

3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Результаты обучения сильно зависят от уровня интеллектуального развития обучаемых. Что такое интеллект? Как его можно развивать? Что такое эвристическое мышление и чем оно отличается от логического? Как оценить интеллектуальный уровень учащегося? Что надо делать для развития творческих способностей?

3.1. ИНТЕЛЛЕКТ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. Интеллект человека характеризуется его обучаемостью, то есть способностью к приобретению новых знаний и к продуктивному мышлению. Хорошая обучаемость означает высокий уровень обобщенности знаний, глубину и широту их применения, высокую скорость их усвоения и продвижения в учебе. **Чем выше интеллект, тем в большей степени человек способен решать различные типы задач**, в том числе и нестандартные задачи творческого характера. Речь идет о задачах в широком смысле слова: написание сочинения, перевод текста, рисование, исполнение музыкального произведения и т.д. **Знания каждого человека образуют сложную систему, чем сложнее эта система, тем человек "умнее"**. Другим показателем является **уровень сформированности интеллектуальных умений, рациональных приемов умственной деятельности**.

Согласно многофакторной теории интеллекта Терстоуна интеллект характеризуется следующими первичными способностями: способность оперировать пространственными отношениями, способность детализировать зрительные образы, вычислительные способности, понимание значения слов, беглость речи, память, способность к логическим рассуждениям. Психологи также выделяют следующие качества, присущие учащимся с высоким уровнем умственного развития: системность мышления, взаимосвязанность знаний, умение переносить знания на решение других задач, умение делать обобщения, выделять главное, экономичность мышления, самостоятельность и свернутость мыслительных операций, стремление к формализации знаний для получения ответа в результате небольшого числа мыслительных операций.

"Ум заключается не только в знании, но и в умении прилагать знания на деле".

Аристотель

К основным видам интеллектуальной деятельности учащихся относятся: 1) наглядно-образная: оперирование образами объектов и явлений; 2) знаково-счетная: работа с формулами, числами, другими символами; 3) вербально-понятийная: рассуждение на уровне словесных понятий. **На развитие интеллекта ребенка влияет образование.** Известно, что у детей, не посещавших школу, происходит ранняя остановка умственного развития.

Способность человека к мыслительной деятельности характеризуется его уровнем интеллекта IQ. Его можно оценить объектив-

ными методами, например, по умению решать различные задачи или с помощью тестирования. Хорошо известен тест IQ, составленный Г. Айзенком. Ниже представлены несколько заданий из этого теста:

1. Дано 6 слов: 1) книга; 2) собака; 3) хлеб; 4) сигара; 5) корова; 6) дом. Выбрать два из них, которые можно объединить одним понятием. (Ответ: собака, корова — животные).

2. Выявить закономерность и продолжить числовой ряд: 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... (Ответ: каждое число, начиная с третьего, равно сумме двух предыдущих. Ряд продолжается так: 21, 34, 55, ...).

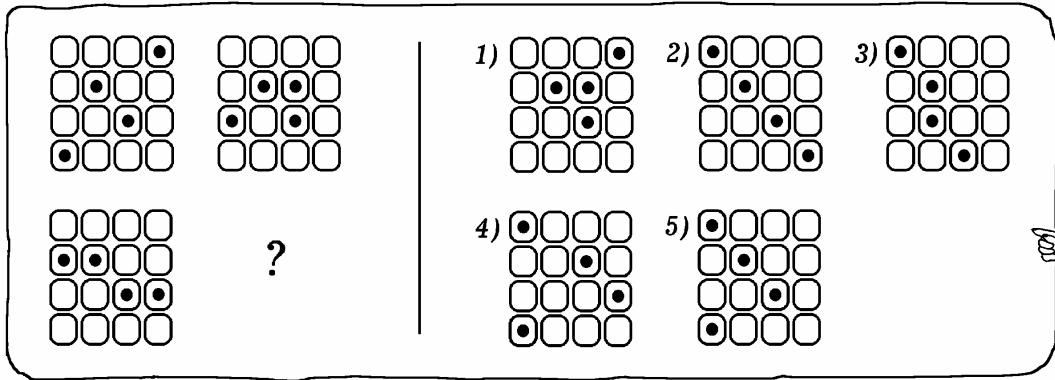
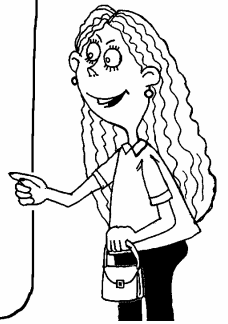


Рис. 3.1.



3. Петр не младше Ивана. Саша не старше Ивана. Кто старше всех, если все мальчики разного возраста? (Ответ: Петр).

4. "Карандаш" относится к "рисовать", как "лопата" к слову: 1) "острый"; 2) "копать"; 3) "точить"; 4) "длинная". (Ответ: 2).

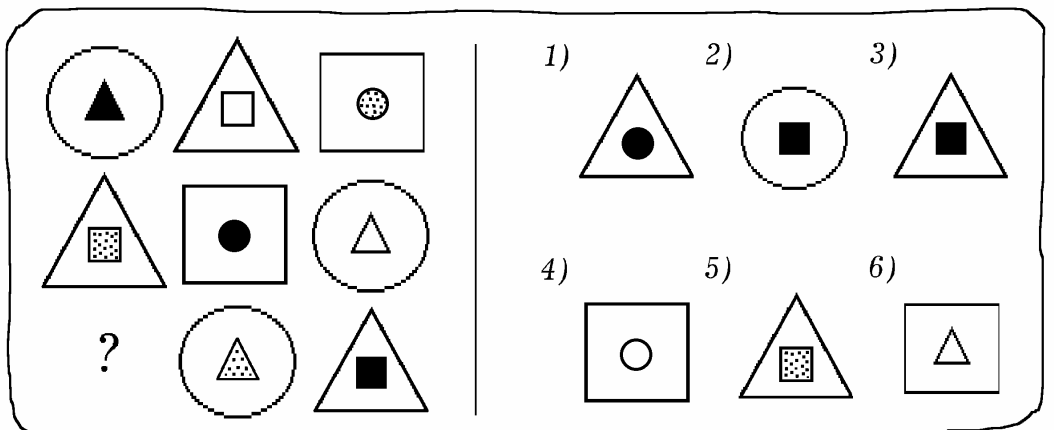
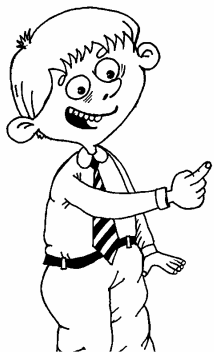
5. Кому меньше всего подходит цифра 4? Варианты: 1) лошадь; 2) коза; 3) кенгуру; 4) олень; 5) осел. (Ответ: 3, у кенгуру две ноги).

6. Какое число соотносится с 6323 как слова АРОЗА и АЗОРА? 1) 2336; 2) 3236; 3) 6232; 4) 3326; 5) 6332. (Ответ: 2; букву О исключить).

7. Продолжите ряд из трех фигур (рис. 3.1). Варианты для выбора представлены справа. (Подсказка: две точки неподвижны, две других перемещаются в одну из соседних клеток. Ответ: вариант 2).

8. Какую фигуру следует поставить вместо знака вопроса (рис. 3.2). Варианты для выбора — справа. (Ответ: вариант 4).

Рис. 3.2.



Важным качеством интеллектуально развитого человека является **способность решать логические задачи**. К ним относятся задачи следующих типов: 1) логический вывод следствия из исходных посылок; 2) нахождение всех исходных посылок, из которых следует утверждение; 3) доказательство некоторого утверждения; 4) выбор правильного ответа, удовлетворяющего нескольким логическим условиям; 5) проверка рассуждений, нахождение логической ошибки. Развитие этого умения происходит при проведении различных рассуждений на уроках математики, информатики, при игре в шахматы, шашки, при решении логических задач.

