на льду.

Что с человеком не делай, что ему ни говори – всё бесполезно. Уж если что в его голову втемяшилось – не выбьешь ни уговорами, ни запретами. Желаете пример? Пожалуйста.

Поздняя осень. На реках и озерах период ледостава. Тонкая корочка льда, образовавшаяся у берегов, постепенно расширяясь, захватывает все новые участки водной поверхности. Почему лед образуется на поверхности воды, а не на дне водоема? Почему лед начинает образовываться первым делом у берегов?

Огромные водные пространства ещё не покрыты льдом, а уже в тех или иных местах смельчаки пробуют ступить на лед. Лед крошится под их ногами, не выдерживая их веса, и они отступают. Ненадолго, чтобы вернуться через день или два. И вот «Ура!» - один из смельчаков выбежал на поверхность и, не останавливаясь, под непрерывный треск лопающегося льда, возвратился на берег. Задержись он где-нибудь на мгновение – быть беде. **Почему человек может бежать по тонкому льду, на котором не может стоять, не проваливаясь?**

Мороз знает свое дело. С каждым днем, все дальше от берега отодвигается граница опасной зоны. Вот уже вблизи берегов появляются неподвижные фигурки рыбаков, замеревшие у проделанных лунок. Иногда они распрямляются и переходят на другой участок. Походка их не та, что на берегу. Они передвигаются мелкими шажками и, практически, не сгибая ног. **Почему – мелкими шажками и не сгибая ног?**

Некоторые сорвиголовы подбираются к самому краю, рискуя провалиться, и проваливаются, в конце концов. **Как спасателям подобраться к утопающему, так чтобы и самим не провалиться под лед? Какие подручные средства можно для этого использовать?**

Хорошо если народ кругом – помогут выбраться. А если вокруг ни единой души? Представьте себя на их месте. Тут только надежда на самого себя. Не нужно терять только головы. **Первым делом, нужно понять, в каком направлении необходимо выбираться на лед, по ходу движения или в обратном направлении, туда, откуда пришел? Во-вторых, как это осуществить?**

Чудо произошло – вы выбрались на лед. **Дальше что делать? А после куда бежать? И почему обязательно бежать?**

Пусть несчастье вас обойдет стороной. Но надо быть готовыми ко всему. Тогда и только тогда можно будет избежать самой страшной беды на Земле – гибели человека. Берегите друг друга!

В 7 классе же после изучения тем «Архимедова сила» и «Плавание тел» целесообразно провести занятие на следующую тему:

Печальная история об утопленниках рассказанная бывалым спасателем.

Что у человека за судьба? Всего добивается с такими усилиями, и даже то, чего достиг, чему научился, ни сколько не гарантирует в дальнейшем хоть какого-то успеха. **Почему человек, тело которого легче воды, может утонуть, если не умеет плавать, а лошадь и другие животные сразу начинают хорошо плавать, даже если до этого ни разу не были в воде?**

А может, есть на этой Земле благословенные места, где и человеку не надо прилагать большие усилия, чтобы удержаться на плаву?

У нас на Каме не так все просто. Хочешь удержаться на плаву – прилагай усилия. Но все ведь надо делать умеючи. Неопытный пловец, почувствовав опасность, впадает в панику. Начинает судорожно молотить руками и ногами по воде, чего делать не нужно; высовывает из воды руки, стремясь за что-нибудь ухватиться, а при этом голова тотчас уходит под воду. Ужас! Чем он больше прилагает усилий, тем быстрее он утонет, выбившись из сил. **Почему это так происходит?**

Спасать его первым делом нужно от самого себя. Бросаясь на помощь утопающему, помните об этом. Иначе он, хватаясь за вашу шею, руки и ноги, скует ваши движения и утянет вас под воду вслед за собой. Необходимо ударами по щекам прекратить его истерику, а если он уже невменяем, то не грех и оглушить на время. А потом доставить его к берегу. **Как это лучше всего сделать, облегчив свои действия по спасению и обезопасившись от**

действий наносящих вред себе и окружающим, находящегося в невменяемом состоянии, утопающего?

Если беда все же стряслась и человек погиб, потому что никого не оказалось рядом, то это ещё не конец сей истории. **Объясните мне, почему живой человек, не умеющий плавать, тонет, а безжизненное тело утопленника всплывает через некоторое время после гибели? Мистика!**

Как же вести себя на воде? Правил не много.

Первое – не зная броду, не суйся в воду. Купайтесь в местах большого скопления отдыхающих.

Второе – не ныряйте в неизвестном месте, даже если вода прозрачная и дно хорошо видно.

Третье – если силы на исходе, не спеши, отдохни. И силы вернутся.

Почему так нужно поступать? Неужели в этом есть физический смысл? Дайте мне объяснение.

Вы не знаете, как отдохнуть на воде? Человек может лежать на спине в воде, высунув нос на поверхность и положив руки под голову. А почему это возможно, вы вполне можете объяснить сами. Одно только неудобство, у человека, спокойно лежащего на воде, во время вдоха ноги глубже опускаются в воду. Почему?

Разговорился я что-то с вами. Идите, купайтесь, а я за вами присмотрю. Далеко не заплывать!

В 8 классе после изучения видов теплопередачи и рассмотрения примеров теплопередачи в природе и технике полезно обсудить следующую ситуацию моделирующую реальную:

Вечер на даче у камина

Наконец-то приехали на дачу. Снегу намело – пропасть! Но это потом, первым делом нужно чтобы дом ожил. Давай сын за дровами. Не бери сын сосновые дрова, а бери для начала лучшие березовые. Они жарче горят. Да не спорь ты... Я знаю, что удельная теплота сгорания сосновых дров больше, чем березовых. Но поверь моему опыту, если мы будем топить березовыми дровами, в избе станет тепло гораздо быстрее. **Почему выгодно заготавливать березовые дрова, а не сосновые?**

Нарвем бересты с поленьев и затопим печь. А спички забыли. Пошарь в буфете. Нашел? Давай их сюда. **Зачем, для того чтобы зажечь спичку, нужно её чиркнуть о коробок? Почему для того, чтобы растопить печь, лучше поджигать не сами поленья, а лучину или бересту?**

Что за беда? Чиркаю – чиркаю о коробок, а спички не загораются. Видимо спички отсырели. **Почему отсыревшие спички не загораются?**

Ну, наконец, загорелось! Можно немного и отдохнуть. **А вы замечали, что в то время, когда начинает топиться камин или печь в помещении становится еще холоднее? Но это не страшно. Немного можно и потерпеть. Закутаюсь потеплее и холод не страшен. Объясните в чем причина согревающего действия так называемой «теплой» одежды.**

Пламя человека завораживает. Он может часами смотреть на непрерывную игру языков пламени, то ленивых, то жадно лижущих подбрасываемые в камин поленья, прежде того, как с веселым треском их поглотить. **Почему от горящих поленьев с треском отскакивают искры?**

Припекать стало. **Та часть тела, которой я повернут к камину, сильно нагрелась, а остальная все еще холодная. Почему?**

Как незаметно летит время. Вот уже в камине сплошные угли. Где кочерга? **Почему, когда помещивают кочергой угли, то рукой, которой её держат, ощущают, как**

кочерга нагревается от них, а если угли помешивать деревянной палкой, то нагревания палки не наблюдается?

Ой, как я не осторожно. Несколько углей выкатилось из камина. Почему раскаленный уголь, упавший на металлический лист, лежащий у камина, гаснет быстро, а лежащий на деревянном полу продолжает тлеть?

Пора немного подбросить дровишек в камин. Ты откуда их сын принес? Там больше не бери. Они там ещё сырые и от них мало толку. Откуда я это взял? А ты прислушайся. Почему сырые дрова «шипят» в камине и дают мало тепла?

Я уже согрелся. Наведу-ка я на даче порядок. Сколько пыли от веника поднялось! Обрати сын внимание на интересное явление. Почему легкие предметы – пушинки, клочки бумаги, ваты и т.п. – втягиваются в отверстие камина, когда он топится?

Окна запотели. Значит, на самом деле в доме стало тепло. Почему в теплом помещении запотевают окна?

Хорошо, расслабились. Но некогда отдыхать. Пора сын за работу.

Некоторая драматизация постановки проблемных вопросов позволяет приблизить учебную проблему к реальной через создание соответствующего эмоционального фона.

Вопросы, предлагаемые в представленных текстах, качественные, то есть предполагается, что к этому времени учащимися построена физическая модель данного явления. Эти задания позволяют проверить уровень понимания данной модели учащимися в процессе применения её для решения конкретных ситуаций в природе. Теоретическое мышление формируется в тот момент, когда понятия и модели даны человеку не как незыблемые вечные истины, как некий результат мыслительной деятельности, а в движении, как орудия познания вечно живой и обновляемой природы. Именно в этом и важность, и необходимость применения данного метода для развития теоретического мышления ученика.

В том случае, когда уже построена математическая модель исследуемого явления, реализация в учебном процессе метода восхождения от абстрактного к конкретному осуществляется посредством конструирования математической модели конкретной ситуации в той степени полноты, которая достаточна для нахождения решения предлагаемой проблемы. Каждая следующая задача, в рамках данной модели, углубляет её понимание через изменение и усложнение существенных связей и отношений, в которые включен исследуемый объект или явление природы.

Например, в 9 классе можно предложить следующую тему: «Гонки на велосипедах по лужам».

1. Чтобы брызги от велосипедных колес не попадали на велосипедиста, над колесами велосипеда устанавливают щитки. Изобразите схематически на рисунке наименьшие размеры щитков, при которых брызги не могут попасть в велосипедиста.

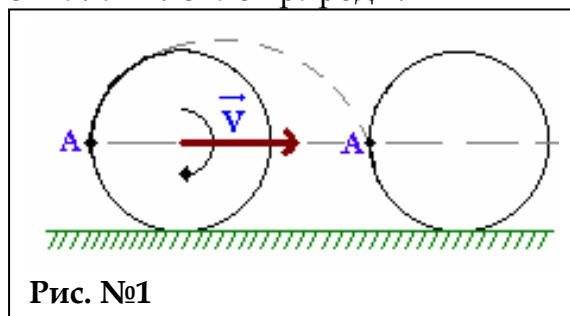


Рис. №1

2. При езде на велосипеде без заднего крыла грязь с колеса попадает на спину велосипедиста. Как получается, что комочки грязи могут догнать велосипедиста?

3. Велосипедист равномерно движется по горизонтальному участку дороги. От точки А колеса радиуса R отрывается капля грязи. С какой скоростью v движется колесо, если капля, побывав

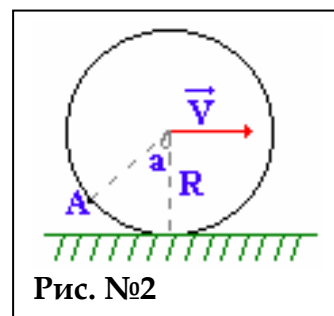


Рис. №2

в воздухе, снова опустилась на то же самое место колеса (Рис. №1)? Сопротивление воздуха не учитывать.

4.С колеса велосипеда, движущегося с постоянной скоростью v , слетают комки грязи. Радиус колеса равен R . На какую высоту h над дорогой будет отбрасываться грязь, оторвавшаяся от точки A колеса, указанной на рисунке №2? Изменится ли высота h , если колесо будет катиться с пробуксовкой?

5.Два велосипедиста после дождя едут по горизонтальному участку дороги друг за другом со скоростью 18 км/ч. Какую дистанцию необходимо выдерживать второму велосипедисту, чтобы комки грязи не попали в него?

В 10 классе можно предложить следующую тему «На кухне сохнет белье»:

1.На улице целый день моросит холодный осенний дождь. В кухне развесили много выстиранного белья. Быстрее ли высохнет белье, если открыть форточку?

2.В комнате при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ измерения влажности показали 40 %. В это время на улице при температуре 0°C влажность оказалась равной 80 %. Если в комнате открыть форточку, то куда пойдут водяные пары: с улицы в комнату или из комнаты на улицу?

3.При относительной влажности воздуха 50 % белье, повешенное для просушки на открытом балконе, высохло за 2ч. За какое время высохло бы белье на балконе при относительной влажности 80 %? Ветра нет, температура воздуха постоянная.

4.Носовой платок для просушки повесили в комнате площадью 15 м^2 и относительной влажностью 60 %. Во сколько раз быстрее высохнет носовой платок, если открыть дверь в соседнюю комнату площадью 10 м^2 относительная влажность воздуха в которой 50 %? Температура воздуха в обеих комнатах одинакова.

В 11 классе можно предложить следующую тему «Гимнастические упражнения с обручем».

1.При выполнении гимнасткой упражнения с обручем, она подбрасывает вверх, катает по поверхности ковра, вращает вокруг одного из диаметров и т.д. Как должен двигаться обруч, чтобы в нем возник индукционный ток? При каком расположении обруча относительно поверхности Земли сила тока возникающая в нем максимальна? Горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли 30 мкТл , вертикальная составляющая – 40 мкТл .

2.Катящийся по коврику гимнастический обруч, радиусом 50 см, падает на него. Определите заряд, который протечет по обручу, если сопротивление единицы длины $R_0 = 1\text{ Ом/м}$. Учитывайте только вертикальную составляющую индукции магнитного поля Земли.

3.Гимнастический обруч лежит на ковре. Какой заряд протечет по обручу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Учитывайте только вертикальную составляющую индукции магнитного поля Земли.

4.Гимнастический обруч лежащий на ковре гимнастка переворачивает один раз быстро, а другой раз – медленно. Одинаковый ли заряд протечет по обручу в обоих случаях? Одинаковое ли количество теплоты при этом выделяется?

«В теоретическом мышлении само конкретное выступает дважды: как исходный пункт созерцания и представления, перерабатываемых в понятия, и как мысленный результат соединения абстракций» (В.В. Давыдов). Конкретность в обоих случаях определяется не наличием объекта через органы чувств, а объективностью его содержания. «Если явление или предмет рассматриваются человеком безотносительно к некоторому целому, как внешне обособленное и самостоятельное, то это будет лишь абстрактное знание, каким бы подробным и наглядно-расцветченным оно ни было, какими бы «конкретными» примерами оно ни иллюстрировалось. И, наоборот, если явление или предмет берутся в единстве с целым, рассматриваются в связи с другими его проявлениями и в связи с его сущностью, со всеобщим источником (законом), то

это конкретное знание, хотя бы оно и выражалось с помощью самых «отвлеченных» и «условных» символов и знаков» (В.В. Давыдов).

Место метода восхождения от абстрактного к конкретному на учебных занятиях по физике

Процесс формирования физических понятий может происходить двумя путями:

1. Первый путь начинается с наблюдений объектов и явлений, накопления эмпирического материала, в итоге приводящего к выводу о необходимости ввести новое понятие. Этот путь можно назвать «восхождением от конкретного к абстрактному». Путь это механистический, формально-логический, потому что таким образом происходит обобщение внешних сторон и отношений объекта. Результатом такого обобщения являются эмпирические понятия, которые играют определенную и существенную роль в развитии и построения научного знания, но не способны раскрыть внутренние движущие силы объекта исследования.

2. Второй путь, называемый «восхождением от абстрактного к конкретному», предполагает первоначальное введение обобщенного понятия и дальнейшее наполнение его конкретным содержанием. Второй путь может быть реализован лишь на базе предшествующего эмпирического опыта учащихся. Априорного (доопытного) появления понятий естественные науки не приемлют. Выделяя существенное в исследуемом объекте, то, что составляет его суть, необходимость его существования, учащиеся могут это осознать, если его познание идет не оторвано от взаимодействий данного объекта с другими объектами природы. Только исследуя те связи и отношения с остальными объектами природы, в которые включен объект по своей сути и по происхождению, можно познать эту суть. Этот путь изучения объекта в его движении, развитии предполагает применение для анализа его существенных свойств и отношений диалектической логики.

Проиллюстрируем различие данных подходов на примере изучения устройства и принципа работы термоса в курсе физики 8 класса.

Первый путь реализован в учебниках «Физика-8» А.В. Перышкина и «Физика-8» С.В. Громова и Н.А. Родиной. Приведем тексты этих учебников.

Термос («Физика-8» А. В. Перышкина).

«Часто бывает необходимо сохранить пищу горячей или холодной. Чтобы помешать телу охладиться или нагреться, нужно уменьшить теплопередачу. При этом стремятся сделать так, чтобы энергия не передавалась ни одним видом теплопередачи: теплопроводность, конвекцией, излучением. В этих целях используют термос.

На рисунке 1 изображен термос для жидкостей. Он состоит из стеклянного сосуда 4 с двойными стенками. Внутренняя поверхность стенок пространства между стенками сосуда выкачан воздух. Лишенное воздуха пространство между стенками почти не проводит тепло. Металлический же слой, отражая, препятствует передаче энергии излучением. Чтобы защитить стекло от повреждений, термос помещают в специальный металлический или пластмассовый футляр 3. Сосуд закупоривается пробкой 2, а сверху футляра навинчивается колпачок 1».

Термос («Физика-8» С.В. Громова и Н.А. Родиной).

«Теплопередача от более нагретого тела к более холодному приводит к выравниванию их температур. Поэтому, например, горячий чайник,

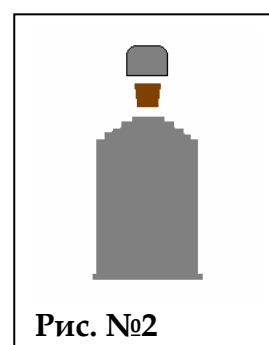


Рис. №2

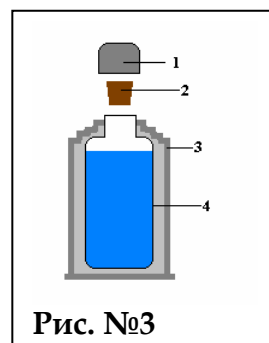


Рис. №3

снятый с плиты, при соприкосновении с окружающим воздухом через некоторое время остывает. Чтобы помешать телу остывать (или нагреваться), нужно предотвратить возможный теплообмен, причем во всех его трех проявлениях (при конвекции, теплопроводности и излучении). Это достигает сосуд – сосуд Дьюара, который был изобретен в 1892 г. английским ученым Джеймсом Дьюаром.

Сосуды Дьюара вначале применялись лишь для хранения легко испаряющихся газов (например, жидкого гелия). Впоследствии их стали применять и в бытовых целях – для сохранения при неизменной температуре помещаемых в них пищевых продуктов. Такие сосуды Дьюара стали называть термосами.

Устройство термоса, предназначено для хранения жидкостей, показано на рисунке 2. Он состоит из стеклянного сосуда 4 с двойными стенками. Внутренняя поверхность этих стенок покрыта блестящим металлическим слоем, а из пространства между стенками выкачан воздух. Чтобы защитить стеклянный корпус термоса от повреждений, его помещают в картонный или металлический футляр 3. Сосуд закупоривают пробкой 2, а сверху футляра навинчивают колпачок 1.

Термос устроен таким образом, что теплообмен его содержимого с окружающей средой сведен до минимума. Отсутствие воздуха между его стенками препятствует переносу энергии путем конвекции и теплопроводности, а блестящий слой на внутренней поверхности термоса препятствует передаче энергии излучением».

Принципиальной разницы в вышеприведенных текстах нет. Они достаточно полно иллюстрируют условия отсутствия теплопередачи между телами, если их температуры различны.

Второй путь предполагает создание проблемной ситуации, решить которую возможно с опорой на личный опыт и предшествующее знание учащихся:

Вопрос №1: «Как сохранить горячее как можно дольше горячим?»

Вывод: «Чтобы исключить явление теплопроводности между двумя телами или частями одного и того же тела имеющими разную температуру, необходимо исключить как непосредственный контакт между ними, так и контакт через посредника. Посредником является вещество. Следовательно, между телами или частями тел должен быть вакуум.

Для того чтобы предотвратить перемещение вещества и энергии в виде струй жидкости или газа при конвекции, необходимо поставить перегородки между телами или их частями, имеющими разную температуру.

Для того чтобы предотвратить потери энергии, посредством излучения, необходимо поставить отражатели (зеркальные поверхности) на пути лучей испускаемых нагретым телом, которые предотвращали бы потерю энергии за счет излучения».

Вопрос №2: «Как сохранить холодное тело как можно дольше холодным?»

Вывод: Аналогично, но теперь нагревателем является не само тело, а окружающие его предметы.

Вопрос №3: Предложите принципиальную конструкцию устройства, которое холодное сохраняет холодным, а горячее горячим

Вывод: Данное устройство должно в основных своих чертах копировать термостат (термос), корпуса холодильников, паровых турбин и ядерных реакторов. Схемы, рисунки предлагаемой конструкции учениками должны прилагаться.

Рефлексия учебной деятельности: С каким универсальным методологическим принципом, имеющим очень большую эвристическую ценность, вы познакомились?

Вывод: Достижение противоположных результатов (горячее сохранить горячим, а холодное сохранить холодным) возможно одним и тем же способом. Этот принцип обратимости протекания явлений в природе в бытовом сознании человечества сформулирован таким образом «клин клином вышибают» или, еще драматичней, - «от любви до ненависти один шаг».

Первый путь – объяснительно-иллюстративный, пассивный. Второй путь – эвристический, деятельностный. Естественным образом второй путь предполагает рефлексию учениками своей деятельности, потому что есть что осмысливать – те интеллектуальные продукты, которые в качестве полуфабрикатов методологического знания были предъявлены в ходе продуктивной деятельности учащихся. Именно рефлексия помогает схватывать целое раньше его частей и выстраивать структурно-логические связи между предыдущим и новым знанием, то есть провести процедуру понимания учениками нового знания.

Как мы видим на примерах, данный метод применим в качестве «синтеза» разрозненных знаний об объекте с целью получения более объемного знания об объекте, выделение не только логических, но и сущностных связей и отношений, которые при линейном принципе построения обучения (шаг за шагом – от простого к сложному) не обнаруживаемы. Поэтому данный метод применим как в процессе изучения нового знания, так и закрепления и обобщения уже изученного, как на уроке, так и на факультативных занятиях.

Эффективность данного метода возрастает если он применяется не сам по себе, а в сочетании с другими методами, как необходимый этап построения более общего знания через исследование конкретизаций исходного абстрактного знания, то есть через диалектическое сочетание методов «восхождения от абстрактного к конкретному» и «восхождения от конкретного к абстрактному».

Применяя данный метод в учебной практике нужно помнить слова Ф. Энгельса: «Общий закон изменения формы движения гораздо конкретнее, чем каждый отдельный «конкретный» пример этого». Данный парадокс разрешим лишь в диалектической логике познания, через развитие теоретического мышления человека познающего мир, если абстракции, которыми он пользуется при её постижении (восхождении от абстрактного к конкретному), отражают существенное в этом объекте.

Метод восхождения от абстрактного к конкретному на учебных занятиях по физике

На уроке целью познания является не сама природа, а те абстрактные объекты, которые учитель построил в процессе изложения нового учебного материала. В традиционной методике ученик отчужден от процесса строительства этих абстрактных объектов. В лучшем случае ученик может быть лишь заинтересованным зрителем. Чтобы он оставался таковым, учителя предпринимают немалые усилия, демонстрируя занимательные опыты, и приводя в ходе объяснения интересные факты.

С возрастом ученику требуется серьезная пища для размышлений. А что положено в фундамент его знаний? Некие формальные конструкции. И они не могут быть иными, так как его мышлению они были именно таким образом предъявлены – конспект правильных, но чужих мыслей. Они не вызывают у него ни эмоционального, ни интеллектуального удовлетворения, так как они для него продукты внешнего, пусть и разумного мира. Ученик будет оперировать ими формально, по привычке, сложившейся к тому времени, в основании которой явно или неявно заложено принуждение. Каков же выход сложившейся ситуации?

Знание должно являться в той или иной мере продуктом деятельности самого ученика. Ученик будет решать те проблемы, которые для него значимы, то есть преимущественно конкретные проблемы. Восходя от абстрактного к конкретному (от объективной реальности к идеальной), ученик вместе с учителем создает некие абстракции (понятия, модели, факты). Населяя внутренний мир продуктами

собственной интеллектуальной деятельности созданными на уроке и вне его (чем шире его идеальное пространство, тем на более долгое время он застревает в нем), ребенок расширяет пространство идеального. Но для чего?

Смысл деятельности нельзя отрывать от самой деятельности ни на мгновение. Бесмысленная деятельность – рабская деятельность. Этот смысл появляется и, в дальнейшем, возрождается вновь и вновь, если мир идеальный помогает решать проблемы реального мира, внося в хаос чувствований порядок и смысл, т.е. если постоянно совершается восхождение от абстрактного к конкретному. Но это не дикая конкретная реальность, а некое окультуренное пространство реального. Мир реальный и идеальный смыкается в сознании человека и человек входит в предметную культуру (например, в физическую), потому что это культурное пространство возделывал он сам (не без помощи учителя).

Конец культурной экспансии, если она действительно началась, нет, и не может быть. Для того, чтобы культурная экспансия осуществлялась самим человеком непрерывно в дальнейшем, он должен владеть оружием (методами) данной науки, как эмпирическими, так и теоретическими.

Рассмотрим в данном контексте тему:

Сага о комарах

Мы не боги. Мы звено в мировой пищевой цепи. Обыкновенный маленький комар нам может доставить немало беспокойства.

Есть шуточный вопрос: «Появление какого насекомого люди встречают аплодисментами?» Нет, эти хлопки не от восхищения людьми комаром, а от желания уничтожить его. Почему люди убивают комаров?

Присутствие в комнате комара мы можем определить даже в темноте. Каким образом? Как комар издает звук? Почему звук, издаваемый комаром легко отличить от звука мухи или шмеля?

Если наступила тишина, то вполне вероятно, что комар достиг своей цели. Этой жертвой можете оказаться вы. Каким образом комар в темноте находит свою жертву?

Нападает на человека и животных лишь самка комара. Она тонким непрочным хоботком протыкает кожу животного или человека. Как ей удается прикладывая очень малую силу протыкать даже толстую шкуру животных?

Нападает только та самка, которая оплодотворена. Она сосет кровь, чтобы иметь возможность отложить личинки. Каков механизм всасывания комаром крови?

Если заветная цель комариной самки, насосаться крови, удастся и она остается живой, то после этого она откладывает яйца в воду. Через некоторое время из них появляются личинки. В ходе длительной эволюции у личинок перистого комара сложился любопытный защитный механизм. Они не видимы в воде для рыб из-за их прозрачности. Но глаза у невидимок хорошо заметны в виде черных точек. Почему эти существа не видны в воде? Могут ли они видеть окружающий мир? Останутся ли они невидимыми и в воздухе?

Из личинки образуется куколка, а уже из куколки появится комар. На свет появится новый охотник за кровью или за цветочным нектаром (в зависимости от пола). Но в то же время комар сам является мишенью для птиц, земноводных и летучих мышей. Летучие мыши охотятся ночью. Как летучие мыши, обладающие плохим зрением, могут в темноте найти комара или другое летающее насекомое?

Стрижи и ласточки, также непрерывно охотятся за комарами, но в дневное время. Почему перед дождем стрижи и ласточки охотятся за комарами вблизи поверхности земли?

Часто незадолго до захода солнца над вершинами деревьев, кустами или большими камнями можно видеть плотные рои насекомых, чаще всего комаров. Эти рои похожи на темные вытянутые резко очерченные облака дыма. **Почему комары собираются в такие тучи?**

Жизнь обыкновенного комара – цепь превращений и опасностей, которые его постоянно подстерегают. Лишь некоторым из них удастся выполнить свою главную миссию на Земле – воспроизвести потомство. Обладают ли комары разумом? Конечно, нет. Но исчезни комары – мир сильно бы изменился. Погибли бы живые существа, для которых комары пища и испытывали бы серьезные трудности, те живые существа, которые в свою очередь питаются пожирателями комаров.

Удали самое маленькое звено из окружающего мира и существование этого мира окажется под угрозой. Малое не значит незначительное.

Чтобы решение задач темы «Сага о комарах» не превратилось во что-то чуждое и нудное, но необходимое, нужна мотивация ученика. Данный текст представляет собой некий взгляд, с точки зрения физики, на цикл развития комара. Его актуальность, даже для человека ни разу в жизни не покидавшего город, очевидна. Все когда-либо подвергались нападению комаров. Всем знакомо сильное чувство боли от укуса комара и тихой ненависти к комарам во время похода или во время вечернего отдыха у реки. Правильно расставив акценты в тексте, мы включаем не внешнюю, а внутреннюю мотивацию ученика. Именно ему, а не учителю, необходимо выяснить, как комар отыскивает в темноте его «любимого», и как его беспомощным личинкам удастся не стать кормом для рыб.

Значимость данных вопросов поднимается от сугубо личностных, в какой-то мере утилитарных (Как лучше и быстрее уничтожить всех комаров на свете?) до планетарного масштаба (А что произойдет, если все комары исчезнут?). Терпимость необходима не только в отношениях между людьми, но и по отношению к жабам, крысам, змеям, комарам, клопам, наконец! Мы с ними и есть жизнь во всей её полноте. Таким образом, внутренняя мотивация через актуализацию и включение личностных смыслов, дополняется внешней, через философское прочтение и осмысление данной проблемы.

Можно выделить две стратегии решения задач предлагаемых в той или иной физической миниатюре:

- одновременное решение задач всем классом (фронтально или по группам);
- решение задач каждым учащимся самостоятельно (в классе или дома).

Остановимся на первой стратегии. При решении в классе задач одновременно всеми учениками, новые задачи должны предлагаться после того, как решены предыдущие. В таком случае сохраняются необходимые для активизации мышления условия: ситуация неожиданности, ситуация конфликта, ситуация предположения, ситуация опровержения, ситуация несоответствия, ситуация неопределенности, ситуация парадокса, ситуация невыполнимости, ситуация несоблюдения масштаба и т.д. Когда каждый следующий шаг непредсказуем, каждый поворот сюжета внезапен, можно удержать в интеллектуальном напряжении весь класс. Текст физической миниатюры воспроизводится как можно полнее, потому что контекст проблемы (давление, эолокация, инфракрасное излучение, преломление света, поглощение света, звуковые волны, влажность, конвекция) задается интригой задачи.

При возникновении дискуссии (что очень желательно), последовательность изложения проблемного материала может измениться. Появятся новые проблемы, которые не были предусмотрены изначально, возникнут неясности в понимании, выявятся скрытые допущения которые препятствовали точной понятийной работе ученика, искажая понятийное поле учебной деятельности. При настоящей дискуссии

исчезает всякая школярская осторожность типа: «Я скажу то, что учитель хочет услышать».

Эффективность дискуссии для развития мышления и понимания очень высока, хотя объективная эффективность, измеряемая количеством решенных проблем, может пострадать. Проигрывая в количестве, выигрываем в качестве!

Умение вывести занятие, по решению проблемных ситуаций, на уровень дискуссии связано с уровнем педагогического мастерства, хотя и не определяется только им. Возникновение дискуссии может быть связано со случайными, посторонними обстоятельствами. Но, все же, момент перехода от простого решения учебных проблем в плоскость дискуссии должен планироваться заранее учителем, через постановку особых вопросов, которые могут иметь несколько вариантов решения или через предъявления неявных проблемных ситуаций. В данной физической миниатюре такими вопросами являются:

- «Каким образом комар в темноте находит свою жертву?»

- «Могут ли личинки видеть окружающий мир?»

В некоторых случаях дискуссия не возникает или если возникает, то её запуск производится совсем другими вопросами. Это может быть даже связано совсем не с учебными причинами.

Теперь перейдем ко второй стратегии решения задач составляющих физическую миниатюру. При индивидуальном решении целесообразно прочтение всего текста целиком, для того чтобы увидеть логику построения учебного материала в полном объеме. Затем ученик должен написать некое подобие сочинения по физической интерпретации предложенного текста с приведенными доказательными ответами на поставленные вопросы. Важны также логичность и многоаспектность рассмотрения проблемы, и свое личное отношение к данному проблемному тексту. Физическая миниатюра может быть использована как домашняя контрольная работа.

Понятия

Что такое понятия?

Процесс познания природы – это процесс построения новых понятий и уточнения старых. Любые понятия, в том числе и физические, возникают в результате абстрагирования свойств предметов, реально существующих в природе, или же являются абстракциями от уже существующих абстракций. Понятие – одна из логических форм мышления, высший уровень обобщения

Как же оно возникает?

Человек, в процессе взаимодействия с природой с целью познания её, даёт всему окружающему имя – словесный символ, обозначающий отдельный предмет или некоторую совокупность предметов.

Первая группа имён называется единичными, так как они обозначают один и только один предмет. Например «Исаак Ньютон», «Луна». Вторая группа имен, обозначающих более одного предмета, носит название общих или понятий. Например «ученый», «планета». Пустые или беспредметные имена не обозначают ни одного предмета. Например «теплород», «мировой эфир».

В дальнейшем мы будем говорить только о понятиях. Совокупность предметов, обозначаемых понятием, называется объёмом понятия. Объём понятия «сила» представляет собой совокупность всех взаимодействий во Вселенной. В объём понятия «сила трения движения» входят только взаимодействия между поверхностями соприкасающихся тел при их движении относительно друг друга. Объём понятия «сила духа» является пустым, так как нет ни одного предмета, который носит имя «дух».

Помимо объёма, с понятием связывается также другая характеристика – содержание. Содержание понятия – это совокупность свойств, присущих всем предметам, входящим в это понятие, и только им.

Далеко не все понятия имеют ясно определённое содержание и точно очерченный объём. В большинстве своём понятия нашего естественного языка или неясны в отношении своего объёма, или содержания, или неясны и неточны вместе. Неясные понятия обычны в науках, имеющих дело с разнородными и трудно сводимыми в единство фактическими данными. Но такие понятия не столь уж редки в самых строгих и точных науках, не исключая математику и физику. Не является, к примеру, ясным понятие множества или класса, лежащее в основании математической теории множеств. Далеки от ясности такие понятия физики как «заряд», «масса» и т.п.

Степень содержательной ясности научных понятий определяется достигнутым уровнем развития науки. Полное прояснение таких понятий означает, что перед теорией не стоит уже никаких вопросов. Научное исследование мира бесконечно. И пока оно будет продолжаться, будут существовать понятия, содержание которых нуждается в прояснении.

Определение понятия.

« Нельзя внести точность в рассуждения, если она сначала не введена в определения» – писал Д. Гершель. Определение – это логическая операция, раскрывающая содержание понятия. Определить понятие, – значит указать, что оно означает, выявить признаки, входящие в его содержание.

Определяя барометр, мы указываем, что это, во-первых, прибор; во-вторых, именно тот, с помощью которого мы измеряем давление. Давая определение понятию «количество теплоты» мы говорим, что это часть энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче. Оставаясь на уровне таких тривиальных примеров трудно почувствовать ту фундаментальную роль, которую играет в человеческом мышлении операция определения.

Число фундаментальных физических понятий невелико. Если говорить о школьном курсе физики, то он сводится лишь к следующему перечню: «частица», «масса», «заряд», «взаимодействие», «поле», «энергия». Для школьной физики «масса» является тем понятием, с которого начинается обучение и которое сопровождает школьника до конца обучения: «гравитационная масса», «инертная масса», «масса покоя». Даже поверхностный обзор эволюции понятия «масса» в школьном курсе физики показывает, сколь длительная работа по уточнению понятия и раскрытию его сущности должна быть осуществлена учеником и учителем за весь курс обучения. Цель определения – уточнение содержания используемых понятий. Дать хорошее определение – значит раскрыть сущность определяемого объекта. Но сущность, как правило, не лежит на поверхности. Кроме того, за сущностью первого уровня всегда скрывается более глубокая сущность второго уровня, за той – сущность третьего уровня и так до бесконечности, что мы и видим на примере понятия «масса». Углубление знаний об этих вещах ведёт к изменению представлений об их сущности, а значит, и их определений.

Все определения делятся на явные и неявные. В явных определениях отождествляются, приравниваются друг к другу два понятия. Одно из них – определяемое понятие, содержание которого требуется раскрыть, другое – определяющее понятие, решающее эту задачу. Явными являются, к примеру, определения: «Молекула – мельчайшая частица вещества, сохраняющая все химические свойства этого вещества». «Манометр – это прибор для измерения давления большего или меньшего, чем атмосферное». Определяемое понятие – «манометр». Определяющая часть выражается словами «прибор для измерения давления большего или меньшего, чем атмосферное» и складывается из двух частей. Сначала понятие «манометр» подводится под более широкое понятие «это прибор». Затем «манометр» отграничивается от всех других приборов. Это достигается указанием тех признаков, которые присущи только манометру и отсутствуют у барометра, термометра и других приборов, с которыми можно спутать манометр.

Определения этого типа называются родовидовыми. Их общая схема: «**А** есть **В** и **С**». Здесь **А** – определяемое понятие, **В** – понятие, более общее по отношению к **А** (род), **С** – такие признаки, которые выделяют предметы, обозначающие **А** среди всех предметов, обозначаемых **В** (видовое отличие).

Правила строительства явных определений:

Первое правило – правило соразмерности определяемого и определяющего понятий: совокупности предметов, охватываемые ими, должны быть одними и теми же.

Второе правило запрещает порочный круг: нельзя определять понятие через само себя или определять его через такое другое понятие, которое в свою очередь, определяется через него.

Третье правило гласит: определение должно быть ясным. Это означает, что в определяющей части могут использоваться только понятия, известные и понятные тем, на кого рассчитано определение.

Неявные определения не имеют формы равенства двух понятий. Всякий отрывок текста, всякий контекст, в котором встречается интересующее нас понятие, является в некотором смысле его определением. Контекст ставит понятие в связь с другими

понятиями и тем самым косвенно раскрывает его содержание. Приведём отрывок из романа Ж. Верна «Таинственный остров». Помните, как удивился наивный моряк Пенкроф, когда, возвратившись с охоты, нашёл инженера и журналиста перед пылающим костром.

« - Но кто же зажёт огонь? – спросил моряк.

- Солнце – ответил Спиллетт.

Журналист не шутил. Действительно, Солнце доставило огонь, которым так восторгался моряк.

- Значит, у вас было зажигательное стекло? – спросил инженера Герберт.

- Нет, но я его изготовил.

И он его показал. Это были просто два стекла, снятые инженером со своих часов и часов Спиллетта. Он соединил их края глиной, предварительно наполнив водой, и таким образом получилась настоящая зажигательная чечевица, с помощью которой, сосредоточив солнечные лучи на сухом мхе, инженер добыл огонь.»