на уроке математики

Учитель может задать на дом следующую задачу: Представьте, что вы — узник, перед вами две двери, одна ведет на свободу, другая — к пропасти. У каждой двери сидит по одному стражнику: один из них всегда лжет, а другой всегда говорит правду. Кто из них кто, вам не известно. Как, задав лишь один вопрос одному из стражников, выбраться из тюрьмы? (Ответ: 1 вариант: указывая на одну из дверей: "Другой стражник сказал бы, что эта дверь ведет на свободу?" Ответ "да" означает, что это дверь не ведет на свободу. 2 вариант: "Перед дверью, ведущей на свободу, сидит стражник, который всегда говорит правду?" Ответ "да" означает, что нужно войти в ту дверь, возле которой стоит разговаривавший с вами стражник.)

3.2. АКТИВИЗАЦИЯ МЫШЛЕНИЯ. К основным факторам, вызывающих активность учащихся, относят познавательный интерес, возможность реализовать свой творческий потенциал, самостоятельность, профессиональный или игровой характер заданий. Важным качеством интеллекта является способность к нестандартному мышлению, характеризующаяся возможностями человека предлагать новые подходы и оригинальные решения в необычных ситуациях. Учитель с целью активизации мыслительной деятельности школьников может специально создать проблемную ситуацию, организовать соревнование между группами учащихся, ролевую игру, в основе которой — столкновение противоположных интересов, позиций, взглядов. Например, проводится конкурс веселых и находчивых. Ведущий выдает каждой команде сосуд с водой, кусок пластилина и ставит задачу: не используя подручных средств, сделать так, чтобы пластилин плавал на поверхности воды. Кто первый догадается вылепить из пластилина лодочку?

на уроке физики

Учитель собирает электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных ключа, электродвигателя и лампочки, подключенных к батарее. При замыкании ключа ротор двигателя начинает вращаться, лампочка слабо горит. А как изменится яркость свечения лампочки, если остановить ротор? — спрашивает учитель. Учащиеся высказывают различные предположения. Учитель останавливает ротор рукой и все видят, что лампочка начинает гореть ярче. Школьники формулируют фактофиксирующее утверждение: "если остановить

ротор, лампочка горит ярче". Учитель задает следующий вопрос: "Чем это объясняется?" Один из учащихся объясняет результат опыта так: "Сначала энергия батарейки шла на работу двигателя и лампочки, а после остановки ротора — только на лампочку, которая стала светить ярче". Это неудачное объяснение, так как во втором случае ток в цепи, а значит и мощность источника больше ($P = EI$). На самом деле в обмотке ротора, вращающейся в магнитном поле статора, возникает противо-ЭДС, направленная противоположно ЭДС источника (явление электромагнитной индукции), что приводит к уменьшению тока и снижению яркости свечения лампочки.

Для активизации мыслительной деятельности школьников часто используют **метод мозгового штурма**. Учитель создает проблемную ситуацию, учащиеся самостоятельно анализируют ее и высказывают различные гипотезы, приводящие к ее разрешению. На первом этапе учитель не критикует высказываемые идеи, а, допустим, фиксирует их на доске. На втором этапе учитель вместе со школьниками анализирует предложенные гипотезы, отбрасывая те из них, которые противоречат фактам, существующим теориям. В результате получается правильное решение. Иногда учащихся разбивают на группы по 5 – 10 человек, в которых осуществляется первичное обсуждение задачи, выдвижение и анализ гипотез.

Один из способов активизации мышления заключается в проведении сократической беседы. Она состоит в **таком подборе вопросов, задаваемых школьнику, при котором они "самостоятельно" направляются на правильный путь рассуждений**. При этом неверные утверждения учащихся доводятся до абсурда. Для разрешения возникающих противоречий учитель задает наводящие вопросы, стимулируя познавательную активность учащихся.

"Дорога к истине вымощена парадоксами".

О. Уайльд

Не всегда метод наводящих вопросов Сократа позволяет найти правильное решение проблемы, но с его помощью можно создать проблемную ситуацию, активизировать мыслительную деятельность школьника, научить его искать выход из тупиковых ситуаций, высказывать и отстаивать свою точку зрения. В этом смысле он близок к эвристической беседе, стимулирующей поисковую деятельность школьников при решении проблемных задач, и сильно отличается от репродуктивного изложения учебного материала.

на уроке естествознания

Например, учитель спрашивает учащихся, почему сменяются времена года? Учащийся А: "Земля вращается вокруг Солнца." Учитель: "Ну и что? При движении по круговой орбите на Землю попадает примерно постоянное количество солнечной энергии. Почему же зимой холодно, а летом жарко?" Учащийся Б: "Орбита Земли сильно втянута, когда Земля приближается к Солнцу, наступает лето, а когда удаляется — зима." Учитель: "Кто еще так думает? Чем же тогда объяснить, что в северном полушарии наступает лето тогда, когда в южном полушарии зима?" Учащиеся не могут разрешить это противоречие и приходят к

выводу о неправильности рассуждений учащегося Б. Их внимание концентрируется на объяснении учителя, рассказывающего об орбитальном движении Земли, наклоне ее оси к плоскости орбиты и т.д.

Или другой пример: учитель высказывает предположение, что люди произошли от инопланетян. Учащиеся развивают эту гипотезу: миллионы лет назад на Землю прилетела летающая тарелка, высадились пришельцы, от них и произошел древний человек. Учитель, понимая ошибочность этих рассуждений, спрашивает: А почему древний человек жил в пещере, работал каменными орудиями труда? А как объяснить, что представители внеземной цивилизации не умерли от земных бактерий? Если человек произошел от инопланетян, то его генетический код и биологическое строение должно чем-то принципиально отличаться от других млекопитающих, не так ли? Пытаясь ответить на эти вопросы, школьники понимают несостоятельность обсуждаемой теории.

Еще одним методом повышения активности учащихся состоит в решении разнообразных ситуационных задач-загадок, при анализе которых требуется отойти от стандартной схемы. Таких задач-загадок можно придумать много. Действительно, почему подушка мягкая? А для чего у коровы два глаза? А почему радуга имеет форму дуги окружности? Чем объясняется тот факт, что река замерзает сверху? Почему в горах люди живут дольше? Если муравей упадет с высоты 10 м, — с ним ничего не произойдет, а слон сломает кости. Почему? А как изменится температура в комнате, если открыть дверцу холодильника? Для чего белке хвост? Начинаящий учитель может специально подбирать такие вопросы. Для этого ему следует самому интересоваться проблемами, которые связаны с преподаваемой дисциплиной, читать книги, смотреть телепередачи и т.д.

на уроке биологии

В начале урока учитель предлагает учащимся изучить параграф, выписать самое существенное и найти ответ на вопрос: Почему в холодном помещении у человека получается "гусиная кожа"? Школьники, почитав учебник, отвечают, что рефлекс, приводящий к возникновению "гусиной кожи", достался нам в наследство от животных. При понижении температуры мышцы волосяных фолликулов сокращаются и приподнимают волоски. Шерсть животного встает дыбом, это помогает удерживать тепло тела.

Большое значение для развития интеллекта имеет решение логических и математических задач, написание компьютерных программ. Определенный интерес представляют задачи-парадоксы, сформулированные известными мыслителями, — анализируя их вместе с учащимися учитель как бы поднимает их до уровня выдающихся философов, математиков, физиков и т.д. Кому интересно решать задачи из учебника, даже если он одобрен самим Министерством образования! А вот повторить рассуждения сэра Исаака Ньютона или, в крайнем случае, Галилея, — это льстит самолюбию любого школьника.

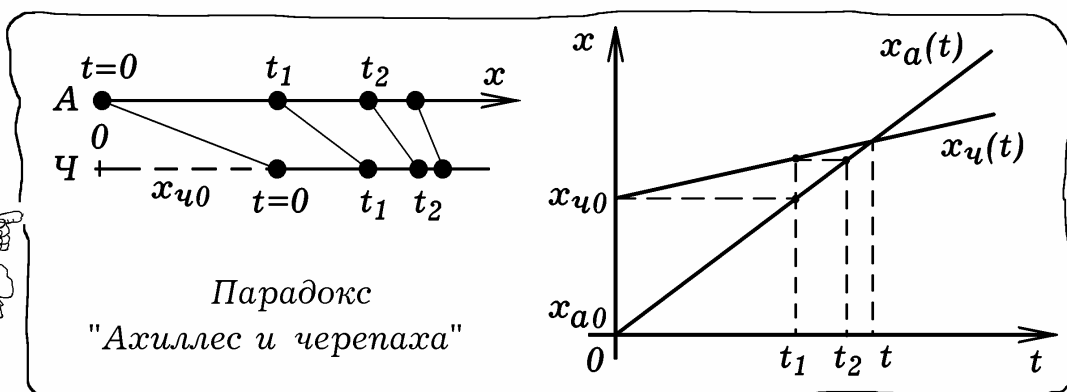
Все знают, что Аристотель — великий мыслитель. И вот, придя на урок физики, школьники вдруг слышат, что Аристотель был не

прав! Оказывается, сила — не причина движения (изменения координаты), а причина изменения скорости, то есть ускорения! Почему же Аристотель ошибся? А он, анализируя равномерное движение телеги, которую тянет лошадь, не учел силы трения и сделал вывод, что телега движется из-за силы тяги. Как только лошадь перестает тянуть телегу, она останавливается. Учительница, используя законы Ньютона, правильно объясняет это явление: при равномерном движении сила тяги уравнивается силой трения, а когда сила тяги исчезает, телега под действием силы трения останавливается.