Этот отрывок не является явным определением линзы, но, тем не менее, можно понять, что собой представляет «зажигательное стекло», то есть собирающая двояковыпуклая линза. Контекстуальные определения всегда остаются в значительной мере неполными и неустойчивыми.

Важным для науки случаем контекстуальных определений являются аксиоматические определения, то есть определения аксиом. Аксиомы – это утверждения, принимаемые без доказательства. Совокупность аксиом какой-то теории является одновременно и свёрнутой формулировкой этой теории, и тем контекстом, который неявно определяет все входящие в неё понятия. Аксиомы являются тем ограниченным по своему объёму текстом, в котором встречаются данные понятия, и с помощью которого мы устанавливаем их значения. «Само собой понятное и очевидное не следует определять: определение лишь затемнит его» (Б. Паскаль).

Чтобы узнать, что представляет собой сила, масса, ускорение и тому подобное мы обращаемся к аксиомам классической механики И. Ньютона:

«1. Существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не влияют другие тела (или влияние других тел компенсируется).

2. Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение.

3. Тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной и той же прямой, равными по модулю и противоположными по направлению».

Эти положения не являются, конечно, явными определениями. Но они раскрывают, что представляет собой понятие «сила», указывая его связи с другими понятиями механики.

Принципиальное отличие аксиоматических определений от всех иных контекстуальных определений в том, что аксиоматический контекст строго определён, ограничен и фиксирован. Он содержит всё, что необходимо для понимания входящих в него понятий. Он ограничен по своей длине, а также по своему составу. В нём есть всё необходимое, и нет ничего лишнего. «Первые понятия, с которых начинается какая-нибудь наука, должны быть ясны, и приведены к самому наименьшему числу». (Н. И. Лобачевский).

Ещё одна интересная разновидность неявных определений – это, так называемые, остенсивные определения или определения путем показа. Затрудняясь дать явное

определение понятия «динамометр» мы можем ограничиться его демонстрацией: «Это и есть динамометр».

Остенсивные определения и только они связывают слова с вещами. Без них язык - только словесное кружево, лишенное объективного, предметного содержания. Определить путем показа можно, конечно, не все понятия, а только самые простые, самые конкретные: «кристалл», «жидкость» и т.д. Но нельзя показать и увидеть бесконечное, абстрактное и т.п. Показ лишен однозначности, не отделяет важное от второстепенного, а то и вовсе не относящегося к делу. Всё это так. И, тем не менее, без остенсивных определений нет языка как средства постижения окружающего мира. Не всякое слово можно напрямую связать с вещами. Но важно, чтобы какая-то опосредованная связь существовала. Слова, полностью оторвавшиеся от видимых, слышимых, осязаемых и т.п. вещей, бессильны и пусты.

Определение - прекрасное средство против неясности наших понятий и рассуждений. А.Я. Хинчин указывал на то, что «...заучивание определений является актом высокой логической культуры, а не схоластической зубрежкой».

Но невозможно определить абсолютно всё, точно так же как невозможно доказать всё. Определение сводит неизвестное к известному, не более. Оно всегда предполагает, что есть вещи, известные без всякого определения и разъяснения, ясные сами по себе и не требующие дальнейших уточнений с помощью чего-то еще более очевидного.

Искусство определения как раз в том и состоит, чтобы использовать определения тогда, когда это требуется существом дела. При этом следует обращаться именно к тем формам определений, которые наиболее уместны в конкретной ситуации. В одном случае полезно явное родовидовое определение, в другом - контекстуальное, в третьем - определение путём указания на интересующий предмет и т.д.

В науке, как и в любых других областях, определение ценно не само о себе. Оно должно быть естественным итогом и закономерным выводом предшествующего процесса изучения предмета. Цельность и ясность научным теориям придают не столько разъяснения и ссылки на более ясное и очевидное, сколько многообразные внутренние связи понятий. Далеко не всегда эти связи приобретают форму специальных определений. Ясность и обоснованность той целостной системы, в которую входит понятие - лучшая гарантия его собственной ясности.

Построение понятий и их развитие.

Как возникает необходимость во введении новых понятий? Какие понятия наиболее точно и емко описывают окружающий мир? Как наиболее естественно и целесообразно вводить новые понятия?

Чтобы ответить на эти и другие вопросы, посмотрим на процесс построения понятий и их развитие с точки зрения организации процесса учебной деятельности учащихся и учителя на уроках физики.

В чем-то мы, очевидно, повторимся, но лишь с целью подчеркивания важности этих моментов в строительстве различных понятий.

Образование понятия - узловый момент познания, так как понятие - совокупность суждений об общих и существенных качествах объектов. В понятии сохраняется и передается добытое знание.

Процесс формирования физических понятий сложный, многоступенчатый и диалектически противоречивый. В этой деятельности можно выделить следующие

наиболее важные и общие приемы: а) анализ; б) синтез; в) сравнение; г) обобщение; д) абстрагирование; е) идеализация.

На первом этапе, в образах, созданных на уровне формирования представлений в ходе аналитико-синтетической деятельности мысленно выделяются одно или несколько свойств объекта, важных с точки зрения исследователя для решения поставленной задачи. После этого в ходе сравнения мысленно отбирают все объекты, имеющие эти свойства, и определяют их по этим свойствам, то есть обобщают. В сознании человека в процессе абстрагирования создаются образы объектов чувственного мира, и эти образы заменяют в познавательном процессе реально существующие объекты, которые сознание как бы опредмечивает. В образах объектов некоторые свойства можно сохранять, отбрасывать, вводить, то есть конструировать новые абстракции.

В том случае, если мы наделяем мыслимый предмет какими-то свойствами, которых он в действительности не имеет (например, если мы наделим физическое тело способностью восстанавливать при деформации свой первоначальный объем или форму, то построим понятие «абсолютно упругое тело»), либо лишаем его каких-то свойств, которым он в действительности обладает (например, если мы лишим физическое тело способности восстанавливать при деформации свой первоначальный объем или форму, то получим понятие «абсолютно неупругое тело»), то мы строим идеальный объект. Сам же прием называется идеализацией.

Результатом этой деятельности являются некоторые допущения, предположения, догадки об изучаемом объекте или явлении – рождается гипотеза, включающая в себя новые, более широкие понятия, содержащие в себе понятия, отображающие более узкий уровень знания. Как предположительное, вероятное знание, ещё не доказанное логически, и не настолько подтверждённое опытом, чтобы считаться достоверной теорией, гипотеза не истинна и не ложна – она неопределённа.

Способы проверки гипотез можно разделить на эмпирические и теоретические. Первые включают непосредственное наблюдение явлений, предсказываемых гипотезой (если оно возможно), и подтверждение в опыте следствий, вытекающих из неё. Теоретическая проверка охватывает исследование гипотезы на непротиворечивость, на эмпирическую проверяемость, на приложимость ко всему классу изучаемых явлений, на выводимость её из более общих положений, на утверждение её посредством перестройки той теории, в рамках которой она выдвинута. На данном этапе происходит уточнение и углубление понятий в удобной для практики и физико-математических рассуждений форме.

В процессе построения теории, понятия включаются как составная часть данной теории в более широкую структуру. В каждой структуре можно выделить систему понятий, язык (для формирования понятий и высказываний) и логику (для получения одних высказываний из других). И только с этого момента, сформированное в рамках некоторой теории физическое понятие становится не только предметом исследования, но и средством познания объективной действительности. При этом свою познавательную функцию оно выполняет в зависимости от того, какие свойства изучаемых физических объектов в нём зафиксированы. Оно моделирует именно это, а не какое-то другое свойство исследуемого объекта.

Например, под «точкой» понимается идеальный объект, не имеющий размеров. Для решения каких-то проблем познания, например, указания центра окружности, такое определение «точки» вполне пригодно. А можно ли из множества точек построить какой-нибудь объект, например «линию»? «физическое тело»? По-видимому, нет. Из 2,3,4 и т.д. точек, не имеющих размеров, мы получим объект, также не имеющий размеров, то есть точку.

Для выполнения задачи по построению такого идеального объекта как «линия», это понятие будет работать только в том случае, если оно будет усовершенствовано. Пусть точке как безразмерному объекту будет принадлежать некоторая окрестность вокруг этой точки, и тогда, располагая их в определенном порядке, мы можем сконструировать любые идеальные объекты (шар, круг, параболу и т.д.). Именно этот подход лежит в основе метода интегрирования.

Для моделирования реальных объектов и явлений реального мира, «точка» должна обладать другим свойством – массой. Новый идеальный объект познания зафиксирован в понятии «материальная точка». При определенных условиях, мы целый объект можем рассматривать как «материальную точку», что удобно для многих задач механики. Если «материальная точка» будет обладать некоторой окрестностью, то из множества таких «точек» можно сконструировать новый объект – «абсолютно твердое тело». Данное понятие является центральным в физике твердого тела.

Невесомая и нерастяжимая нить с материальной точкой на конце образует математический маятник, который позволяет исследовать законы гармонических колебаний

Можно продолжать и дальше, но и на этих примерах видно, что для решения различных целей познания, мы должны создавать новые понятия, хоть и генетически связанные между собой.

Методика построения понятий.

Психологи утверждают, что воспитание и обучение формируют развивающуюся личность в том случае, если педагог организует самостоятельную деятельность ребёнка по усвоению накопленного человеческого опыта, который в сжатой, сокращённой форме воспроизводит бы действительный исторический процесс рождения и становления знаний. В процессе выполнения такой деятельности «школьники осуществляют мыслительные действия, адекватные тем, посредством которых исторически выработывались эти продукты духовной культуры». (В.В. Давыдов).

Именно в этом мною видится возможность избежания самых распространённых и тяжелых недостатков подготовки учащихся, которыми являются формализм и отрыв от практики при формировании физических знаний и умений.

Отрыв от практики при организации учебной деятельности ребёнка приводит к серьёзным пробелам в становлении его эмпирического мышления. Формализм же знаний и умений, говорит о неразвитости теоретического мышления ученика, так как у него не выработалась привычка осмысливать формальные операции, вследствие чего ни интересы стоящего перед ним практического задания, ни содержание возникшей проблемы не смогут руководить им при выборе операций для достижения необходимого результата.

Причина такого положения – понятия даются учащимся в готовом виде и никак не связываются с человеческой деятельностью. Между тем физические понятия представляют собой, с одной стороны, результат этой деятельности (например, по отыскиванию в реальных объектах общих признаков), с другой – средство анализа реальных ситуаций (например, при распознавании явлений, при оценке возможности применения для их описания тех или иных законов, теорий).

Возможность преодоления негативных результатов преподавания в соблюдении определенной последовательности учебных действий в процессе построения понятий.

Формирование понятия проходит несколько этапов, которые должны быть, не только понимаемы учениками, но и включены в их непосредственную деятельность:

Первый этап – определение круга проблем, которые можно разрешить с помощью данного понятия.

Второй этап – нахождение и указание существенных связей реальных объектов или явлений отраженных в данном понятии.

Третий этап – построение механизма применения данного понятия для познания объективной реальности.

Рассмотрим, в качестве примера, деятельность учителя и учеников по построению понятия «перемещение».

Для построения какого-либо понятия вначале необходимо провести выделение его из некоторого множества других слов, являющихся символами других понятий, но в обыденном знании являющихся или кажущихся синонимами. Например, ученики очень часто путают такие понятия: «длина», «путь», «расстояние». Введение нового понятия «перемещение» механически, без осмысления уже известных понятий, приведет к еще большей путанице. Обсуждение необходимо начинать с вопросов, которые могут показаться банальными: «Что такое «длина»?»; «Что такое «расстояние»?»; «Что такое «путь»?».

В ходе дискуссии учащиеся вместе с учителем формулируют определение первого понятия: **«Длина – это протяженность чего-либо в пространстве».**

Полезно поинтересоваться так же: «А что такое «ширина»? «высота»?

Только после этого переходим к следующему понятию: **«Путь – это длина траектории.** Если тело все время движется в одном направлении, то путь равен длине дуги траектории. Если же направление движения тела меняется (например, при колебательном движении), то путь равен сумме длин дуг, пройденных точкой сначала в одном, а потом в противоположном направлении».

Третье определение таково: **«Расстояние – это длина отрезка, соединяющего начальное и конечное положение тела»**

Необходимо выявленное различие в понятиях фиксировать не только в определениях, но и наглядно, с помощью рисунков (Рисунки №1,2,3).

Данный этап важен не только с точки зрения необходимости актуализации известного, но подзабытого знания, но и потому что в ходе обсуждения идет уточнение самих понятий и выявление степени понимания их учениками.

Чтобы подготовить учащихся к осознанию необходимости введения нового понятия, нужно выяснить познавательную ограниченность старых понятий. Для этого организуется проблемная ситуация: «Основная задача механики – определение положения тела в любой момент времени. Какое из понятий «путь» или «расстояние» необходимо взять на вооружение, чтобы с наибольшей степенью точности выполнить основную задачу механики? Разобраться в этом нам поможет такая задача: «Печально знаменитый пират капитан Флинт, зарыв кромешной ночью награбленные сокровища на необитаемом острове, нарисовал три одинаковых карты. На одной карте он написал: «Пройди от старого дуба, стоящего на Лысой горе, путь в 100 шагов и копай на глубину 5 локтей». На второй карте он написал: «Пройди от старого дуба, стоящего на Лысой горе, расстояние в 100 шагов и копай на глубину 5 локтей». Первую и вторую карту он вручил своим помощникам, а третью оставил себе. Что написал жадный, хитрый и жестокий капитан Флинт на своей карте?».

Такая формулировка задачи не только придает некоторую степень занимательности поиску решения проблемы, но и позволяет правильно сориентировать учеников, что в текстах, написанных капитаном Флинт, скрыт какой-то подвох.



Рис. №1



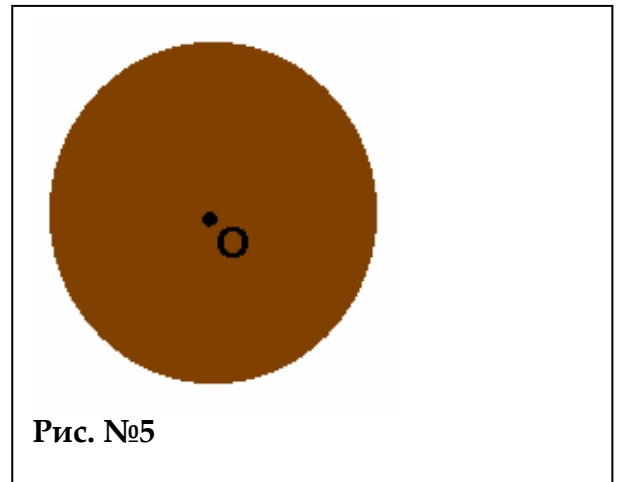
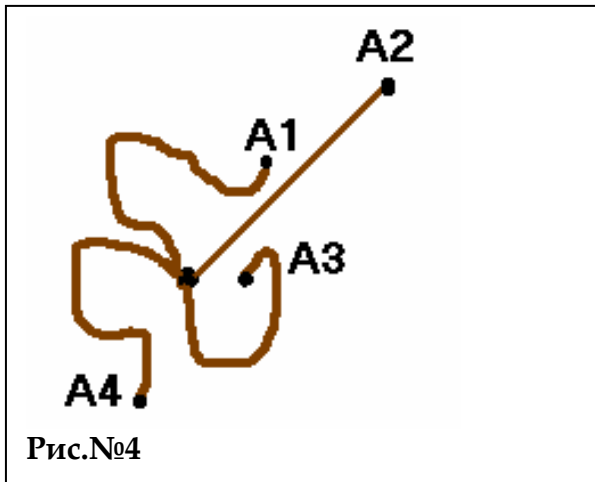
Рис. №2



Рис. №3

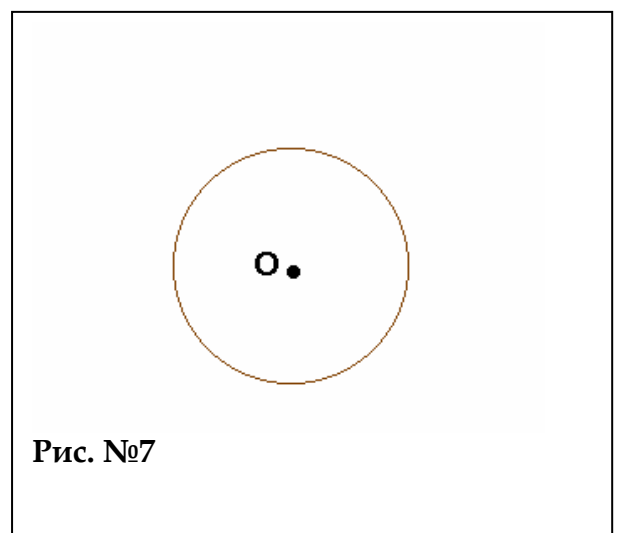
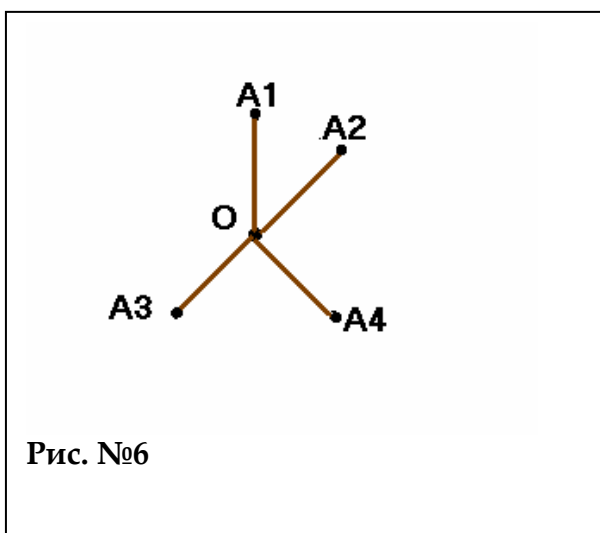
В ходе внутригруппового, а потом и межгруппового диалога выясняется, что данные понятия неточны и для выполнения основной задачи механики явно не годятся. Попробуем в этом разобраться.

Рассмотрим, в предложенном условии задачи, контексте сначала понятие «путь».



Путь – это всего лишь длина траектории и ничего более. Но траектории, как мы знаем, бывают двух типов: прямолинейные и криволинейные. Именно это сообщает понятию «путь» ту степень неопределенности, которая делает невозможным его применение для определения положения тела. Если мы примем дуб за тело отсчета, то человек пройдя путь 100 метров может оказаться с равной вероятностью в любой точке A_1 , A_2 , A_3 , A_4 и т.д. (Рис. №4) Все множество этих точек будет представлять собой круг (Рис. №5), центром которого будет являться дуб (точка O). Обладателю первой карты, чтобы найти зарытые сокровища, при неудачном выборе места раскопок придется вырыть котлован глубиной 5 локтей (примерно 1,5 - 1,8 метра) и диаметром 200 шагов (примерно 180 – 200 метров).

Второму обладателю карты повезло больше. Это становится понятно из рассмотрения понятия «расстояние». Так как расстояние это отрезок, соединяющий начальное положение тела с конечным (Рис №6), то из-за того, что начало всех отрезков одно и тоже – дуб (точка O), все множество точек предполагаемого местонахождения клада (A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ...) будет представлять собой окружность, центром которой является дуб (Рис.№6). Хотя и в этом случае придется попотеть – длина траншеи глубиной около 1,5 метров составит более 6 километров.



Перед учениками снова ставится вопрос: «Что же написал капитан Флинт на своей карте?»

Вывод очевиден – он не только указал расстояние до того места, где зарыт клад, но и направление где его следует искать. А **направленный отрезок, соединяющий начальное положение тела с конечным, называется перемещением тела**. Новое понятие позволяет однозначно определить положение тела на прямой, на плоскости и в пространстве.

Данный подход позволяет не только обосновать необходимость введения понятия «перемещения», но и осмыслить его на первичном уровне. Только после этого можно проводить этап формализации нового знания (перемещение есть вектор) и еще лучше, если это будет происходить не сразу, а на последующих уроках. Введение базовых понятий не терпит суеты – любое недопонимание в дальнейшем скажется очень серьезными проблемами в обучении. Если есть возможность, желательно обсудить проблему определения положения тела в пространстве при использовании понятий «путь», «расстояние», «перемещение» в случаях, когда тело движется: а) по прямой; б) в пространстве. В ходе этой работы и будет отработан механизм применения понятия «перемещение» для решения различных проблем познания.

Все выше обозначенные моменты явно или неявно должны присутствовать в определении понятия, которое берётся на «вооружение» субъектами (учителем и учениками) познания.

Рассмотрим, к примеру, понятие «математический маятник». С одной стороны, это понятие есть результат интеллектуальной деятельности, в ходе которой у множества реальных колеблющихся объектов выделены общие признаки, позволяющие пренебречь массой нити и её размерами, формой тела, прикрепленной к данной нити, и другими не существенными для данного явления свойствами этих объектов. С другой стороны, понятие о математическом маятнике используют в качестве эталона, определяющего возможность (или невозможность) применения к описанию движения этих законов Ньютона. Каждый вид деятельности реализуется через определённую систему действий. Так использование понятия математического маятника в качестве эталона при анализе реальных объектов предполагает проверку наличия (или отсутствия) у них признаков, указанных в определении понятия, а именно: размеры тела привязанного к нити должны быть значительно меньше длины нити, а масса тела должна быть значительно больше массы нити. Чтобы установить, соответствует ли рассматриваемый объект данному понятию, необходимо выполнить следующую систему действий:

- 1) назвать признаки, характеризующие понятие «математический маятник»;
- 2) указать наибольший размер тела прикрепленного к нити;
- 3) указать длину нити L ;
- 4) найти во сколько раз длина нити L больше размера тела X ;
- 5) оценить, удовлетворяет ли, полученное отношение $L \gg X$;
- 6) сформулировать вывод;
- 7) указать массу тела M прикрепленного к нити;
- 8) указать массу нити m ;
- 9) найти во сколько раз масса тела M больше массы нити m ;
- 10) оценить, удовлетворяет ли полученное отношение признаку $M \gg m$;
- 11) сформулировать вывод.

Аналогичная система действий (с учётом специфики понятия) выполняется при анализе всех реальных ситуаций, когда понятие об идеализированном объекте (материальная точка, колебательный контур, идеальный газ и т.п.) используются в качестве эталона. В общем виде эта система действий может быть выражена следующим образом: 1) называется первый признак; 2) устанавливается, обладает ли реальный объект этим свойством; 3) делается вывод; 4) называется второй признак... и т.д. Если объект не обладает хотя бы одним из признаков, указанных в определении понятия, то

он не соответствует этому понятию. Если хотя бы про один из признаков ничего неизвестно, то и при наличии всех остальных определённого ответа дать нельзя.

В определении физических величин также скрыта конкретная система действий. Например, из определения скорости (как физической величины, показывающей, какой путь пройдёт тело за единицу времени при равномерном движении, и находимой через отношение перемещения тела к промежутку времени за которое это перемещение было совершено) следует, что для вычисления её в каждом случае необходимо:

- 1) выбрать промежуток времени t ;
- 2) найти перемещение за этот промежуток S ;
- 3) найти отношение S/t .

А из определения средней скорости следует другая система действий, (средняя скорость показывает, какое перемещение совершило тело в среднем при неравномерном движении и находится как отношение всего перемещения ко всему промежутку времени, за которое оно было совершено):

- 1) выбирается перемещение, которое совершило тело S ;
- 2) находится промежуток времени, за которое перемещение было совершено t ;
- 3) находится отношение перемещения к времени S/t

В определении физических явлений скрыта система действий, связанная с созданием условий их существования. Например, из определения электризации (как явления перехода частиц с одного тела к другому под действием электрического поля) следует, что для воспроизведения этого явления необходимо:

- 1) иметь тело из какого-либо вещества;
- 2) иметь 2-е тело из другого вещества;
- 3) привести оба тела в контакт;
- 4) разъединить эти тела.

Результатом взаимодействия этих тел будет их электризация.

Таким образом, в процессе анализа определений физических явлений может быть установлена та система действий, которую необходимо выполнить для создания (воспроизведения) данного явления. В общем виде эта система выглядит так: 1) выбирают материальный объект, обладающий конкретными свойствами; 2) указывают другой объект, с которым первый будет взаимодействовать; 3) подбирают внешние условия их взаимодействия; 4) приводят оба объекта в контакт (осуществляют их взаимодействие). В результате взаимодействия определённым образом изменяются свойства обоих объектов. Это называется явлением.

В том случае, если понятие связано с методами изучаемой науки, то его использование требует разворачивания всего арсенала действий, связанных с реализацией этого метода. Например, понятие «система отсчёта» включает в себя три признака: 1) тело отсчёта; 2) систему координат, связанную с ним; 3) часы. Оно введено в науку для теоретического описания физических явлений и требует такой системы действий:

- 1) дать определение телу отсчёта;
- 2) выбрать (в реальной ситуации) тело отсчёта;
- 3) выбрать вид системы координат;
- 4) совместить начало координат с телом отсчёта;
- 5) оценить конкретные условия движения;
- 6) выбрать направление осей координат;
- 7) указать на них масштаб;
- 8) выбрать начальный момент времени.

Усвоить понятие – усвоить систему действий по его получению или использованию.

На первоначальном этапе в ходе уроков приобретения нового знания организуется учебная деятельность детей, имитирующая исторически обусловленную ситуацию необходимости введения этого понятия. В дальнейшем, на уроках закрепления знаний, организуется определённая работа, в ходе которой данное понятие выступает как инструмент решения определённых задач или проблем с постоянным акцентом на ту систему действий, которая подразумевает использование данного понятия. На заключительном этапе формирования понятия учащиеся самостоятельно тренируются в конкретных ситуациях, моделирующих возможные вариации несущественных признаков при сохранении существенных, применять данное понятие. Такая методика формирования физических понятий позволяет учащимся усвоить признаки понятия одновременно с системой действий, с которой оно наиболее часто связано в практической деятельности без специально заучивания и более осмысленно.

Следует подчеркнуть, что следует вводить в учебный процесс лишь те понятия, которые позволяют решить проблемную ситуацию, возникшую в ходе познания и эту проблему невозможно решить в исходной (предыдущей) системе понятий. В противном случае новое понятие для ученика окажется пустым.

Особенности методики построения эмпирических и теоретических понятий

Методика построения эмпирических и теоретических понятий различна по сути, хотя и имеет много общего внешне.

Во-первых, эмпирическое понятие вырабатывается при сравнении внешних, наблюдаемых и осязаемых, свойств и отношений объектов. Теоретическое же понятие строится в процессе анализа отношений и свойств сущностных, внутренних, движущих эти объекты и определяющих генетически характер их взаимодействия с другими объектами природы.

Во-вторых, эмпирическое понятие отражает такое свойство объекта, которое рядоположено, то есть не выделяет его среди других понятий (например, холодное, мокрое, желтое, блестящее для золота как одного из металлов). Теоретическое понятие же фиксирует реальное общее свойство (например, наличие свободных электронов в металлах), которое проявляется в конкретных ситуациях.

В-третьих, эмпирическое понятие фиксируется в слове (термине), теоретическое понятие же фиксируется в способах умственной деятельности (методе), а потом и в слове.

В-четвертых, эмпирическое понятие строится средствами формальной логики, теоретическое же понятие строится средствами диалектической логики через анализ тех противоречий, которые порождаются конкретными проявлениями данного сущностного свойства или отношения.

Поэтому, построение эмпирического понятия на уроке начинается с предъявления множества объектов в процессе сравнения которых и выделяется формально общее свойство исследуемых объектов. В процессе индукции рождается знание предположительное, вероятное.

Процесс построения теоретического понятия начинается с постановки проблемы, которая позволяла бы обнаружить ограниченность предыдущего знания, независимо от того эмпирическим или теоретическим оно является. Любое реальное противоречие можно разрешить с помощью формулирования знания более общего по отношению к исходному. Это знание гипотетично и потому тоже предположительно.

Проверка истинности эмпирического знания начинается с поиска тех объектов, которые этим свойством обладают, то есть в процессе дальнейшего увеличения основания для индуктивного вывода.

Проверка истинности теоретического знания заключается в попытке найти объяснение проявлению тех или иных свойств объекта исследования, то есть в процессе выделения существенных и несущественных свойств реальных объектов природы и определения границы применимости нового знания для познания всего разнообразия проявлений этого свойства.

Эмпирическое знание ценно само по себе, так как позволяет отличать одни объекты от других (классифицирующее знание). Теоретическое знание выступает в первую очередь как орудие познания (объясняющее и предсказательное знание). Но это не является основанием для пренебрежения эмпирическим знанием, так как толчком для построения теоретического знания являются реальные объекты природы, то есть эмпирическое знание.

Проблемы. Их роль в развитии мышления

Проблемы и их виды

Обычно под проблемой понимается явно сформулированный вопрос или целый комплекс таких вопросов, возникших в ходе познания. Сам процесс познания истолковывается при этом как последовательный переход от ответов на одни вопросы к другим вставшим после решения первых. Все это верно. Но верно применительно не ко всем, а только ко вполне определенным и притом довольно узким классам проблем, так называемым явным проблемным ситуациям.

Далеко не каждая проблема сразу же приобретает вид ясного вопроса. Не всякое исследование начинается с выдвижения проблемы и кончается её решением. Нередко бывает, что проблема формируется одновременно с решением. А порой она осознается только через некоторое время после решения. Зачастую поиск проблемы сам вырастает в отдельную проблему, решение которой требует особого таланта. «Великая проблема подобна драгоценному камню: тысячи проходят мимо, пока, наконец, один не поднимет его» (Ф. Ницше). Здесь мы имеем дело с классом неявных проблемных ситуаций.

В широком смысле проблемной является всякая ситуация, практическая или теоретическая, в которой нет соответствующего обстоятельствам решения, и которая заставляет остановиться и задуматься. Проблема в самом общем смысле – это некоторое затруднение, колебание, неопределенность.

В соответствии с вышесказанным, представляет интерес деление проблемных ситуаций по следующим трём признакам: сформулирована ли проблема с самого начала; имеется ли метод её решения; насколько отчётливы представления о том, что именно считать решением проблемы.

Все эти проблемы можно свести в такую классификационную таблицу:

Классы проблем	Формулировка проблемы	Метод решения проблемы	Прогноз результата решения проблемы	Название проблемной ситуации.
Явные проблемные ситуации	+	+	+	Объяснительно-иллюстративная
	+	+	-	Программированная
	+	-	+	Эвристическая
	+	-	-	Проблемная
Неявные проблемные ситуации	-	+	+	Практическая
	-	+	-	Исследовательская
	-	-	+	Модельная
	-	-	-	Методологическая (философская)

Первые четыре типа – это явные проблемные ситуации, когда формулировка проблемы задана с самого начала. Последующие четыре типа – это неявные проблемные ситуации, когда проблему еще предстоит обнаружить и сформулировать.

В процессе решения учащимися явных проблемных ситуаций создаются условия к развитию в основном эмпирического мышления. Теоретическое же мышление, преимущественно, развивается в процессе решения неявных проблемных ситуаций.

Самые банальные из явных проблем можно назвать **объяснительно-иллюстративными**. Они представляют вырожденный случай проблем. Указан вопрос, ответ на который нужно получить, известен метод решения и известно, что считать

решением, или, как говорится, «ответом». Такого рода задачи с максимальной информацией по всем трём параметрам и с минимумом неопределённости часто применяются в обучении. Прежде чем перейти к решению задач какого-то нового типа, обычно проводят развёрнутые решения одной-двух характерных задач. Проследив шаг за шагом процедуру их решения, обучающийся вырабатывает определённые навыки в обращении с другими задачами такого типа.

Примером для иллюстрации возьмём такую проблему: «Почему лёд скользкий?».

Рассмотрим отличие формулировок заданий содержащих эту проблему в соответствии с типом рассматриваемых заданий трёх уровней сложности: 1) минимального; 2) общего; 3) продвинутого.

Задания минимального уровня предназначены для учеников, овладевших обязательным минимумом умений и знаний по физике или другому учебному предмету.

Задания общего уровня – это задания из «зоны ближайшего развития» (по Л.С. Выготскому) ученика, овладевшего обязательным минимумом по данному предмету и направлены на развитие интеллекта ученика.

Задания продвинутого уровня рассчитаны на учеников, имеющих более глубокие познания по физике или другим предметам, по сравнению с государственным стандартом («продвинутые» ученики).

I Объяснительно-иллюстративные задания.

А) Минимальный уровень: «на коньках малое трение при скольжении по льду объясняется также действием смазки: между коньками и льдом образуется тонкий слой воды». «Физика-7» А.В. Пёрышкин, Н.А. Родина.

Б) Общий уровень: ответ, опирающийся на учебник А.В. Пёрышкина и Н.А. Родиной «Физика-7» и на знание зависимости температуры плавления льда от внешнего давления.

В) Продвинутый уровень: доклад на тему: «Почему лёд скользкий?». Литература: Я.И. Перельман «Занимательная физика» или привлечение этих знаний в ответе по теме «Сила тяготения».

Другой тип явных проблем более интересен: задан вопрос; ясен метод решения; не известен только результат решения. Это **программированный** тип проблемы: слишком много предопределено уже с самого начала и для поиска остаётся довольно ограниченное пространство. Тем не менее, подобные задачи, несомненно, полезны: они тренируют ум, вырабатывают сообразительность, умение рассуждать последовательно и ясно и т.д..

2 Вот пример программированных заданий:

А) Минимальный уровень: «Почему поверхность искусственной катки покрывают льдом, а не, например, гладкой стеклянной поверхностью? Объясните».

Б) Общий уровень: «Почему коньки хорошо скользят по льду? Почему в морозы это скольжение ухудшается?».

В) Продвинутый уровень: «Скользкость объясняют понижением температуры таянья льда при повышении давления. Известно, что для понижения температуры таянья льда требуется давление в 130 атмосфер. Поэтому, чтобы кататься на коньках при морозе, например, в 5 °С, конькобежец должен оказывать давление в 650 атмосфер. Однако, давление конькобежца на лёд в месте соприкосновения поверхности лезвия конька со льдом, во много раз меньше того давления, какое необходимо для понижения температуры таянья льда на 5 градусов. Как же объяснить возможность кататься на коньках при морозе –5 °С и ниже?».

Следующий **тип** явных проблем называется **эвристическим**: сформулирован явный вопрос и известно, что будет считаться его приемлемым решением. Всё сводится к отысканию метода, с помощью которого из начальных условий может быть получен уже известный в общих чертах ответ.

Приведём примеры задач этого типа:

А) Минимальный уровень: «Зачем конькобежцы перед стартом точат коньки?».

Б) Общий уровень: «Какие способы уменьшения силы трения скольжения по льду вы можете предложить?».

В) Продвинутый уровень: «При какой, максимально низкой температуре льда, возможно катание на ледовом катке?».

Намного сложнее и глубже, чем эвристические, проблемы, которые можно назвать **классическими** или **просто проблемами**. Это подлинно творческие проблемы, требующие не только определения общих контуров решения, но и открытие того метода, с помощью которого оно может быть достигнуто.

Примеры таких заданий:

А) Минимальный уровень: «Почему на крытых катках лёд более скользкий, чем на естественных водоёмах?».

Б) Общий уровень: «При какой температуре -100°C или -50°C лёд более скользкий?».

В) Продвинутый уровень: «Какой лёд более скользкий: гладкий или шероховатый, покрытый мелкими бугорками? Почему?».

О неявной проблеме мы говорим, когда есть какое то затруднение, недоумение, загвоздка, но нет открытого и прямо поставленного вопроса. Разумеется, между явными и неявными проблемами нет резкой границы. Особенно близки к неявным классические проблемы, содержащие минимум информации о своём решении и методе исследования.

Первый тип неявных проблемных ситуаций называется **практическим**: есть метод, есть решение, но нет самого затруднения, которое удалось бы с помощью данного метода преодолеть. Задачи этого типа связаны с нахождением области практического применения результатов данной научной деятельности, определение границ применимости практикуемых методов решения проблемных ситуаций.

А) Минимальный уровень: «Почему пешеходные дорожки, тротуары зимой обледеневают?».

Б) Общий уровень: «Для чего некоторые дворники посыпают зимой тротуары солью?».

В) Продвинутый уровень: «На брусок льда надета проволоочная петля, к нижней части которой подвешен груз. Проволока начинает быстро разрезать лёд, так как он плавится над проволокой и вновь смерзается над ней. Это явление происходит оттого, что при повышении давления температура плавления льда понижается, и лёд под проволокой оказывается при температуре выше, чем температура плавления льда при повышенном давлении. Однако, если петлю сделать из капроновой нити того же диаметра, то лёд практически не режется. Почему?».

Встречаются и такие неявные проблемные ситуации, когда имеется только метод и ничего более. Нет проблемы, к решению которой его можно было бы приложить и нет того, что следовало бы считать решением этой, ещё не сформулированной проблемы. И только в процессе изучения какого-то объекта исследования постепенно вырисовываются контуры тех неясностей и затруднений, которые можно решить данным методом. Задания такого типа называются **исследовательскими**:

А) Минимальный уровень: «Насколько обоснована гипотеза: «Чем ниже температура льда, тем коньки должны быть заточены острее?».

Б) Общий уровень: «Сформулируйте основные правила подготовки коньков к различным погодным условиям».

В) Продвинутый уровень: «Какова оптимальная температура льда для игры в русский хоккей? Соревнований конькобежцев?».

К этому типу проблемных ситуаций можно, по всей видимости, отнести и те случаи, когда метод, разработанный в связи с одной проблемой, оказывается применимым к другой, совершенно не связанной с нею проблемой.

Предпоследний тип проблемных ситуаций: есть только то, что довольно условно можно назвать «решением», поскольку нет вопроса, ответом на который оно могло быть, и неизвестен метод, способный привести именно к этому ответу. В данном случае необходимо смоделировать изучаемое явление или объект, найти или создать метод который мог бы привести к искомому решению. Если это не получается, необходима определённая трансформация или замена рассматриваемой модели на другую, или ревизия методов её исследования. И так до тех пор, пока не будет получено искомое решение.

Задания такого типа называются **модельными**.

Приведём примеры задания названного типа

А) Минимальный уровень: «Один из известных физиков назвал лёд «единственным скользким телом в природе». Не могли бы вы объяснить физическую суть этого высказывания?».