на уроке физики

Так, при изучении механики учитель может рассмотреть известный парадокс Зенона Элейского "Ахиллес и черепаха": Ахиллес, двигаясь со скоростью $v_a = 10$ м/с, пытается догнать черепаху, скорость которой $v_ч = 1$ м/с. При $t = 0$ расстояние между Ахиллесом А и черепахой Ч составляет $l = 1000$ м (рис. 3.3). За $t_1 = 100$ с Ахиллес пробежит 1000 м, а черепаха проползет 100 м. За следующие $t_2 = 10$ с Ахиллес А преодолеет эти 100 м, черепаха переместится на 10 м. Эти 10 м Ахиллес пройдет за $t_3 = 1$ с, за которую черепаха проползет 1 м и т.д. Из этих рассуждений можно сделать вывод, что черепаха будет все время впереди Ахиллеса, который ее никогда не догонит, следовательно движения не существует. Это противоречит здравому смыслу и результатам наблюдений.

Рис. 3.3.



Анализируя эту ситуацию, учитель может предложить учащимся вычислить время t' , через которое Ахиллес догонит черепаху. Уравнения движения Ахиллеса и черепахи выглядят так: $x_a = v_a t$, $x_ч = l + v_ч t$. В момент $t = t'$ их координаты равны: $x_a = x_ч$, или $v_a t' = l + v_ч t'$. Следовательно: $t' = l / (v_a - v_ч) = 1000 / (10 - 1) \approx 111,1$ (с). Можно написать компьютерную программу, вычисляющую t_1, t_2, t_3, \dots по рассмотренному выше алгоритму. Учащиеся обнаружат, что t_i стремится к некоторому пределу, равному искомому времени t' . Это позволит объяснить сущность метода последовательных приближений решения алгебраических уравнений.

Психологи отмечают, что абсурдные, парадоксальные высказывания привлекают внимание человека, заставляют его задуматься. Противоречие между их кажущейся логичностью и несоответствием "здравому смыслу" заставляет сознание найти выход из данной тупиковой ситуации. Учителю следует "коллекционировать" подобные парадоксы с тем, чтобы в нужный момент иметь возможность поставить в тупик любого, даже сильного учащегося, показать ограниченность знаний школьников, привлечь внимание класса.

Обсуждая вопрос о происхождении человека, учительница замечает, что учащиеся не очень внимательно ее слушают. Тогда она объявляет: "Это не человек произошел от обезьяны, а наоборот, обезьяна от человека!", — и рассказывает о теории, согласно которой жизнь на Землю была занесена из космоса, а люди — это потомки инопланетян, часть из которых деградировало до обезьян и т.д. Такой поворот заинтересует школьников, у них появятся вопросы, кто-то не согласится, возникнет дискуссия. Понятно, что в ходе этого обсуждения учитель должен аргументировано обосновать научную точку зрения на эту проблему.

3.3. РАЗВИТИЕ ВООБРАЖЕНИЯ. Психический процесс создания новых образов и представлений на основе имеющегося у человека практического, чувственного, интеллектуального или эмоционального опыта называется воображением. При этом в происхождении отражение реального мира в сознании человека, он предстает в новых и неожиданных сочетаниях и связях, происходит построение образов средств и результата деятельности, осуществляется программирование будущего поведения в тех или иных условиях. В основе изменения и преобразования имеющихся у человека представлений лежат следующие процессы: 1) выделение из целостного образа предмета некоторого свойства или элемента; 2) преувеличение или преуменьшение размеров объекта или его части; 3) комбинирование различных объектов и их частей. В результате в сознании возникают новые образы объектов, которые человек никогда не видел, а некоторые из которых не могут существовать в реальном мире.

"Воображение важнее знания, ибо знание ограничено, а воображение охватывает все на свете, стимулируя прогресс и эволюцию".

А. Эйнштейн

Учащийся перед выполнением каких-то практических действий (сборка электрической цепи, проведение эксперимента или наблюдения, изготовление детали, составление схемы, таблицы или рисунка) должен включить воображение и представить результат своей деятельности до ее начала, что позволит ему ориентироваться в процессе решения задачи. Это произвольное (преднамеренное, управляемое человеком) воображение, которое используется при целенаправленном решении научных, технических и художественных проблем. Воображение выступает в качестве побудительной причины, необходимого условия деятельности, завершение которой отсрочено.

Чтобы включить произвольное воображение учащихся в некоторых случаях достаточно произнести фразу: "Представьте себе!" — и описать объект или ситуацию, которую необходимо вообразить. "Представьте себе, что масса Земли возросла в два раза. Как это отразится на животном и растительном мире?" "Вообразите, что

на нашу планету прилетели представители высокоразвитой цивилизации. Что в этом случае произойдет?" "Попытайтесь представить фотонную ракету, движущуюся за счет давления света." "Предложите прибор, который при увеличении атмосферного давления включает лампочку". Учащиеся вынуждены с помощью волевого усилия создать образ объекта, которого они никогда не видели.

Развитию воображения способствует **мысленный эксперимент** — эвристический метод познания, форма мышления, возникшая в результате активного воздействия человека на природу. Он предполагает **мысленное проигрывание определенных ситуаций, которые невозможно или очень сложно реализовать на практике**. Мысленный эксперимент имеет структуру реального эксперимента, то есть предусматривает определение условий, установление результата и их обсуждение. При этом все рассуждения осуществляются на базе наглядных образов на основе плана-схемы мыслительных действий по переработке исходной информации. Мысленный эксперимент требует идеализации реальных объектов и сочетает в себе силу логического вывода с экспериментальной достоверностью. В мысленном эксперименте объединены абстрактное и конкретное, рационально-понятийное и чувственно-наглядное.

на уроке физики

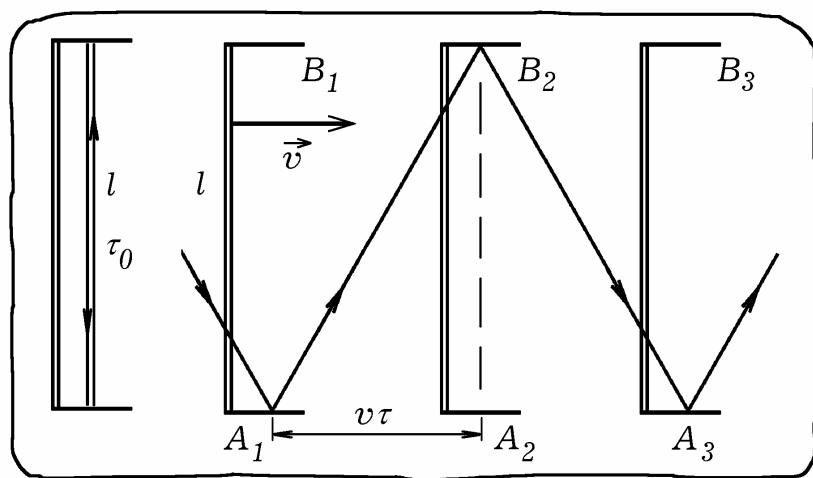


Рис. 3.4.