Б) Общий уровень: «В чём причина движения ледников? Каким образом лёд преодолевает различного рода препятствия, встречающиеся на его пути: скалы, подъёмы, валуны?».

В) Продвинутый уровень: «Оцените максимальную толщину ледника».

Наиболее своеобразны и глубоки самые неявные из неявных проблем, выдвигаемые софизмами, антиномиями, парадоксами и т.п.

Софизм – это умозаключение или рассуждение, обосновывающее какую-нибудь заведомую нелепость, абсурд или парадоксальное утверждение, противоречащее общепринятым представлениям.

Антиномия – два противоречащих друг другу высказывания, относящихся к одному и тому же предмету и допускающих, как кажется, одинаково убедительное обоснование.

Софизм и антиномия – всё это разновидности одного и того же способа постановки проблемы – парадокса. А решением парадоксов занимается методология. И поэтому данный тип задач можно назвать **методологическим** или **философским**.

Примеры заданий этого типа:

А) Минимальный уровень: «Как расплавить лёд, не нагревая его?».

Б) Общий уровень: «Можно ли обжечься льдом?»

В) Продвинутый уровень: «Если спросить у школьника, почему в морозный день коньки хорошо скользят по льду, то скорей всего можно услышать простой и очевидный ответ: «Конек трётся о лёд, между ними образуется тонкая водяная смазка, она и обеспечивает скольжение». Однако, школьнику более искушённому в физике, такой ответ покажется слишком простым и потому неинтересным. «Нет, – скажет он, – дело здесь не в трении, а в давлении конька на лёд. При повышении давления температура плавления льда становится меньше 0 °С, и лёд под коньком тает».

Что ж, в принципе и он прав.

Как же так – каждый прав? Кто же из них более прав? Произведите оценку».

К философским (методологическим) проблемам следует отнести, так же и те, которые связаны с областями знания, где многое ещё неясно, не изучено не устоялось.

Но самая трудная проблема заключается как раз в том, чтобы отыскать проблему. На первый взгляд проблема может вам показаться банальностью, а неявная проблема даже нелепостью. Отмахнуться от неё проще всего. Только длительное и тщательное вдумывание в проблему способно раскрыть её действительный смысл и подлинную глубину. Нередко, для того, чтобы осознать подлинную сущность проблемы, приходится подходить к вещам, казавшимся известными, совершенно по новому. Это новое и более глубокое видение представляет главную трудность. «В науке задача, надлежащим образом поставленная, более чем наполовину решена. Процесс умственной подготовки, необходимый для выяснения того, что существует определённая задача, часто отнимает больше времени, чем само решение задачи». (А. Сократи)

Постановка проблемы и её решение

«Мышление, как и всякая деятельность человека, всегда исходит из каких-то побуждений: где их нет, нет и деятельности, которую они могли бы вызвать. Для того, чтобы мысленный процесс вообще совершался, нужны какие-то мотивы, побуждающие человека думать.» (С.Л. Рубинштейн). Таким мотивом является проблемная ситуация, как естественно возникшая в ходе урока, так и искусственно созданная учителем. Потому что «процесс мышления возникает лишь при определённой степени рассогласования между усвоенными и усваиваемыми знаниями, соответствующей некоторой единице, определяемой творческими возможностями и уровнем развития субъекта. Собственно, только в этом относительно узком диапазоне рассогласования и возможен процесс мышления, приводящий к выявлению неизвестного в возникшей проблемной ситуации» (А.М. Матюшкин).

Проблемная ситуация – это некое психическое состояние познающей личности, включенной в объективную и противоречивую по своему содержанию среду. Осознание какого-либо противоречия в процессе деятельности (например, невозможности выполнить теоретическое или практическое задание с помощью ранее усвоенных знаний) приводит к появлению потребности в новых знаниях, в том неизвестном, которое позволило бы разрешить возникшее противоречие. Необходимо специально подчеркнуть, что не только успешное решение проблемы, но даже и её нерешение (неудача в попытках её решить) в одинаковой мере формирует то или иное эмоциональное отношение к тому, что он делает – к решению или нерешению задачи, к формированию определённого понятия, суждения, умственного действия и т.д.

Мышление – это всегда искание и открытие существенно нового. Открываемое в процессе мышления новое является таковым лишь по отношению к предшествующим стадиям мышления и вообще всей жизни ученика. Новое для ученика – это лишь субъективно новое, а не для всего человечества, громадный исторический опыт которого бесконечно превышает жизненный опыт любого человека или группы людей. Поэтому усвоение исторически накопленного богатства знаний требует от ребенка больших усилий мышления, серьёзной умственной работы, хотя он усваивает уже готовую систему понятий, причём под руководством взрослых. Тот факт, что ученики усваивают уже известные человечеству знания, и делают это с помощью взрослых, не исключает, а, наоборот, предполагает необходимость у них подлинного, самостоятельного мышления. Иначе усвоение знаний будет чисто формальным, поверхностным, бездумным, механическим. Мышление всегда продуктивно, «репродуктивное мышление» – это просто память (а не собственно мышление). В ходе решения довольно простой математической или физической задачи ученик осуществляет настоящее, подлинное мышление, открывая новые для себя свойства и отношения познаваемого объекта. Вообще, любой познаваемый объект выступает для человека и в своих, достаточно известных свойствах или качествах, и, вместе с тем, в своих менее известных, а то и просто неизвестных качествах и отношениях. В каждой жизненной ситуации (в частности, в ходе постановки и решения определённой проблемы) ребёнок активно ищет и открывает всё новые и новые стороны объекта, опираясь на свой жизненный опыт.

Поскольку в объективной действительности всё взаимосвязано и взаимообусловлено, постольку любой познаваемый объект, существуя в этой всеобщей взаимосвязи явлений материального мира, выступает в бесконечности своего содержания, всех своих определений. Вселенная бесконечна, и потому бесконечен и непрерывен процесс её познания. Следовательно, любое понятие, любая система понятий никогда не бывают абсолютно завершёнными. Они всегда развиваются, обогащаясь всё новым содержанием по мере всё более глубокого познания объекта, каковым в последнем счёте является вся бесконечная Вселенная. Поэтому мышление и выступает, прежде всего, как процесс, т.е. как нечто становящееся, формирующееся, развивающееся, никогда полностью не завершённое в своём открытии всё новых и новых свойств и отношений объекта. Вот почему, в принципе, нет и быть не может никакого репродуктивного мышления. Оно означало бы прекращение, завершение познания бесконечного по своему содержанию объекта, что, как мы видели, невозможно. Мышление всегда устремлено в эти бескрайние глубины неизведанного; каждый человек, когда он мыслит, самостоятельно делает открытие чего-то нового, неизвестного.

Например, всякий школьник или студент, решая учебную задачу, обязательно открывает для себя нечто новое. Злоупотребление однотипными задачами, мало отличающимися друг от друга, приводит к тому, что ученик перестаёт открывать для себя нечто существенно новое и его мышление сводится к минимуму. Учитель всеми доступными средствами должен пробуждать и активизировать самостоятельные поиски учащихся, а в случае больших затруднений указывать лишь общее направление поисков с тем, чтобы основную часть умственной работы ученики выполняли собственными силами. Так, под руководством педагога, постепенно, шаг за шагом у ученика формируется действительное мышление, способное усваивать, узнавать, понимать и открывать.

Задача появляется из проблемной ситуации любого типа, тесно связана с ней, но существенно отличается от неё. Проблемная ситуация – это довольно смутное, ещё не очень ясное, малоосознанное впечатление или переживание, как бы сигнализирующее: «что-то не так», «что-то не то». В такого рода проблемных ситуациях и берёт начало процесс мышления. Он начинается с анализа этой проблемной ситуации. В результате её анализа возникает, формируется задача, проблема в собственном смысле слова. Возникновение задачи, в отличие от проблемной ситуации, означает, что теперь удалось хотя бы предварительно и приблизительно расчленить данное (известное) и искомое (неизвестное). В процессе решения задачи посредством мышления человек всегда (хотя бы в минимальной степени, совсем приблизительно и предварительно) начинает предвосхищать будущее, еще неизвестное и потому искомое решение задачи или проблемы. Поэтому весь мыслительный процесс искания и открытия существенно нового есть непрерывный поиск неизвестного как носителя определенных и всё более определяемых отношений между условиями и требованием решаемой задачи.

Неданность и незаданность будущего искомого результата в большинстве случаев недостаточно учитывается в педагогической практике. Подсказка или наводка, прямо указывающая верный путь к решению задачи или даже содержащая это решение, может быть успешно использована лишь теми, кто достаточно продвинулся вперёд в самостоятельном анализе решаемой задачи. Если же человек ещё очень мало думал над задачей, не начал раскрывать её проблемность и тем самым не подготовил почву для принятия необходимой помощи извне (советов, намёков), он не сможет правильно использовать косвенные или прямые указания, направляющие его на верный путь решения.

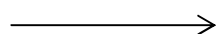
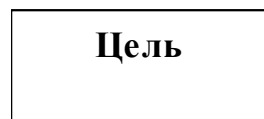
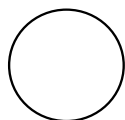
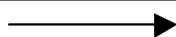
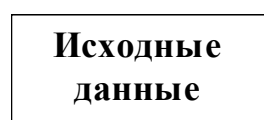
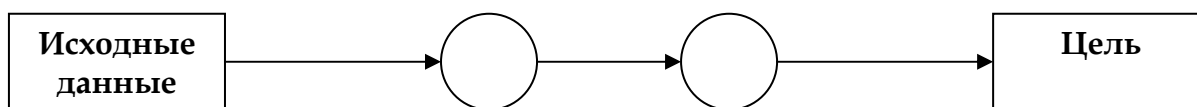
Как известно, все проблемы делятся на 2 класса: явные и неявные проблемы. Класс проблемы определяет уровень саморегуляции ученика – «решателя» проблем. Проблемные ситуации первого класса – очевидные – возникают на уровне саморегуляции с помощью обратной связи, осуществляемой путём прямого и непосредственного сличения промежуточных, текущих результатов какого-либо процесса, действия, операции с их конечным общим результатом, благодаря чему результат каких-либо действий в силу непосредственной данности и очевидности нельзя сразу же не заметить и не использовать. В отличие от этого проблемные ситуации второго класса – неочевидные, такие, которые могут вообще остаться незамеченными – формируются на более высоком уровне саморегуляции в которой, помимо обратных связей, весьма существенную роль играют более сложные механизмы: мысленное прогнозирование искомого как конкретного носителя определённых отношений между условиями и требованием задачи.

Тип проблемы определяет условия её постановки и метод решения. Не будем оригинальными, если начнём их рассматривать согласно вышеприведенной классификации.

1. Объяснительно-иллюстративный метод.

Цель урока, в основании которого лежит этот метод, – прямая трансляция содержания данного учебного предмета и способов деятельности, специфических для данного учебного предмета. Высшей формой урока данного типа является проблемное изложение.

Схема данного урока



Принятые обозначения:

- те начальные условия, то есть объем и содержание знаний и умений учащихся, необходимых для решения поставленной проблемы;
- метод (путь) решения проблемы или задачи;
- промежуточные результаты решения проблемы или задачи и, соответственно, их рефлексия.
- прогнозируемый конечный результат учебной деятельности на уроке (та проблема, которую необходимо решить).
- вид деятельности, выполняемый учениками.

- метод решения проблемы, находимый учениками.

Основной вид деятельности учителя на уроке – демонстрация неполноты, неточности или противоречивости тех знаний, которыми в соответствии с программой должны овладеть к этому времени ученики и решение данной проблемы с одновременной

демонстрацией решения в его подлинных, но доступных учащимся противоречиях, при движении по пути решения.

Деятельность учеников на уроке – запоминание основных положений, фактов и методов решения для последующего воспроизведения, как можно более точного.

Учитель работает со всем классом фронтально, не выделяя никого и считая класс единым организмом, объектом его целенаправленных воздействий для достижения определённого, регламентированного программой результата по овладению учениками знаний, умений, навыков. Ученики выполняют действия по определённому образцу, алгоритму, продемонстрированному учителем.

Главным критерием усвоения программного материала является точность и полнота его воспроизведения, а также уверенные действия по образцу для выполнения однотипных заданий.

Примером реализации этого метода и других (в сравнении) выберем тему «Количество теплоты и его расчёт», объём и содержание которой соответствует §7 «Количество теплоты. Единицы количества теплоты», §8 «Удельная теплоёмкость» §9 «Расчёт количества теплоты, необходимого для нагревания тела или выделяемого им при охлаждении» учебника «Физика-8» А.В. Перышкина 2001 года издания.

Урок начинается с актуализации знаний о видах теплопередачи: конвекции, теплопроводности излучения – посредством вопросов: «Что такое конвекция? Приведите примеры» и т.д. Все виды теплопередачи не существуют отдельно в реальных условиях. Например, чайник, остывающий на плите.

Проблема: Что же является критерием упрощения рассматриваемого явления, не существенно искажающего его действительную суть, когда мы из всех видов теплопередачи выделяем какой-то один, а другими пренебрегаем в этом случае?

Вывод: Та доля внутренней энергии, которая передаётся этим видом теплопередачи и остальными.

Проблема: Но ведь эту долю необходимо определить? А как?

Вывод: Выходом из создавшейся ситуации является определение того количества энергии, которое тело получает или теряет при данном виде теплопередачи. Введём новое понятие: ту часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче, назовем **количеством теплоты** и обозначим его символом Q .

Проблема: Как определить это количество теплоты?

Вывод: Решением данной проблемы является постановка физического эксперимента, в результате чего устанавливается прямопропорциональная зависимость количества теплоты Q от разности температуры конца и начала процесса Δt , массы вещества m и зависимость количества теплоты Q от рода вещества.

Проблема: Температуру измеряют термометром, массу вещества определяют путём взвешивания. А каким образом учесть род вещества? Каким физическим прибором?

Вывод: Учёт рода вещества при определении количества теплоты осуществляется косвенным образом, через измерение тех же величин, о которых было сказано выше. Берут произвольное вещество единичной массы и изменяют его температуру на 1°C . Необходимое для этого количество теплоты называют **удельной теплоемкостью** и обозначают символом c . Иллюстрацией нового понятия является демонстрационный эксперимент, который показывает разную величину удельной теплоёмкости для веществ разного рода.

Проблема: Как вычислить количество теплоты, необходимое для его нагревания или выделяемое им при охлаждении?

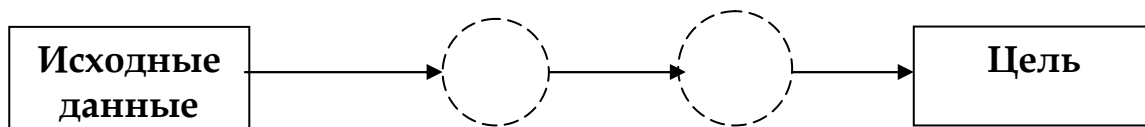
Вывод: $Q=cm\Delta t$. Данную формулу, позволяющую вычислить количество теплоты (часть внутренней энергии), которую тело получает или теряет при теплопередаче, конструирует учитель.

Последний этап урока – закрепление изложенных учителем знаний с опорой на оформленный конспект или на фиксацию промежуточных и конечного выводов в краткой форме на доске. Примерный перечень вопросов: «Что такое количество теплоты? От чего оно зависит? Что такое удельная теплоёмкость? Как вычислить количество теплоты? Назовите единицы измерения удельной теплоёмкости, количества теплоты».

В завершении урока под руководством учителя ученики у доски решают задачи на расчёт количества теплоты, подобранные учителем.

2. Программированный метод.

Цель урока – развитие мышления учащихся посредством включения их в учебную дискуссию на стадии обсуждения промежуточных и итогового результатов решения проблемной ситуации. Постановка проблемы и определение метода её решения является



прерогативой учителя.

Основной вид деятельности учителя на уроке – создание проблемной ситуации на уроке, разбиение её решения на этапы и организация дискуссии, предметом которой являются как промежуточные результаты, так и конечные результаты решения данной проблемы.

Деятельность учеников на уроке – обсуждение результатов на этапах решения данной проблемы (результаты эксперимента, математические преобразования и т. д.) и формулирование как промежуточных, так и окончательных выводов по рассматриваемой проблеме.

Главным критерием достижения результата является точность и обоснованность выводов, сделанных учащимися в ходе урока.

Примерный сценарий урока:

Завершая актуализацию знаний о видах теплопередачи, учитель формулирует проблему: «Каким образом определить количество теплоты, получаемое или теряемое телом при теплопередаче?» Так как основными источниками знаний о природе являются наблюдение и опыт, то и решение данной проблемы можно найти с помощью любого из этих методов. Наиболее органично на уроке данного типа будет смотреться серия логически взаимосвязанных экспериментов, осмысление которых и позволит найти ответ на поставленный вопрос. Их планирование, подготовку и демонстрацию осуществляет учитель.

Опыт № 1.

Два сосуда, в которых налито одинаковое количество однородной жидкости одинаковой температуры, поставлены на нагреватели одинаковой тепловой мощности. В эти сосуды опущены термометры. Один сосуд нагревается дольше другого.

Вопрос для обсуждения классу: «Какому телу было передано большее (меньшее) количество теплоты? Почему?»

Вывод, который делают ученики в результате дискуссии, как внутригрупповой, так и межгрупповой: «Большее количество теплоты было передано жидкости, которую нагревали более длительное время, так как её температура изменилась на большее количество градусов, то есть внутренняя энергия стала больше у жидкости, которую нагревали в течение большего промежутка времени. Следовательно, количество теплоты, полученное телом при нагревании, прямопропорционально разности температур данного тела (без учёта потерь)».

Опыт №2.

Два сосуда, в которые налито разное количество однородной жидкости, поставлены на одинаковые нагреватели. В них опущены термометры. Температуру жидкостей изменяют в результате нагревания на одинаковое количество градусов. Вопрос классу остаётся тем же.

Вывод: «Большее количество теплоты получила жидкость большей массы, так как её нагревание было более длительным по времени, то есть данной жидкости было передано большее количество теплоты (нагреватели одинаковы). Следовательно, количество теплоты, полученное телом от нагревателя прямопропорционально массе тела (потери на охлаждение пренебрегаем).

Опыт №3.

Два сосуда, в которые налиты разнородные жидкости одинаковой массы и опущены термометры, поставлены на одинаковые нагреватели. Начальные температуры жидкостей одинаковы. При нагревании их температура изменяется на одинаковое количество градусов. Вопрос, обсуждаемый классом, тот же, что и в предыдущих случаях.

Вывод: « На нагрев сосуда с первой жидкостью потребовалось время τ_1 , а на нагрев второй жидкости время τ_2 , причём $\tau_2 > \tau_1$. Так как тепловая мощность нагревателей одинакова, следовательно, за одно и то же время они передают одинаковое количество теплоты. Чем больше это время, тем большее количество теплоты они передают окружающим телам, поэтому второй жидкости было передано большее количество теплоты в τ_2/τ_1 раз. Очевидно, что для нагревания разнородных жидкостей одинаковой массы на одно и то же количество градусов требуется разное количество теплоты».

Проблему учёта рода вещества при расчёте количества теплоты, полученного телом при нагревании или отданного при охлаждении можно разрешить введением понятия «удельная теплоёмкость». Давая его определение, учитель обращает внимание учеников на физический смысл данного понятия с помощью вопросов, предназначенных для дискуссии:

А) «Что означает выражение «удельная теплоёмкость стали 500 Дж/кг °С?»

Б) «На что больше расходуется энергии - на нагревание чугунного горшка или воды, налитой в него, если их массы одинаковы?» И т. д.

После этого ученики под руководством учителя конструируют формулу, позволяющую рассчитать количество теплоты, полученное или отданное телом при теплопередаче. Примерный перечень вопросов:

А) «Какое количество теплоты необходимо передать куску стали массой 1 кг, 2 кг, 5 кг, m кг для того чтобы нагреть их на 1 °С?»

Б) «Какое количество теплоты нужно передать куску стали массой 1 кг, для того, чтобы нагреть на 1 °С, на 3 °С, на 8 °С и на °С?»

В) «Какое количество теплоты нужно передать куску стали массой 4 кг, для того, чтобы нагреть на 5 °С?»

Г) «Какое количество теплоты нужно передать куску стали массой m кг, для того, чтобы нагреть на Δt °С, если его удельная теплоёмкость C Дж/кг °С?».

Окончательный вывод, который формулируют учащиеся в процессе дискуссии:

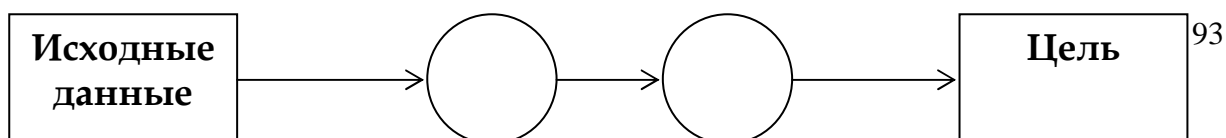
«Чтобы подсчитать количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемое им при охлаждении, нужно удельную теплоёмкость вещества C умножить на массу тела m и на разность конечной и начальной температур Δt .

$$Q = cm\Delta t$$

3. Эвристический метод.

Цель данного метода – развитие мышления учащихся путём самостоятельного активного поиска путей, приёмов, методов решения поставленной перед нами проблемы.

Схема урока этого типа:



Деятельность учителя на уроке направлена на активизацию мыслительных процессов учащихся посредством включения их в дискуссию о путях (методах) достижения как промежуточных, так и окончательных результатов решения учебной проблемы.

Деятельность учеников на уроке – планирование и выполнение определённых учебных действий по поиску пути (метода) достижения поставленной извне цели; создание частных алгоритмов решения.

Почему опять дискуссия, а не просто эвристическая беседа или, наоборот, выступления учащихся с индивидуальными проектами по данной проблеме?

Цель учителя на уроке – научить мыслить, а для этого необходима открытость процесса мыслительной деятельности учащихся и возможность влияния на качество мыслительных процессов (гибкость, точность, объективность и т.д.) через:

а) оппонирование предложениям, прогнозам ученика со стороны одноклассников и учителя;

б) возможность обращения ученика за консультацией к учителю или друзьям;

в) отслеживание и корректировку процесса обсуждения с помощью системы наводящих вопросов, демонстраций, экспериментов;

г) возможность активного участия учителя в обсуждении на равных правах с учениками.

Всё это возможно, если на уроке царит коммуникативная мыследеятельность учителя и ученика. Вопросы для дискуссии уже не являются прямыми, ответы на которые очевидны и однозначны. Вопросы являются лишь подсказкой, наводкой, толчком, средством коррекции мыслительных операций в неявном виде. В одном случае эти вопросы направлены на развитие аналитико-синтетической деятельности учащихся, в другом на развитие поисковых навыков, на умение взглянуть на обыденное с новой стороны, на преодоление инерции мышления, на умение преодолеть противоречие между данным и искомым и т.д.

Критерий достижения результата – нахождение метода решения конкретной проблемы и формулирование обобщенного способа деятельности в этой и аналогичных проблемных ситуациях, что требует от ученика таких качеств мышления как планомерность, гибкость и осознанность.

Постановка проблемы осуществляется неявно через систему вопросов типа:

«Почему нельзя вскипятить ведро воды на спиртовке?»

Вывод: *«Сколько внутренней энергии тело получает в результате теплопередачи, столько же и теряет».*

Вопрос: *«Что необходимо предпринять, чтобы ведро воды закипело?»*

Вывод: *«Необходимо увеличить количество энергии, передаваемой ведру с водой (например, увеличить количество зажженных спиртовок) и когда количество энергии, получаемой ведром с водой будет превышать количество энергии теряемой ведром в результате теплопередачи, то и ведро и вода в нём станут нагреваться».*

Учитель вводит понятия «количество теплоты»: *«Чтобы можно было, с уверенностью говорить, нагревается или охлаждается тело, необходимо знать, какое количество энергии тело получает или теряет при теплопередаче (эти процессы идут одновременно). Ту часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче, называют «количеством теплоты».*

Вопрос: «В Индии в холодное время суток помещение обогревают с помощью жаровен, которые нагревают на открытом огне, а потом вносят в помещение. Как бы вы поступили, чтобы нагреть помещение в кратчайший срок? Как нужно поступить, чтобы тепло от жаровни расходовалось постепенно и в течение как можно более длительного времени?» и т.д.

Итогом обсуждения ответов групп является гипотеза:

«Количество теплоты, переданное помещению от жаровен, зависит: а) от времени их нагревания; б) от разности температур жаровни и помещения; в) от массы жаровни; г) от рода вещества, из которого она изготовлена» и т.д.

Вопрос: «Каким образом осуществить проверку ученической гипотезы?»

Вывод: «Одним из доступнейших способов проверки на уроке является проверка на соответствие следствий данной гипотезы наблюдаемым фактам и опытам».

Ученики предлагают опыты, совпадающие с опытами № 1-3 описанными выше или им аналогичные. Опыты проводит учитель. Обсуждение результатов опытов позволяет сделать вывод, что увеличение времени нагревания тела приводит лишь к увеличению разности температур между нагретым телом и окружающей средой. Следовательно, количество теплоты Q прямопропорционально массе вещества m и разности температур Δt .

Вопрос: «А как учесть род вещества? Какими приборами нужно воспользоваться, и какие необходимо произвести измерения?»

Вывод: «Так как любые тела можно нагревать и охлаждать независимо от их строения, то необходимо сравнить тепловые свойства вещества по «накоплению» ими внутренней энергии. Сравнение корректно, если остальные существенные параметры объектов исследования одинаковы (масса, начальные и конечные температуры тел). Тому телу, которое более длительно нагревалось до намеченной температуры на той же горелке, было передано большее количество теплоты, в сравнении с тем телом, которому для этого потребовалось меньше времени».

Вопрос: «Как проверить данный вывод?»

Вывод: «Необходим эксперимент: тела из разных веществ одинаковой массы, нагретых до одной и той же температуры, опускают в одинаковые теплоизолированные сосуды (калориметры), в которые налито одинаковое количество воды. В том сосуде, где температура воды окажется выше, там тело при остывании на меньшее количество градусов отдало большее количество теплоты».

В заключение, после проведения эксперимента учителем, вводится понятие «удельная теплоёмкость», как тепловое свойство вещества зависящее от его строения.

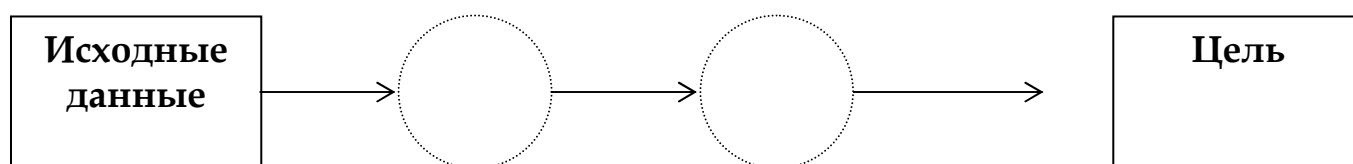
Вопрос: «Как рассчитать количество теплоты, получаемое телом при нагревании или отдаваемое им при охлаждении?»

Окончательный вывод: «Т.к. $Q \sim m$ и $Q \sim \Delta t$, а удельная теплоёмкость определяется косвенным образом через массу вещества и величину изменения температуры вещества, то $Q = cm\Delta t$, где коэффициент пропорциональности c является удельной теплоёмкостью вещества».

4. Классический проблемный метод.

Цель урока – развитие творческого и критического мышления учащихся через включение их в учебную деятельность по решению проблемных ситуаций.

Схема урока в основании, которого лежит проблемный метод:



Деятельность учителя направлена на организацию логически выстроенного поиска решения проблемных ситуаций, опирающегося на собственный опыт учащегося.

Деятельность учащихся на уроке направлена на освоение нового опыта и овладение инструментарием учебно-исследовательской деятельности по поиску и анализу проблемных ситуаций, поиск и определение личностных смыслов и ценностных отношений в данной деятельности. Особенностью учебного процесса по освоению исследовательской деятельности является умение формулировать проблему. Основа этого умения и одновременно его проявление – вербализация постановки проблемы, проговаривание того, каких целей надо достичь при решении проблемы, осуществлении плана действий, а также соответствие этого плана намеченным целям. Без этого этапа учебный поиск решения проблемы превращается в хаотические попытки предугадать искомое на неясных (интуитивных) для этого основаниях. С другой стороны, при формулировании проблемы происходит отделение известного от искомого. Если это осуществляется параллельно разными группами, то оценивание проблемы и вербализация её формулировки с разных точек зрения помогает преодолеть ошибочные представления некоторых групп.

На втором этапе начинается поиск фактов для лучшего понимания проблемы, возможностей решения. Речь идет не просто о подключении эмпирических наблюдений, запаса жизненных впечатлений учащихся в качестве вспомогательного материала, который используется преподавателем как иллюстративное дополнение. Опыт учащегося служит важнейшим источником учебного познания. Педагог (равно как и весь комплекс используемых им дидактических средств) выполняет не роль «фильтра», пропускающего через себя учебную информацию, но роль помощника в работе ученика, одного из источников информации.

На третьем этапе осуществляется поиск идей одновременно с активизацией сферы бессознательного и подсознания. Это возможно, если стадия выдвижения идей и стадия их критики разделены по времени. Именно, когда критика не допускается, каждая идея так же хороша, как любая другая. И чем больше идей, тем лучше. Необходимо создать все условия для свободного высказывания идей, причем, предельно разнообразных. При окончательном разборе, который состоится позднее, многие идеи окажутся бесполезными, однако сам процесс должен происходить таким образом, чтобы поток идей был бурным и они следовали друг за другом. Оценка идей откладывается до тех пор, пока они не высказаны и не сформулированы учащимися.

Поиск решения, при котором высказанные идеи подвергаются анализу, оценке, осуществляется на четвертом этапе решения проблемы. Для воплощения, разработки выбираются лучшие из них.

На последнем пятом этапе осуществляется осмысление (рефлексия) совместной деятельности учителя и ученика, тех «подвохов» (неявных проблемных ситуаций), которые содержала данная задача в своём первоначальном виде, и конструирование обобщенного способа исследовательской деятельности. В дальнейшем, при анализе решения конкретных учебных проблем, необходимо неоднократно возвращаться к показу тех интерпретаций, которые претерпевает учебная исследовательская деятельность учащихся в соответствии с условием задачи.

На всём протяжении урока идёт дискуссия, но её предметом является не только поиск объяснения данного факта в рамках той или иной теории (программированный метод) или поиск метода решения проблемной ситуации (эвристический метод). В первую очередь усилия учащихся направлены на анализ данной проблемы и обсуждение тех идей и принципов, которые могут лежать в основании предлагаемых методов решения данной проблемы.

Критерием достижения результата является решение проблемы на эмпирическом или теоретическом уровне, что является необходимым условием развития планомерности, точности, объективности, гибкости и осознанности мышления учащихся.

1 этап.

Постановка проблемы.

Урок начинается с постановки проблемы через систему вопросов и демонстраций:

«Если тело перенести из тёплого помещения в холодное, то, что с ним будет происходить? А если из холодного помещения перенести в тёплое?»

Вывод: «Здесь будет происходить передача внутренней энергии от одного тела к другому, причём направление её задано разностью температур (от более нагретого к менее нагретому). Этот процесс будет длиться до того момента, пока не наступит тепловое равновесие (равенство температур)».

Демонстрация: Нагревают три тела: гирю на плитке, булжничник на спиртовке и стакан с водой кипятильником. Гирию и булжничник опускают, а воду из стакана переливают в разные калориметры, наполненные одинаковым количеством воды.

«В каком из калориметров температура воды окажется выше?»

Вывод: «Проблема: неизвестно какое количество энергии было передано данными телами, в процессе теплопередачи воде в калориметрах. Для этого надо знать, какое количество энергии в результате нагревания было передано данным телам».

Учителем вводится понятие «количество теплоты», как мера «количества внутренней энергии, получаемой или теряемой телом при теплопередаче».

Предыдущая формулировка проблемы не содержит конкретизации цели учебного поиска и поэтому данная проблема в процессе дискуссии переформулируется: «Необходимо найти от чего зависит количество теплоты, получаемое телом при нагревании или отдаваемое им при охлаждении».

2 этап.

Сбор данных по проблеме.

Вопрос: «Какие факты, примеры из личного опыта или опыта других, показывающие зависимость количества теплоты, получаемое телом при нагревании или отдаваемое им при охлаждении, от тех или иных физических величин и физических состояний, вы можете привести?»

Приводимые факты являются питательной средой, базой для выдвижения гипотез на следующем этапе.

После окончания сбора данных из собственного жизненного опыта, дети могут задавать вопросы преподавателю. Вопросы, обращённые к учителю, как к источнику информации, должны быть только те, на которые можно ответить «да» или «нет». Вопросы, предполагающие объяснение явлений со стороны учителя запрещены. Например, вопрос: «Из какого металла изготовлена гирия?» отвергается, а на вопрос «Гирия изготовлена из стали?» следует утвердительный или отрицательный ответ. Важен процесс, а не результат мыслительной деятельности, и он должен охватывать значительное интеллектуальное пространство.

3 этап.

Выдвижение гипотез.

Итогом ограниченной по времени дискуссии в группах являются гипотезы, возможный перечень которых таков:

«Количество теплоты, получаемое телом при нагревании или отдаваемое им при охлаждении, зависит:

- а) от температурных данных тел;
- б) от массы тел;
- в) от строения вещества (рода вещества);

- г) от длительности времени нагревания;
- д) от способа нагревания;
- е) от плотности вещества тел;
- ж) от агрегатного состояния вещества;
- з) от способа (вида) теплопередачи;
- к) от разности температур тела и окружающей среды;
- л) от разности температур между телами делённой на количество тел;
- м) от объёма тел и т.д.»

4 этап.

Поиск решения.

В процессе обсуждения отсеиваются явно бесперспективные гипотезы. Причина отказа от дальнейшей разработки их в каждом конкретном случае обосновывается:

г) Действительно, чем дольше процесс нагревания, тем выше температура тела. Но если учесть потери энергии на охлаждение, то, оказывается, с возрастанием температуры тела возрастает и количество энергии, рассеиваемой в окружающую среду. При некоторой температуре тела количество передаваемой телу энергии и количество теряемой телом при охлаждении окажутся одинаковыми. Дальнейший процесс нагревания, сколь бы длительным он ни был, не приведёт к увеличению температуры и, следовательно, внутренняя энергия тела не будет возрастать. Тело при остывании может отдать только то количество теплоты, которым оно обладает, а её величина определяется тем, насколько велика температура данного тела.

Вывод: «Количество теплоты, теряемой телом при охлаждении и количество теплоты, получаемой телом при нагревании, зависит лишь от температуры тела, но не от продолжительности его нагревания».

д) При нагревании тела увеличивается его внутренняя энергия, а под внутренней энергией тела понимается энергия движения и взаимодействия молекул. Её величина определяется только строением вещества и скоростью движения молекул, из которых состоит данное тело. Чем выше скорость движения молекул, тем выше температура тела и абсолютно безразлично, каким образом скорость движения молекул данного тела мы изменяем. Результат будет один и тот же: будет расти (уменьшаться) температура данного тела и, как следствие, будет расти (уменьшаться) внутренняя энергия тела.

Вывод: «Количество теплоты, теряемое или получаемое телом при теплопередаче, не зависит от способа нагревания (охлаждения) тела, а определяется лишь температурой тела».

е) Плотностью вещества называют физическую величину, показывающую, какую массу имеет тело из данного вещества объёмом 1 м^3 . Эта величина введена для возможности расчёта массы вещества, исходя из его геометрических размеров, и, наоборот, определение его объёма, если известна масса данного вещества.

Вывод: «Целесообразнее говорить, что количество внутренней энергии, получаемой телом при нагревании или отдаваемое им при охлаждении, зависит от массы данного тела, а не от его плотности».

ж) При переходе тела из одного агрегатного состояния в другое происходит изменение строения вещества. Следовательно, более общим по отношению к понятию «агрегатного состояния вещества» является понятие «строение вещества». Внутренняя энергия тела зависит от строения вещества, как было показано выше и при изменении агрегатного состояния вещества внутренняя энергия изменяется скачкообразно. Если агрегатное состояние вещества при нагревании не изменяется, то изменение в строении вещества незначительно, поэтому изменение энергии на одинаковых интервалах температур (например, от 40°C до 50°C и от 50°C до 60°C) тоже будет одинаково. В другом агрегатном состоянии при нагревании тела на одинаковое количество градусов изменение внутренней энергии тоже будет одинаково, но

величина изменения энергии на тех же интервалах температур будет другая (больше или меньше).

Вывод: «Количество теплоты, получаемое телом при нагревании или теряемое при охлаждении, зависит от строения вещества, но в разных агрегатных состояниях эта зависимость разная».

Остальные гипотезы, признанные в результате дискуссии, как наиболее перспективные подвергаются экспериментальной проверке, варианты которой, после обсуждения в группах, предлагают ученики. Осуществив эти эксперименты с теми физическими приборами и телами, которые им предоставлены (калориметры, различные жидкости и тела, термометры, нагреватели и т.д.) ученики приходят к выводу: «Количество теплоты, получаемое телом при нагревании или теряемое при охлаждении прямо пропорционально массе вещества m и разности температур Δt ».

Данный вывод обладает большей общностью и достоверностью, чем при эвристическом методе проведения урока, т.к. он основывается на анализе значительного количества результатов аналогичных экспериментов, проводимых параллельно группами учащихся. Дальнейшая деятельность по введению понятия «удельная теплоёмкость» и конструирование формулы, позволяющей рассчитать количество теплоты, получаемой или теряемой телом при теплопередаче $Q = cm\Delta t$ аналогично деятельности учащихся и учителя при эвристическом методе, поэтому её описание здесь опускается (см. эвристический метод)

5 этап.

Рефлексия учебной деятельности.

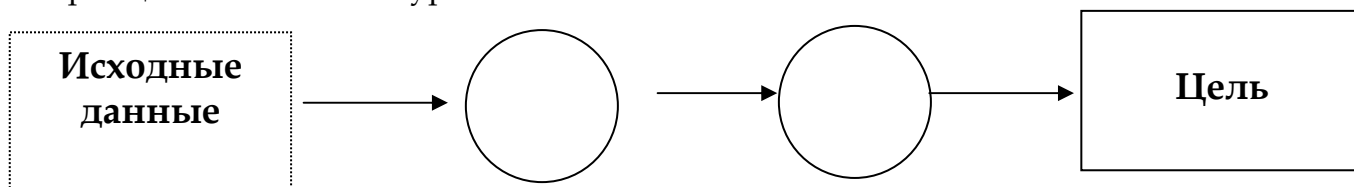
Вопросы, направленные на осмысление деятельности учащихся на уроке, написаны заранее на раздвижной доске и открываются в нужный момент:

- а) На какие основные этапы разбивается решение проблемы?
- б) Какие этапы решения проблемы оказались наиболее трудными?
- в) Что мешало (помогало) решению поставленной проблемы и т.д.

5. Практический метод.

Цель урока – развитие теоретического мышления учащихся через интерпретацию данных (фактов, понятий, методов) и поиск границ их применимости.

Принципиальная схема урока:



Деятельность учителя на уроке – трансляция фактов, понятий, методов и организация межгруппового диалога по интерпретации данных и поиску области применимости новых знаний. Деятельность учащихся на уроке – усвоение системы действий по применению понятий и методов для решения учебных проблем и участие в дискуссии по определению границ применимости вводимых понятий и методов.

Взаимодействие учителя и учащихся строится в духе стимулирования, побуждения к самостоятельному осмыслению изучаемых явлений. Педагог балансирует между подробным ознакомлением учащихся с изучаемыми явлениями, максимальным удовлетворением возникающей у них потребности расширить непосредственный познавательный опыт и самостоятельной поисковой деятельностью учащихся. Он уходит от прямых, однозначных ответов на вопросы учащихся, от подмены их познавательного опыта своим. Хрупкий баланс между прямым изложением учебного материала и самостоятельной деятельностью учащихся достигается за счёт включения

учащихся в интерпретацию тех данных, носителями которых являются как учитель, так и ученики. Её осуществление предполагает следующие основные шаги:

1) Рассмотрение одних и тех же (или сходных) сторон, выбранных примеров (объектов или явлений) под углом зрения одних и тех же вопросов, что позволяет осуществить выявление основных существенных черт предметов или явлений;

2) Объяснение получаемых данных в рамках определённой теории, что помогает выявить уровень понимания учащимися рассматриваемых явлений или объектов;

3) Построение обобщений, выводов относительно сходных черт и различий изучаемых явлений и объектов;

4) Определение области применимости нового знания (понятия или метода);

5) Построение системы действий по применению нового знания.

Критерием достижения результата является теоретическое построение понятий и системы действий по применению нового понятия, а также определение границ применимости данных понятий, что предполагает развитие у учащихся точности, объективности, гибкости и осознанности мышления.

Обычно начало урока открывается вводным вопросом учителя, направленным на припоминание уже известных данных: «Что вы узнали о видах теплопередачи?» Все сведения сводятся воедино на классной доске, что может быть представлено в наглядном виде (например: графики или схемы), выставляется на всеобщее обозрение. Учитель побуждает детей к высказываниям, но ни в коем случае не торопит их; все высказывания детей принимаются в том виде, как они высказаны, и учитель не спешит сразу же перевести их в ту форму, которая кажется ему более приемлемой. Перечислению имеющихся сведений помогают такие вопросы, как, например: «Что ещё?», «Мы ничего не упустили?» и т.д.

За вводными побуждающими вопросами следует фокусирующий вопрос, который помогает сосредоточиться на тех данных, которые нужно сопоставить и соотнести друг с другом: «Какой вид энергии передавался от одного тела другому?» «Что задаёт направление перехода внутренней энергии от одного тела другому?»

Вывод: «От одного тела к другому (от одной части тела к другой) в этих случаях передаётся внутренняя энергия, причём передаётся она от более нагретого тела (части тела) к менее нагретому телу (части тела)».

Учитель вводит понятие «количество теплоты».

«Та часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче, называется количеством теплоты». Выделение основных существенных черт данного явления происходит с помощью вопросов:

«В какой момент прекращается процесс теплопередачи? В какой момент он возобновится?»

Вывод: «Процесс теплопередачи идёт в том случае, если есть разность температур между телами (частями одного тела) и прекращается, если температуры тел (частей тел) выравниваются».

Затем следуют интерпретирующие вопросы:

Вопрос №1: «Как изменится количество теплоты, если увеличить (уменьшить) разность температур между двумя телами (разными частями одного и того же тела)? Приведите конкретный пример».

Вывод: «Количество теплоты, получаемой телом или теряемой другим телом при теплопередаче прямопропорционально разности температур между этим телом и другим (разными частями одного и того же тела). Примером этого может служить система центрального отопления. Чем больше разность между температурой батареи и температурой воздуха в комнате, тем больше энергии отдаёт батарея (получает воздух в комнате)».

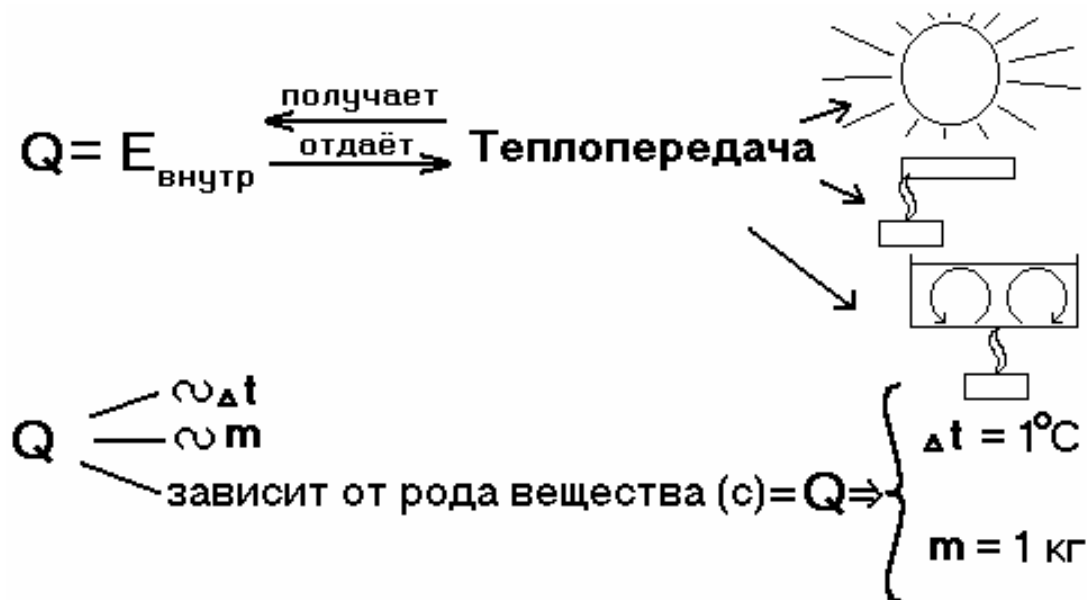
Вопрос №2: «Как изменится количество теплоты, получаемое или теряемое телом, если увеличить (уменьшить) массу одного из тел имеющих разную температуру?»

Вывод: «Чем больше масса тела имеющего большую температуру, тем больше энергии он может отдать окружающим телам, при той же разности температур между данным телом и окружающими. И наоборот, чем меньше масса тела, которому передают энергию, тем меньше её нужно ему передать, чтобы изменить его температуру на то же количество градусов, по сравнению с телами большей массы. Примером этого могут служить такие факты: если мы нагреем три булжника разной массы до одной и той же температуры и опустим их в одинаковые сосуды с водой, то там где был самый массивный булжник, вода нагреется на большее количество градусов, а там где был самый маленький булжник, температура воды изменится незначительно. В другом же случае, если мы одинаковые стальные шары, нагретые до одной температуры, опустили в одинаковые сосуды с разным количеством воды, то там где налито меньшее количество воды, она нагревается на большее количество градусов по сравнению с тем сосудом, в котором налито наибольшее количество воды».

Вопрос №3: «Как изменится количество теплоты, полученное или теряемое телами, если вещество из которых они состоят, будет различным при прочих равных условиях теплопередачи?»

Вывод: «Количество теплоты, получаемое или теряемое данным телом, зависит от того, из какого вещества состоит другое тело, отдающее или получающее некоторое количество внутренней энергии. В доказательство этого приведём такой факт: если мы грелку наполним тем же количеством речного песка, нагретого до той же температуры, что и вода, то в этом случае грелка будет менее эффективна, то есть при остывании передаст нашему телу гораздо меньшее количество теплоты»

Учитель вводит понятие «удельной теплоёмкости» как новой физической величины, показывающей, какое количество теплоты необходимо передать телу из данного вещества массой 1кг, для того чтобы нагреть его на 1° С. И, наоборот, какое количество внутренней энергии передаст тело из этого вещества окружающим телам при остывании на 1° С, если его масса 1 кг.»



К этому моменту на доске учитель, фиксируя основные моменты обсуждения, уже имеет краткие записи, аналогичные приведённым выше:

Вопрос №4: Как рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания на $\Delta t^\circ\text{C}$ тела массой m , если его удельная теплоёмкость c ? Ответ обосновать.

Вывод: При нагревании 1кг вещества на 1° С требуется количество теплоты, равное c . Следовательно, для нагревания m кг вещества на 1° С, потребуется mc джоулей теплоты, а для нагревания m кг этого вещества на $\Delta t^\circ\text{C}$ потребуется $mc\Delta t$ джоулей теплоты. Поэтому чтобы

рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания тела массой m на $\Delta t^{\circ}\text{C}$, необходимо количество теплоты:

$$Q=cm\Delta t$$

Вопрос №5: Проанализируйте определение понятия «количество теплоты» и укажите условия применения данного понятия.

Вывод: Понятие «количество теплоты» применяется если имеются: 1) Два тела (2 разные части 1 тела). 2) Над телами не совершается работа. 3) Они имеют разную температуру. 4) Отсутствуют препятствия для теплопередачи.

Вопрос №6: А если взять две деревянные и начать тереть их друг о друга, например с помощью слесарного станка, до того момента пока они не задымятся. Применимо ли в этом случае понятие «количество теплоты» для расчета изменения внутренней энергии этих тел?

Вывод: Проанализировав условия применимости данного понятия, можно дать однозначный ответ: «Данное понятие в этом случае не применимо, т.к. не происходит передачи части внутренней энергии от одного тела к другому, направление которой задается разностью температур данных тел. В этом же случае их начальные температуры могли быть одинаковыми и оставаться одинаковыми во все время процесса. Изменение внутренней энергии этих тел произошло за счет работы совершенной над телами: $A=\Delta E_{\text{внутр}}$, т.е. механическая энергия перешла во внутреннюю».

Вопрос №7: Два тела, имеющие разные температуры помещены в теплоизолированный от внешней среды сосуд. Что можно сказать о количестве теплоты отданной одним телом и полученной другим за счет теплопередачи?

Вывод: Количество теплоты, отданное более нагретым телом равно количеству теплоты полученному холодным телом:

$-Q_{\text{отданной}}=Q_{\text{полученной}}$ («минус» показывает что тело отдает энергию)

Вопрос №8: Проанализируйте определение понятия «удельная теплоемкость вещества» и укажите физический смысл и условия применимости данного понятия.

Вывод: Физический смысл понятия «Удельная теплоемкость вещества»: данное понятие является эталоном для измерения количества внутренней энергии, получаемой или теряемой телом при теплопередаче.

Схема его применения:

1. Два тела из одного вещества помещают в теплоизолированный сосуд.
2. Масса одного тела 1 кг, а масса другого во много раз больше ($m_1=1\text{кг}; m_2 \gg 1\text{кг}$).
3. Температура массивного тела постоянна. Температура тела массой 1 кг отличается от температуры массивного тела на 1°C .
4. Препятствия для теплопередачи между этими телами отсутствуют.

Для иллюстрации вышеизложенного приведём историческую справку: «Для измерения количества с давних времён применяли особую единицу – калорию (от латинского калор – тепло, жар)».

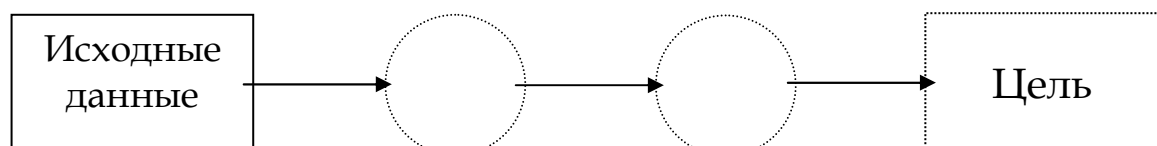
Калория – это количество теплоты, которое необходимо передать 1г воды для нагревания воды на 1°C .

Её краткое обозначение: кал.

6. Исследовательский метод.

Цель урока – исследование возникшей проблемы, как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне.

Схема данного урока:



Рассмотрим учебное исследование проблемы: как найти количество внутренней энергии, получаемой телом при теплопередаче, на эмпирическом и теоретическом уровне по очереди. Начнём с эмпирического исследования выше обозначенной проблемы.

Деятельность учителя на уроке – организация учебного исследования фактов, наблюдений, опытов, относящихся к рассматриваемому вопросу, через их обобщение, классификацию и другие виды аналитико-синтетической деятельности, результатом которой является построение понятия, определение границ его применимости и его места в системе других понятий.

Деятельность учеников – овладение системой действий по построению и применению понятия для решения различных проблемных ситуаций.

Урок начинается с выявления и перечисления данных (предметов, явлений или их свойств), относящихся к рассматриваемому вопросу, причём конкретные факты должны воплощать в себе основные идеи так, чтобы давать достаточный для учащихся материал для обобщения. Они должны иметь определённый уровень разнообразия и контраста (примеры и контрпримеры) по отношению друг к другу.

Цель второго шага – группировка этих данных на основе некоторой их общности, сходства. При обсуждении оснований предлагаемой классификации происходит выделение признаков понятия, отражающего общность рассматриваемых фактов и определение значимости этих признаков (разделение существенных и несущественных признаков).

На третьем шаге построения понятия происходит создание категорий и общих названий (обозначений) для выделенных групп данных, которое заканчивается формулированием определения понятия, основанного на его существенных признаках.

Четвёртый шаг – определение границы применимости данного понятия, то есть той совокупности предметов или явлений, которые входят в данное понятие. Для этого учитель включает учеников в самостоятельный подбор примеров, входящих в объём данного понятия. Критериями выбора примеров служат уже выделенные ключевые и сопутствующие признаки. По ходу диалога в классе происходит коррекция ошибок чрезмерного или недостаточного обобщения, неверного понимания. Естественно, что в ходе упражнения позитивные примеры понятия варьируются по сопутствующим признакам, а контрпримеры – по ключевым признакам.

Пятый шаг – учитель проводит содержательный анализ системы понятий и выделяет в ней место изучаемого понятия и его взаимосвязи с другими понятиями. Для учеников этот этап достаточно сложен, так как из-за ограниченности своих знаний они не могут видеть всей естественнонаучной картины в целом.

Критерий достижения результата – проведение эмпирического обобщения, результатом которого является построение понятия, обнаружение закономерности, что предполагает овладение учащимися методами эмпирического исследования объектов и явлений природы.

Первый шаг. Урок начинается с беседы о способах изменения внутренней энергии тела – работе совершаемой над телом (самим телом) и теплопередаче. Учитель приводит примеры, а ученики аргументировано определяют, к какому способу изменения внутренней энергии относится тот или иной случай.

На доске появляются две колонки записей.

Теплопередача	Работа
---------------	--------

<p>горячий чай наливают в стакан. просают кусочки льда в стакан с кока-колой. прижали ладонь руки к печной стенке. турист греется у костра.</p>	<p>шлифовальным инструментом обрабатывают деталь. сверлят отверстие в металлической детали. трут ладони друг о друга. замерзший человек начинает непроизвольно дрожать всем телом.</p>
--	---

и т.д.

В заключении данный ряд примеров продолжают ученики.

Второй шаг. Он начинается с постановки вопроса, фокусирующего внимание класса на главной проблеме предстоящей дискуссии: «Что явилось основанием для отнесения того или иного примера физического явления к тому или иному (теплопередаче или работе) способу изменения внутренней энергии?»

Вывод: При теплопередаче тело, имеющее более высокую температуру, отдаёт часть энергии телу с более низкой температурой. Процесс теплопередачи продолжается до того момента, когда температуры тел не сравняются. При совершении работы температуры обоих тел увеличиваются, т.е. происходит одновременное увеличение внутренней энергии обоих тел.

Следующий вопрос, ещё более конкретизирует объект обсуждения: «Какие условия применения теплопередачи должны присутствовать, чтобы мы могли однозначно указать, что в том или ином случае мы имеем дело с теплопередачей?»

Вывод: Основные признаки явления теплопередачи:

- 1) Должно быть не менее 1 макроскопического тела.
- 2) Разные тела (разные части одного тела) должны иметь разную температуру.
- 3) Возможность непосредственного, или через посредника, взаимодействия.
- 4) Над телом не совершается работа (само тело не совершает работу)
- 5) Между телами нет препятствий для теплопередачи

Из них существенными признаками являются 2,4 и 5. Соответственно несущественные 1 и 3.

Третий шаг. Вводится понятие «количество теплоты»: «Та часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче, называется количеством теплоты».

После введения данного понятия следует вопрос, нацеливающий учеников на новую деятельность по углублению и расширению методологического значения этого понятия: «Мы указали, к каким тепловым явлениям приложимо понятие «количество теплоты». Но пока мы не можем, пользуясь этим понятием, ни вычислить, ни измерить то количество внутренней энергии, которое тело получает или теряет при теплопередаче. Что необходимо предпринять (исследовать, вспомнить...), чтобы это понятие приобрело не только название, объём содержания, но и стало орудием познания определённого круга тепловых явлений?»

Вывод: Природа является не только критерием истинности наших умозаключений, но и источником истинных знаний о ней. Поэтому необходимо провести эксперименты, которые помогли бы выяснить, от каких величин зависит «количество теплоты». После этого можно перейти к типовой процедуре «мозгового штурма»: ученики предлагают всевозможные варианты экспериментов, позволяющие определить ту или иную зависимость «количества теплоты» от той или иной физической величины (масса, температура, плотность и т.д.). Никакого обсуждения предложений на этом этапе не предусмотрено - принимаются все идеи: и продуманные, и смешные, и здравые, и фантастические. Все идеи хороши, выбирай на вкус! Этот этап полезен для развития творческого мышления учащихся. На следующем этапе ученики осуществляют поиск аргументов в поддержку предложенных экспериментов. Для этого по жребию каждая группа, на которые разделен класс (здесь, и в предыдущих, и в последующих описаниях подразумевается, что организация взаимодействия учеников между собой и с учителем – групповая) получает номер предложенного варианта. Задача команд состоит в том,

чтобы найти как можно больше аргументов в пользу доставшихся им вариантов, даже если эти варианты им совсем не нравятся. Помимо чисто учебных целей на этом этапе у учителя есть и другая: формирование и развитие позитивного отношения к любым подходам в решении поставленных проблем. Умение человека во всём находить что-то хорошее и полезное важно и для психологической стабильности в классе, и для формирования позитивного отношения к обществу, в котором он живёт. Особенно это важно для школьника-подростка, которого мало кто сегодня сознательно и целеустремлённо учит позитивно разрешать конфликты и проблемные ситуации.

После изложения, наработанных группами аргументов, начинаются обсуждения. Цель его – отобрать наиболее убедительные, аргументированные, продуманные предложения. Не прошедшие предложения отбрасываются (среди них могут оказаться и действительно ценные, но цель этого этапа обучения – формирование умения ученика отстаивать свою позицию). И снова, как и на предыдущем этапе, по жребию, группы распределяют оставшиеся предложения. Задача групп на этом этапе – доказательная критика по существу отобранных решений. Чем больше недостатков, слабостей, неясностей обнаружит группа в варианте решения, тем лучше решение удастся найти на следующем этапе. Цель этого этапа, кроме основной, поиска решения проблемной ситуации, формирование критического отношения к любым предложениям, даже на первый взгляд кажущимся разумными и бесспорными. Наиболее устойчивые к критике предложения о проведении тех или иных экспериментов принимаются к исполнению. Таким образом, в результате двух этапов обсуждения («за» и «против») произойдёт отбор более «сильных» решений по проблеме, обозначенной в начале третьего шага нашего эмпирического исследования.

После «мозговой атаки» и проведенных экспериментов, защищенных в ходе этой «мозговой атаки», мы казалось бы на 100% защищены от ошибок и получим нужный результат: $Q = cm\Delta t$. Но не так все просто. Учителю, порой, приходится очень тонко, доброжелательно, а главное аргументировано показывать фактические ошибки, неточности в исходных суждениях и противоречиях при выведении умозаключений. Очень замечательно, если эти ошибки выявляют предложенные учениками же эксперименты. Ученикам следует привыкать к многоцветности мира, множественности путей к истине, допустимости и естественности ошибок на пути к одному и тому же результату. «Не ошибается только тот, кто ничего не делает! Дорогу осилит идущий!» - об этом педагог неустанно должен напоминать ученикам и необязательно именно словами, а жестом, улыбкой, взглядом.

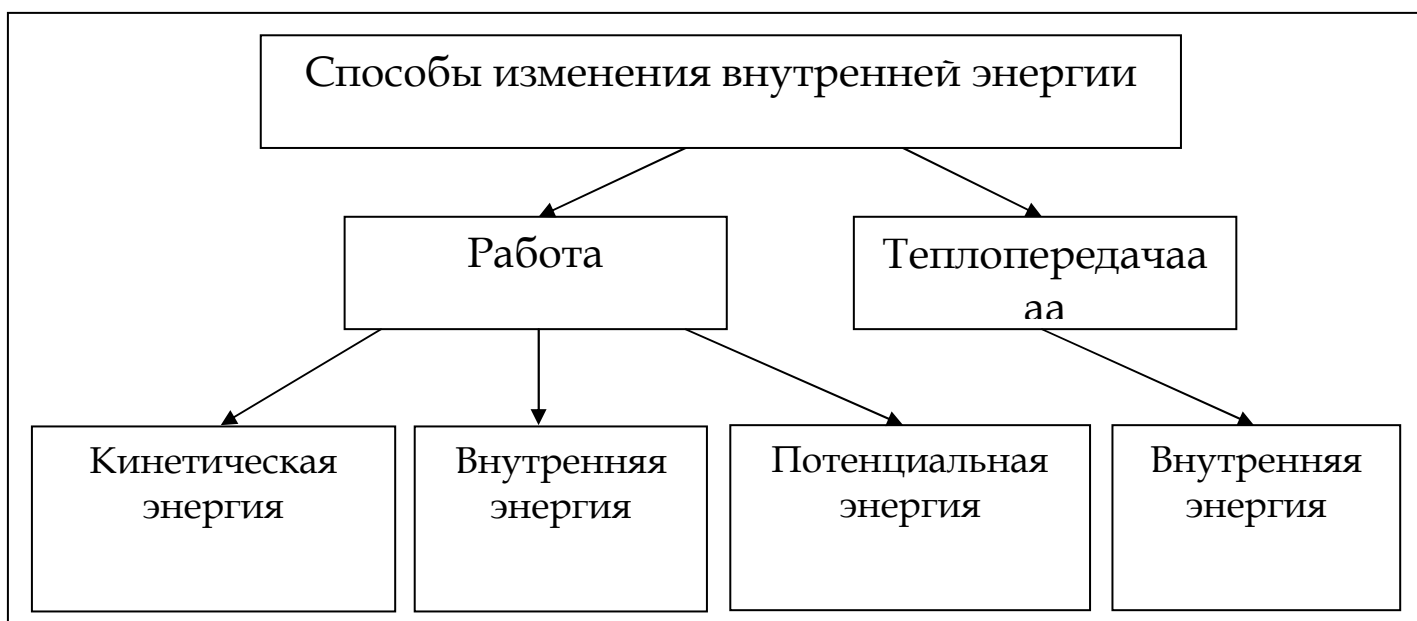
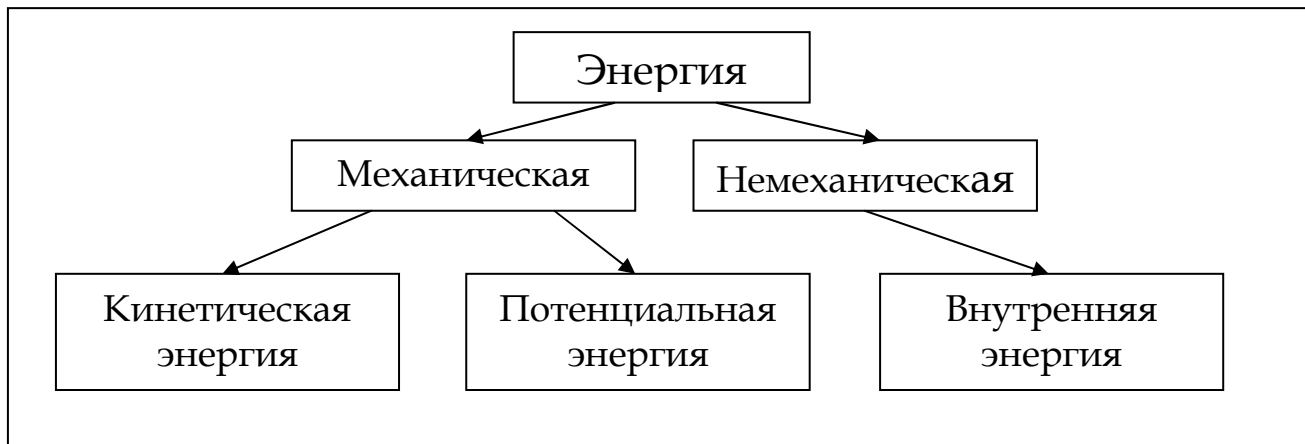
Четвёртый шаг. Для уточнения класса явлений, к которым приложимо данное знание, следует вопрос: «Можно ли с помощью формулы $Q = cm\Delta t$ рассчитать количество теплоты, чтобы нагреть на пять градусов Цельсия два килограмма льда? Два килограмма воды? Два килограмма водяного пара? А можно с помощью этой формулы рассчитать количество теплоты выделившееся при охлаждении на 8°C куска свинца массой три кг? Трёх кг расплавленного свинца? Трёх кг свинцового пара?»

Вывод: Данной формулой можно пользоваться для расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания тел, находящихся в твёрдом и жидком состоянии, а также для расчёта количества теплоты, выделившегося при охлаждении тел, находящихся в тех же агрегатных состояниях. Причина – при нагревании твёрдых тел лишь небольшая часть передаваемой телу энергии идёт на совершение работы по расширению, и этой величиной в обычной ситуации пренебрегают. Для газов, которые при нагревании увеличиваются в объёме значительно, эта доля энергии велика. Если же газ поместить в сосуд, объём которого при нагревании практически не изменяется, то в этом случае мы можем рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания данного газа с

(учётom той энергии, которая необходима для нагревания сосуда, в котором заключён газ.

Остальные случаи, когда формула $Q = cm\Delta t$ не применима, будут изучены немного позднее и разговор о них в данный момент нецелесообразен)

Пятый шаг. Ведущую роль в систематизации новых структурных элементов физического знания играет учитель. Представления знания, обладающего большой степенью общности в виде структурно-логических схем повышает качественный уровень восприятия учащимися данного знания и, соответственно, глубину его понимания.



Теперь рассмотрим теоретический подход к исследованию проблемы нахождения количества теплоты, получаемой или теряемой телом при теплопередаче. Любое знание методологично по своей сути. Открытие закона сохранения энергии Ю.Р.Майером явилось в своё время ещё одной ступенью в познании природы тепловых явлений. Но с этого же момента времени закон сохранения энергии становится инструментом познания известных и неизвестных ранее физических явлений, то есть ещё одним методологическим принципом, которому должно удовлетворять новое знание, если оно претендует на истинность. Не является исключением и молекулярно-кинетическая теория вещества.

Деятельность учителя - организация теоретического анализа предлагаемых ситуаций в рамках определённой физической модели и конструирование нового знания, приложимого к исследованию частных проблем в рамках исходной модели.

Деятельность учащихся - дедуктивное рассмотрение частных проявлений молекулярно-кинетической теории строения вещества и конструирование частных моделей физических явлений.

Критерием достижения результата является конструирование нового теоретического знания, обладающего меньшей степенью общности по сравнению с исходным, но имеющего определённый методологический потенциал.

Урок начинается с актуализации молекулярно-кинетической модели вещества:

А) вещество состоит из частиц;

Б) эти частицы непрерывно хаотически движутся;

В) частицы взаимодействуют между собой;

И конкретных трансформаций молекулярно-кинетической теории для объяснения всех четырёх агрегатных состояний вещества: твёрдого, жидкого, газообразного, плазменного.

Лишь после этого начинается планомерное конструирование нового знания через пунктуальное применение молекулярно-кинетической модели вещества для рассмотрения различных идеализированных ситуаций.

Первый этап. Приводим два тела одинаковой массы из одного и того же вещества находящиеся в одном агрегатном состоянии (например, в твёрдом), но имеющие разные температуры ($t^{\circ}\text{C}$ первого тела выше) в соприкосновение (влиянием окружающей среды пренебрегаем). Молекулы первого и второго тела находятся в беспорядочном колебательном движении около положения равновесия, но скорость колебания молекул более нагретого тела выше. С момента соприкосновения этих тел молекулы первого и второго тела приходят во взаимодействие:

$$\frac{m_{01}}{m_{02}} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}$$

В результате соударений происходит передача кинетической энергии движения молекул от более быстрых более медленным, а это значит, что внутренняя энергия первого тела уменьшается, а второго увеличивается. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока средняя кинетическая энергия движения молекул не выровняется. Это состояние двух тел называется тепловым равновесием, так как температуры тел одинаковы. А процесс перехода тел, имеющих разные температуры, в это состояние называется теплопередачей. Ту часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче, называют количеством теплоты Q . От чего оно зависит?

Второй этап. Если взять те же тела, имеющие одинаковую температуру, то теплопередача будет отсутствовать. Почему?

Разность температур двух тел равна нулю. И молекулы имеют одинаковую среднюю кинетическую энергию. Что нужно сделать, чтобы процесс теплопередачи возобновился?

Восстановить разность температур между телами, приведёнными в соприкосновение. Чем больше эта разность, тем большее количество энергии будет передано телу, следовательно: $Q \sim \Delta t$.

Третий этап. Если мы возьмём тела из одного вещества, но разной массы и приведём их в соприкосновение, то будем наблюдать такие явления:

а) Если масса горячего тела во много раз больше холодного тела то в результате теплопередачи первое тело остынет незначительно, то есть его температура практически не изменится. Следовательно, телу небольшой массы будет передано малое количество теплоты.

б) Начнём постепенно увеличивать массу второго тела и, соответственно, увеличится количество передаваемой энергии, так как возрастёт количество молекул второго тела, которым в результате взаимодействия с молекулами первого тела будет передана внутренняя энергия первого тела. Первое тело в этом случае с ростом массы второго тела будет остывать

сильнее. В тот момент, когда масса второго тела станет во много раз больше массы первого тела, первое тело практически остынет до температуры второго тела, если привести с ним в соприкосновение. Следовательно, чем больше масса тела, тем большее количество теплоты ему нужно передать, чтобы изменить его температуру на то же количество градусов: $Q \sim m$.

Четвёртый этап. Если мы приведём в соприкосновение вещества разные, но одинаковой массы и находящиеся в одном агрегатном состоянии, то процесс теплопередачи будет идти до тех пор, пока средняя кинетическая энергия тела движения молекул двух тел не сравняется. Сколько энергии отдало первое тело, столько энергии получило второе, но так как $M_1 = M_2$, то $N_1 m_{01} = N_2 m_{02} \Rightarrow N_1/N_2 = m_{02}/m_{01}$, где m_{01} и m_{02} – массы молекул.

Очевидно, что каждой молекуле нагреваемого вещества было передано в среднем одинаковое количество энергии, и если масса молекул второго вещества больше то их количество, соответственно, меньше и поэтому каждой молекуле второго вещества было передано больше энергии, чем потеряла энергии каждая молекула первого тела. Поэтому температуры тел изменились на разное количество градусов. Это означает, что телам одинаковой массы, но из разного вещества, нужно передать разное количество теплоты, чтобы изменить их температуру на то же количество градусов. Следовательно, количество теплоты зависит от рода вещества.

Пятый этап. Вводится понятие «удельная теплоёмкость» и выстраивается понимание его физического смысла в рамках молекулярно кинетической теории. Для того чтобы изменить температуру вещества на один градус Цельсия каждой молекуле этого вещества необходимо передать количество энергии равное e .

Удельная теплоёмкость показывает, какое количество внутренней энергии нужно передать веществу массой один кг, чтобы нагреть его на 1°C : $c = N_0 e$, где N_0 – количество молекул в 1 кг вещества.

Следовательно, чтобы узнать, какое количество необходимо передать веществу массой m кг, чтобы изменить его температуру на $\Delta t^\circ\text{C}$ надо: $Q = cm\Delta t$.

Шестой этап: Новое знание приложимо лишь к тому классу явлений, при исследовании которых оно было открыто, осмысленно и сформулировано. Поэтому необходимо проанализировать, какими свойствами обладало наше гипотетическое вещество:

1. В процессе теплопередачи изменялась лишь кинетическая энергия движения молекул.
2. Потенциальная энергия взаимодействия в процессе теплопередачи не изменялась.

Есть ли в природе аналоги тому веществу, которое являлось предметом наших теоретических построений?

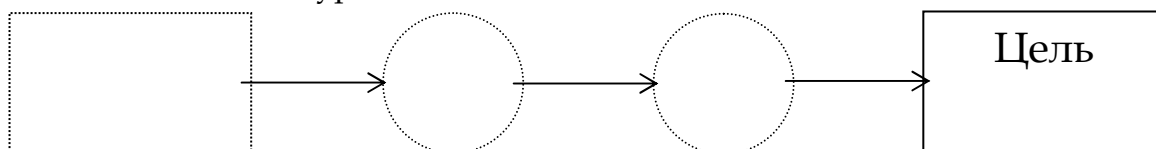
Вышеуказанными свойствами обладает любое вещество, находящееся в твёрдом или жидком состоянии, так как при нагревании или охлаждении их объём изменяется незначительно и поэтому изменением потенциальной энергии взаимодействия молекул при небольших перепадах температуры тела можно пренебречь.

Седьмой этап. Домашнее задание - продумать план экспериментов в домашних условиях, которые могли бы доказать или опровергнуть полученные выводы; осуществить эти эксперименты и написать отчёты о проведённой работе.

7. Модельный метод.

Цель урока, в основание которого положен данный метод – обучение учащихся методам мысленного экспериментирования, а также строительству частных моделей физических явлений и процессов.

Принципиальная схема урока:



Деятельность учителя – организация учебного моделирования природных процессов и систем учащимися в рамках базовой модели данного раздела физики и обучение методам мысленного экспериментирования. Деятельность учащихся – овладение методами постановки мысленного эксперимента и технологией строительства физических моделей, обладающих меньшей степенью общности по сравнению с базовой. Овладение умением соотнести физическую модель с соответствующим математическим аппаратом. А также умением определять границы применимости создаваемой модели.

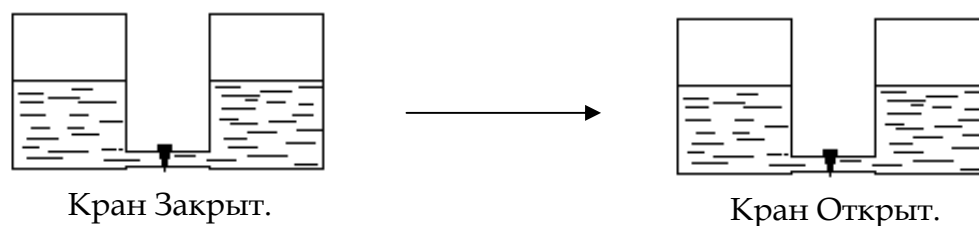
Критерием достижения результата является получение нового знания в ходе мысленных экспериментов с моделью изучаемых явлений, которое может быть представлено в виде математической модели, предсказания новых фактов или расширения границ применимости «старого» знания.

Урок моделирования явления теплопередачи проведем на примере модели «теплорода». На первом этапе происходит знакомство учеников с моделью «теплорода» – невесомой энергетической жидкостью, заполняющей тела. Задаются основные аксиомы данной модели:

1) В каждом теле, имеющем температуру отличную от абсолютного нуля, находится теплород.

2) Температура показывает, какова доля теплорода от объема тела (чем выше температура, тем больше эта доля).

3) Теплород беспрепятственно может перетекать из одного тела в другое. Направление перетекания показывает разность температур тел (из тела с более высокой температурой в тело, температура которого ниже).



Совет учителя ученикам занятым мысленным экспериментированием, может быть осуществлен в явной или неявной форме, если в нем возникнет необходимость: «Если мы приведем в соприкосновение два тела, то какова будет температура системы тел:

- А) из одинакового вещества, одинаковой массы, одинаковой температуры;
- Б) из одинакового вещества, одинаковой массы, разной температуры;
- В) из одинакового вещества, разной массы, разной температуры;
- Г) из веществ разного рода, одинаковой массы, разной температуры;
- Д) из веществ разного рода, разной массы, одинаковой температуры;
- Е) из веществ разного рода, разной массы, разной температуры.

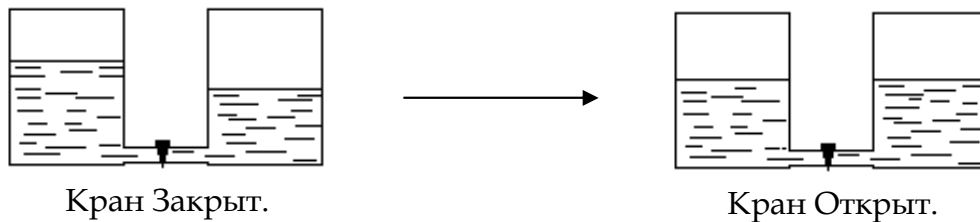
Тела мы можем изобразить в виде сосудов, заполненных теплородом. Тела, между которыми осуществляется теплопередача – в виде сообщающихся сосудов.