При изучении теории относительности учитель может проанализировать колебания воображаемого светового маятника, состоящего из двух зеркал, закрепленных на расстоянии l друг от друга, между которыми колеблется фотон (рис. 3.4). В инерциальной системе отсчета (ИСО), связанной с маятником, фотон движется вдоль прямой AB , время половины колебания составляет $\tau_0 = l/c$. В ИСО, движущейся относительно маятника со скоростью $-\vec{v}$, фотон перемещается вдоль ломанной $A_1B_2A_3 \dots$, время половины колебания $\tau = \sqrt{l^2 + v^2\tau^2}/c$. Отсюда следует: $l = c\tau_0$, $c^2\tau^2 = l^2 + v^2\tau^2$, $c^2\tau^2 = c^2\tau_0^2 + v^2\tau^2$, $\tau_0 = \tau\sqrt{1 - v^2/c^2}$ или $\tau = \tau_0/\sqrt{1 - v^2/c^2}$. Далее учитель может рассказать о релятивистском замедлении времени, о фактах, доказывающих существование этого эффекта, и т.д.

Степень включения воображения в процесс деятельности зависит от неопределенности решаемой задачи. Если исходные данные не поддаются анализу, не полны или содержат какую-то не-

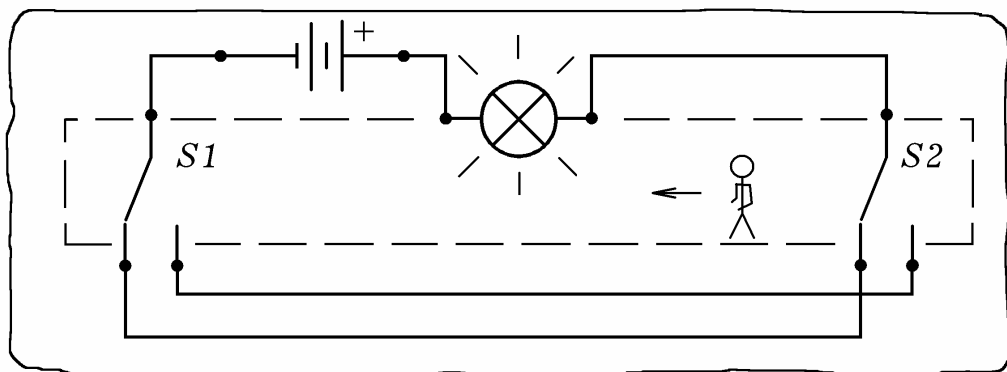
ясность, то разрешение проблемы требует использования воображения. При этом может происходить соединение взаимоисключающих в реальности качеств, свойств и частей объектов; увеличение или уменьшение объектов или их частей, изменение других их качеств; подчеркивание и выпячивание некоторых признаков. Получающееся решение часто бывает нестрогим, алогичным.

Воображение позволяет предсказать результаты выполнения последовательности тех или иных действий, что необходимо при планировании своей деятельности, выполнении творческих заданий, учебных экспериментов и наблюдений, каких-то практической работы. Оно играет большую роль при создании "нового" устройства и решении технических задач, развитии изобретательских способностей.

на уроке физики

Например, учитель формулирует проблему: имеется длинный коридор, на потолке висит лампа, вблизи его входа и выхода установлены переключатели. Соединяя лампочку, переключатели и источник тока проводами, соберите схему так, чтобы входя в коридор с любой стороны, человек мог включить лампу, а выходя из него — выключить. Учащимся можно выдать перечисленное оборудование, чтобы они действительно собрали эту цепь. В этом случае задача становится экспериментальной. После нескольких попыток некоторые школьники смогут догадаться до ее решения (рис. 3.5).

Рис. 3.5.



3.4. ЛОГИКА И ИНТУИЦИЯ. Как известно, мышление и поведение человека во многих ситуациях определяется соответствующими алгоритмическими процедурами. Они могут иметь различную степень "жесткости": в одних случаях человек выполняет заданную последовательность операций, действуя по определенному алгоритму, а в других — его поведение носит случайный, недетерминированный характер, сопровождающийся труднопредсказуемыми актами "свободного выбора". Эти две крайности соответствуют **алгоритмическому и эвристическому методам решения задачи, логическому и интуитивному подходам к построению теории, формальному и творческому мышлению, строгому доказательству правильности утверждения и озарению, приводящему к открытию истины.** На практике часто реализуются промежуточные варианты, когда интеллектуальная деятельность осуществляется в соответствии с некоторым вероятностным алгоритмом, включающим в

себя как регулярные процедуры, так и алогичные скачки.

Различают два вида мышления: логическое и интуитивное. **Логическое мышление** требует анализа фактов, установления причинно-следственных связей, проведения рассуждений, соответствующих законам логики. **Интуитивное мышление** проявляется в способности непосредственного постижения истины без каких-либо обоснований, доказательств и предварительных логических рассуждений. Оно осуществляется в виде иррациональных скачков, переходов от старого знания к новому с пропуском нескольких этапов, при которых разрывается жесткий круг логических рассуждений. Интуиция на основе свернутых умозаключений как бы подсказывает готовый ответ, или способ решения задачи: выбор идеализации явления, построение математической модели, исследование частных и предельных случаев.

" Будем учиться доказывать, но будем также учиться догадываться."

Д. Пойа

Известно, что интуитивному скачку предшествует " подготовка", то есть осознанное изучение вопроса. После этого происходит его вытеснение в подсознание, человек может вообще забыть о нем, неосознаваемые образы трансформируются в неявное знание. В результате озарения это неявное знание (результат неосознанных умозаключений) превращается в теоретическое знание, выражаемое в виде понятий, суждений, математических символов. Интуиция связана с воображением, она скрыта в подсознании и не поддается алгоритмизации: человек осознает только исходные данные и результаты.

на уроке физики

Использование алгоритмического подхода предполагает выделение элементарных операций, требуемых для решения задачи, и установление их последовательности. Допустим, учитель решает задачу по термодинамике: Кусок льда массой $m = 200$ г имеет температуру $t_0 = -10^\circ\text{C}$. Что произойдет, если ему сообщить количество теплоты Q ? Определить конечную температуру воды t . Удельные теплоемкости льда и воды c_1 и c_2 , теплота плавления льда λ , теплота парообразования воды L . Алгоритм решения состоит в следующем:

1. Найти количество теплоты, требуемое для нагревания льда от t_0 до температуры плавления $t' = 0^\circ\text{C}$: $Q_1 = mc_1(t' - t_0)$.

2. Если $Q < Q_1$, то лед не нагреется до температуры плавления t' . Его конечная температура t выражается из формулы:

$$Q = mc_1(t - t_0), \quad t = t_0 + Q/(mc_1).$$

Задача решена. Если $Q_1 < Q$, перейти к операции 3.

3. Найти количество теплоты, требующееся для плавления льда при температуре плавления $t' = 0^\circ\text{C}$: $Q_2 = \lambda m$.

4. Если $Q_1 < Q < Q_1 + Q_2$, то лед нагреется до температуры плавления $t' = 0^\circ\text{C}$ и частично расплавится. Массу образовавшейся воды m' можно найти из формулы: $Q = mc_1(t' - t_0) + \lambda m'$. Задача решена, конечная температура $t = 0^\circ\text{C}$. Если $Q > Q_1 + Q_2$, то перейти к операции 5.

5. Найти количество теплоты, необходимое для нагревания воды от температуры плавления $t' = 0^\circ\text{C}$ до температуры кипения $t'' = 100^\circ\text{C}$: $Q_3 = mc_2(t'' - t')$.

6. Если $Q_1 + Q_2 < Q < Q_1 + Q_2 + Q_3$, то лед нагреется до температуры плавления, полностью расплавится, и образовавшаяся вода нагреется до температуры t . Ее найти из формулы:

$$Q = mc_1(t' - t_0) + \lambda m + mc_2(t - t').$$

Задача решена. Если $Q > Q_1 + Q_2 + Q_3$, то перейти к операции 7.

7. Найти количество теплоты, требующееся для превращения воды массой m при температуре кипения $t'' = 100^\circ\text{C}$ в пар: $Q_4 = Lm$.

8. Если $Q_1 + Q_2 + Q_3 < Q < Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$, то часть воды превратится в пар. Конечная температура $t'' = 100^\circ\text{C}$. Массу m'' образующегося пара найти из формулы:

$$Q = mc_1(t' - t_0) + \lambda m + mc_2(t'' - t') + m''L.$$

Если $Q > Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$, то вся вода превратится в пар. Задача решена.

Учитель может рассказать учащимся о роли логики и интуиции в процессе познания окружающего мира. Большое число задач решаются с помощью чисто логических рассуждений, вместе с тем существуют проблемы, анализ которых требует интуитивного скачка. Например, доказательство теоремы Пифагора начинается с дополнительного построения: из вершины прямого угла на гипотенузу опускают перпендикуляр. Это интуитивный шаг, — он не следует из условия задачи. Все последующие рассуждения о подобии трех треугольников, отношении соответствующих сторон, а также математические преобразования подчиняются законам логики. В математике существует довольно много задач, решение которых невозможно без интуиции и требует использования дополнительных построений, каких-то преобразований, необходимость которых логически не следует из условия задачи. **Эти теоретически не обоснованные способы, уменьшающие количество переборов при поиске оптимального решения называются эвристиками.**

**"Интуиция — высшая форма деятельности интеллекта."
Шопенгауэр**

Таким образом, **доказательство практически любой теоремы, решение любой задачи требует интуитивного мышления.** Доказываемое утверждение предшествует собственно доказательству и учащийся должен выбрать ход рассуждений, догадаться, какие дополнительные построения следует выполнить, какие теоремы использовать и т.д. Интуитивный стиль мышления проявляется в том, что ученик способен быстро усматривать правильный способ решения новой задачи, получать ответ, который он логически не обосновал. К эвристикам относятся методы "проб и ошибок", "научного тыка", "самого крутого подъема" и т.д.

Рассмотрим несколько задач, которые могут быть решены с помощью эвристических рассуждений.

Задача 1. В уме найдите сумму $0 + 1 + 2 + \dots + 19 + 20$. Можно сложить $0 + 20$, $1 + 19$, $2 + 18$, ..., $8 + 12$, $9 + 11$ и к результату прибавить 10. Получается 210.

Задача 2. Космонавт, находясь в космическом корабле, который равномерно движется вдали от небесных тел, пролил жидкость. Какую форму она примет? Учащийся может попытаться найти решение на интуитивном уровне, то есть из каких-то общих соображений неявно "угадать" или неосознанно "почувствовать", что жидкость примет шарообразную форму. После этого необходимо логически обосновать полученный ответ: так как в отсутствие гравитационного поля все направления равноправны, то из соображений симметрии следует, что жидкость будет иметь форму шара. Из энергетических соображений также вытекает, что жидкость примет такую форму, при которой потенциальная энергия, обусловленная силами поверхностного натяжения, будет минимальной. Это шарообразная форма, при которой жидкость заданного объема имеет минимальную площадь поверхности.

Задача 3. Выведите формулу для расчета площади треугольника. Учащийся с помощью "геометрического зрения" должен "увидеть" прямоугольник $ABNM$ (рис. 3.6.1). Необходимость этих дополнительных построений ни коим образом не следует из условия задачи. Дальше можно легко доказать, что площадь треугольника в два раза меньше площади прямоугольника, поэтому $S = ah/2$.

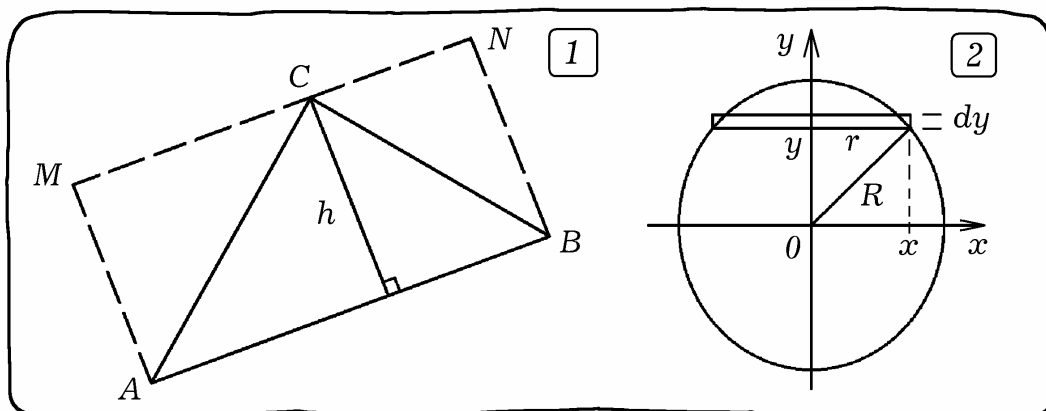


Рис. 3.6.



Задача 4. Выведите формулу для расчета объема шара. Мысленно разрежем полушарие на узкие слои толщиной dy (рис. 3.6.2). Элементарный объем каждого слоя $dV = \pi x^2 dy$, где $x^2 = R^2 - y^2$. Объем шара равен:

$$V = 2 \int_0^R \pi(R^2 - y^2) dy = 2\pi \left(R^2 y - \frac{y^3}{3} \right) \Big|_0^R = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

Задача 5. Компьютер случайным образом загадал целое число X в интервале от 1 до 128. Когда пользователь, пытаясь угадать X , вводит число Y , компьютер сообщает, что X больше Y или X не больше Y . Как за минимальное число шагов отгадать X ? Интуитивно понятно, что интервал от 1 до 128 необходимо разделить пополам и сначала ввести $Y = 64$. Допустим, компьютер ответит, что X не больше Y , тогда интервал от 1 до 64 следует снова разбить пополам и ввести $Y = 32$ и т.д. Чтобы логически обосновать это решение, необходимо вспомнить, что уменьшение неопределенности (энтропии) наших знаний равно информации в сообщении, причем ответ с двумя вариантами несет наибольшее количество информации тогда, когда варианты равновероятны. Поэтому надо задавать вопросы так, чтобы варианты ответов имели одинаковые вероятности. Так как исходная неопределенность равна 7 бит ($2^7 = 128$), то достаточно получить 7 сообщений информативностью 1 бит.

3.5. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ. Способность творить, создавать новое — ценное качество, которое в той или иной степени присуще почти каждому человеку. Один решает сложные математические задачи, другой с легкостью изучает иностранный язык, третий рисует, четвертый поет, пятый разбирается в технике... Нет людей, которые одинаково хорошо преуспели бы во всех сферах деятельности. В то же время практически нет таких, кто совершенно обделен какими-либо "талантами", любой школьник обладает способностью к творчеству. Учитель должен исходить из того, что **каждый ребенок владеет уникальным набором способностей, которые следует выявлять и развивать.** В идеале необходимо так организовать учебную деятельность, чтобы создать предпосылки для удовлетворения общечеловеческой потребности к творчеству каждого школьника.

Человек время от времени сталкивается с проблемами, решение которых требует использования неизвестных ему методов, нестандартных подходов. **Познавательные процессы, позволяющие решать ранее не решенные задачи, составляют творческое мышление.** А. Пуанкаре выделил две составляющие творческого процесса: 1) сознательную, логически объяснимую и формализуемую; 2) неосознанную, интуитивную, бессознательную. Поиск решения проблемы начинается с сознательных попыток использовать логические рассуждения. Параллельно активизируется бессознательная составляющая, что приводит к появлению множества фрагментов решения. Некоторые из них оформляются в сознании в виде оригинальной идеи, последовательности действий, и сопровождаются субъективным чувством уверенности в правильности найденного пути. При этом говорят о построении новых образов, понятий, способов решения задач, и используют слова "озарение", "вдохновение".

"Нет ничего практичнее хорошей теории".