Картина №1

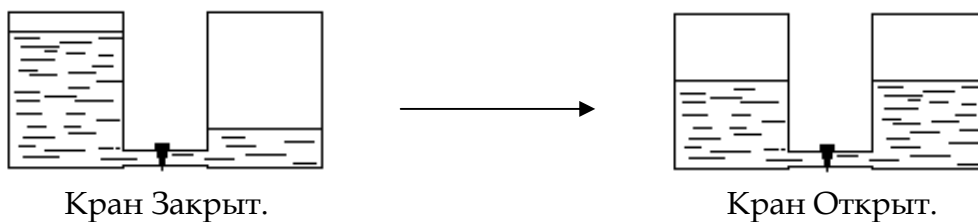
Тела из одного и того же вещества имеют одинаковую массу, следовательно, их объем одинаков и одинакова вместимость энергетической жидкости. Температуры тел одинаковы, соответственно, уровень теплорода в них тоже одинаков. Поэтому при соприкосновении тел, имеющих одинаковую температуру, теплород перетекать из одного тела в другое не будет (по закону сообщающихся сосудов).

Вывод: Теплопередача между телами с одинаковой температурой отсутствует.

Картина №2. Приводим в соприкосновение те же тела, но температура (уровень теплорода) их разная.



Если температура более горячего тела ещё выше, то в результате теплопередачи (перетекания теплорода из одного тела в другой), их общая температура (уровень теплорода)



станет выше, чем в первом случае.

Вывод: Температура системы тел одинаковой массы тем выше, чем больше разность их температур.

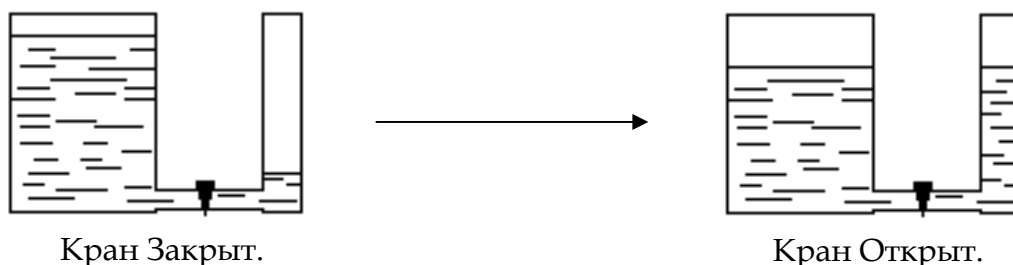
Объём теплорода, вытекаемого из первого тела, равен объёму теплорода, перетекаемого во второе тело

$V_1 = V_2 \Rightarrow S_1 \Delta h_1 = S_2 \Delta h_2$, т.к. высота столба теплорода прямо пропорциональна температуре тела, а площади поперечного сечения их одинаковы $S_1 = S_2$, то

$$\Delta h_2 / \Delta h_1 = S_1 / S_2 \Rightarrow \Delta t_2 / \Delta t_1 = 1 \Rightarrow \Delta t_2 = \Delta t_1.$$

Значит, чем больше разность температур тел одинаковой массы из одного и того же вещества, тем на большую величину изменится их температура. Следовательно, количество теплорода Q , перетекаемого из одного тела в другое прямо пропорционально разности температур $Q \sim \Delta t$.

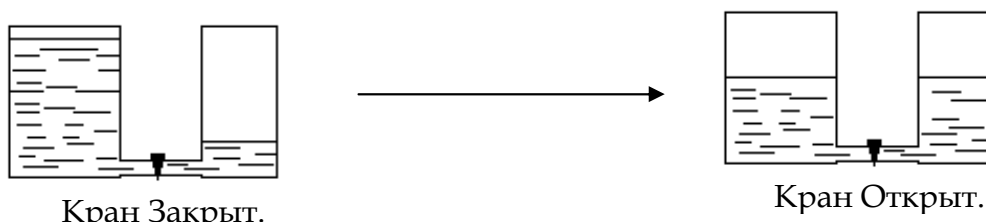
Картина №3. Приводим в соприкосновение тела из одного вещества разной массы, их объёмы



неодинаковы. Пусть первое тело имеет более высокую температуру и его объём такой же, как в предыдущих мысленных экспериментах, и в дальнейшем этот параметр первого шага останется неизменен, если второе тело имеет очень маленькую массу.

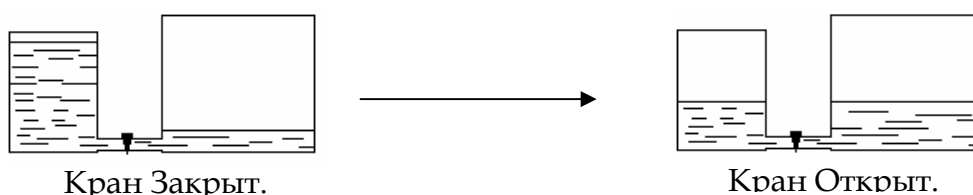
Окончание перетекания теплорода означает, что температуры их сравнялись, то есть наступило тепловое равновесие. Температура первого тела изменилась незначительно, то есть первое тело потеряло небольшое количество теплорода.

При увеличении массы второго тела, количество теплорода, перетекаемого из первого тела во второе, увеличивается.



Вывод: Количество теплорода, перетекшего из одного тела во второе при одной и той же разности температур прямо пропорционально массе тела, в которое переливается теплород $Q \sim m$.

Картина №4. Тела из разного вещества, следовательно, их физические свойства неодинаковы, в том числе и плотность. Если мы берём вещества одинаковой массы, то их объём различен. Тела же из разного вещества будем изображать в виде сосудов разной высоты.



Вывод: Объём вытекаемого теплорода равен объёму теплорода, перетекаемого во второе тело.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow S_1 \Delta h_1 = S_2 \Delta h_2, \text{ т.к. } \Delta h_1 \sim \Delta t_1; \Delta h_2 \sim \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_1 / \Delta t_2 = S_2 / S_1, \text{ где } S_2 > S_1 \Rightarrow \Delta t_1 > \Delta t_2$$

Потеря первым телом того же объёма теплорода приводит к большему изменению температуры для второго тела. Следовательно, для изменения температуры тел одинаковой массы из разного вещества, требуется разный объём теплорода, то есть их теплоёмкость неодинакова.

После этого вводится понятие «удельная теплоёмкость» вещества.

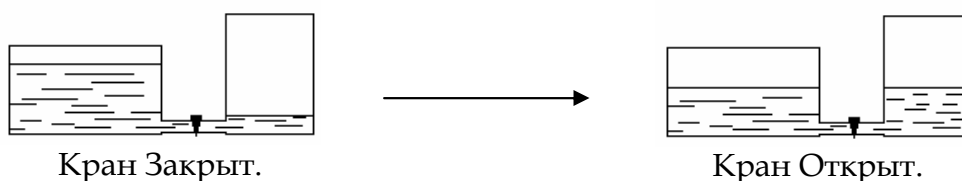
Картина №5. Тела из разного вещества мы изобразим в виде сосудов разной высоты, а ширина сосудов будет пропорциональна их объёму. Температура тел одинакова, поэтому уровень



теплорода в них одинаков.

При открытии крана (начался процесс теплопередачи) теплород не будет перетекать, так как температура тел одинакова (одинаков уровень теплорода в данных телах).

Картина №6. Приводим в соприкосновение тела разной массы (ширина сосудов разная) из разных веществ (разная высота сосудов) и имеющих разную температуру (уровень теплорода в них неодинаков).



Объём теплорода, перетекаемого из первого сосуда во второй прямопропорционален разности уровней в них энергетической жидкости (Δt), площади поперечного сечения сосудов (m) и высоте сосудов (c). Следовательно, количество теплоты, переданной от одного тела к другому $Q = cm\Delta t$.

В завершении ученики определяют границы применимости данной модели:

В процессе перетекания теплорода из одного сосуда в другое их объём не менялся, следовательно в данной модели теплопередачи изменение объёма тел при нагревании (охлаждении) не учитывалось. Поэтому данная модель справедлива лишь для твёрдых тел и жидкостей, так как при нагревании (охлаждении) их объём изменяется незначительно и это во многих случаях можно не учитывать.

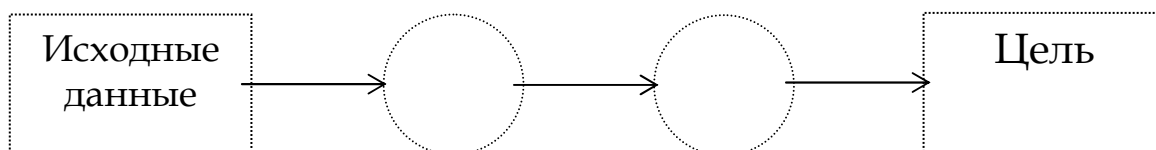
Как необходимо трансформировать нашу модель, чтобы расширить границу её применимости?

Расширение границы применимости данной модели возможно, если стенки сосудов, моделирующих тел будут из упругого материала, модуль упругости которых для случая твёрдых тел и жидкостей будет значителен, а для газов мал. Тогда эта модель будет применима и для моделирования свойств теплопередачи между газообразными телами.

8. Философский (методологический) метод.

Цель – обучение учащихся рефлексивной деятельности в условиях неопределённости, в условиях, когда противоречия кажутся неразрешимыми и решение их находится не внутри ситуации, а во вне - в решении вопросов мировоззренческого характера (исследование первопричин природных явлений и восстановление первичного смысла познания этих явлений).

Схема данного метода:



Деятельность учителя – создание на уроке ситуации парадокса и организация поиска причины возникновения данной проблемы, через попытку взглянуть на данную ситуацию не изнутри, а извне, в общем, через анализ не только понятий, но и системы понятий в целом; не только действий, приводящих к данному результату, но и через анализ всего метода в целом.

Деятельность учащихся - овладение опытом преодоления инерции мышления через анализ понятий и методов науки в целом, проведение мысленных экспериментов и рефлексии своей учебной деятельности.

В чём необходимость включения различных парадоксальных ситуаций в сложную ткань урока?

Парадоксы ставят важный вопрос: в чём собственно недостаток некоторых обычных методов образования понятий и методов рассуждений?

Парадоксами подрывается слепая вера в то, что привычные приёмы теоретического мышления сами по себе и без всякого особого контроля за ними обеспечивают надёжное продвижение к истине, ставятся некие ограничения на пути конструирования дедуктивных схем логики в их наивной, интуитивной форме. Их роль можно сравнить с ролью эксперимента, проверяющего правильность основания самой науки. Разрешение парадокса в рамках данной теории является важным указанием на её истинность, а невозможность разрешения говорит о серьёзных изъянах и противоречиях в самих основаниях данной теории.

Эффект постановки парадокса на уроке особенно силён, когда формирование понятия и метода его применения для решения различных проблем завершено и в

сознании учащегося оно представляется истиной, если не в последней инстанции, то хотя бы таким знанием в непогрешимости которого он уверен. Чем сильнее эта вера, тем большее потрясение испытает ученик при встрече с положением, разрушающим её. А какой эмоциональный всплеск он испытает, если ему удастся разрешить парадокс, не прибегая к отказу от тех знаний, в истинности которых он уверен!

Критерий достижения результата – решение парадокса теми же средствами, истинность которых он поставил под сомнение или доказательство невозможности его решения наличествующими средствами.

После того как изучена глава «Тепловые явления учебника А.В.Пёрышкина, «Физика – 8», выполнены лабораторные работы: «Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры», «Измерение удельной теплоёмкости твёрдого тела», написана контрольная работа, можно задать такие вопросы:

1. Возможен ли теплообмен, то есть горячее тело в процессе теплопередачи остынет до температуры холодного, а холодное в свою очередь нагреется до температуры горячего?

Ответ. Нет. Внутренняя энергия передаётся от более нагретого тела к менее нагретому и этот процесс возникает и существует лишь при наличии разности температур до того момента, пока температуры тел не сравняются.

2. Медный кубик **A** имеет температуру 200°C , такие же медные кубики **B** и **C** – температуру 0°C . Посредством теплопередачи между ними нужно охладить кубик **A** до температуры 50° и нагреть за счет этого кубики **B** и **C** до температуры 75°C . Можно ли это сделать? Теплопередачей между кубиками и воздухом пренебречь.

Ответ: Это можно сделать следующим образом. Приведя в соприкосновение кубики **A** и **B**, добьёмся выравнивания их температур.

$$Q_1 = Q_2$$

$$cm(t_1 - x) = cm(x - t_2)$$

$$t_1 - x = x - t_2$$

$$2x = t_1 + t_2$$

$$x = (t_1 + t_2) / 2 = (200 + 0) / 2 = 100^{\circ}\text{C}$$

В результате этого кубики **A**, **B** и **C** будут иметь следующие температуры:

A	B	C
100°	100°	0°C

Поступив затем точно так же с кубиками **A** и **C**, получим

A	B	C
50°C	100°	50°C

Наконец, производя теплообмен между кубиками **B** и **C**, будем иметь следующее распределение температур:

Вопрос: А можно ли нагреть тела **B** и **C** до более высокой температуры (при тех же начальных условиях), ещё сильнее охладив тело **A**?

Ответ: Разделим каждый кубик **B** и **C** на две части и начнём процесс теплопередачи

A	B	C
50°C	75°C	75°C

аналогично предыдущей задаче.

$$Q_1 = Q_2$$

$$cm(t_1-x) = c(m/2)(x-t_2)$$

$$2t_1-2x = x-t_2$$

$$3x = 2t_1+t_2$$

$$x = (2t_1+t_2)/3 = (400+0)/3 \approx 133^\circ\text{C}$$

1 этап.

A	B/2	B/2	C/2	C/2
133 ⁰ C	133 ⁰ C	0 ⁰ C	0 ⁰ C	0 ⁰ C

2 этап.

A	B/2	B/2	C/2	C/2
89 ⁰ C	133 ⁰ C	89 ⁰ C	0 ⁰ C	0 ⁰ C

3 этап

A	B/2	B/2	C/2	C/2
59 ⁰ C	133 ⁰ C	89 ⁰ C	59 ⁰ C	0 ⁰ C

4 этап.

A	B/2	B/2	C/2	C/2
39 ⁰ C	133 ⁰ C	89 ⁰ C	59 ⁰ C	39 ⁰ C

5 этап

A	B	C
39 ⁰ C	106 ⁰ C	49 ⁰ C

6 этап.

A	B	C
39 ⁰ C	78 ⁰ C	78 ⁰ C

Если бы тела были разделены не на две, а на большее число частей, разница конечных температур оказалась бы значительнее. При делении тела В или С на бесконечно малые порции можно было бы добиться полного «обмена» температур между телами А и В или А и С. Это в какой-то мере осуществляется в технических теплообменниках, где по соосно расположенным трубкам текут навстречу друг другу два потока жидкости (или газов) - холодный и горячий. При достаточно длинных трубках происходит практически полный «обмен температурами». Если же потоки двигались бы в одном направлении, температуры, в лучшем случае, только бы выровнялись.

Вывод: Необратимость и направленность процесса теплопередачи не исключает возможности естественного течения процесса теплопередачи «как бы вспять». Хочется подчеркнуть, что никакого теплового закона в рассматриваемых процессах не было нарушено.

Приведенные сценарии уроков, в основу которых положен тот или иной метод, не являются догмой. Каждый учитель может в соответствии со своим пониманием изучаемого материала (в частности) и педагогического процесса (в общем) вносить в них свои коррективы, а в некоторых случаях и просто отвергнуть. Цель нашего рассмотрения данного вопроса - стимулирование творческого поиска учителя, и только, а не регламентация его деятельности по развитию теоретического мышления учащихся.

Если ретроспективно окинуть взглядом теперь все эти методы, которые были проиллюстрированы, то можно заметить определенную эволюцию педагогической позиции учителя и ученика в учебной деятельности.

Эволюция цели:

А) учителя - от трансляции знаний, умений, навыков к развитию умственных и личностных качеств ученика средствами своего предмета;

Б) ученика - от полного и качественного усвоения предметных знаний и умений к включению в сферу той культуры, носителем которой является учитель;

Эволюция функции:

А) учителя - от информативно - контролирующей к поддержке личной инициативы на пути познания:

б) ученика - от потребления знаний к их творческому осознанию и преобразованию.

Эволюция стиля управления деятельностью:

А) учителя - от авторитарного к демократическому:

Б) ученика - от ведомого к равноправному участнику учебного процесса.

Эволюция установки:

А) учителя - от закрытой непререкаемой личности, являющейся почти единственным носителем истины, для которой ученик лишь объект воздействия к личности открытой, всегда готовой к сотрудничеству с учеником как субъектом процесса познания;

Б) ученика - от послушного незаметного винтика в многосложном школьном механизме к активной создающей личности, полноправного участника учебного процесса.

Эволюция учебного процесса:

А) учителя - от преобладания фронтальных форм обучения и объяснительно-иллюстративного метода к преимущественно групповым формам обучения и проблемно-поисковым методам:

Б) ученика - от выполнения репродуктивных заданий и действий по алгоритму, которые опережают появление цели и смысла этих действий к выдвиганию на первый план смыслов и мотивов учебной деятельности по решению проблемных ситуаций и формулированию обобщенного способа решения задач данного типа.

Эволюция учебных отношений:

А) учителя - от управления деятельностью ученика к управлению целостной учебной ситуацией на уроке;

Б) ученика - от ориентировки на внешние (заданные учителем) цели и шкалы к выстраиванию собственной образовательной траектории и критериев качества ее прохождения.

Эволюция контроля учебной деятельности:

А) учителя - от постоянного регламентирования деятельности ученика на уроке к корректировке самостоятельной познавательной деятельности ученика

Б) ученика - от внешнего операционного контроля к внутреннему смысловому.

Подведем итог. К собственно теоретическим методам относятся методы решения неявных проблемных ситуаций, а при определённой постановке и классический проблемный метод. Остальные же (за исключением объяснительно - иллюстративного) относятся к эмпирическим методам. Соответственно такова же их роль в развитии теоретического или эмпирического мышления ребёнка. Роль объяснительно - иллюстративного метода в развитии мышления минимальна, скорее это метод развития памяти, преимущественно механической.

Даже поверхностный анализ сегодняшнего состояния образования в школе показывает, что если и идёт развитие мышления учеников на уроке, то преимущественно эмпирического, а в остальных случаях вообще отсутствует целенаправленная работа в этом направлении.

Это вполне объяснимо, так как согласно длительное время господствующей в педагогике и почти непререкаемой концепции Ж. Плаже, логика развития эмпирического мышления не зависит не только от обучения, но фактически и от конкретно – исторических условий вообще. И поэтому, обучай - не обучай, всё станет «на круги своя» в определённый конкретный для каждого ученика срок, раньше или позже. Это верно лишь по отношению к эмпирическому мышлению. Теоретическое же мышление развивается в определённой специально организованной учебной деятельности, что показали эксперименты Д.Б,Эльконина и В,В,Давыдова.

Если говорить о развитии мышления ученика как цели педагогической деятельности, то именно о развитии теоретического мышления, а точнее, его качественных характеристик, таких как точность, объективность, гибкость и т. д. Этому и способствуют предложенные выше методы решения как явных, так и неявных проблемных ситуаций.

Что же тормозит внедрение развивающего обучения в практику современной школы?

Я выделяю два, на мой взгляд, основных препятствия на этом пути.

Каждый следующий по классификации метод, начиная с объяснительно – иллюстративного и заканчивая философским, требует для достижения того же результата большего времени на уроке, чем предыдущий. По некоторым оценкам в 3 – 5 раз, а по моим наблюдениям в 1,2 – 1,5 раза. Почему такие сильные разночтения, спросите вы? Правы и пессимисты, и оптимисты. Если данный метод в учебном процессе выступает лишь как краткий эпизод, экзотический по отношению к повседневной педагогической практике, то, естественно, его реализация требует от учеников поистине титанических усилий для достижения даже минимального результата. Если метод работы ученикам хорошо знаком и привычен, то и результат другой. Метод, требующий более высокого уровня мышления от ученика, это мышление и развивает, что приводит к тому, что для решения даже более сложных проблем ученику необходимо гораздо меньше времени.

Деятельность по развитию мышления приводит естественным образом к его развитию, что способствует еще большей эффективности этой деятельности.

Второе препятствие – сам учитель, а вернее, уровень развития его мышления. Для того, чтобы развивать у учеников теоретическое мышление надо, как минимум, этим теоретическим мышлением самому обладать. Решая теоретическую задачу или проблему эмпирическим методом, мы, образно говоря, открываем железную дверь за нарисованным камином ржавым железным ключом, найденным на обочине, а не золотым ключиком от бабушки Тортиллы. Но, собственно, о каком теоретическом мышлении, а, точнее, о его отсутствии, мы говорим – о предметном (физическом, математическом) или о педагогическом?

Хорошо развитое предметное теоретическое мышление при слабой развитости педагогического приводит к тому, что учитель выступает как виртуоз-предметник, рассыпающий алгоритмы решения задач как из рога изобилия и его основной вид деятельности – «натаскивание» учеников на всё более и более сложные задачи, что само по себе всегда интересно для некоторой части учеников. Но идёт ли здесь процесс развития их мышления? Очень сомнительно. Учитель, обладающий развитым теоретическим педагогическим мышлением при минимальном уровне развития собственно предметного – это учитель, который насыщает урок разнообразными формами работы, но содержание учебной деятельности тривиально, в рамках стандарта. Основной источник информации - учебник. Учиться у такого учителя легко и интересно, но конечные результаты, как правило, невысоки.

И только сочетание хорошо развитого предметного теоретического мышления учителя с педагогическим позволяет создать особую интеллектуальную атмосферу на уроке, способствующую развитию творческих способностей ученика, в том числе и теоретического мышления. Смещая «центр тяжести» используемых методов в практике обучения с эмпирических на теоретические учитель создаёт необходимое, но недостаточное условие развития теоретического мышления ученика. Об остальных условиях протекания эффективной целенаправленной педагогической деятельности по развитию теоретического мышления речь пойдёт в следующих главах.

Контроль и коррекция учебной деятельности по развитию мышления учащихся

Проверка знаний и умений учащихся является связующей нитью между учеником и учителем на протяжении всего урока. В зависимости от цели проверки и места её в учебном процессе, от методов и средств, с помощью которых проводится проверка, она может выполнять различные функции:

а) Ориентирующая функция проверки заключается в том, что её результаты дают возможность учителю направлять деятельность учащихся на преодоление пробелов и недочетов в их знаниях и на дальнейшее продвижение в освоении программного материала;

б) Обучающая функция проверки заключается в том, что с помощью проверки идет обучение, т.е. приобретение новых знаний и умений;

в) Контролирующая функция проверки заключается в том, что с помощью проверки мы выявляем наличие или отсутствие знаний и умений по предмету;

г) Диагностическая функция проверки проявляется тогда, когда она позволяет выявить не только знания или незнания, но и причины хороших или слабых знаний и умений по предмету;

д) Воспитательная функция выражается в том, что является основным видом отчетности ученика о своей учебной деятельности перед учителями, коллективом класса, родителями и формирует отношение к нему учеников, родителей, учителей; определяет его место в классном коллективе;

е) Развивающая функция проверки проступает наиболее отчетливо, если она специально направлена на выявление интеллектуальных умений и в ходе её в какой-то степени формирует эти умения.

Основные методы проверки знаний и умений учащихся по физике: устная, письменная, практическая и графическая.

Основными видами проверки являются текущая и итоговая. Иногда виды проверки определяются не только по объёму проверяемого материала, но и по количеству охваченных учащихся – индивидуальная, групповая, классная, массовая.

Средствами проверки являются – контрольная письменная работа, тест, лабораторная работа, зачет, диспут, физический диктант и т.д.

В чем отличие проверки ЗУН ученика от проверки уровня развития его теоретического мышления?

При проверке ЗУН учащегося проверяется степень его обученности. Методы и средства проверки ЗУНов традиционны. Они перечислены выше. Поэтому

останавливаться на них, и рассматривать их более подробно мы не будем. Другое дело, когда целью проверки является уровень и особенности развития мышления ученика. Здесь больше вопросов, чем ответов.

Узнать овладел ли учащийся методом научного мышления нельзя ни путем опроса, ни путем предложения ему для решения одной или нескольких задач. Владение методом научного знания означает умение применять его к решению самых разнообразных вопросов, способность приходить самому к новому знанию и проводить исследования. Поэтому установить овладел ли учащийся, и в какой мере, методом научной мысли можно только наблюдая в течение продолжительного времени, за тем как он решает встающие перед ним проблемные ситуации. Лишь наблюдая за тем, как он в ходе групповой дискуссии ставит вопрос, как отклоняет предлагаемые оппонентами решения вопроса, как сам решает его и обосновывает свое решение, как использует найденное решение для решения новых проблем можно определить степень его научной зрелости.

Мышление есть процесс – и отслеживать его нужно в процессе решения проблемы того или иного вида соответствующей уровню продвижения учащегося в учебном материале. Как же это осуществить на практике в процессе учебной деятельности?

Во-первых, эту деятельность необходимо организовать. Создать поле интеллектуальных действий – ученик должен иметь возможность высказаться и получить отклик на это высказывание в виде опровержения или поддержки, то есть организовать дискуссию. Наиболее полно соответствуют этой цели групповая технология обучения.

Во-вторых, эту деятельность нужно наполнить таким содержанием, которое позволило адекватно оценить уровень развития мышления учащегося. Это возможно если обучение будет проблемным.

Критерии уровня развития мышления при решении различных проблемных ситуаций

Все познается в сравнении. Эта мысль не нова, но всякий раз, когда необходимо понять, в чем новизна предлагаемых подходов, в чем их преимущество перед другими, общеизвестными и проверенными временем, нам опять приходится сравнивать.

Имеется несколько классификаций методов обучения. Широко распространена традиционная, отраженная во всех учебниках дидактики: методы словесные, наглядные, практические. В основании этой классификации лежит способ передачи информации от учителя к ученику.

Встречается классификация методов по основным дидактическим задачам, решаемым на уроке: методы приобретения знаний, формирования умений, применения знаний, творческой деятельности, закрепления, проверки знаний, умений и навыков.

Если в основу классификации положить степень самостоятельности ученика в приобретении знаний, получим другой набор методов: репродуктивный, частично-поисковый, поисковый, исследовательский.

В последнее время в связи с подчеркиванием развивающей функции обучения большое значение приобретает классификация методов по характеру познавательной деятельности учащихся и учителя: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемное изложение, частично-поисковый или эвристический, исследовательский.

Вышеназванные методы не могут в полной мере обеспечить достижения цели автора – развитие мышления учащихся средствами своего учебного предмета. В основании предлагаемой классификации положено содержание учебной деятельности – проблемы, решение которых есть необходимое условие для овладения многовековой культурой мыслительной деятельности человечества.

Как я уже ранее отмечал, все проблемные ситуации я делю по следующим трём основаниям: сформулирована ли проблема с самого начала; имеется ли метод её решения; насколько отчётливы представления о том, что именно считать решением проблемы. Классификация проблем представлена ниже (названия проблемных ситуаций, создаваемых на уроках, авторские):

Классы проблем	Формулировка проблемы	Метод решения проблемы	Прогноз результата решения проблемы	Название проблемной ситуации.
Явные проблемные ситуации	+	+	+	Объяснительно-иллюстративная
	+	+	-	Программированная
	+	-	+	Эвристическая
	+	-	-	Проблемная
Неявные проблемные ситуации	-	+	+	Практическая
	-	+	-	Исследовательская
	-	-	+	Модельная
	-	-	-	Методологическая

Урок не есть слепок с жизни – урок есть особая форма жизни, содержащая в себе и прошлое, и настоящее, и будущее ученика. Сила всякого слова не в том, что оно говорит, а в том, что оно подразумевает. Слово, которое сполна высказало всё, что оно хотело сказать, за которым слушатель не чувствует ничего не высказанного, есть поверхностное и мелкое, мало говорящее слово. Всё искусство речи состоит в том, чтобы дать почувствовать не высказанную глубину, которая скрывает в себе манящее объемлющее её целое – метод.

Урок должен служить толчком, мотивом для дальнейшей самостоятельной и целенаправленной деятельности ученика, чтобы явленный ему идеальный мир чудодейственных возможностей мышления превратить для себя в реальность. Миром людей правят идеи.

Они придают деятельности человека смысл, они побуждают его искать непроторенные пути. И они же являются главным критерием творческого потенциала человека.

Освоение методов науки возможно только в ходе особого рода деятельности, приближенной к реальной деятельности ученого, направленной на решение проблем познания.

Тип проблемы определяет условия постановки её на уроке учителем и метод решения. Название преобладающего метода ведения урока дано в соответствии с той проблемой, на решение которой направлена деятельность учителя и учеников (смотри таблицу):

Методы решения проблемы.	Схема урока.	Условные обозначения
Объяснительно-иллюстративный.	Ид → ○ → ○ → Ц	<p>Ид - начальные условия, тот объём и содержание ЗУН необходимые для решения поставленной проблемы.</p> <p>Ц - прогнозируемый конечный результат учебной деятельности на уроке (проблема которую необходимо решить).</p> <p>→ - метод (путь) решения проблемы.</p> <p>○ - промежуточные результаты решения проблемы, и их рефлексия.</p> <p>□ - вид деятельности, выполняемый учителем.</p> <p>□ - вид деятельности, выполняемый учениками.</p> <p>⇒ - метод решения проблемы находимый учениками.</p>
Программированный.	Ид → □ → □ → Ц	
Эвристический.	Ид ⇒ ○ ⇒ ○ ⇒ Ц	
Проблемный (Классический).	Ид ⇒ □ ⇒ □ ⇒ Ц	
Практический.	Ид □ → ○ → ○ → Ц	
Исследовательский.	Ид □ ⇒ □ ⇒ □ ⇒ Ц	
Модельный.	Ид ⇒ □ ⇒ □ ⇒ Ц	
Философский.	Ид ⇒ □ ⇒ □ ⇒ Ц	

Рассмотрим деятельность учителя и учеников в процессе решения каждого вида проблем.

Объяснительно-иллюстративный метод.

Учитель: демонстрация неполноты, неточности или противоречивости тех знаний, которыми в соответствии с программой должны овладеть к этому времени ученики и, естественно, решение данной проблемы, с одновременной демонстрацией решения в его подлинных, но доступных учащимся противоречиях, раскрывая ходы мысли при движении по пути решения.

Ученики: запоминание основных положений, фактов и методов решения для последующего воспроизведения, как можно более точного.

Программированный метод.

Учитель: создание проблемной ситуации на уроке, разбиение ее решения на этапы и организация дискуссии предметом которой являются как промежуточные, так и конечные результаты решения данной проблемы.

Ученики: обсуждение результатов этапов решения данной проблемы (результаты эксперимента, математические преобразования и т.д.) и формулирование как промежуточных, так и окончательных выводов по рассматриваемой проблеме.

Эвристический метод.

Учитель: активизация мыслительных процессов учащихся посредством включения их в дискуссию о путях (методах) достижения как промежуточных, так и конечных результатов решения учебной проблемы.

Ученики: планирование и выполнение определенных учебных действий по поиску пути (метода) достижения поставленной извне цели, создание частных алгоритмов решения.

Классический проблемный метод.

Учитель: организация логически выстроенного учебного исследования, опирающегося на собственный опыт учащихся.

Ученики: освоение нового опыта и овладение инструментарием учебно-исследовательской деятельности, поиск и определение собственных личностных смыслов и ценностных отношений в данной деятельности.

Практический метод.

Учитель: трансляция фактов, понятий, методов и организация межгруппового диалога по интерпретации данных и поиску области применимости новых знаний.

Ученики: усвоение системы действий по применению понятий, методов решения учебных проблем и участие в дискуссии по определению границ применимости вводимых понятий и методов.

Исследовательский метод.

Учитель: организация научного исследования фактов, наблюдений, опытов относящихся к рассматриваемому вопросу, через аналитико-синтетическую деятельность учащихся результатом которой является построение понятия, определение границ его применимости и его места в системе других понятий.

Ученики: овладение системой действия по построению и применению понятий для решения различных проблемных ситуаций.

Модельный метод.

Учитель: организация процесса создания учащимися частных физических и математических моделей природных процессов и систем.

Ученики: овладение технологией постановки мысленного эксперимента и умением соотнести данную модель с соответствующим математическим аппаратом.

Философский метод.

Учитель: создание на уроке ситуации парадокса и организация поиска причины возникновения данной проблемы через попытку взглянуть на данную ситуацию не изнутри, а извне. Через анализ не только действий, приводящих к данному результату, но и через анализ всего метода.

Ученики: овладение опытом преодоления инерции мышления через анализ понятий и методов данной науки в целом.

Учитель, переходя в учебном процессе от одного метода организации учебной деятельности на уроке к другому по восходящей, таким образом, поднимает планку уровня мышления учащихся. Если это удаётся, то изменяются не только количественные, но и качественные характеристики мышления учащихся. Происходит переход от преимущественно эмпирических к теоретическим способам анализа действительности.

Обобщенные критерии уровня развития теоретического мышления при изучении учебных предметов естественнонаучного цикла отражают качественные характеристики мыслительной деятельности при решении соответствующих проблемных ситуаций:

1.Объяснительно-иллюстративная проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – воспроизведение основных фактов, понятий и решение задач по образцу.

Б) Общий уровень – воспроизведение основных фактов, понятий, положений и умение произвести их обоснование, а также решение задач по образцу и умение объяснить способ решения.

В) Продвинутый уровень – воспроизведение основных фактов, понятий, положений с привлечением дополнительного учебного материала, умение произвести их обоснование различными способами, а также решение задач несколькими способами, предложенными учителем.

2.Программированная проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – на базе известного эмпирического знания решается проблема, направленная на проверку его понимания, на умение применить данное знание в типичной учебной ситуации и ученик применяет для её решения 1-2 интеллектуальных умения (анализ, синтез, сравнение, обобщение, абстрагирование, конкретизацию и т. д.).

Б) Общий уровень – вышеприведенные интеллектуальные умения применены для решения проблемной ситуации на известном учебном материале, но для этого потребовалось 2-3 –4 логических шага или на неизвестном учебном материале и для этого потребовалось 1-2 логических шага.

В) Продвинутый уровень – вышеуказанные интеллектуальные умения были применены в неизвестной учебной ситуации и для этого потребовалось 2-3-4 логических шага.

3. Эвристическая проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – применение известных алгоритмов в знакомой учебной ситуации.

Б) Общий уровень – применение известных алгоритмов в незнакомой учебной ситуации.

В) Продвинутый уровень – конструирование новых алгоритмов для решения как известных, так и неизвестных проблемных ситуаций.

4. Проблемная классическая ситуация.

А) Минимальный уровень – решение проблемы на интуитивном уровне.

Б) Общий уровень – решение проблемы на эмпирическом уровне.

В) Продвинутый уровень – решение проблемы на теоретическом уровне.

5. Практическая проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – определение класса задач, для решения которых применим данный метод, понятие.

Б) Общий уровень – определение границ возможной интерпретации данного метода, понятия без утери их познавательного значения.

В) Продвинутый уровень – определение смежных областей знания, в которых применим данный метод, понятие.

6. Исследовательская проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – умение выдвигать учебные гипотезы, отвечающие определенным требованиям, таким как непротиворечивость, проверяемость и т.д.

Б) Общий уровень – учебное исследование (выдвижение гипотезы и её проверка) проведено на индуктивном уровне.

В) Продвинутый уровень – учебное исследование проведено на дедуктивном уровне.

7. Модельная проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – умение оперировать известными физическими (химическими, биологическими) моделями в известной учебной ситуации.

Б) Общий уровень – умение оперировать известными моделями и трансформировать их для решения неизвестных учебных ситуаций.

В) Продвинутый уровень – умение строить физические и математические модели и применять их как в известной учебной ситуации, так и в неизвестной учебной ситуации.

8. Философская (методологическая) проблемная ситуация.

А) Минимальный уровень – определение наличия затруднения в познавательной деятельности.

Б) Общий уровень – формулировка проблемы познания (ограниченность или неточность метода, понятия).

В) Продвинутый уровень – определение стратегии решения проблемы познания.

Основные функции, методы, виды и средства проверки знаний, умений и уровня развития мышления учащихся по физике. Их место и роль в учебном процессе.

Начало урока изучения новой темы. Возможен ли и целесообразен ли в этом в случае опрос? Он просто необходим! С помощью проверки перед изучением нового материала учитель выявляет знания и умения учащихся, которые должны быть опорными для понимания и усвоения нового. Её результаты позволяют увидеть те пробелы и недостатки в знаниях учащихся, которые являются препятствием в успешном продвижении в освоении программного материала, готовность или неготовность к восприятию нового. Такая проверка выполняет ориентирующую функцию не только для учителя, но и для учеников посредством актуализации изученного ранее. Если проверка позволяет не только выявить знания или незнания, но и установить причины хороших или слабых знаний и умений, то в этом случае проявляется диагностическая функция проверки.

Какой же метод проверки оптимален для данного этапа урока? Он определяется целью данного опроса – выявлением степени подготовленности учащихся к восприятию нового материала на этом уроке. Только устный опрос позволяет оперативно это выяснить в ходе беседы и произвести тут же необходимую корректировку в понимании освещенных вопросов и восполнить пробелы в необходимом количестве знаний.

Вид проверки – групповой. Востребованные знания нужны не сами по себе, а как средство достижения познавательной цели урока. Вопросы, предлагаемые классу, должны быть направлены не на простое воспроизведение теоретических положений, а на проверку умения применять их как в известных, так и в неизвестных ситуациях. Решение их в группах позволит включить всех в процесс коллективной мыследеятельности, что позволит учителю получить более адекватную картину степени подготовленности учащихся к продуктивной работе в ходе урока.

Средством проверки является специально подобранный комплекс качественных или количественных задач, учитывающий уровень мышления учащихся и тот метод познания, который будет ведущим на данном уроке.

Например, в ходе урока нам необходимо, чтобы учащиеся знали ответ на вопрос:

Почему светится электрическая лампа накаливания?

1.Объяснительно-иллюстративное задание.

Минимальный уровень: Знание основных элементов устройства электрической лампы накаливания.

Общий уровень: Дополнение №1: Знание устройства лампы накаливания и нагревательных элементов.

Продвинутый уровень: Дополнение №2: Знание устройства лампы накаливания и нагревательных элементов, а также знание качественной зависимости сопротивления проводника от его температуры. Или написание доклада «Тепловые и нетепловые источники света».

2.Программированное задание.

Минимальный уровень: Мы часто говорим «электролампа горит», «лампа загорелась». Находится ли нить накала электролампы действительно в состоянии горения?

Общий уровень: Зачем электрические лампы накаливания заполняются газом под давлением, несколько меньшим давления окружающего воздуха?

Продвинутый уровень: При включении электрической лампы силы тока в первый момент отличается от силы тока, которая установится, после того как лампа начинает светиться. Как объяснить это явление?

3. Эвристическое задание.

Минимальный уровень: У вас есть великолепный выбор вольфрамовых спиралей для электрических ламп накаливания. Какую из них вы бы выбрали для изготовления высококачественной лампы большой мощности? Как из вольфрамовой нити одного и того же сечения изготовить лампы разной мощности при неизменных размерах стеклянных баллонов ламп?

Общий уровень: Есть в народе такие умельцы, что ухитряются восстанавливать даже перегоревшие лампочки. Как они это делают?

Продвинутый уровень: Однажды директор электролампового завода собрал инженеров и показал пачку писем.

«Жалуются потребители, недовольны нашими лампами», - грустно сказал директор. – «Надо повысить качество продукции. Я думаю, все дело в том, что давление газа внутри готовой лампы иногда больше нормы, иногда меньше... Кто скажет: как измерить это давление?»

«Очень просто», - поднялся один из инженеров. – «Берем лампу, разбиваем и ...»

«Разбиваем?!» - воскликнул директор.

«Можно для контроля разбивать одну лампу из ста», - не сдавался инженер.

«Проверить хотелось бы каждую лампу», - вздохнул директор. – «Думайте, товарищи инженеры!»

И тут появился изобретатель.

«Задача для школьников», - сказал он. – «Откройте-ка учебник...»

И он объяснил, в каком учебнике можно прочитать почти готовый ответ на эту задачу. А что предложите вы? Есть у вас идеи, как измерить давление газа внутри электрической лампы?

4. Проблемное задание.

Минимальный уровень: Нить накала в электрической лампочке постепенно расплывается и поэтому становится тоньше. Как это влияет на мощность лампочки?

Общий уровень: Почему электролампы, стеклянные баллоны которых наполнены газом криптоном, более экономичны, чем лампы, наполненные смесью азота с аргоном?

Продвинутый уровень: В каком месте вероятнее всего перегорит спираль электрической лампы, если она растянута по длине неравномерно (Рис. №1).

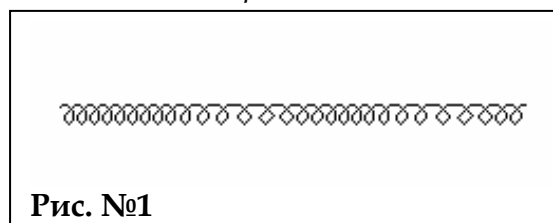


Рис. №1

5. Практическое задание.

Минимальный уровень: Почему нить лампы накаливания ярко вспыхивает, прежде чем перегореть?

Общий уровень: При включении в сеть приборов, потребляющих большой ток (утюг, плитка), горящие лампы внезапно изменяют свою яркость. Особенно заметно уменьшается яркость в первый момент; затем она несколько возрастает, но всё равно остаётся меньше, чем до включения прибора. В чем тут дело?

Продвинутый уровень: Почему электрические лампы чаще перегорают в момент замыкания цепи и очень редко – в момент размыкания?

6. Исследовательское задание.

Минимальный уровень: *Выдвижение гипотезы по вопросу: «От чего зависит срок службы электрической лампочки?»*

Общий уровень: *Какое количество в среднем включений выдерживает лампочка данной мощности, работающая в номинальном режиме?*

Продвинутый уровень: *Каково давление инертного газа внутри электрической лампочки?*

6. Модельное задание.

Минимальный уровень: *Две электрические лампы мощностью 25 и 200 Вт соответственно включены: а) последовательно; б) параллельно в электрическую цепь. Какая из ламп будет гореть ярче?*

Общий уровень: *Имеется пять электрических ламп напряжением 110 В каждая и мощностью 40, 40, 40, 60 и 60 Вт. Как следует включить их в сеть напряжением 220 В, чтобы все они работали в нормальном режиме?*

Продвинутый уровень: *Две лампы одинаковой мощности соединены последовательно, установлены таким образом, что одна из них находится на крыльце, а другая в жилом помещении. Какая из них горит ярче зимой, а какая летом?*

8. Философское (методологическое) задание.

Минимальный уровень: *И на Солнце есть пятна... Почему лампочка накаливания со временем становится серой? Чем ярче она горит, тем быстрее это происходит. Равномерно ли она темнеет или какая то сторона темнеет больше?*

Общий уровень: *Определяя сопротивление стоваттной электрической лампочки с помощью омметра, ученик получил значение 35 Ом. Для проверки полученного результата он решил вычислить сопротивление по мощности и указанному на цоколе номинальному напряжению, оказавшемуся равным 220 В. Воспользовавшись формулой $R = U^2/P$, ученик к собственному удивлению, получил величину 484 Ом, то есть примерно в 14 раз больше, чем в первом случае. Как объяснить столь значительную разницу результатов?*

Продвинутый уровень: *На свете ничего вечного нет. Нет и вечной лампочки. У любой лампочки от нагрева вольфрамовая нить постепенно испаряется. В какой то момент спираль окончательно разрушается – лампочка перегорает.*

Ныне в продаже появились «вечные лампочки». Может ли лампочка сама себя восстанавливать? Если «да», то как?

Данная подборка позволяет так же, и обучать учащихся тому или иному методу решения проблемных ситуаций различных типов. Она может служить средством проверки качества усвоения, как содержания учебного материала, так и уровня развития предметного мышления учащихся.

Изучение нового учебного материала. При объяснении нового материала, чтобы выделить главное в изучаемом материале, задержать внимание школьников на основных вопросах, необходимо задавать вопросы учащимся. Независимо от того, какой метод положен в основу урока перед учениками, должны быть поставлены такие вопросы, чтобы ответы на них помогали достижению главной цели урока. В этом заключена ориентирующая функция проверки, так как она, с одной стороны, ориентирует учащихся на выделение главного материала, а с другой – информирует учителя об усвоении учениками этого главного на каждом уроке.

Основной же функцией проверки при изучении нового материала является обучающая, поэтому все вопросы должны быть направлены не столько на проверку, сколько на усвоение, уточнение и закрепление главного, существенного в изучаемом материале. Обучающая функция проверки заключается в том, что с помощью проверки идет обучение, то есть приобретение новых знаний и умений. Сам процесс

решения проблемных заданий тоже является обучением, так как он либо дает ученику новую информацию из текста заданий, либо поднимает ранее полученные знания до нового, более высокого уровня, либо развивает мыслительные умения на данном материале. Главное что должно выявляться при изучении нового материала – это понимание нового материала и степень его усвоения на уроке.

Вид проверки – внутригрупповая и межгрупповая дискуссия. Чтобы учитель мог своевременно корректировать мыслительную деятельность учащихся, необходима открытость не только конечных или промежуточных результатов этой деятельности, но и самого хода этой деятельности. Это позволит избежать различного рода недопониманий и заблуждений в процессе выстраивания этого понимания.

Средством проверки является система экспериментальных задач (опытов) и мысленных экспериментов, последовательно раскрывающих проблемность изучаемого материала. И, в то же время, помогающих нахождению правильного решения возникшей проблемы (построение нового понятия или модели явления).

В качестве примера приведем урок физики в восьмом классе по теме “Кипение”.

Цель урока: Познакомиться с явлением кипения жидкости. Выяснить причины и условия кипения жидкости.

Этап №1.

Задача этапа – двумя-тремя задачами развернуть перед учениками весь клубок знаний необходимых для дальнейшей работы и подвести учеников к пониманию цели урока, сформулированной выше. Технология работы групповая. Предлагаемые задачи:

а) Как-то мы принимали много гостей. Я поставил на конфорки электрической плиты одинаковой мощности два одинаковых заполненных ровно наполовину чайника. Но тут на кухню заходит супруга, и узнав, что чай ещё не готов, доликает в один из них стакан горячей воды. Какой чайник закипит быстрее? Температура холодной воды в чайниках одинакова.

б) Два одинаковых чайника с равными количествами холодной воды поставили на конфорки одинаковой мощности. Один из них закрыли крышкой, а второй оставили открытым. Какой чайник закипит быстрее? А если один из них находится на первом этаже, а второй на девяностом этаже небоскрёба?

Этап № 2.

Задача этапа - поставленный эксперимент является учебной проблемой, суть которой в объяснении наблюдаемого явления.

Опыт № 1. На плитку ставится прозрачный сосуд с водой. Один из учеников наблюдает за процессом.

Инструкция ученику, наблюдающему за пузырьками:

«Внимательно наблюдай за пузырьками и будь готов отвечать на вопросы:

а) Где образуются пузырьки?

б) Как изменяется объём пузырька при всплывании, увеличивается или уменьшается? (Обрати на это особое внимание в начальной стадии нагревания и в конечной стадии - перед самым кипением).

в) Как ведут себя пузырьки в момент закипания?

2. Своевременно сообщай о всех изменениях, происходящих в нагреваемом сосуде, учителю.»

Опыт №2.

Наливаем в кофейник небольшое количество холодной воды. Весь класс за исключением “наблюдателя за пузырьками” слушает «песню» кофейника. Учащиеся должны внимательно прослушать “песню” кофейника и описать, как изменяется звук с момента включения до закипания.

Вывод: В “песне” кофейника можно выделить три стадии. Причины этого звука и его изменения можно объяснить, если соотнести с теми процессами, которые происходят в прозрачном сосуде (колбе) с воздушными пузырьками.

Этап № 3.

Задача этапа – организовать дискуссию, роль ведущего в которой играет учитель. Учитель задает вопросы классу, направленные на объяснение наблюдаемых фактов и просит дать объяснение процессам, протекающим в жидкости при нагревании и кипении. Учитель сам же и определяет лимит времени, отведённый на обсуждение проблем в группах и принятие по ним решений.

а) Как вы думаете, чем отличается кипение от испарения?

- По всему объёму жидкости идёт интенсивное образование пузырьков.

б) Откуда берутся в жидкости пузырьки? Чем они заполнены?

- Пузырьки наполнены воздухом и паром воды, который испарился через границы пузырька. Воздух попал в воду посредством диффузии из окружающей среды.

в) Где в основном образуются пузырьки?

- На дне и на стенках сосуда, потому что центром парообразования являются неоднородности поверхности и микротрещинки.

г) Почему они не всплывают раньше?

- Пузырьки начинают всплывать, если сила Архимеда, действующая на них, становится больше силы тяжести. При нагревании температура в жидкости повышается. В какой-то момент давление в пузырьке становится больше внешнего давления и пузырьки начинают увеличиваться в объёме. Сила Архимеда, действующая на них, возрастает и когда она станет больше силы тяжести пузырёк начинает подниматься. С уменьшением глубины давление на пузырёк уменьшается и пузырёк увеличивается в объёме. Это возможно при температуре воды 100 °С и нормальном атмосферном давлении. Доказательством служит термометр, опущенный в сосуд с кипящей водой.

д). А если внешнее давление уменьшать, то есть ли необходимость нагревать жидкость до ста градусов?

- В этом случае жидкость закипит при температуре меньшей 100 °С.

Учитель должен этот вывод подтвердить на опыте, когда из сосуда с немного остывшей водой начинают откачивать воздух, она закипает.

е) А если не нагревать жидкость, не подводить энергию, будет ли она кипеть?

- Чтобы кипение продолжалось необходимо подводить энергию, так как при кипении идёт интенсивное испарение и жидкость охлаждается.

ж) А если сосуд закрыть и не давать пару выходить?

- Жидкость не закипит, потому что пар концентрируясь над поверхностью жидкости увеличивает давление и она, не закипая, будет ещё сильнее нагреваться. Испарение будет идти более интенсивно и этот процесс приведёт к тому, что мы получим жидкость с температурой больше 100С°.

Этап № 4.

Задача этапа - обобщить выводы, сделанные в ходе групповой и межгрупповой дискуссии по наблюдаемым фактам и выяснить причины и условия кипения жидкости. Построить физическую модель наблюдаемого явления.

Целесообразно произвести в этот момент “обмен опытом” между группами. Группы временно расформируются и “ лидеры” всех групп собираются вместе, “генераторы идей” и “критики” собираются в отдельных группах и приступают к обсуждению. После истечения отведённого на эту работу времени первоначальные группы восстанавливаются и теперь ученики, обогащённые новыми идеями и гипотезами, продолжают работу в собственных группах.

Выводы:

Причина кипения: наличие растворённых газов в жидкости.

Условия кипения: а) наличие центров парообразования; б) равенство давления водяных паров в пузырьке внешнему давлению; в) подвод теплоты к кипящей жидкости; г) вода кипит только в открытых сосудах, так как при отводе пара давление в сосуде остаётся постоянным.

Модель процесса кипения.

Пузырьки чаще всего зарождаются на неоднородностях и микротрещинках поверхности. В момент отрыва пузырька от стенки, жидкость получает толчок и начинает колебаться. Мы слышим характерный для этого момента звук в виде резких щелчков, которые постепенно сливаются в один гул. Всплывая, пузырёк попадает в ещё недостаточно прогретые верхние слои воды. Заполняющий пузырьки пар при этом охлаждается, его давление падает и уже не может компенсировать внешнего давления и пузырёк быстро схлопывается. В жидкости возникают звуковые колебания. Когда верхние слои прогреются, пузырьки свободно начнут достигать поверхности воды и перед самым закипанием "песня" чайника на несколько мгновений затихает, прежде чем вновь начаться с ещё большей силой. После закипания воды "голос" чайника меняется - это булькают пузырьки, лопаясь непосредственно на поверхности.

Замечание: в построении физической модели процесса кипения учитель должен принимать непосредственное участие, так как это довольно сложно для учеников восьмого класса.

Этап №5.

Задача этапа – построение и отработка механизма применения модели «Кипение жидкости» для анализа природных процессов и систем.

Для этого необходимо обсудить такие вопросы:

а) Когда мы открываем бутылку с сильногазированным напитком или шампанским, то видим интенсивное образование пузырьков. Является ли этот процесс кипением?

б) В кастрюле бурно кипит вода, в ней варятся макароны. Кипит ли вода в трубках макарон?

Повторение и закрепление знаний. Заключительный этап урока (этап №5) направлен, не столько на выявление тех знаний, которые приобрели учащиеся в ходе урока, сколько на уточнение и расширение этих знаний. В ходе решения нестандартных задач требующих не поверхностного взгляда, на заключенную в них проблему, а разбора проблемы по существу, формируются обобщенные умения и навыки научного мышления. Здесь проверка выполняет как контролирующую, так и обучающую функцию. Вид проверки - внутригрупповая и межгрупповая дискуссия, то есть такой же, как и на предыдущих этапах урока.

Текущая проверка результатов обучения. Главное в текущем опросе заключается не в контроле знаний как таковом, а в выявлении знаний и незнаний. Своевременное выявление пробелов в знаниях учащихся позволит построить учебный процесс таким образом, чтобы его ликвидировать в дальнейшем. То есть текущая проверка играет в основном ориентирующую роль для учителя. Поэтому целесообразен устный опрос, причем сочетающий в себе как фронтальный охват всех учащихся, так и индивидуальный характер отчета по пройденному материалу. Если учитель кроме этого выяснит причины хороших или недостаточных для успешной учебы знаний и умений, то в этом случае проявляется диагностирующая функция проверки. Данная технология группового опроса описана в следующей части данной работы.

Кроме простого пересказа изученного учебного материала, целесообразно применять и письменный опрос, в виде самостоятельного решения качественных и расчетных задач. В этом случае ориентирующая функция проверки играет большую роль и для ученика, выявляя уровень его учебных достижений.

В качестве примера возьмем самостоятельную работу по темам «Электризация тел при соприкосновении», «Взаимодействие заряженных тел. Два рода зарядов», «Электроскоп. Проводники и непроводники электричества» учебника «Физика 8» А. В. Перышкина.

Вариант 1

1. Правильно ли выражение: «При трении создаются заряды»? Почему?
2. Почему заряженный электроскоп разрядится быстрее, если его шар покрыт пылью?
3. Можно ли на концах стеклянной палочки получить два одновременно существующих разноименных заряда?
4. На тонких шелковых нитях, укрепленных в одной точке, подвешены одинаковые легкие бумажные гильзы, имеющие электрические заряды одинакового знака, но разные по абсолютному значению. Одинаково ли гильзы отклонятся от вертикали, проходящей через точку подвеса?

Вариант 2

1. Обычно говорят, что волосы, наэлектризованные при их расчесывании, притягиваются к гребенке. А будет ли правильно выражение: «гребенка притягивается волосами»?
2. Проводя опыты с электризацией человека, его ставят на изолированную скамеечку. Объясните почему.
3. Два маленьких шарика с одноименными зарядами подвешены на изолирующих нитях одинаковой длины l в одной точке. Что произойдет с шариками в условиях невесомости?
4. Можно ли наэлектризовать трением латунную палочку?

Вариант 3

1. Почему мельчайшие капельки одеколона, разбрызгиваемого пульверизатором, оказываются наэлектризованными?
2. Почему шарик, висящий на шелковой нити, притянувшись к наэлектризованному предмету, после соприкосновения с ним отскакивает?
3. На тонких шелковых нитях подвешены две одинаковые легкие бумажные гильзы, одна из них заряжена, другая нет. Как определить, какая из них заряжена, если не даны никакие приборы и материалы?
4. В стакан с водой поместили стальную булавку так, что она плавает. Куда будет перемещаться булавка, если к ней поднести наэлектризованную эбонитовую палочку?

Вариант 4

1. Почему при перевозке бензина к автоцистерне прикрепляют металлическую цепь, касающуюся земли?
2. Почему мы уверены, что электрический заряд бывает 2 вида («+» и «-»), а не трех, четырех?
3. Многие тела обнаруживающие способность наэлектризоваться трением (шелковые нити, бумага, кожа и др.), проявляют это свойство в большей степени, если их предварительно нагреть. Почему?
4. Два одинаковых металлических цилиндра стоят на изолирующей подставке. Как получить на них заряды, одинаковые по абсолютному значению и знаку?

Вариант 5

1. Как показать, что при соприкосновении электризуются оба тела?
2. Отрицательно заряженное тело притягивает подвешенный на нити легкий шарик, а положительно заряженное отталкивает. Можно ли утверждать, что шарик заряжен? Каков знак заряда?
3. Почему к железнодорожным цистернам, предназначенным для перевозки бензина, металлические цепи не прикрепляют?
4. Изолированному проводящему шару сообщен положительный заряд. Изменится ли при этом его масса?

Вариант 6

1. Всегда ли одно то же вещество при трении или соприкосновении с электрически нейтральными предметами из каких-либо других веществ электризуется зарядом одного и того же знака?

2. Почему у наэлектризованных людей волосы поднимаются вверх?

3. На шелковой нити висит заряженная бумажная гильза. Как узнать какого рода заряд находится на гильзе?

4. Две одинаковые легкие гильзы из фольги подвешены на шелковых нитях равной длины в одной точке. После того как гильзам сообщили заряд одинакового знака, они удалились одна от другой (при этом нити между собой образовали некоторый угол). Что произойдет, если одну из гильз разрядить.

Для группового решения задачи необходимо подбирать по другому принципу – моделируя обычную житейскую ситуацию, то есть создаются условия для реализации метода теоретического мышления – восхождение от абстрактного к конкретному. В этом случае в ходе текущего опроса мы можем точнее и качественнее проверить не только знания и незнания, умения и неумения, но и степень овладения учащимися методами науки. Если проверка специально направлена на выявление интеллектуальных умений, то она не только их выявляет, но и обязательно формирует. В этом случае проявляется развивающая функция проверки.

Например, ситуация связанная с кипением и испарением жидкости, которую можно предложить ученикам в 8 классе:

«Яйца на завтрак»

«Утро. Спешим в школу. Что мы можем приготовить на скорую руку? Конечно, пожарить яичницу или сварить яйца вкрутую или всмятку – кому как нравится!

Открываем холодильник. О, сколько там яиц! Эти были куплены в магазине, а эти привезены из деревни от бабушки. Или наоборот? А когда были куплены эти яйца? Может, у них уже срок годности вышел? **Как отличить свежее яйцо от старого?**

Стоп! А, по-моему, эти яйца вареные и остались со вчерашнего утра. Или я ошибаюсь? **Как узнать, не разбивая яйцо, вареное оно или сырое?**

Ух! Разобрался, наконец, с яйцами. Теперь осталось решить, как их приготовить. **Чем отличается процесс варки яиц от приготовления глазуньи?**

Что там мама советовала? **Что бы яичница не подгорала, сковороду нужно предварительно хорошо прогреть на плите. Зачем?**

Мама что-то еще там говорила о сковороде... Самое главное и забыл. **Как отличить раскаленную сковороду от нагретой, не прикасаясь к ней?**

Все! Решил. Будем варить яйца вкрутую. Сколько нужно времени кипятить воде, чтобы не получить яйца всмятку? Минут 5 говорят. **Зачем нужно столько времени, чтобы приготовить яйца, ведь температура кипящей воды во время варки не меняется?**

Пока яйца варятся, можно вспомнить что-нибудь веселенькое из былого. В цирке клоуны как-то дурачились. Рыжий клоун подзывает Белого клоуна и предлагает ему поучаствовать в следующем действии – стрельбе по яйцу, установленному на его голове. Естественно, белый клоун отказывается от участия в этом опасном трюке. Тогда Рыжий клоун вызывает кого-то из персонала обслуживающего арену. Кладет ему на голову сваренное вкрутую яйцо, отходит на несколько шагов и стреляет. Простреленное яйцо падает с головы помощника. Яйцо демонстрируется зрителям. **Почему входное отверстие, пробиваемое пулей в вареном яйце меньше выходного?**

Посрамленный Белый клоун после этого все же соглашается на повторение трюка. Но теперь Рыжий клоун подменяет яйцо. Вместо вареного устанавливает на его голове сырое, отсчитывает шаги, разворачивается и... **Почему пуля пробивает в вареном яйце лишь маленькое отверстие, а сырое яйцо при попадании в него пули разбивается вдребезги?**

Кажется, 5 минут прошли. Пора яйца доставать. Почему яйцо, только что вынутое из кипятка, рук не обжигает?

Осталось последнее. Открываю кран с холодной водой и ставлю под струю миску с яйцами. Для чего, после того, как сварили яйца их нужно быстро облить холодной водой?

Сколько времени у меня еще в запасе? Нормально, могу, не спеша, позавтракать. Вкуснотища!!!

А можно ли на Марсе сварить яйцо вкрутую?

Данный подход является прекрасной иллюстрацией того, что любое наше обыденное житейское дело или простое привычное действие сопровождается решением целой гирлянды, возникающих попутно больших или малых проблем. Можно жить в соответствии с тем, как советуют родные и друзья, не пытаюсь разобраться, почему нужно поступать так, а не иначе. Целью же научного образования является выращивание критичного ума, ничего не принимающего на веру, жаждущего познания и пытающегося самому во всем разобраться. Это возможно если ученик овладел методами исследования и анализа возникающих проблемных ситуаций.

На данную тему «Парообразование и кипение» в 10 классе можно предложить следующую ситуацию, моделирующую реальную:

«Русская баня»

Мы уже в парной. Ну и жара...Посидим немного внизу – здесь попрохладнее. Привыкли – можно и наверх, на полку. Горячо? Ничего, бывает и жарче – ногой на пол не ступишь – обжигает. Почему в парной внизу холоднее, чем на полке?

Осторожно, доски сколочены гвоздями. На них не стоит садиться и в не очень жаркой бане: прикоснешься голым телом к шляпке гвоздя – заработаешь ожог. Почему при той температуре, при которой еще можно сесть на нагретое дерево, садиться на железо уже нельзя – обожжешься?

Тяжело? Это воздух сырой – на скамейке и на полу мокрые пятна. Почему сильный жар труднее переносится во влажном воздухе, чем в сухом?

Это можно исправить. Нужно, как говорится, «поддать пару». Набрать в ковшик кипятка и маленькими порциями бросать его в печь на раскаленные камни. Сразу горячая волна хлынет из печи наверх, жарче станет на полке, жарче и суше; исчезнут мокрые пятна, высохнут пол и скамьи. Почему, когда подбрасывают воду на горячие камни печи, в парной становится суше?

Почему нужно плескать воду на раскаленные камни понемногу, а не выливать на каменку сразу целый ковшик воды?

Почему плещут на каменку именно кипятком, а не холодную воду?

Где веник? Вот он в тазике с кипятком размокает. Готов? Прекрасно! Почему веник вымачивают в кипятке?

Ох, и попарюсь я сейчас! Натягиваю на голову шапку-ушанку, а на руки рукавицы. Парку поддал и пошел себя молотить веником с остервенением. Красотища! Зачем заядлые парильщики во время процедуры надевают на руки рукавицы, а на голову шапку?

Все, больше не могу...Откройте скорее отдушину, а то вовсе дышать не чем. Почему становится душно при повышении температуры воздуха в бане?

На улице мороз, а в бане жарче, чем на экваторе. Куда повалит пар, если открыть отдушину?

Пару глотков морозного воздуха и снова за дело. Жару поддайте! Еще сильнее...Неужто кипятку жалко?

С легким паром!

Итоговая проверка результатов обучения. Она выполняет в основном контролирующую функцию. Вид, форма, и содержание итоговой проверки определяются целями проверки.

Если целью проверки является проверка знаний и умений учащихся, то целесообразен тест. Если цель проверки – определение уровня развития мышления учащихся через овладение методами науки, то в этом случае самая подходящая форма проверки – контрольная работа. Содержание контрольной – проблемы различных видов (эвристическая, модельная, философская и т. д.).

Специфика конструирования заданий для проверки развития теоретического мышления учащихся

Внутри любой группы (гомогенной или гетерогенной) существует разброс индивидуальных отличий по видам и уровню одаренности. Для удовлетворения индивидуальных потребностей учащегося необходима индивидуализация учебного материала, вне зависимости от того включен он в групповую деятельность или нет. Познавательная деятельность каждого учащегося находится в прямой зависимости от индивидуализированного или группового задания в процессе творческих взаимореализаций.

Полная структура цикла продуктивного мыслительного акта включает в себя порождение проблемы и формирование задачи, поиск решения и его обоснование. Сочетание группового обучения и методов, направленных на активизацию познавательной деятельности учащихся (эвристический, проблемный, модельный и т.д.) позволяет включить ученика в индивидуальную продуктивную мыслительную деятельность через коллективную мыследеятельность.

Задания для групповой творческой деятельности должны удовлетворять следующим требованиям (А.И.Доровской):

1.Задания должны быть коллективными, с достаточным объемом, исключающим вероятность несамостоятельного выполнения.

2.Задания всех членов творческой группы объединяются на основе исходной проблематики и только потом разделяются на строго индивидуальные.

3.Задания должны вызвать интерес, поисковую активность у одаренных учащихся и, в то же время, ответственность за качество их выполнения (с этой целью предлагается, чтобы результаты выполнения каждого задания являлись исходными данными для последующих).

4.Задания должны охватывать максимальное количество тем учебного предмета и других предметов.

5.При составлении системы заданий должна обеспечиваться непрерывность творческого процесса (каждое последующее задание должно способствовать достижению более высокого уровня творческой работы).

6.Задания должны включать элементы научного исследования (опираться на особенности коллективного стиля учащегося).

7.Комплексные задания должны различаться по уровню коллективной сложности, что позволит индивидуализировать процесс выполнения заданий.

8.Задание должно предусматривать сочетание различных видов информации (вербальной, знаковой, изобразительной).

9.Задание должно обеспечить выход на практическую реализацию творческих идей (графическую, схематическую фиксацию результатов).

10.Задание должно предусматривать многовариантность решений, выполнений.

11.В задании должна предусматриваться возможность введения исходных данных по усмотрению одаренных учащихся.

12.Задание должно предусматривать составление учащимся алгоритмов решения проблемных задач.

В соответствии с теорией «поэтапного формирования умственных действий» [П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина] начинать процесс формирования творческих умений необходимо с выделения элементов умственной деятельности, а заканчивать комплексными заданиями, требующими синтеза интеллектуальных умений.

Как же это осуществить на практике? Как подготовить быстро и качественно набор измерительных инструментов уровня интеллектуального развития данной группы учащихся в каждой конкретной учебной ситуации?

Для этого должно быть заготовлен по данной учебной теме набор контрольно-измерительных инструментов по отдельным вопросам изучаемой темы. Например:

Вопрос: «Куда и почему дует ветер?»

1.Объяснительно-иллюстративное задание.

Минимальный уровень: Умение объяснить причину возникновения пассатов, дневного и ночного бриза, тяги.

Общий уровень: Дополнение №1: знание общей причины возникновения конвективных потоков – ветров.

Продвинутый уровень: Дополнение №2: знание общей причины возникновения конвективных потоков – ветров, а также знание взаимосвязи морских течений с ветрами.

2.Программированное задание.

Минимальный уровень: Как рассказывают горные жители, в их местности часто возникают горно-долинные ветры. Днем они дуют из долины вверх по горным склонам, а ночью, наоборот, с гор в долины. Высота, захватываемая горно-долинными ветрами, не превышает 1-3 км. Дайте объяснение этому явлению.

Общий уровень: Почему если ветер к вечеру не стихает, а усиливается, то это предвещает ухудшение погоды?

Продвинутый уровень: Пассажиры самолета, пересекающего пролив, чувствуют небольшое потряхивание («болтанку») в те моменты, когда самолет пролетает над самыми берегами пролива; над водой же самолет летит ровно. Дайте объяснение.

3.Эвристическое задание.

Минимальный уровень: Почему зимой мы чувствуем, как дует от окна, рама которого закрыта так плотно, что наружный воздух не может проходить сквозь щели? Чтобы вы предприняли, чтобы в комнате не было сквозняка?

Общий уровень: В конце лета сельские жители чистят и сушат овощные ямы. С этой целью внутри ямы разводят огонь. В яму обычно ведет один вход, который расположен непосредственно над ямой. Через него дым, поднимаясь, будет выходить из ямы. А как в яму попадет свежий воздух богатый кислородом, который необходим для поддержания процесса горения? Что для этого нужно сделать?

Продвинутый уровень: В одном совхозе были построены большие коровники. Воздух в них должен быть чистым, поэтому директор совхоза пригласил ученых, чтобы проконсультироваться – хороша ли вентиляция в коровниках.

«Придется исследовать движение воздуха в коровниках», - сказал один ученый. – «Произведем замеры скорости воздушных потоков. Помещения огромные, потолки высокие.

Движение воздуха зависит от температуры стен, крыши. Понадобится множество замеров. Работы месяца на два».

И тут появился изобретатель.

«Пока вы совещались, я получил данные по первому коровнику», - сказал он. - «Для каждой точки, даже под самым потолком. Это же так просто...»

Как получил изобретатель эти данные?

4. Проблемное задание.

Минимальный уровень: Даже в тихую погоду, когда ветер не шевелит листьев, осина не остается в покое. Её листочки всё время дрожат. Почему?

Общий уровень: Часто незадолго до захода Солнца над кустами, деревьями, островками высокой травы можно увидеть темные облачка, которые при ближайшем рассмотрении оказываются густыми роями насекомых, чаще всего комаров. Рои эти вытянуты вверх и резко очерчены. Почему насекомые собираются в такие тучи?

Продвинутый уровень: Те, кто бывал в пещерах, наверное, замечал, что в пещерах обычно застойный воздух. Однако есть пещеры (спелеологи окрестили их «логовами ветра»), где у входа постоянно дует сильный ветер. Почему? Еще более странны «дышащие» пещеры, в которых воздух то входит внутрь, то выходит. Что вызывает такое движение воздуха?

5. Практическое задание.

Минимальный уровень: Когда тяга в трубах лучше – зимой или летом? Почему?

Общий уровень: Какие фабричные трубы лучше выполняют свое назначение – железные или кирпичные; высокие или низкие; узкие или широкие? Почему?

Продвинутый уровень: Почему в искусственных спутниках Земли и космических кораблях необходима принудительная циркуляция воздуха?

6. Исследовательское задание.

Минимальный уровень: От каких параметров печной трубы зависит тяга?

Общий уровень: Исследуйте направления потоков воздуха, циркулирующих в вашей школе.

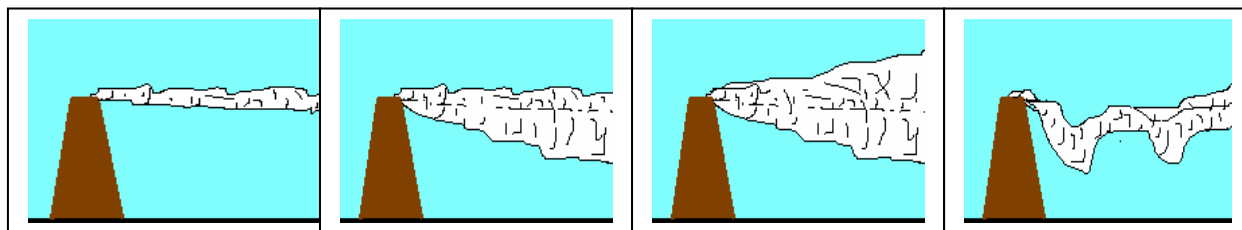
Продвинутый уровень: Составьте «розу ветров» той местности, в которой вы проживаете. Выясните, какие ветры преобладают в разное время года. Дайте этому объяснение.

7. Модельное задание.

Минимальный уровень: Будет ли гореть свеча на борту космического орбитального комплекса?

Общий уровень: Если гроза происходит где-то в нескольких километрах от вас и движется по направлению к вам, то куда дует ветер: в сторону грозы или в вашу сторону?

Продвинутый уровень: Казалось бы, в безветренную погоду дым из заводской трубы



должен подниматься вертикально вверх, а при ветре идти под некоторым углом к вертикали. Однако нередко при ветре, равномерно дующем в горизонтальном направлении, наблюдаются картины, приведенные на рисунке. Чем объяснить такое разнообразие дымовых струй?

8. Философское (методологическое) задание.

Минимальный уровень: Почему холодно на вершинах гор? Разве холодный воздух не должен опускаться вниз, а теплый воздух подниматься вверх? Почему порой с гор дует

теплый ветер, ведь, как известно, на вершинах гор настолько холодно, что там лежат «вечные снега»?

Общий уровень: Для поддержания горения нужен кислород. Чем больше кислорода, тем интенсивнее процесс горения. Почему же при полностью открытой печной дверце тяга становится хуже, чем при закрытой дверце?

Продвинутый уровень: Гигантские конвективные потоки в атмосфере видимы благодаря облакам (скоплению мельчайших капелек воды). Ветры и есть те конвективные потоки, по воле которых «бегут» по небу облака. А является ли течение реки конвективным потоком?

Вопрос: «Как измерить температуру тела?»

1.Объяснительно-иллюстративное задание.

Минимальный уровень: Температура – физическая величина, характеризующая степень нагретости тела. Термометр – прибор для измерения температуры. Единица измерения температуры 1°C .

Общий уровень: Дополнение №1: Более высокой температурой обладают те тела, у которых средняя кинетическая энергия молекул (атомов) выше. Измеряют температуру термометрами на основе зависимости какого-либо свойства тела (объёма, электрического сопротивления и т.п.) от температуры. Термометр показывает температуру данного тела, если он находится в тепловом равновесии с данным телом.

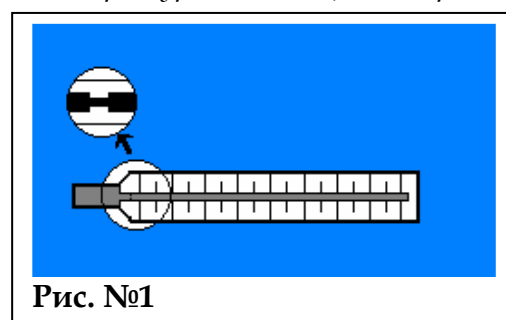


Рис. №1

Продвинутый уровень: Дополнение №2: Сужение в капилляре трубки медицинского термометра (Рис. №1) не дает упасть столбику ртути, после того как температура тела человека измерена. Для того чтобы медицинский термометр вернуть в исходное (рабочее) состояние его необходимо «стряхнуть».

2.Программированный уровень.

Минимальный уровень: Можно ли пользоваться ртутным термометром в Антарктиде?

Общий уровень: Почему, опустив термометр в сосуд с водой, нельзя сразу же снимать показание? Почему нельзя снимать показание, вынув термометр из воды?

Продвинутый уровень: Известно, что для измерения температуры человека медицинским термометром нужно 5-10 минут, а для того, чтобы сбросить ртуть термометра («стряхнуть»), когда он вынут, достаточно иногда секунды. Почему происходит опускание столбика ртути при встряхивании медицинского термометра? А может надо просто подождать, когда ртуть сама сожмется при охлаждении?

3.Эвристическое задание.

Минимальный уровень: Если у вас имеются два непроградуированных термометра, как определить, какой из них нагрет больше другого?

Общий уровень: Можно ли, а если можно, то как, измерить температуру тела больного медицинским термометром, если в помещении температура окружающего воздуха равна 42°C ?

Продвинутый уровень: Однажды собрались ученые, чтобы обсудить, как бороться с жуком-долгоносиком. И тут выяснилось, что условия существования жука изучены ещё очень слабо. Никто не знал, например, какова температура тела долгоносика.

«Жучок маленький», - сказал один ученый, - «обычным термометром не измеришь».

«Придется разрабатывать специальный прибор», - согласился другой. - «Потеряем много времени...»

И тут появился изобретатель.

«Не надо никаких новых приборов», - сказал он. - «Возьмите обыкновенный...»

Как вы думаете, что предложил изобретатель?

4. Проблемное (классическое) задание.

Минимальный уровень: Если термометр погрузить в очень горячую воду, то сначала столбик ртути уменьшается, а затем начинает расти. Почему?

Общий уровень: Термометр, показывающий комнатную температуру (20°C), поместили в кипящую воду (100°C). Температуру какого вещества показывал термометр в тот момент, когда уровень ртути находился против штриха шкалы, обозначенного числом 20? Числом 100? Каким-либо промежуточным числом, например 60?

Продвинутый уровень: Зимой на сильном ветру нам гораздо холоднее, чем в затишье. Будет ли при этом разница в показаниях температур, измеренных одним и тем же термометром?

5. Практическое задание.

Минимальный уровень: Для изготовления термометров применяют различные жидкости: ртуть, спирт, эфир; из них ртуть при нагревании расширяется меньше других, а эфир - больше. С какой жидкостью термометр при одном и том же устройстве наиболее чувствителен?