Р. Кирхгоф

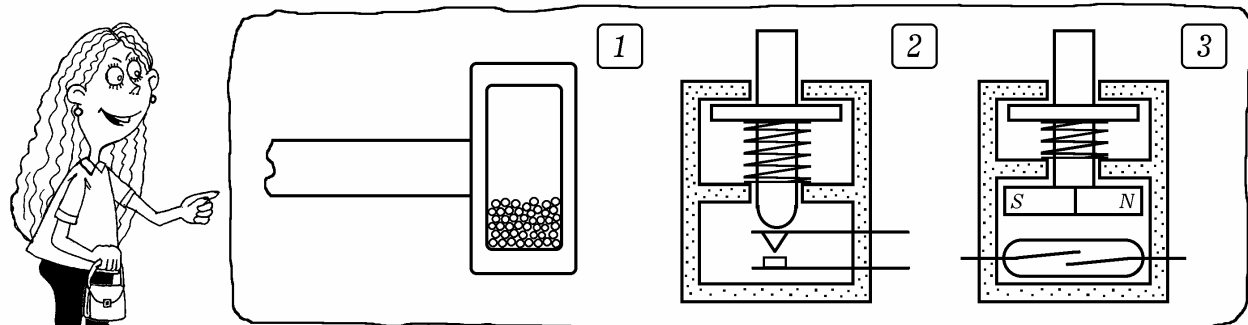
Творчество — вид деятельности, направленный на решение творческой задачи, результату которой присущи новизна, оригинальность, личная или социальная значимость. **Учебно-творческая деятельность направлена на решение учебных задач творческого характера; ее результат обладает субъективной новизной, значимостью и способствует творческому развитию личности.** Творческой личности присущи избирательная мотивационно-творческая направленность, интеллектуальная активность. Формирование творческого мышления требует воспитания критического отношения к фактам, понятиям, законам, понимания ограниченности изучаемых понятий и методов, различия между реальными объектами и их идеализированными моделями.

на уроках физики и информатики

Развитию творческого мышления способствуют рассказы о выдающихся изобретателях и их изобретениях, а также решение проблем технического характера.

Например, учитель дает домашнее задание: предложить конструкцию молотка без отдачи для работы в невесомости. А на следующем уроке, посвященном изучению внутренней энергии тел, он рассказывает об одном из удачных решений этой проблемы. Оказывается, чтобы исчезла отдача, в полость молотка следует насыпать свинцовую дробь (рис. 3.7.1). Учащиеся сами могут догадаться, что при ударе дробинки будут испытывать пластические деформации и часть механической энергии перейдет в их внутреннюю энергию, то есть в тепло.

Рис. 3.7.



Или другая проблема: при нажатии на обычную кнопку (рис. 3.7.2) происходит дребезг контактов: упругие пластины совершают колебания, цепь то замыкается, то размыкается. Интересно, что предложат школьники? Один из вариантов, — использование геркона (магнито-контактного датчика) и постоянного магнитика, приклеенного к кнопке (рис. 3.7.3). Если нажать на кнопку, магнит приблизится к геркону и его контакты притянутся друг к другу, надежно замкнув цепь.

Творческая деятельность может состоять в написании компьютерной программы. Допустим, учитель сформулировал задачу: необходимо создать тестирующую программу для проверки умения учащегося переводить число из двоичной системы счисления в десятичную. При запуске компьютер выводит случайное число в двоичном коде, тестируемый вводит ответ в десятичной системе счисления, после чего получает сообщение о том, правильный ответ или нет. Затем выводится следующее число и т.д. После десяти ответов компьютер ставит оценку. Задача сформулирована в самом общем виде, имеет много различных вариантов решения и требует творческого подхода.

Существенной характеристикой личности учащегося, занимающегося творческой деятельностью, является **креативность, показывающая уровень способности к решению творческих задач**. Креативность обучаемого не связана напрямую с уровнем интеллекта, определяемого с помощью тестов, она зависит от его умения использовать имеющуюся информацию разными способами и характеризуется следующими интеллектуальными способностями: беглость и гибкость мысли, оригинальность, любознательность, способность выдвинуть гипотезу, усовершенствовать конструкцию, способность к анализу и синтезу, фантастичность.

”Ум — не что иное, как хорошо организованная система знаний”.
К. Д. Ушинский

Важно не только сообщать учащимся новые знания, но и развивать их творческий потенциал, умение находить выход в нестандартной ситуации, приобретать новые знания. Обучение должно быть

организовано так, чтобы школьник мог почувствовать себя творческой личностью: ученым, конструктором, художником. При решении творческих задач развивается **иррациональное мышление, выражающееся в соединении несоединимого, установлении связей между несвязанными объектами, объединение понятий, которые на первый взгляд не имеют ничего общего.**

Психологи отмечают, что одаренным личностям присуще желание совершить "открытие" пусть даже известной истины, решить какую-то необычную проблему "для себя". Это иногда приводит к замедленному развитию будущего гения. Известно, что Эйнштейн дольше своих сверстников занимался решением тех же задач и отставал от них по физике. Бетховен часто удлинял свой путь в обучении музыке, стремясь всем овладеть самостоятельно. Кроме того, творческой личности присуща интеллектуальная раскованность. Она выражается в способности выдвигать оригинальные, порой совершенно "дикие" идеи, отстаивать свою точку зрения, даже если оно расходится с общепризнанным.

Высокоинтеллектуальные учащиеся могут иметь низкую креативность, но не бывает креативов с низким интеллектом. Психологи считают, что креативность обусловлена следующими интеллектуальными способностями: 1) количество идей, генерируемых учеником в единицу времени; 2) гибкость, то есть умение переключаться с одной идеи на другую; 3) оригинальность мышления, способность выдвигать идеи, отличающиеся от общепринятых; 4) любознательность — интерес к проблемам, не вызывающим интереса у других. Замечено, что высококреативные учащиеся хуже остальных решают задачи на репродуктивное мышление, входящие в состав тестов.

"Роль бессознательной работы в математических открытиях кажется мне неоспоримой".

Ж. Пуанкаре

Безусловно, учитель должен развивать творческое мышление школьников, побуждая их решать нестандартные задачи, доказывать теоремы, анализировать результаты опытов, размышлять над парадоксами, изучать творчество выдающихся ученых, конструкторов, деятелей искусства. Интуитивный прорыв зависит от индивидуальных способностей личности и имеющихся знаний, в то время как логический подход более универсален. При рассмотрении типовых задач важно в полной мере использовать логические методы решения, стремясь к усвоению его алгоритма. То есть пятиклассник должен владеть алгоритмом решения уравнения $5x + 6 = 126$, а свой творческий потенциал использовать в других неординарных ситуациях.

3.6. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ. С самого рождения человек стремится к чему-то новому и необычному. Из-за **познавательного инстинкта** человек учится распознавать различные объ-

екты, говорить, читать, познает окружающий мир. Эта **поисковая активность**, потребность в новых знаниях, впечатлениях, помогающая в окружающих явлениях увидеть что-то необычное, является важным качеством любой личности.

Мозг не может находиться в состоянии покоя, — он непрерывно воспринимает информацию, поступающую от органов чувств, перерабатывает ее, занимается решением той или иной проблемы. Человек размышляет над интересующим его вопросом, созерцает происходящие вокруг него процессы либо активно вмешивается в них. Эта направленность человека на изучение явлений окружающего мира, каких-то абстрактных умозаключений и теорий, основанная на чистом интересе, называется **любопытностью**. Она выступает в качестве **бескорыстной мотивации исследовательского поведения**. Важным условием такого поведения является оптимальный уровень сложности объекта познания. Чем в большей степени объект динамичен и неожиданен, тем легче спровоцировать учащегося на его исследование.

на уроке физики

При изучении электрических явлений, учитель может предложить учащимся "расшифровать" черный ящик, представляющий собой непрозрачную коробку с четырьмя выводами. Он говорит учащимся: "Представьте себе, что вы завладели космическим кораблем какой-то высокоразвитой цивилизации. Один его модуль, — "черный ящик", — лежит перед вами: непрозрачная коробочка с четырьмя выводами, внутри которой собрана электрическая цепь. Пришельцы оставили информацию, что скрытая цепь представляет собой комбинацию из проводников, резисторов, электролитических конденсаторов и диодов, причем содержит всего три элемента из перечисленных четырех. Перед школьниками ставится задача: с помощью батарейки, реостата и амперметра раскрыть содержание "черного ящика", то есть установить его электрическую схему." Учащиеся подключают к батарейке реостат и амперметр (рис. 3.8), после чего проводят серию опытов. Подключая щупы получившегося омметра к различным выводам "черного ящика", они определяют его начинку.

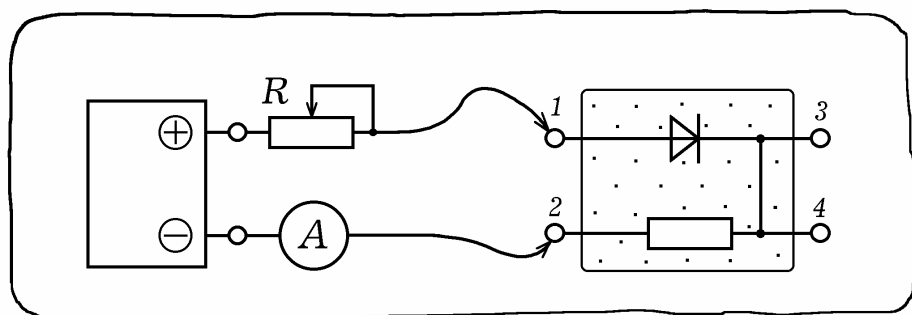


Рис. 3.8.