Общий уровень: Почему в медицинских термометрах используют ртуть, а не более чувствительные к нагреванию спирт или эфир?

Продвинутый уровень: Столбик ртути при падении термометра разорвался на 2 части. Можно ли таким термометром измерить: а) температуру тела; б) изменение температуры тела?

6. Исследовательское задание.

Минимальный уровень: Классификация и описание приборов измеряющих температуру.

Общий уровень: Составление температурной карты школы в летнее и зимнее время.

Продвинутый уровень: Исследование температурного режима местности, где проживает исследователь, в зависимости от рельефа местности.

7. Модельное задание.

Минимальный уровень: Можно ли говорить о температуре одной или нескольких молекул?

Общий уровень: Какую температуру покажет термометр в открытом космическом пространстве, в котором плотность вещества равна нулю?

Продвинутый уровень: В Великобритании и США температуру принято измерять по шкале Фаренгейта, по которой температура плавления льда составляет 32 °, а температура кипения воды 212 °. Существует ли такая температура, при которой количество градусов по шкале Цельсия и по шкале Фаренгейта будет совпадать?

8. Философское (методологическое) задание.

Минимальный уровень: Иногда говорят: «Температура в тени 25 °C, а на солнце 28 °C». Имеет ли смысл говорить о «температуре на солнце»?

Общий уровень: В некоторых странах при измерении температур до сих пор пользуются шкалой, предложенной в 1730 г. французским физиком Реомюром. В этой шкале точка плавления льда, как и в шкале Цельсия, принята за 0 °, но считается, что вода при нормальном давлении закипает при 80 °.

Рассчитаем количество тепла, необходимого, чтобы вскипятить 100 г воды, взятой при температуре таяния льда.

Вычисления, выполненные в системе СИ по шкале Цельсия, дают

$$Q = 0,1\text{кг} \cdot 4200\text{Дж/кг} \cdot 100^\circ\text{C} = 42000\text{Дж}.$$

Те же вычисления, произведенные в градусах шкалы Реомюра, приводят к значению только

$$Q = 0,1\text{кг} \cdot 4200\text{Дж/кг} \cdot 80^\circ = 33600\text{Дж},$$

То есть, пользуясь второй шкалой, мы, казалось бы, затрачиваем на нагревание воды на 8400Дж меньше тепла. Так ли это?

Продвинутый уровень:

Вопрос: «Почему человеку бывает жарко или холодно?»

1.Объяснительно-иллюстративное задание.

Минимальный уровень: Ощущение холода, сигнализирует человеку о большой потере внутренней энергии, что может привести к переохлаждению организма человека. Ощущение жары, сигнализирует человеку о большом притоке извне энергии, что может привести к перегреву организма человека.

Общий уровень: Дополнение №1: У каждого человека есть выработанные в процессе эволюции защитные механизмы, как от перегрева, так и от переохлаждения. Перечислим их: а) перемещение кровеносных сосудов от кожного покрова в глубь тканей и наоборот; б) расширение или сужение кровеносных сосудов; в) регулирование расположения волосяного покрова на поверхности кожи; г) самопроизвольные движения тела или частей тела (дрожь при ознобе); д) изменение площади открытой поверхности тела.

Продвинутый уровень: Дополнение №2: Вены человека располагаются вокруг его артерии. В холодное время они приближаются к артерии, образуя своеобразный теплообменник.

2.Программированный уровень.

Минимальный уровень: Во время жары происходит покраснение лица. Чем это вызвано?

Общий уровень: Почему, когда человеку холодно, он начинает непроизвольно дрожать?

Продвинутый уровень: В жаркий июльский день, лежа на пляже и изнемогая от жары, мы находим единственное спасение от палящих лучей Солнца – речная вода! Нырнув с берега, мы находим в реке, то, что искали. Прохладные волны плещут нам в лицо, неся долгожданную прохладу, но через некоторое время ощущение комфорта, сменяется ощущением холода. Мы устремляемся на раскаленный речной песок. И о, ужас! Нам на берегу становится ещё холоднее, чем до этого в воде. А ведь ещё несколько минут назад мы изнемогали от жары на берегу. Что за метаморфоза?

3.Эвристическое задание.

Минимальный уровень: Как отогреть озябшие руки, не используя нагретых предметов или теплых перчаток?

Общий уровень: Как защитить человека, работающего на антарктической станции, от переохлаждения в июльский полдень? Как человека, путешествующего по пустыне Кара – Кум, защитить от перегрева в июльский полдень?

Продвинутый уровень: Космический корабль «Пермь-11843» возвращается из дальних странствий. Много чего повидали на планетах других звездных систем космонавты разных чудес, много пережили разных захватывающих приключений. Теперь это все позади. Впереди их ждет родной космический дом – планета Земля.

Но есть одно препятствие. Система космической навигации оказалась поврежденной в стычке с космическими пиратами. Это беда – не беда! Выйти в открытый космос и заменить поврежденный блок не составило бы никакого труда для опытного космонавта. Беда в другом. Неизвестный доселе штамм микроорганизмов на последней из исследованных планет уничтожил скафандры, предназначенные для выхода в открытый космос. Микробами были уничтожены ткани, но не тронуты металлические части скафандра.

«Система обеспечения воздухом осталась невредима». – констатировал бортинженер после осмотра останков скафандра. – «Зато теплоизоляционная оболочка полностью уничтожена».

«За бортом температура -273°C . При такой температуре человека ждет неминуемая гибель. У нас нечем защитить его от переохлаждения». – со вздохом сказал врач.

И тут появился изобретатель.

«Как это нечем? Могу предложить идеальный теплоизолятор. Подойдите к иллюминатору».

Какой способ защиты от космического холода предложил изобретатель?

4. Проблемное (классическое) задание.

Минимальный уровень: Верно ли, что шуба греет человека?

Общий уровень: Человек, находясь на улице в сильный мороз, старается больше двигаться, чтобы не замерзнуть. Почему же тогда птицы чаще всего замерзают на лету?

Продвинутый уровень: Зимой в ветреную погоду люди обмораживают носы. Между тем, приходится читать о том, что метеориты раскаляются от трения о воздух. Почему же не нагревается нос?

5. Практическое задание.

Минимальный уровень: При измерении температуры на поверхности одинаковых с виду комбинезонов, в которые были облачены два полярника, на первом из них она оказалась выше, чем на втором. Какой комбинезон теплее?

Общий уровень: Какую рубашку, темную или светлую, нужно надевать днем, чтобы меньше нагреваться, и ночью, чтобы меньше остывать?

Продвинутый уровень: В какой шубе теплее зимой, той, которая мехом внутрь или той, которая мехом наружу? Белой или черной?

6. Исследовательское задание.

Минимальный уровень: Исследование различных тканей на теплопроводность.

Общий уровень: Какой мех обладает лучшими теплоизоляционными свойствами?

Продвинутый уровень: Исследование тепловых параметров человека.

7. Модельное задание.

Минимальный уровень: Почему у человека при замерзании появляется «гусиная кожа»?

Общий уровень: Зимой на улице металл на ощупь холоднее дерева. Какими будут казаться на ощупь металл и дерево в тридцатиградусную жару? При каком условии металл на ощупь покажется теплее, чем дерево? В каком случае и металл, и дерево будут казаться нам при соприкосновении с ними одинаково нагретыми?

Продвинутый уровень: Можно ли человеку лизнуть раскаленную кочергу? А топор на сорокаградусном морозе?

8. Философское (методологическое) задание.

Минимальный уровень: Опустите одну руку в сосуд с подогретой водой, другую – в сосуд с холодной водой, после чего обе руки опустите в кастрюлю с водой комнатной температуры. Какие ощущения при этом возникают?

После этого с закрытыми глазами, сравните на ощупь температуру дерева или металла, нагретых или охлажденных до одинаковой температуры: а) ниже температуры тела человека; б) выше температуры тела человека. Какое тело кажется на ощупь горячее (холоднее)?

В чем причина обмана органов чувств?

Общий уровень: Как надо поступить, чтобы сильнее остудить горячий чай: сразу бросить в него сахар и затем подождать пять минут или, выждав, пять минут, положить сахар и растворить его? Если считать, что «от перемены слагаемых сумма не меняется», можно поступать как угодно. Однако всегда ли конечный результат не зависит от последовательности действий?

Продвинутый уровень: Существует утверждение: «Противоположное достигается тем же». Широко известный вариант этого утверждения звучит так: «Клин клином вышибают». Приведите примеры тепловых явлений, подтверждающие этот принцип и примеры этот принцип опровергающие. В чем тут дело?

Вопрос: «При какой температуре кипит жидкость?»

1.Объяснительно-иллюстративное задание.

Минимальный уровень: Жидкости кипят при той же температуре, при которой конденсируются, при постоянном давлении. В течение всего времени кипения (конденсации) температура жидкости неизменна. Температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении равна 100 °С.

Общий уровень: Дополнение №1: Про повышение давления на жидкость, растет температура кипения этой жидкости. И наоборот.

Продвинутый уровень: Дополнение №2: Причиной кипения жидкости является не только наличие пузырьков растворенных газов внутри жидкости и дефектов на стенках сосуда, но и образование полостей (пустот) внутри жидкости в результате беспорядочного непрерывного движения молекул, которые заполнены водяным паром.

2.Программированное задание.

Минимальный уровень: Почему самовар с раскаленными углями не распаивается, когда в него налита вода, и распаивается, когда воды в нем нет?

Общий уровень: Целесообразно ли запаивать оловом отверстие в дне: а) кастрюли, в которой варят пищу; б) сковороды, служащей для поджаривания пищи?

Продвинутый уровень: Одной итальянской студентке на экзамене был задан следующий вопрос: «Как вам известно, температура кипения прованского масла выше, чем температура плавления олова. Как вы объясните, почему можно жарить пищу на прованском масле в луженой оловом сковороде?» (Лучшая посуда в Италии – медная с оловяной полудой). Что должна была ответить студентка?

3.Эвристическое задание.

Минимальный уровень: В один сосуд налита кипяченая вода, в другой – сырая. Как определить, в котором сосуде кипяченая вода?

Общий уровень: Сухое молоко получают путем выпаривания его в огромных чанах, в которых температура поддерживается намного ниже 100 °С. Как быстрее и без лишних затрат энергии осуществить такое выпаривание?

Продвинутый уровень: В лаборатории, в непринужденной обстановке за чашкой чая, собрались ученые для обсуждения одной проблемы – создания реактивного двигателя нового поколения – более мощного, чем предыдущие.

–«Чтобы создать необходимую тягу, температура газов, образующихся при сгорании топлива и истекающих из сопла, должна достигать, как минимум, 4000 °С». – подвел итог обсуждения расчетов, сделанных группой ведущих инженеров, главный конструктор, подливая себе в кружку кипятка из современного пластмассового чайника.

–«Но это невозможно. Температура плавления самого тугоплавкого металла, вольфрама, всего 3380 °С. При температуре 4000 °С от двигателя останутся одни воспоминания!» – воскликнул ученый-материаловед.

И тут появился изобретатель: «Ответ стоит у вас на столе».

Он показал на...

Какой способ защиты реактивного двигателя от перегрева предложил изобретатель?

4.Проблемное задание.

Минимальный уровень: Является ли кипением образование огромного количества пены (пузырьков) при открытии бутылки с шампанским?

Общий уровень: Особенности приготовления пищи у разных народов мира объясняются различием природных условий территорий, на которых проживают данные народы.

Например, характерное первое блюдо у русских – щи, у украинцев – борщ, а у грузин – харчо.

На второе русские предпочитают пельмени, украинцы – колбаски, а грузины – шашлык.

В чем причина таких гастрономических пристрастий русского, грузина и украинца?

Продвинутый уровень: Говорят, что у новичков кулинаров первый блин всегда комом. Опытные хозяйки, чтобы избежать этого, проверяют достаточно ли нагрета для блинов сковорода. Брызгают на сковороду несколько капель воды, и если капли с шипением испарятся за несколько секунд, то сковорода еще недостаточно горяча для теста. Нагрев сковороду сильнее, проверку повторяют. Если капли воды сворачиваются в шарики и крутятся на дне сковороды, перед тем как исчезнуть, более минуты, то сковорода готова. Объясните, в чем тут дело?

5. Практическое задание.

Минимальный уровень: Для стерилизации медицинского инструмента кипячением используют металлические коробочки (автоклавы) с плотно подогнанной и закручиваемой наглухо крышкой. Зачем? А почему эти коробочки нужно открывать очень осторожно?

Общий уровень: Можно ли всасывающим водяным насосом поднять кипящую воду?

Продвинутый уровень: Паровые турбины, паровозы, пароходы – их приводит в движение пар. Откуда у пара берется движущая сила?

6. Исследовательское задание.

Минимальный уровень: В какой кастрюле быстрее закипает вода?

Общий уровень: Как зависит скорость закипания от погодных условий (температуры, влажности, атмосферного давления и т.д.)?

Продвинутый уровень: Как влияет наличие примесей на температуру закипания воды?

7. Модельное задание.

Минимальный уровень: В средствах массовой информации с большой шумихой и различной мистической болтовней сообщают о людях, шагающих по раскаленным углям, лижущих раскаленные куски металла, окунающих руки в расплавленное олово и остающихся невредимыми. Как возможно такое?

Общий уровень: В кастрюле бурно кипит вода. В ней варятся макароны. Кипит ли вода в трубках макарон?

Продвинутый уровень: Что произойдет, если космонавт, выйдя из корабля в открытый космос, откроет сосуд с водой?

8. Философское (методологическое) задание.

Минимальный уровень: а) Можно ли заставить воду кипеть охлаждением?; б) Можно ли заставить воду замерзнуть кипением?

Общий уровень: В «зубодробительных» романах в свое время был моден такой штамп, отражающий состояние аффекта литературного героя: «Кровь закипела в жилах Одноглазого Гарри, и он начал в ярости палить направо и налево».

Возможно ли закипание крови в кровеносных сосудах? Как бы на самом деле вел себя Гарри, если в его кровеносных сосудах закипела бы кровь?

Продвинутый уровень: Известно, что с понижением давления температура кипения воды также уменьшается. Почему бы в таком случае не устраивать в кухонных кастрюлях отсасывание воздуха? Ведь это позволило бы сэкономить большое количество энергоресурсов. Но используемые в наше время кастрюли-скороварки представляют собой сосуд, закрытый герметически, из которого пар может выходить только через предохранительный клапан под большим давлением. В чем разумность этого абсурдного технического решения?

Из этих заготовок всегда можно скомпоновать контрольно-измерительный инструмент как для индивидуальной проверки развития тех или иных интеллектуальных умений учащегося в соответствии с его способностями, так и для проверки групповой в ходе коллективной мыследеятельности. Можно проверить, на выбор, уровень развития модельного или эвристического мышления или целый спектр особенностей проявления теоретического мышления. Можно легко варьировать уровень сложности предлагаемых заданий, переходя в ходе дискуссии или беседы от заданий соответствующих минимальному уровню развития мышления к общему, а затем и к продвинутому, и, наоборот, от заданий соответствующих продвинутому уровню к минимальному уровню развития мышления учащегося. Такой подход позволяет конструировать задания адекватные целям проверки и особенностям развития учащегося или целого класса.

**Формы и методы организации учебной
деятельности по развитию мышления
учащихся**

Формы и методы организации учебного процесса

Овладеть методом научного познания можно, только включаясь в живую работу по решению конкретных проблем. Только постоянная напряженность мысли, с которой ученики разрешают вставшие перед ними вопросы, встречая неожиданные затруднения и находя самостоятельно или с помощью учителя путь для решения возникающих то у одного, то у другого ученика недоумений, - только такая бдительность мысли способна приобщить ученика к научному знанию.

Традиционная методика (объяснительно-иллюстративный метод) для этого непригодна. Её девиз: «На уроке все должно быть легко и понятно!» И главная проблема для учителя, чтобы на уроке не было проблем. Другой серьезный недостаток традиционной методики в неспособности решить проблему дифференцированного подхода к различным группам учащихся в классе (например, продвинутые и отстающие). Если педагог ставит перед собой цель - успешность всех, то он львиную долю своих усилий направляет на работу с отстающими, не уделяя должного внимания одаренным. Если для педагога главная цель - не потерять талант или хотя бы заметные способности, то его усилия направлены на создание оптимальных условий для продвинутых учеников, в то же время, обделяя вниманием отстающих. Обе цели благородны и несовместимы в принципе в традиционной школе.

Мой рецепт решения вышеуказанных проблем - обучение учащихся в группах гетерогенного состава. Основная цель групповой работы - развитие мышления учащихся. В то же время увеличивается скорость решения задач, создаются благоприятные условия для учебного самоопределения, формируются навыки организаторской работы, и самое важное - рефлексивные способности учащихся.

Узнать, овладел ли учащийся методом научного мышления нельзя ни путем опроса, ни путем предложения ему для решения одной или нескольких задач. Владение методом научного знания означает умение применять его в решении самых разнообразных вопросов, способность приходить самому к новому знанию и проводить исследования. Поэтому установить, овладел ли учащийся, и в какой мере, методом научной мысли можно только наблюдая в течение продолжительного времени за тем, как он решает вставшие перед ним проблемные ситуации. Лишь наблюдая за тем, как он в ходе групповой дискуссии ставит вопрос, как отклоняет предлагаемые оппонентами решения вопроса, как сам решает его и обосновывает свое решение, как использует полученное для решения новых проблем, можно определить степень его научной зрелости.

Групповые методы обучения позволяют своевременно корректировать качество овладения учащимися методами научного познания, так как овладение ими возможно только путем непосредственной передачи их от человека к человеку. Через живой контакт двух мыслителей, учителя и ученика, через увлеченность обоих поиском решения проблемы можно «заразить» ученика научным мышлением, методом данной науки. От него могут «заразиться» в ходе специально организованной совместной деятельности и другие ученики. Групповое обучение, как никакое другое, более всего подходит для этой роли.

Есть и психологические причины, которые говорят в пользу группового обучения: ведущей деятельностью основного школьного контингента, подростков, является деятельность интимно-личностного общения, а ведущим мотивом подростков является самовыражение в среде сверстников.

Если мы провозглашаем: «все во имя человека», то, с точки здравого смысла, мы не должны идти против основных духовных потребностей ученика. А наоборот взять их на вооружение и, соответствующим образом переработав, направить на его развитие. Удовлетворяя потребность учеников в общении, мы наполняем его другим содержанием и смыслом: не общение ради общения, а общение ради достижения какой-либо учебной цели; общение, основная цель которого развитие каждого включенного в этот процесс.

Выделю основные положительные моменты группового обучения.

Ученики, работая в группах:

- отмечают успехи друг друга;
- поддерживают друг друга в стремлении завершить предложенную работу;
- обсуждают изучаемый совместно материал;
- помогают друг другу анализировать задачи и определять их виды; преобразовывать информацию в другие виды – свои слова, рисунок, диаграмму, отыскивать связь изучаемого материала с ранее изученным;
- стимулируются доставляющим радость опытом совместной работы;
- учатся сотрудничать, невзирая на индивидуальные различия.

Роль и место групповой работы в учебной деятельности

Можно говорить о трех оболочках (или пластах) понимания, удержания и управления ситуацией, которые определяют смысл и содержание этой формы работы.

1) Организационная оболочка.

При соблюдении правильной технологии групповой работы происходит обучение способам организации взаимодействий, которые довольно просты для освоения их даже младшими школьниками. Но при всей простоте организационная «нагрузка» групповой работы очень велика.

2) Рефлексивная оболочка.

Результаты своей групповой работы учащиеся должны обязательно оформлять рефлексивно, выделяя способы организации групповой работы и новые для них, и освоенные ими в ходе групповой работы, способы решения задач. А также они должны соотносить полученные результаты с определенными этапами освоения программы обучения.

3) Оболочка мыследеятельности.

Основной смысл групповой работы – в продуцировании мышления и, притом – коллективного мышления. Коллективное мышление предполагает использование коммуникаций, понимание, работы с разными мыслительными предположениями; следовательно, – оппонирование, защиту своей точки зрения, последующую рефлексию и т. д.

На основе выше изложенного мы можем говорить о целесообразности использования групповой работы в ниже изложенных случаях:

- А) Решение задач;
 - Б) Обучение рефлексии и, собственно, сама рефлексия;
 - В) Обучение различным способам организации;
 - Г) Организация понимания;
 - Д) Анализ ситуации;
 - Е) Проектирование;
 - Ж) Исследование конфликтной или проблемной ситуации;
- 3) Программирование;
- Е) Проблематизация;

И) Взаимопроверка и взаимоконтроль;

Из этого перечня работ видно, что групповая работа может осуществляться на любом этапе урока, как в классах развивающего обучения, так и традиционных.

Понятие групповой работы.

Одним из важнейших компонентов в понимании групповой работы является представление об игре. Игра моделирует окружающую обстановку, дополняет информационное поле необходимым разнообразием. Она побуждает интеллект к поисковой активности, психологически раскрепощает ученика. Игра, моделируя творчество, реализует функции обучения творчеству, усиление креативности (творческих способностей ученика). Игровая форма обучения в группах нацелена на то, чтобы научить ученика осознавать мотивы своего учения, своего поведения в игре и в жизни, т.е. формировать цели и программы собственной, как правило, глубоко скрытой в обычной обстановке, самостоятельной деятельности и предвидеть ее ближайшие результаты, о которых никто ничего не знает.

Осознание мотивов собственной деятельности вызывает у ученика сильное чувство личной заинтересованности в этой деятельности и устойчивое желание довести начатое дело до конца. Поэтому, выдвинутые и коллективно одобренные членами группы цели игровой формы обучения должны приобрести у них индивидуально-личностное значение, т.к. ни студент, ни школьник не могут сознательно, а тем более подсознательно, отвечать за "чужую" деятельность, навязываемую ему в учебном процессе. Стремление к осознанию мотивов собственной деятельности усиливает критическое отношение к общепринятым традициям, поддерживает интерес к самостоятельному размышлению в коллективном обсуждении и в конечном итоге - к самосознанию и самовоспитанию.

Групповая работа - это, прежде всего игра, игра в обучение, игра в организацию, игра в мышление. Кто не играет - тот остается за бортом группы, даже если и сидит вместе со всеми в группе. Как и в любой игре, здесь есть свои правила. Любой, кто думает, что групповая работа на учебном занятии - всего лишь особая форма развлечения и соблюдать правила не так уж и важно - проигрывает.

Рассмотрим основные методы коллективной мыследеятельности:

«МОЗГОВОЙ ШТУРМ»

Это один из самых известных методов коллективного творчества. Примером использования мозгового штурма является телевизионная передача «Что? Где? Когда?». Классический метод мозгового штурма предполагает разделение во времени и по исполнению этапов генерации идей и их критики. Среди участников непременно должны быть «генераторы» и «критики». Первые должны высказывать как можно больше идей, не оценивая их с точки зрения пригодности, вторая группа критикует вышесказанные идеи, и в процессе критики начинают возникать их приемлемые сочетания.

Существует несколько разновидностей мозгового штурма: прямая мозговая атака, обратная мозговая атака, двойная мозговая атака и т.д.

В основе обратной мозговой атаки лежит не генерация идей, а критика прототипа, в результате чего создаются элементы негативной модели явления или объекта, то есть обнаруживаются те признаки, по которым его нужно усовершенствовать. Самоусовершенствование осуществляется на следующем этапе.

При двойной мозговой атаке период генерации идей, как и в прямой мозговой атаке, сменяется периодом критики, но и после этого генерация идей продолжается, но уже с учетом высказанных замечаний.

Существует также метод индивидуального мозгового штурма, во время которого человек поочередно берет на себя роль «генератора» или «критика». Однако групповое обсуждение гораздо эффективней стимулирует выработку новых идей. Достаточно сказать, что в составе команды человек средних возможностей вырабатывает вдвое больше идей, чем в одиночку.

«СИНЕКТИКА»

Метод синектики подразумевает сочетание разнородных элементов и включает в себя 4 этапа.

Тщательно подбирается группа из нескольких человек (оптимальны с моей точки зрения, является состав группы из 4-х человек) различной направленности и степени одаренности. Хорошо, если участники группы противоположны по своим психологическим типам.

Некоторое время группа тренируется в использовании ассоциации, аналогий и других мыслительных операциях для решения творческих задач на заданную тему. Группа проходит психологическую подготовку, во время которой учится преодолевать психологические барьеры общения внутри группы, боязнь поделиться своими мыслями с окружающими и т.п. Такую работу я специально организую на факультативных занятиях типа «Решение нестандартных задач по физике».

После этого группа включается в различные виды учебной деятельности на различных этапах урока или блока уроков, соблюдая законы творчества.

Заключительным этапом является оценка результатов и способов учебной деятельности при решении поставленной задачи, т. е. организация рефлексии. Результат рефлексии – дальнейшая оптимизация и внедрение эффективных способов групповой деятельности для конкретной группы. В организации творчества по методу синектики очень важную роль играет подбор людей, установление между ними хорошего интеллектуального контакта, выработка способностей к синектическому мышлению. Синектическое мышление требует от человека 6 психологических качеств:

- умение забывать проторенные пути мышления;
- выстраивать цепочки мыслительных операций вплоть до откровенно фантастического уровня;
- умение придержать первое найденное решение в расчете на то, что лучшее – еще впереди;
- искренняя терпимость к чужим идеям, готовность к их обсуждению;
- целенаправленность и глубокая вера в успешное решение;
- привычка находить необычное в обычном и наоборот.

Легко заметить, что именно метод синектики наиболее полно соответствует, предлагаемой мной, технологии обучения учащихся в гетерогенных группах постоянного состава. Метод мозгового штурма такой детальной проработки групповой работы не предполагает и поэтому, может осуществляться и во временных группах, но предпочтительно однородных по составу (ученики общего и продвинутого уровня).

Рассмотренные методы коллективного творчества имеют свои недостатки. Это прежде всего то, что предложения возникают почти что на голом месте, без предварительной творческой проработки. Кроме того, остаются недостаточно изученными и закономерности коллективного творчества членами группы.

Но нет худа без добра – указанные недостатки повышают универсальность и технологичность процесса группового обучения. Нет необходимости в создании

дополнительных условий для успешности группового обучения, кроме тщательного подбора членов группы и равноможных этому методу творческих заданий.

Формы организации коллективной мыследеятельности в группах (названия их разнообразны), командах, рядах, звеньях, экипажах, экспедициях, парах и т.д. могут быть различны необычайно. Вот некоторые из них:

«Круглый стол»

Заранее отобранная небольшая группа учащихся класса участвует в беседе, во время которой происходит обмен мнениями как между ними, так и с остальной частью класса;

«Заседание экспертной группы»

На импровизированном заседании вначале обсуждается намеченная проблема всеми участниками специально организованной группы учащихся, а затем они излагают свои позиции всему классу. При этом каждый участник выступает с сообщением, которое, впрочем, не должно перерасти в долгую речь;

«Дебаты»

Обсуждение проблемы, построенное на основе заранее фиксированных выступлений участников – двух противостоящих, соперничающих групп – и опровержений. Они начинаются с выступления представителей от каждой из сторон, после чего трибуна предоставляется участникам для вопросов и комментариев поочередно от каждой стороны;

«Судебное заседание»

Обсуждение, имитирующее судебное разбирательство, в котором участвуют «судья», «адвокат», «свидетели», одни из которых опровергают, а другие защищают некоторые положения;

«Диспут»

Обсуждение в виде научного спора, отличается от дебатов, тем, что главная цель данного спора не победа, а прояснение позиций и аргументации противоборствующих сторон;

«Пресс-конференция»

Выступления, имитирующие пресс-конференции, когда группы «общественных деятелей» или «ученых» ведут беседы с «представителями прессы» на важнейшие вопросы и проблемы с целью их популяризации и пропаганды.

Эти формы, как и многие другие, хорошо освещены в современной методической литературе, поэтому останавливаться на них не будем. Одно замечание: организация групповой работы в виде учебно-ролевой игры приближает деятельность ученика к «боевой», моделируя научную, производственную или научно-производственную деятельность людей. Она нравится ученикам тем, что ставят их в условия, когда нужно решать производственные задачи – это похоже на настоящую работу родителей и родственников, дает почувствовать себя взрослым, принимающим серьезные деловые решения.

При обсуждении коллективных методов творчества обязательно надо сказать о роли психологического тренинга, тем более что в последнее время он получает значительное распространение. Задача тренинга – проникновение в смысл позиции другого, выработка рефлексивных способностей. Но при всей значимости он играет вспомогательную роль «сжатия» времени формирования группы как творческого микроколлектива.

Какие же процессы должны протекать в группе?

Первым важнейшим шагом к групповой работе является самоопределение учащегося. Участник будущей группы должен поставить себе несколько вопросов, ответить на них и

в результате сформировать позицию по отношению к своей работе в группе. Этот процесс самоопределения, с одной стороны, должен восстановить (привлечь) имеющиеся у учащегося мыслительные средства работы с содержанием, отсеивая все, что не относится к этой работе. И, наконец, он должен определить место участника в группе, его взаимоотношения и взаимодействия с другими участниками группы.

По мере втягивания учащихся в процесс самоопределения начинают разворачиваться процессы исследования групповой ситуации и исследования условий задачи, поставленной перед группой. Учащиеся оценивают возможности друг друга, прикидывают наилучшие варианты взаимодействия и распределения позиций в группе. Одновременно участники группы выдвигают свои версии, фиксирующие индивидуальное понимание целей и задач работы группы. Смысл групповой работы здесь - развернуть как можно больше подходов к работе над достижением поставленной цели и критически оценить каждый из них.

С процессами самоопределения и анализа ситуации взаимосвязан процесс целеполагания и постановки задач групповой работы. Цель здесь - не столько решать и решить, сколько создать (найти, построить, выделить) способ решения. Именно такое целеполагание делает осмысленным групповое взаимодействие: вместо индивидуальных "решений" учащиеся начинают предлагать друг другу различные способы решения и обсуждать их. Процесс целеполагания заставляет каждого участника группы быть ориентированным в тех задачах, которые определила группа в ходе обсуждения.

Процесс мышления пронизывает групповое взаимодействие и как самостоятельный - основной (думаем о том, как решить задачу), и как обслуживающий самоопределение, анализ ситуации, целеполагание (думаем о своей позиции, о ситуации, о стоящих перед группой задачах). В группе не обмениваются мнениями, не ищут компромисса, не выбирают готовые решения - в группе размышляют. Если же участник группы самоопределяется как представитель определенной точки зрения, основанной на мнении или убеждении - он автоматически ставит себя вне размышления и, следовательно, изолирует себя от групповой формы работы.

Одним из важнейших компонентов, проявляющих и обеспечивающих мышление в групповой работе, является коммуникация. Коммуникация предполагает, что в текстах, которыми обмениваются участники группы, содержится оформленная мысль.

Понимание высказанных в группе идей всеми участниками групповой работы, преодоление тупиковых для обсуждения ситуаций, выделение способа работы - все это обеспечивается процессами рефлексии. Выход в рефлексию создает возможность для мыслительной и деятельностной кооперации. Рефлексия позволяет, во-первых, понять, что и как думают другие участники группы, во-вторых, критически оценить свои представления и свой способ работы. Она сопровождает рабочие процессы в группе и одновременно является специфической формой или даже обязательным этапом групповой работы.

Для того чтобы стать полноценным участником группы, ученик должен пройти все этапы групповой деятельности, т.е. самоопределяться, уточнять цель, стараться понять точку зрения других, аргументировать свою точку зрения, рефлексировать и т.д. Другое дело, если группа постоянная, а не временная, созданная для решения конкретной задачи, то некоторые этапы групповой работы могут быть значительно сокращены. Например, самоопределение по отношению к группе или поиск способа организации работы, так как при удачной работе группы вряд ли есть необходимость в каких-либо революционных изменениях в ее деятельности.

Организация групп

При образовании групп должны учитываться два момента:

У учащихся должна быть ориентация на мыслительную работу и только на нее, все, что мешает ей, должно быть исключено. С одной стороны, эта ориентация задается интригой мыслительной задачи или интересной проблемой, а с другой - правильной комбинацией учащихся в разных группах.

Позиция учителя по отношению к группе должна быть внешней, т.е. способ работы группа выбирает самостоятельно. Учитель же должен рефлексировать его и оценивать с точки зрения эффективности достижения определенного результата.

Формирование групп учитель должен взять на себя. Консультируясь с классным руководителем, учителями-предметниками, выявляет учебных лидеров, учащихся с организаторскими способностями, а также аутсайдеров.

В какие-либо периоды учебного процесса в классе могут присутствовать ученики четырех типов:

- некомпетентные, не достигшие еще минимального уровня, не умеющие пока решать даже шаблонные задачи (**Н**);
- достигшие минимального уровня (**М**);
- достигшие общего уровня (**О**);
- ученики, вышедшие на продвинутый уровень и совершенствующиеся в нем (**П**).

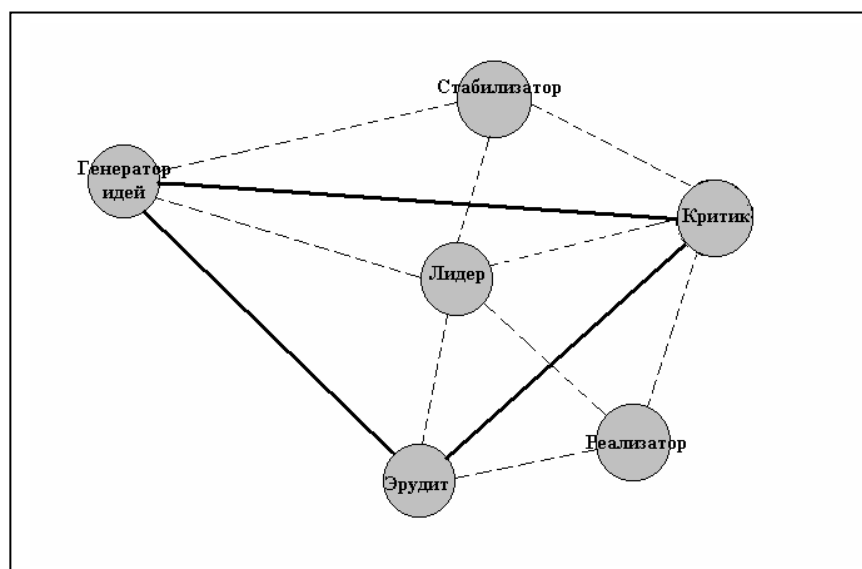
Учебный процесс должен дать каждому ученику возможность пройти, насколько он может и хочет, всю схему усвоения материала:

Н → М → О → П

В соответствии с учебными целями, которые ставит перед собой и учениками учитель и происходит формирование групп.

Если в гетерогенной группе находятся некомпетентные ученики, то, по-видимому, основное назначение таких групп - чтобы "подтянуть" некомпетентных учеников до минимального уровня. Такие группы называются группами выравнивания.

Гомогенным группам тоже есть место в учебном процессе, если учитель предполагает усилить внимание к какой-то особо выделяющейся группе учащихся, чаще всего это или некомпетентные или продвинутые ученики. Поэтому весь тип однородных групп имеет название "группы поддержки". Гетерогенные группы, в которых отсутствуют некомпетентные ученики, уже являются группами развития, потому что ученики более высокого уровня служат локомотивами в зоне ближайшего развития учеников более низкого уровня, вследствие чего последние переходят на более высокий уровень.



Не надо забывать и о психологической составляющей процесса образования группы. Группа - творческий микроколлектив личностей различных видов и степеней одаренности. И правильное сочетание учеников в творческой группе - одна из основных обязанностей педагога. Главный принцип подбора членов группы - высокие интеллектуальные способности одних должны дополняться высокими интеллектуальными возможностями иного плана у других. При объединении учеников в микроколлектив следует всерьез задуматься о распределении ролей в нем. Роль - социально приемлемое поведение, ожидаемое от члена группы. Центральной фигурой в группе является "генератор идей". Ему необходим "критик". Но идея - еще не решение: она нуждается в подкреплении фактами. Этот пробел восполняет "эрудит". Эти трое образуют ядро группы.

Структура группы соответствует следующим уровням мышления: личностному, рефлексивному, предметному, операциональному. Совместная работа в группе приводит к появлению в ней лидера, дающего наибольший вклад в содержательную проработку групповой задачи (выяснение и уточнение исходных сведений, внесение предложений о ходе совместной работы, высказывание идей, мнений и т.д.). Наряду с этим нередко выявляется и другой лидер, который осуществляет связь между членами группы, побуждает участников к высказываниям, создавая тем самым общую благоприятную атмосферу.

Первый лидер играет роль «реализатора» целей и мотивов деятельности группы. Исследования показали, что при нормальном распределении обязанностей в группе, обеспечивающем высокую эффективность достижения результата, объем выполняемой им работы составляет от 60% до 80% всей работы группы. Но при правильной организации группового обучения львиную долю его деятельности составляет не выполнение поставленной задачи, а работа по выстраиванию понимания остальными членами группы путей достижения результата.

Роль эмоционального «стабилизатора» играет второй лидер. Его роль тоже велика – сглаживая неизбежные разногласия и не давая им перейти в противостояние, он тем самым поддерживает включенность каждого в обсуждение. А также распределяет обязанности в группе. Существуют четыре способа распределения обязанностей в группе:

- 1) Все обязанности изначально заданы, система подчиненности установлена;
- 2) На каждом члене группы лежит несколько обязанностей;
- 3) Жесткого закрепления обязанностей нет;

4) Обязанности распределяются стихийно.

Наибольшей эффективности достигают коллективы, где обязанности распределяются гибко, коллеги способны меняться ролями. Стихийное распределение обязанностей следует признать наименее эффективным.

Проблемы психологической совместимости могут быть решены не только с помощью эмоционального стабилизатора, а также подбором совместимых психологических типов.

Названные два способа осуществления лидерства, не обязательно существуют на практике. В принципе мы говорим о двух взаимодополняющих друг друга сторонах лидерства, и они вполне могут быть совмещены в одном человеке. Однако следует подчеркнуть высокие требования к его личности, которые связаны с требованиями культуры диалога.

Только совместная деятельность в группе расставит всех по своим местам. Определит кто «лидер», а кто «ведомый»; кто «генератор идей», а кто их «критик». Но это нисколько не снимает ответственности с педагога по правильному подбору состава группы. Отсутствие хотя бы одной из связей (смотри рисунок) ставит под угрозу работу группы в целом.