На **мотивацию исследовательской деятельности** влияют следующие факторы: **новизна объекта, его динамичность, сложность, когнитивный конфликт**, обусловленный противоречивостью имеющейся информации. Когда различные данные противоречат друг другу, это затрудняет распознавание, классификацию

и анализ рассматриваемого явления, ведет к противоположным заключениям. Человек при этом пытается найти непротиворечивое объяснение фактов, построить теоретическую модель, хорошо согласующуюся с имеющейся информацией. Установлено, что все новое, необычное и "неправильное", то есть неукладывающееся в рамки имеющихся представлений, притягивает внимание учащихся, стимулируя их мыслительную активность.

на уроке физики

Чтобы найти это "необычное", не обязательно выдумывать какие-то сложные задачи. В качестве примера рассмотрим проблему: Высота дерева обычно не превышает 10–15 м. А почему деревья на могут быть выше? Учащиеся, получив задание, начинают размышлять и выдвигать гипотезы. Учитель предлагает представить себе, что линейные размеры высокого дерева увеличились в $k = 10$ раз. Тогда площадь поперечного сечения возрастет в $k^2 = 100$ раз, а объем и пропорциональная ему масса — в $k^3 = 1000$ раз. При этом вес дерева, приходящийся на единицу площади его сечения, увеличиться в 10 раз, и дерево сломается. Аналогичным образом объясняется тот факт, что высота млекопитающих, живущих на суше, не превышает 5 – 7 м. Увеличение размеров в k раз привело бы к росту массы в k^3 раз. Кости, площадь сечения которых увеличилась бы всего в k^2 , не выдержали бы нагрузки. В воде действует выталкивающая сила Архимеда, поэтому размеры кита существенно больше.

При изучении явлений микромира учащиеся узнают, что в некоторых экспериментах микрочастицы (электроны, протоны ...) ведут себя как частицы, а в некоторых проявляют волновые свойства. Частица локализована в пространстве и движется вдоль определенной траектории, а волна имеет протяженность, способна интерферировать и дифрагировать. Возникает когнитивный конфликт: не может один и тот же объект одновременно обнаруживать взаимно исключающие свойства. Выход состоит в формулировке идеи корпускулярно-волнового дуализма и принципа дополнительности, согласно которым микрочастицы одновременно обладают взаимно дополняющими свойствами волны и частицы.

ВЫВОДЫ:

1. Интеллект характеризует способность человека решать разнообразные нестандартные задачи, увязывать различные элементы знаний в сложные системы.
2. Для развития воображения и творческих способностей учащихся следует ставить перед ними творческие задачи, связанные с проведением исследования, написанием реферата, подготовкой презентации.
3. Необходимо решать разнообразные ситуационные задачи-загадки, при анализе которых требуется отойти от стандартной схемы, использовать эвристический подход.
4. Рекомендуется в процесс обучения вносить элемент занимательности и поощрять любознательность как бескорыстную мотивацию исследовательского поведения.

4. ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ

Мыслительная деятельность человека часто сводится замене практических операций над реальными объектами идеальными действиями над их образами и моделями. Мышление позволяет решать практические задачи посредством теоретической деятельности, оперируя знаниями о свойствах и отношениях (части и целого, рода и вида, абстрактного и конкретного, причины и следствия, цели и средства и т.д.). Различают обыденное, художественное, религиозное и научное мышление. "Здравый смысл" или обыденное мышление формируется под воздействием повседневного опыта и является основой для развития научного мышления.

4.1. ПРОСТОТА И ДОКАЗАТЕЛЬНОСТЬ. Одним из отличительных принципов научного знания является **принцип простоты**. Научная картина мира, возникающая в сознании учащихся, должна опираться на конечный набор идей, принципов, аксиом (постулатов). **Чем меньше предположений и чем больше следствий имеет теория, тем она сильнее и совершеннее.** Примером такой теории является евклидова геометрия: в ее основе лежат пять знаменитых постулатов Евклида, из которых выводятся сотни следствий.

"Природа проста и не роскошествует излишествами".

И. Ньютон

Важным качеством научного мышления является **доказательность рассуждений**. Согласно принципу достаточного основания, **любое утверждение должно быть обосновано, то есть доказано**. Часто при обучении ложные суждения ошибочно полагаются истинными, и наоборот. Избежать этого помогает следующая установка: любое истинное утверждение должно на что-то опираться, иметь достаточное основание, чтобы считаться истиной. Различают два вида доказательства истинности: 1) **дедуктивное**, подтверждающее, что из данных аксиом или постулатов с необходимостью следует доказываемое утверждение (применяется в математике); 2) **индуктивное**, предусматривающее проведение опыта, выполнение наблюдения, установление факта, подтверждающего справедливость проверяемого тезиса (применяется в физике, химии и т.д.).

Различают два вида доказательства: 1) непосредственное, состоящее в соотнесении доказываемого тезиса с результатами опытов и наблюдений; 2) опосредованное, предполагающее сопоставление тезиса с другими утверждениями, истинность которых доказана. Так как в конечном счете критерием правильности любого суждения является практика, то и во втором случае фактически осуществляется соотнесение доказываемого тезиса с результатами наблюдений или экспериментов. Непосредственному подтверждению, как правило, поддаются факты существования объектов, явлений и зависимостей

между характеризующими их величинами. Опосредованное доказательство применяют для обоснования гипотезы, принципа, теории. При этом из доказываемого утверждения выводят следствия, формулируемые в виде конкретных силлогизмов, поддающихся опытной проверке, и затем их экспериментально доказывают.

Критерием истинности любой теории являются степень ее соответствия научным фактам. Учитель должен ссылаться на фундаментальные эксперименты и наблюдения, позволившие открыть те или иные объекты, явления и законы природы, проверить правильность теоретических рассуждений. **Большую доказательную силу имеют факты, установленные учащимися в ходе учебного эксперимента или наблюдения.** Как говорится, лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Ни какой авторитет учителя не перевесит реального опыта, который пронаблюдал или выполнил школьник. Проводя эксперимент, учитель и учащиеся как бы задают вопросы природе и получает на них определенные ответы. Результат опыта должен быть однозначным, и не допускать двусмысленного толкования: получающиеся факто—фиксирующие суждения либо подтверждают рассматриваемую теорию, либо противоречат ей. Например, при изучении взаимодействия проводника с током и постоянного магнита учитель показывает известный опыт и с его помощью обосновывает правило левой руки, связывающее направление тока, индукции магнитного поля и силы Ампера.

"Ссылка на авторитет не есть довод".

Спиноза

Учителю при обсуждении взглядов великих ученых, следует показывать их заблуждения. В этом случае у учащихся формируется такая черта научного мышления, как **антиавторитарность**: они начинают осознавать, что **ссылки на авторитеты известных мыслителей не имеют доказательной силы.** В то же время надо понимать, что если ученые придерживались тех или иных взглядов, то на это были объективные причины. Многие ошибочные теории содержат что—то рациональное, позволившее на их основе построить более правильные теории.

На уроке учитель, как правило, оказывается прав, его точка зрения аргументирована, он знает больше учащихся. Поэтому у школьников возникает желание поставить его в тупик, найти ошибку в рассуждениях. Зная это, учитель может специально "запутаться" и прийти к неверному результату, неправильному предсказанию опыта, просто в чем—то "ошибиться". Ведь даже великие ученые бывают неправы! Понятно, что в конце концов учителю следует изложить правильное решение проблемы. В других случаях он с самого начала сообщает учащимся об ошибке и предлагает исправить ее. Например, учительница математики записывает на доске три высказывания: $2 + (3 - 1) \cdot 4 = 10$, $8 - (2 + 1) \cdot 2 = 3$, $(2 + 3) \cdot 3 - 6 = 9$, и предлагает школьникам найти ложное.