Согласно современным данным, индивидуальная мыслительная продуктивность человека, включенного в коллективную мыследеятельность, возрастает примерно в 2 раза, а производительность научного (учебного) труда научного (учебного) микроколлектива растет пропорционально корню четвертой степени из числа участвующих в нем.

Причина того, что усилия отдельных учеников вместо того, чтобы суммироваться, начинают, как бы гасить друг друга, заключается в индивидуальных различиях каждого члена группы. Однако, различия могут стать основанием для формирования независимых подходов к решению одной и той же задачи и, следовательно, обогащать творческий потенциал группы. Эффективность работы творческих коллективов зависит от следующих факторов: эмоциональный климат, свобода обмена информацией, способа постановки задач, поведение лидера. С ростом членов группы сложнее формы общения между ними и труднее обмен информацией. Оптимальным, с моей точки зрения, является состав группы в 4 человека. Определяется это не только гностическими причинами (рост производительности труда в группе из 4 человек $\approx 40\%$), но и чисто технологическими.

Я придерживаюсь того мнения, что группы должны быть, за редким исключением, гетерогенного состава, время функционирования которых примерно полгода.

Во-первых, группам временного состава необходимо время для притирки, распределения ролей и т.д., да и каждый раз, начиная урок, нужно время для организации групп, что нерационально. Во-вторых, повышается степень ответственности членов группы за достижение результата, потому что они не являются случайными и временными в этой группе. В-третьих, наблюдается интересная закономерность, группа выравнивания постоянного состава, через некоторое время становится группой развития, т.е. некомпетентные ученики переходят в разряд малокомпетентных, а при благоприятной ситуации еще выше.

С группами поддержки этого почти никогда не происходит - некомпетентные ученики так и остаются некомпетентными при всем усилении внимания к этой группе со стороны учителя. Но в критических ситуациях для решения локальных учебных задач (работа с отстающими учениками, подготовка к контрольной работе и т.д.), как исключение, это целесообразно. Такие группы чаще всего временные.

Необходима планомерная ротация групп. Нельзя допустить закрепления социальных ролей лидера или аутсайдера, что нередко происходит на уроках различного типа, не только на уроках группового обучения. Ученик общего уровня, который был в одной группе развития локомотивом, должен через некоторое время попасть в другую гетерогенную группу, где лидером продвинутый ученик и развитие ученика общего уровня становится одной из задач этой группы. А малокомпетентный ученик должен хотя бы на некоторое время побыть в роли лидера.

Поэтому ротация групп должна происходить сразу после выполнения поставленной задачи, если группа создавалась лишь для выполнения конкретной задачи. Если же группы постоянно действующие, то ротация членов происходит планомерно через четверть или, максимум, через полгода после их создания.

Технология групповой работы.

Я опишу лишь тот вариант групповой работы, который применяю сам.

Группы постоянного состава, существующие длительное время, лишь тогда имеют смысл существования, когда групповая работа осуществляется на любом типе урока. Расскажу о наиболее характерных для моей технологии обучения типах уроков.

Урок изучения нового материала объяснительно-иллюстративного типа не годится, потому что на таком уроке ученик пассивен и групповая работа отсутствует. Наиболее удачно соответствуют смыслу групповой работы такие методы, как эвристический, проблемный и модельный. При правильной технологии групповой урок изучения нового материала превращается в урок-исследование, в урок открытия нового знания. В зависимости от уровня сложности материала или среднего уровня развития класса урок может быть более похож на эвристическую беседу или проблемно-поисковую работу - все зависит от конкретной ситуации на уроке, логики его развития.

Постановка цели урока может осуществляться как учителем, так и учениками, в этом случае роль учителя - помочь правильно понять, что именно требуется найти, что является предметом целенаправленного поиска.

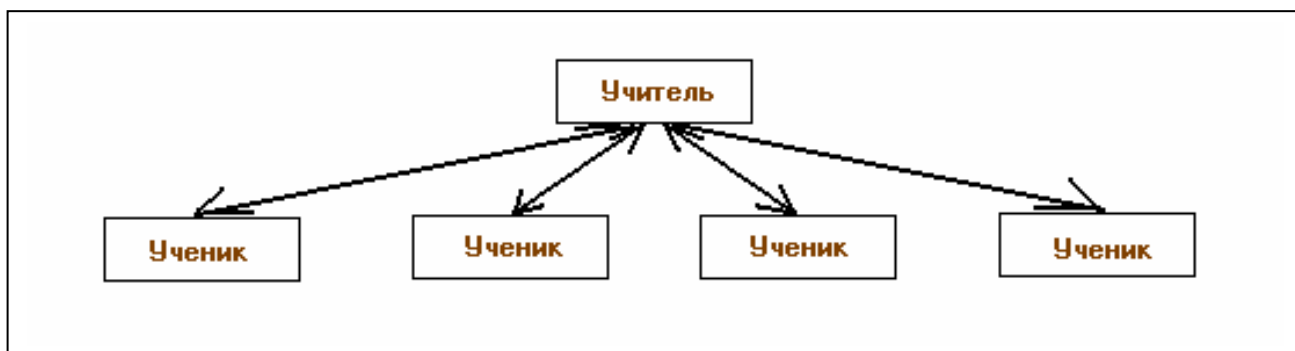
Далее учитель организует дискуссию. Выстраивая её как групповой диалог, подчиненный определённой задаче, учитель должен позаботиться, чтобы участники обладали необходимой подготовкой по предмету обсуждения.

Целенаправленность дискуссии ярче всего проявляется в достижении выводов. Однако здесь заложено известное противоречие. Настоящая дискуссия не должна превращаться в дидактическую иллюстрацию, средство формулирования заранее заданного тезиса. В ходе настоящей дискуссии каждый участник свободно мыслит и выражает свою точку зрения, сколь бы непопулярной и неприемлемой для остальных она ни казалась.

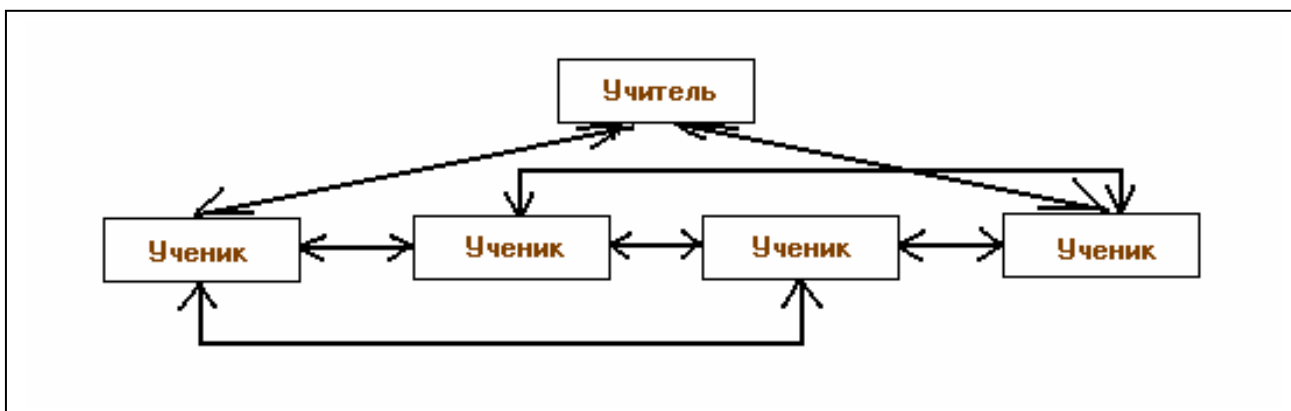
Сложности, которые подстерегают учителя, заключаются в сочетании упорядоченности хода обсуждения с отсутствием регламентации, вежливость без иерархического подчинения в классе, легкость и непринужденность, юмор без развязности и т.д. Особая задача стоит перед руководителем дискуссии: его задача в том, чтобы не столько направлять, сколько стимулировать, побуждать участников к обмену точками зрения. Обмен мнениями между участниками должен происходить свободно, но не скатываться к хаотичному разбросу реплик и в то же время дискуссия не должна сводиться к последовательному обмену вопросами и ответами между учителем и учениками. Как же проложить путь между Сциллой и Харибдой, между хаосом и прямым учительским управлением?

Причина тревоги кроется, быть может, в не всегда заметном и самому учителю соскальзывании к привычной картине управления классом, подспудном опасении, что оживленное обсуждение с заложенным в нем потенциалом неупорядоченности может вывести учебный процесс из-под контроля. Немалую роль играет и фактор времени: чем более свободным и оживленным является обмен мнениями, тем труднее становится учителю придерживаться фиксированных временных рамок. Стремление «сжать» обсуждение, сделать «компактнее» нередко приводит к своеобразному вырождению, в обмен вопросами и ответами между учителем и учениками.

Такая дискуссия характеризуется низким уровнем поисковой деятельности учащихся. Схема взаимодействия учителя и учеников в дискуссии данного типа:



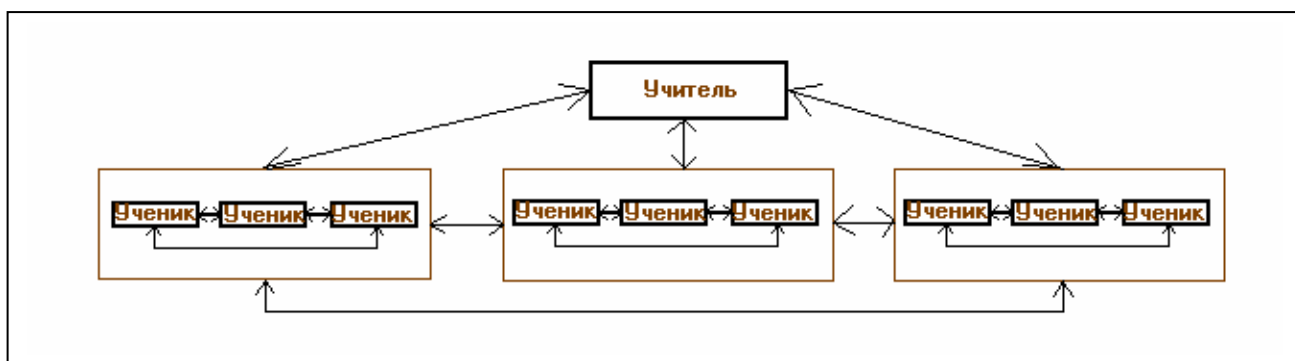
И, напротив, схема взаимодействия в дискуссии с высоким уровнем поисковой деятельности:



Для того чтобы естественная забота учителя об определенном уровне порядка в классе не сковывала инициативу и свободу творчества учащихся, необходимо класс разделить на группы и обсуждать не единичные решения учащихся, а те выводы, которые сделали группы в результате внутригрупповой дискуссии в течение ограниченного количества времени.

Взаимодействие в учебной дискуссии в этом случае строится не просто на поочередных высказываниях, вопросах и ответах, но на содержательно направленной самоорганизации участников, - то есть обращении учеников к друг другу для углубленного и разностороннего обсуждения самих идей, точек зрения, проблемы.

Схема взаимодействия в данном случае такова:



Дальнейшая работа учителя как организатора состоит в выделении вопросов, на которые группа должна ответить, и в таком контроле за обсуждением, который удерживал бы обсуждение в рамках только одного поставленного вопроса, не допуская ухода от вопроса и подмены одного вопроса другим.

Вопросы, обращенные к классу, не должны предполагать краткого однозначного ответа, только в этом случае они побуждают к поиску, творческому мышлению. Обычно это вопросы типа «Как?», «Почему?», «При каких условиях?», «Что может произойти, если...?» и т.д.

После того, как группы выяснили суть проблемы, дается определенный, точно обозначенный промежуток времени на ее обсуждение и решение. Такой незначительный момент с точки зрения многих педагогов, как продолжительность паузы, которую делает учитель, ожидая ответа на обращенный к ученикам вопрос, заметно сказывается на характере учебного диалога, взаимодействия в классе. Оптимально выверенный лимит времени, даваемый на обсуждение, не только позволяет более глубоко проработать обсуждаемую проблему, но и не дает расслабиться, «выключиться» на некоторое время из хода группового обсуждения. Отмечены следующие положительные моменты изменения в ходе урока, если учитель умеет «держат» паузу:

- увеличивается продолжительность ответов;
- увеличивается число высказываний, которые, хотя и не всегда отвечают на поставленный вопрос, но, безусловно, относятся к обсуждаемой проблеме;
- повышается уверенность детей в своих силах;
- ученики чувствуют себя более комфортно;
- усиливается творческая направленность мышления детей;
- возрастает интенсивность взаимодействия между учениками;
- суждения учащихся становятся более доказательными;
- учащиеся задают больше вопросов;
- предлагают больше идей, совместных учебных действий (опытов, практических заданий, задач и т.д.);
- возрастает активность детей с низким темпом мыслительных процессов;
- расширяется диапазон учебных действий.

Самым эффективным способом проверки работы группы является "публичная защита", когда представитель группы рассказывает свое решение всему классу, отвечает на вопросы учителя и класса, класс участвует в обсуждении решения группы. Из двух возможных вариантов выбора представления группы - назначения его самой группой или учителем - с точки зрения управления процессом, лучше второй. В "демократическом" первом случае группа выставит кого-то из учеников уровня общего или продвинутого, а учителя интересуют ученики малокомпетентные. Кроме того, само это назначение произойдет в тот момент, когда уже надо идти отчитываться, а не при

предъявлении задачи. Чтобы группа работала в интересах каждого ее участника, она не должна заранее знать, кому отчитываться. Иногда полезно приглашать для отчета кого-то из учеников, достигших высокого уровня развития, чтобы создать для малокомпетентных воодушевляющую их ситуацию успеха.

А как поступить, если групп несколько? Отчитывающаяся группа определяется с помощью обыкновенного кубика. На кубике нанесены цифры - номера команд и выпавшая при бросании кубика, как при игре в кости, цифра и обозначает, из какой группы будет выбран отвечающий. Естественно, в большинстве случаев, это ученики более низкого уровня развития, так как именно для их развития и замышлялась групповая работа.

Когда обсуждение выявляет одну или несколько точек зрения, учитель просит обосновать эти точки зрения (это основное условие для содержательной работы групп), а остальных - высказать отношение к ним и к способу аргументации. Естественно, нужно следить, чтобы оппозиция группе со стороны других групп была конструктивной и не переходила в слой личных отношений между членами групп. Все, что говорят участники разных групп, должно содержать определенную мысль или какое-то знание, представление. Учитель должен все время выяснять, а какая мысль стоит за текстом, который произнес участник обсуждения? Тем самым учитель заставляет учеников рефлексировать и более точно, более концентрированно оформлять содержание мысли.

Далее, сказанное должно быть понято. Понимание обычно проверяется вопросом: "Правильно ли я понял, что ты говоришь об ...?; Ты утверждаешь, что ...?; Ты предполагаешь, что ...? Что ты имеешь в виду?". Если говорящий видит, что его поняли не так, он должен как-то иначе оформить ту же мысль и снова проверить понимание. Аналогичная предварительная работа должна происходить и в группе.

Бессмысленные и не относящиеся к ситуации групповой работы тексты обсуждать недопустимо. Поэтому учитель должен контролировать любой текст на содержательность и прекращать бессодержательные обсуждения. И в то же время побуждать к высказыванию по обсуждаемой теме: «Это интересно. Можно ли поподробнее?» или «Мысль хорошая. Кто-то хочет еще добавить?»

И, наконец, учитель должен стремиться, чтобы к каждому предположению, версии была оппозиция и были другие точки зрения, иначе говоря, чтобы работали все, а не одиночки. Он может сказать: "Так, одна версия у нас есть, давайте подумаем, какие еще версии возможны?", или задать вопрос: "У кого есть другая точка зрения?". Если эти формальные вопросы не дают результата, организатор может сам высказать противоположную точку зрения, тем самым провоцируя возражение и необходимость аргументировать и защищать выдвинутую версию.

Когда истекло отведенное для работы время или когда работа завершена, преподаватель организует обсуждение результата работы групп. Здесь надо иметь в виду, что вначале надо обсуждать не то, как работала группа, это может подорвать идеологию групповой работы, а какой результат группой достигнут. Группы создаются только ради достижения результата, а не ради, например, правильной коммуникации.

На уроке решения задач групповая работа должна быть направлена на поиск способа решения задачи, а конкретный ответ, желательно, каждый получит индивидуально.

На уроке проверки знаний изученного материала групповая работа заключается в том, что ученики проводят взаимный опрос и взаимооценку друг друга. Роль учителя здесь заключается в том, чтобы провести корректировку выставленных учениками оценок. Как это происходит, я расскажу в следующем пункте.

Оценивание групповой работы учащихся

На уроке изучения нового материала оценивание не всегда целесообразно – ученики тогда более раскрепощены и работа с различными версиями идет без постоянной оглядки, без постоянной тревоги за результат. Да и с точки зрения здравого смысла, это понятно – на уроке идет открытие ранее не известного, исследование нового, и здесь огромную роль играет процесс поиска результата, часто противоречивый, с множеством различных ходов учеников и учителя. И как бы ни был важен результат, именно поиск результата является развивающим элементом на данном типе урока.

На уроке решения задач оценка обязательна, так как на таком уроке главным образом проверяется уровень понимания изученного материала.

Как же это осуществляется? Пусть представитель группы отчитался, и работа группы оценена. Есть два способа распределения набранных баллов между участниками групп: уравнительный и по коэффициенту трудового участия. Целесообразен опять-таки «недемократичный» первый. В противном случае, ученики более высоких уровней утратят стимул работать на учеников более низких уровней, а будут просто давать им готовые решения. Существенно и то, что учителя интересует не столько эффективность группы как решателя задачи (объективная эффективность), сколько развитие участников в ходе работы группы (субъективная эффективность).

В этом смысле часто оказывается даже неважным, справилась ли группа с задачей – это можно сделать вместе при обсуждении, защите. Важнее, какие подходы были использованы при работе над задачей, какой информацией оперировала группа, и как в этом участвовали все партнеры, но оценка все-таки ставится за конкретный результат. В классе организуется несколько групп и при решении тех или иных задач, которые ставятся перед всеми группами, они вольно или невольно включаются в соревнование на лучшую продуктивность и эффективность коллективной мыследеятельности. Для усиления мотива конкуренции между группами я отмечаю успехи и неудачи групп в виде таблицы, начертанной на доске.

гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.
+	+	-	+	+	-
-	+	-	+	+	⊥
⊥	+	+	⊥	-	+

Условные обозначения:

- «+» - хороший результат;
- «⊥» - достигнутый группой результат либо не полный, либо грешит неточностями;
- «-» - неудовлетворительный результат

Педагогически оправдан и другой вариант, если в такой таблице отмечают только успехи групп. С моей точки зрения, это целесообразно при **изучении нового материала** для сохранения позитивной творческой обстановки на уроке. "Право на ошибку" в групповой работе позволяет преодолеть психологический барьер страха неправильных "думаний" и решений, открывает "шлюзы" для оригинальных идей и гипотез.

На **уроках закрепления и углубления изученного** такое право в моей методике отсутствует. Причина - повышение критичности к текстам, которыми обмениваются ученики в группе.

На **уроке проверки изученного материала** после того как в группе был проведен взаимопрос и взаимооценка, представитель группы передает лист с оценками учителю, и дальнейшие действия группы зависят от того жребия, который будет разыгран между представителем и учениками.

Доверие

Если он вытягивает карточку «Доверие» - все оценки группы автоматически выставляются в журнал.

Выбор

В том случае, если он вытягивает карточку «Выбор» - учитель сам выбирает ученика из группы, который будет защищать результат работы группы. Если отвечающий «подтвердит» ту оценку, которую ему выставила группа - все оценки, поставленные группой друг другу, выставляются в журнал. Если он ответил хуже (например, вместо «4» был оценен лишь на «3»), то всем в группе оценка снижается на такое количество баллов, насколько оценка, выставленная ему учителем ниже той, которую ему поставила группа. И наоборот, оценка всем повышается на такое количество баллов, на сколько его ответ учителю оказался выше, чем он был оценен группой (хочу заметить, что оценка «неудовлетворительно», поставленная группой, не повышается и не понижается ни при каком случае).

Делегат

При вытягивании карточки «Делегат» - ученика, защищающего результат группы, определяет сама группа. Выставление оценок происходит так же, как и при карточке «Выбор».

Экзаменатор

Когда представитель группы вытягивает карточку «Экзаменатор», то данная группа проводит опрос членов другой группы (на которую указал учитель) попарно и оценки, которые она поставила членам другой группы, предъявляет после этого учителю. Учитель сам выбирает отвечающего из той группы, которую экзаменовали. Оценивание производится аналогично ситуации, когда выпадает карточка «Выбор» или «Делегат», но с некоторыми отличиями. Оценка при несоответствии мнения учителя и мнения группы - экзаменатора, может быть понижена (но не повышена) тому ученику, кто экзаменовал этого ученика.

Все-всё

А если выпадает карточка «Все - всё», то члены группы дают ответ в письменном виде индивидуально по изученному материалу. И каждый член группы оценивается в этом случае индивидуально.

Данная система проверки позволяет оценить каждого ученика, а так как результат каждого зависит от качества работы в группе, то практически нет проблем со стимулированием. Так же со временем у учеников формируется самооценка адекватная той учебной ситуации, в которой он находится. И в дальнейшем «разночтения» в оценке между учителем и учеником практически исчезают.

Литература

1. Педагогика.

1. Бухвалов В. А. Развитие учащихся в процессе творчества и сотрудничества. – М.: Центр «Педагогический поиск», 2000. – 144 с.
2. Доровской А. И. Сто советов по развитию одаренности детей. Родителям, воспитателям, учителям. М.: Российское педагогическое агентство, 1997. – 310 с.
3. Доровской А. И. Дидактические основы развития одаренности учащихся. – М.: Российское педагогическое агентство, 1998. – 210 с.
4. Гессен С. И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию / Отв. Ред. И сост. П. В. Алексеев. – М.: «Школа – Пресс», 1995. – 448 с.
5. Дьюи Дж. Демократия и образование: Пер. с англ. – М.: Педагогика – Пресс, 2000. – 384 с.
6. Питюков В. Ю. Основы педагогической технологии: Учебно – методическое пособие. 3 – е изд., испр. и доп. – М.: Издательство «Гном и Д», 2001 – 192 с.
7. Нетрадиционные способы оценки качества знаний школьников. Психолого – педагогический аспект: Сб. науч. тр. / Под ред. Е. Д. Божович. – М.: Новая школа, 1995. – 96 с.
8. Джонсон Д., Джонсон Р., Джонсон – Холубек Э. Методы обучения. Обучение в сотрудничестве / Пер. с англ. З. С. Замчук. – СПб.: Экономическая школа, 2001 – 256 с.
9. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.: ил.
10. Кларин М. В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии. (Анализ зарубежного опыта). – Рига, НПЦ «Эксперимент», 1998 – 180 с.
11. Вульф Б. З. Семь парадоксов воспитания. – М.: Новая школа, 1994. – 78 с.
12. Культура современного урока. /Под ред. Н. Е. Щурковой. – М.: Издательство «Российское педагогическое агентство», 1997. – 92 с.
13. Левитес Д. Г. Практика обучения: современные образовательные технологии. – М.: Издательство «Институт практической психологии»; Воронеж: НПО «МОДЭК», 1998. – 288 с.
14. Ксенозова Г. Ю. Оценочная деятельность учителя. Учебно – методическое пособие. – М.: Педагогическое общество России, 1999. – 121 с.
15. Пидкасистый П. И., Хайдаров Ж. С. Технология игры в обучении и развитии: Учебное пособие. – М.: МПУ; Издательство «Российское педагогическое агентство», 1996. – 272 с.
16. Современная гимназия: Взгляд теоретика и практика / Под. ред. Е. С. Полат. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000. – 168 с. – (Педагогическая мастерская).
17. Яковлев Н. М., Сохор А. М. Методика и техника урока в школе: В помощь начинающему учителю. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.
18. Кухарев Н. В. На пути к профессиональному совершенству: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 159 с. – (Мастерство учителя: идеи, советы, предложения).
19. Кроль В. М. Психология и педагогика: Учеб. пособие для техн. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 325 с.; ил.

2. Методика.

1. Герман О. В., Денисюк Р. Я, Кузьмина Н. В. Развиваем интеллект. Практический тренинг. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998, -160 с.: ил.
2. Работа общеобразовательной школы с одаренными детьми: поиски и находки. (Опыт школы №624 Юго – Восточного административного округа г. Москвы). – М.: ОАО Типография №9, 1999, - 110 с.
3. Боно Э. Нестандартное мышление: самоучитель / Пер. с англ.; Худ. обл. М. В. Драко. – Мн.: ООО «Попурри», 2000. – 224 с.: ил. – (Серия «Живите с умом»).
4. Кузнецов В. И. Принципы активной педагогики: Что и как преподавать в современной школе: Уче. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 120 с.
5. Рябцева С. Л. Диалог за партой: Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1989. – 96 с.: ил. – (Творческая лаборатория учителя).
6. Хуторской А. В. Развитие одаренности школьников: Методика продуктивного обучения: Пособие для учителя. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000. – 320 с. – (Педагогическая мастерская).
7. Бутенко А. В., Ходос Е. А. Критическое мышление: метод, теория, практика: Учебно – методическое пособие. – М.: МИРОС, 2002. – 176 с.
8. Гузеев В. В. Образовательная технология: от приема до философии. – М.: Сентябрь, 1996 – 112 с.
9. Танцоров С.Т. Групповая работа в развивающем образовании –Рига: YUMI, 1997. – 44 с.
10. Репкин В. В., Жедек П. С., Левин В. А. и др. Начальный этап развивающего обучения русскому языку в средней школе: Концепция и программа. Издание 2 – ое. / Под редакцией В. В. Репкина. – Томск: «Пеленг», 1997. – 104 с.
11. Оптимизация обучения физике и астрономии: Кн. для учителя: Из опыта работы / В. д. Борисов, А. Н. Гаваза, Ю. В. Деменьков и др.; Под ред. Д. И. Пеннера. – М.: Просвещение, 1989. – 128 с.: ил.

3. Психология.

1. Тихомиров О. К. Психология мышления: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 288 с.
2. Блонский П. П. Память и мышление. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с. – (Серия «Психология – классика»).
3. Брушлинский А. В. Субъект: Мышление, учение, воображение. – М.: Издательство «Институт практической психологии»; Воронеж: НПО «Модэк», 1996. – 392 с.
4. Брушлинский А. В., Поликарпов В. А. Мышление и общение (2-е доработанное издание). – Самара: Самар. Дом печати, 1999. – 128 с.
5. Психология одаренности детей и подростков/ Под ред. Н. С. Лейтеса. – М.: Издательский центр «Академия», 1996. – 416 с.
6. Лейтес Н. С. Возрастная одаренность школьников: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 320 с.
7. Выготский Л. С. Мышление и речь. Психика, сознание, бессознательное. (Собрание трудов.) Текстологический комментарий И. В. Пешкова. – Издательство «Лабиринт», М.: 2001. – 368 с.
8. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении: Логико – психологические проблемы построения учебных предметов. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 480 с.
9. Дусавицкий А. К. $2 \times 2 = X?$ – М.: «Инфолайн», 1995. – 176 с.

10. Сеченов И. М. Элементы мысли. – СПб.: Питер, 2001. – 416 с. – (Серия «Психология – классика»).
11. Воскобойников В. М. Как определить и развить способности ребенка. – СПб.: «Респекс», 1996. – 432 с.
12. Рухманов А. А. Познать себя. – М.: Молодая гвардия, 1981. – 208 с., ил. – (Эврика).
13. Пейперс С. Переворот в сознании: Дети, компьютеры и плодотворные идеи: Пер. с англ./Под ред. А. В. Беляевой, В. В. Леонаса. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с.: ил.
14. Эльконин Б. Д. Психология развития: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 144 с.
15. Овчинникова Т. Н. Личность и мышление ребенка: диагностика и коррекция. – М.: Академический Проект, 1999. – 208 с. – (Руководство практического психолога).
16. Чуприкова Н. И. Психология умственного развития: Принцип дифференциации. – М.: АО «СТОЛЕТИЕ», 1997 – 480 с.
17. Коротаяева Е. В. Хочу, Могу, Умею! Обучение погруженное в общение. – М.: КСП, Институт психологии РАН, 1997. – 224 с.
18. Айзенк Г., Кэмин Л. Природа интеллекта – битва за разум. – М.: Изд – во ЭКСМО – Пресс, 2002. – 352 с., ил.
19. Берн Э. Лидер и группа. О структуре и динамике организаций и групп. – Екатеринбург: Изд – во «ЛИТУР», 2002. – 320 с.
20. Платонов К. К. Занимательная психология. – СПб.: Питер Пресс, 1997 – 288 с. (Серия «Азбука психологии»).
21. Выготский Л. С. Мышление и речь. Психика, сознание, бессознательное. (Собрание трудов.) Текстологический комментарий И. В. Пешкова. – М.: Издательство «Лабиринт», 2001. – 368 с.
22. Винер К. Человек управляющий. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с. – (Серия «Психология – классика»).
23. Цукерман А. Г. Виды общения в обучении. – Томск: Пеленг, 1993. – 268 с.
24. Дусавицкий А. К. Формула интереса. – М.: Педагогика, 1989. – 176 с.: ил. – (Познай себя: Психология школьнику).
25. Горбов С. Ф., Чудинова Е. Ф. Действие моделирования в учебной деятельности школьников (к постановке проблемы). – М.: Московский городской психолого – педагогический институт, журнал «Психологическая наука и образование». 2000. №2. с. 96 – 110.

4. Физиология. Биология.

1. Сергеев Б. Ф. Ум хорошо... – М.: Молодая гвардия, 1984. – 192 с., ил. – (Эврика).
2. Сергеев Б. Ф. Стать гением: От инстинкта к разуму. – Л.: Лениздат, 1991. – 220 с. – (Раскрывая тайны психики).
3. Бондаренко С. М., Ротенберг В. С. Мозг. Обучение. Здоровье. – М.: Изд – во «МОКБ «МАРС», 1999. – 200 с.
4. Помогайбо А. А. Тайны великих озарений. – М.: Вече, 2001 – 416 с. – (Великие тайны).
5. Сеченов И. М. Элементы мысли. – СПб.: Питер, 2001. – 416 с.: ил. – (Серия «Психология – классика»).

5. Философия.

1. Декарт Ренэ. Правила для руководства ума. – Государственное социально – экономическое издательство, М.: 1936. – 176 с.

2. Сухотин А. К. Ритмы и алгоритмы. – М.: Молодая гвардия, 1983. – 224 с., ил. – (Эврика).
3. Спиркин А. Г. Философия: Учебник. – М.: Гардарики, 2000. – 816 с.
4. Коржуев А.В., Самойленко П.И. Категория «сущность» в научном познании – междисциплинарный контекст: физика, математика, биофизика. М.: Янус-К, 2000. 144с.
5. Ивин А.А. Искусство правильно мыслить. М.: Просвещение, 1990. 240 с.
6. Ивин А.А. Логика. М.: Фаир, 1999. 320 с.
7. Рассел Бертран. История западной философии. – Ростов н/Д: изд – во «Феникс», 1998. – 992 с.
8. Рассел Бертран. Исследование значения и истины. Перевод с англ. Ледникова Е. Е., Никифорова А. Л. – М.: Идея – Пресс, Дом интеллектуальной книги, 1999. – 400 с.
9. Рассел Бертран. Человеческое познание: его сфера и границы / Пер. с англ. Н. Ворбьева; Статьи / Пер. с англ. В. Горбатова; Общ. ред., сост., вступ. ст. А. Грязнова. – М.: ТЕРРА – Книжный клуб; Республика, 2000. – 464 с. – (Библиотека философской мысли).
10. Войшвилло Е. К., Дегтярев М. Г. Логика: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Изд – во ВЛАДОС – ПРЕСС, 2001. – 528 с.
11. Философский словарь / Под ред. И. Т. Фролова. – 6 – е изд., перераб. и доп. – М.: Политиздат, 1991. – 560 с.
12. Лапшин И. И. Философия изобретения и изобретение в философии: Введение в историю философии. – М.: Республика, 1999. – 399 с. – (Мыслители XX века).
13. Горский Д. П. и др. Краткий словарь по логике / Д. П. Горский, А. А. Ивин, А. Л. Никифоров; Под ред. Д. П. Горского. – М.: Просвещение, 1991. – 208 с.
14. Риккерт Г. Науки о природе и науки о культуре: Пер. с нем. / Общ. ред. и предисл. А. Ф. Зотова; Сост. А. П. Полякова, М. М. Беляева; Подгот. текста и прим. Р. К. Медведевой. – М.: Республика, 1998. – 413 с. – (Мыслители XX века).
15. Розанов В. В. Сумерки просвещения / Сост. В. Н. Щербаков. – М.: Педагогика, 1990. – 624 с.
16. Спенсер Г. Опыты научные, политические и философские / Пер. с англ. под ред. Н. А. Рубакина. – Мн.: Современный литератор, 1999. – 1408 с. – (Классическая философская мысль).
17. Кант И. Критика чистого разума / Пер. с нем. Н. Лосского. – Мн.: Литература, 1998. – 960 с. – (Классическая философская мысль).

6. Физика.

- 1). Асламазов Л.Г., Варламов А.А., Удивительная физика. М.: Наука. 1987. 160с.
- 2). Бутиков Е.И., Бычков А.А., Кондратьев А.С. Физика в примерах и задачах М.: Наука. 1989. 464с.
- 3). Билимович Б.Ф. Физические викторины в средней школе. М.: Просвещение. 1977. 159с
- 4). Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. М.: Просвещение. 1988. 159с.
- 5). Квант для младших школьников. Физика. М.: Бюро Квантум. 1999. 128с
- 6). Ланге В.Н. Физические парадоксы, софизмы. М.: Просвещение. 1967. 168с.
- 7). Лукашик В.И. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы. М.: Просвещение. 1987. 192с.
- 8). Перельман Я.И. Знаете ли вы физику? М.: Наука. 1992. 272с.
- 9). Перельман Я.И. Занимательная физика. М.: ВАП, 1994. 494 с.
- 10). Хилькевич С.С. Физика вокруг нас. М.: Наука. 1985. 160с.

- 11). Физика и спорт. М.: Бюро Квантум. 2000. 128с.
- 12). Физика и биология. М.: Бюро Квантум 2001 128с.
- 13). Материалы проектно-педагогической мастерской под руководством Гаряева А.В. в школе № 67 г. Перми.
- 14.Тарасов Л. В. Физика в природе: Книга для учащихся. – М.: «Вербум – М», 2002. – 352 с.: ил.

7.Методология и методика физики, математики, естествознания.

- 1.Урок физики в современной школе. Творческий поиск учителей. –М.: Просвещение, 1993. –288 с.
- 2.Разумовский В.Г. и другие. Контроль знаний учащихся по физике. М.Просвещение. 1982. – 208 с.
3. Кондратьев А.С., Прияткин Н.А. Качественные методы при изучении физики в школе и вузе. СПб.: Издательство С.-Петербургского университета. 2000. 96с.
- 4.Зайков И.А. Физика: приглашение в лабораторию мысли. Н.: Издательство Новосибирского университета. 1997. 148с.
- 5.Клайн М. Математика. Поиск истины: Пер. с англ./Под ред. И с предисловием В. И. Аршинова, Ю. В. Сачкова. – М.: Мир, 1988. – 295 с., ил.
- 6.Горелов А. А. Концепции современного естествознания. – Москва: Центр, 1997, 208 с.
- 7.Иванов Б. Н. Современная физика в школе. / Б. Н. Иванов. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 160 с.: ил.
- 8.Щедровицкий Г. П. Оргуправленческое мышление: идеология, методология, технология. Курс лекций / Из архива Г. П. Щедровицкого. Т. 4. М.: 2000. – 384 с.
- 9.Кондаков И. М. От фантазии к изобретению: Кн. Для учащихся. – М.: Просвещение: Владос, 1995. – 205 с.: ил.
- 10.Речицкий В. И. Профессия – изобретатель: Кн. для учащихся ст классов ср. шк. – М.: Просвещение, 1988. – 160 с.: ил. – (О профессиях, производстве и людях труда).
- 11.Гнедина Т. Е. Физика и творчество в твоей профессии: Кн. для учащихся ст классов ср. шк. – М.: Просвещение, 1988. – 159 с.: ил. – (О профессиях, производстве и людях труда).
- 12.Ковтун В. П. Занимательный мир физики. – СПб.: Дельта, 1997. – 240 с.: ил.
- 13.Неймарк Ю. И. Математика как операционная система и модели. (Соровский образовательный журнал). 1996. №1; с. 82 – 85.
14. Неймарк Ю. И. Простые математические модели и их роль в постижение мира (Соровский образовательный журнал). 1997. №3; с. 139 – 143.
15. Колмановский В. Б. Уравнения с последствием и математическое моделирование. (Соровский образовательный журнал). 1996. №4; с. 122 – 127.
16. Ватульян А. О. Математические модели и обратные задачи. (Соровский образовательный журнал). 1998. №11; с. 143 – 148.
17. Кротов С. С. Зачем они приходят в этот мир?.. журнал «Квант». 2002. №4. с. 13 – 15.
- 18.Самарский А. А., Михайлов А. П. Компьютеры и жизнь: (Математическое моделирование). – М.: Педагогика, 1987. – 128 с.: ил. – (Б – чка Детской энциклопедии «Ученые – школьнику»)
- 19.Мигдал А. Б. Как рождаются физические теории. – М.: Просвещение, 1984. – 128 с., ил. – (Б – чка Детской энциклопедии «Ученые – школьнику»)
- 20.Солодухин Н. А. Методы науки и методы обучения физике. журнал «Физика в школе». 1987. №1. с. 33 – 34.

21. Бетяев С. Гидродинамические парадоксы. журнал «Квант». 1998. №1. с. 5 – 9.
22. Хазен А. М. О возможном и невозможном в науке, или где границы моделирования интеллекта. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1988 – 384 с.
22. Анофрикова С. В. Система действий при формировании физических понятий. – М.: Педагогика. Журнал «Физика в школе». №5. – 1983. с. 43 – 46.
23. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важевская и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000 – 368 с.
24. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Т. И. Носова и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого. – М.: Издательский центр «Академия», 2000 – 384 с.
25. Хазен А. М. Поле, волны, частицы и их модели: Кн. для внеклассного чтения. 8 – 10 кл. – М.: Просвещение, 1979. – 112 с., ил. – (Мир знаний).