Обсуждая задачу о том, какая лампа будет гореть ярче при последовательном соединении двух ламп на 100 и 60 Вт, учитель может "согласиться" с ошибочным утверждением школьников, что более мощная лампа светит сильнее. Проведение опыта опровергает данное утверждение: при последовательном соединении ярче горит лампа, номинальная мощность которой меньше. Учащиеся буквально не верят своим глазам. Учитель объясняет, что при последовательном соединении выделяющаяся мощность пропорциональна сопротивлению проводника ($P = I^2 R$), а у шестидесятиваттной лампы оно больше. Затем он повторяет опыт, соединяя лампы параллельно, — ярче горит стоваттная лампа.

4.2. ДРУГИЕ ЧЕРТЫ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ. Развитие научного мышления предполагает формирование у учащихся **уверенности в поступательном развитии науки, понимания преемственности научного знания.** Это означает, что старая теория не может быть отвергнута полностью, новая теория что-то наследует от старой (понятия, идеи, принципы), дополняет и расширяет ее.

Важным свойством научного мышления является **динамичность взглядов, критическое отношение к своим знаниям, составляющим картину мира.** В идеале учащийся (как и ученый) должен быть готов изменить или подправить свою теоретическую модель окружающей действительности, если того требуют научные факты. Существует **принцип фальсифицируемости теории: всякая научная теория должна допускать возможность ее опровержения.** Поэтому учитель, а за ним и учащиеся, должны исходить из того, что их взгляды на те или иные проблемы могут оказаться неверными или не совсем верными.

Проиллюстрировать преемственность научных знаний можно, рассказав о развитии взглядов на строение Вселенной. Изначально люди считали, что Земля плоская и покоится на трех китах. В этой теории есть доля истины: в небольших масштабах (много меньших радиуса Земли) земную поверхность можно считать плоскостью. Вычисляя площадь поля или дальность полета камня люди пользуются этой моделью. Следующая теория: Земля имеет форму шара; она движется в пространстве среди других небесных тел. Эта модель позволяет решить более сложные задачи: расчет движения спутника, определение кривизны земной поверхности и т.д. Учитель может сообщить учащимся о геоцентрической системе Птолемея, о гелиоцентрической системе Коперника, а также о современных взглядах на устройство Вселенной: о планетах, звездах, галактиках и т.д.

Научное мышление исходит из того, что каждая теория, каждая система взглядов, — это всего лишь теоретическая модель, которая в той или иной мере соответствует изучаемому явлению природы. Она содержит абсолютное и относительное знание. **Развитие науки — бесконечный процесс приближения к истине, в ходе которого осуществляется переход от неточного знания к бо-**

лее точному знанию. Любая теория имеет определенные границы применимости, за пределами которых она не будет истинной. При появлении новых фактов, необъясняемых в рамках данной теории, возникает противоречие, приводящее к совершенствованию теоретической модели. Сформировать подобные взгляды можно показывая эволюцию науки, развитие естественнонаучной картины мира. При этом следует обращать внимание на то, как возникающая теория вбирала в себя уже существующие понятия, идеи и включала в себя положения, позволяющие объяснять новые факты.

на уроке физики

При изучении механики учитель может рассказать о взглядах Аристотеля, который ошибочно утверждал, что сила — причина перемещения тела, то есть изменения его координаты. Согласно теории Галилея–Ньютона, сила является причиной ускорения, то есть изменения скорости, причем ускорение прямо пропорционально силе: $\vec{a} = \vec{F}/m$. В результате изучения движения частиц с околосветовыми скоростями были установлены границы применимости классической механики Ньютона, возникла специальная теории относительности (СТО). Согласно СТО основной закон динамики для релятивистской частицы выглядит так:

$$\vec{F} = d\vec{p}/dt, \text{ где } \vec{p} = m\vec{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Научному мышлению присущ **детерминистический подход к действительности**, согласно которому все в мире причинно обусловлено, любое явление есть следствие предшествующих явлений и причина последующих. Цель познания состоит в выявлении причины явлений и предсказания будущего. Согласно принятой сейчас **концепции вероятностного детерминизма**, информация о системе в момент t позволяет определить вероятность ее нахождения в том или ином состоянии в следующий момент $t + \Delta t$.

”Мышление по своему составу выступает как анализ, синтез, абстракция и обобщение”.

С. Л. Рубинштейн

Учитель может упомянуть концепцию механистического детерминизма Лапласа (18 в.), который утверждал: ”Состояние системы природы в настоящем есть, очевидно, следствие того, каким оно было в предыдущий момент, и если мы представим разум, который в данный момент постиг все связи между объектами Вселенной, то он сможет установить соответствующие положения, движения и общие воздействия этих объектов в любое время в прошлом или будущем”. То есть, зная начальное состояние системы, можно точно определить ее состояние в последующий момент времени. Позже была показана ограниченность этих взглядов. Многочисленные эксперименты подтвердили, что даже простые механические системы в некоторых случаях ведут себя трудно предсказуемым образом. Неизбежные погрешности измерений делают невозможным точное установление начальных условий системы, определения ее настоящего, предсказание будущего и восстановление прошлого. Пример хаотического движения — турбулентное течение жидкости.

Еще одним требованием, которому должно удовлетворять мышление учащихся является **системность знаний**. Учитель, формируя у учащихся научную картину мира, не просто сообщает совокупность фактов, принципов, законов, а строит некоторую систему знаний, в которой все эти элементы будут логически взаимосвязаны. Для этого необходимо, рассказывая о фактах, описать методы их установления, объяснить, как из них получаются эмпирические законы, формулируя принципы, показать, как из них выводятся следствия, и как эти следствия согласуются с фактами и т.д.

В процессе изучения естественных наук учащиеся иногда получают результаты, противоречащие "здравому смыслу", общепринятым представлениям или определенным научным теориям. **Учителю следует обратить внимание на парадоксальность тех или иных рассуждений**, — это повышает интерес к обсуждаемой проблеме. Структура парадокса включает в себя: 1) "старые" знания человека, в истинности которых он убежден; 2) "новые" знания, истинность которых не очевидна; 3) противоречие между "старыми" и "новыми" знаниями. Под руководством учителя учащиеся разрешают парадокс. При этом они осознают, что противоречие между двумя подходами к обсуждаемой проблеме, составляющее сущность парадокса, обусловлено: 1) ошибочностью "старых" знаний; 2) распространением "старых" знаний или повседневного опыта на ситуации лежащие за границами его применимости.

на уроке физики

Так, при рассмотрении основ теории относительности учитель может упомянуть парадокс близнецов. Близнец А остается на Земле, близнец В садится в ракету, которая улетает с большой скоростью, разворачивается и возвращается обратно на Землю. Когда близнецы встретятся, кто из них окажется моложе? С точки зрения близнеца А, он оставался неподвижным, а двигался близнец В. Близнец В считает наоборот, что неподвижным оставался он, а двигался близнец А. Парадокс разрешается так: близнец В двигался ускоренно (разгонялся, замедлялся, разворачивался), поэтому связанная с ним система отсчета не является инерциальной. Близнец А находился в инерциальной системе отсчета (вращением Земли можно пренебречь), относительно которой ускоренно двигался близнец В. В результате релятивистского замедления времени близнец В окажется моложе. Можно рассуждать иначе: система отсчета, связанная с ракетой движется ускоренно; все протекающие в ней явления происходят так же, как в соответствующем однородном гравитационном поле. Так как в гравитационном поле время течет медленнее, то близнец В окажется моложе.

Итак, в процессе изучения естественных наук у учащихся должны формироваться такие качества, как потребность объяснить явления окружающей действительности возможно малым числом причин; всесторонность анализа объекта познания; признание фактов; доказательность рассуждений; понимание неизбежности парадоксального; признание наличие границ применимости у любой теории.

4.3. РАЗВИТИЕ МЫШЛЕНИЯ. Понимание учебного материала заключается в связывании объектов и явлений с уже имеющимися у учащихся знаниями понятий, законов, принципов, результатами наблюдений и экспериментов. Мыслительная деятельность означает использование этих связей для решения определенных задач. Различают **обучение принципам и обучение способам мышления.**

Развитие мышления осуществляется путем решения задач следующих типов: 1) задачи на классификацию объектов; 2) задачи на установление сходства между объектами; 3) задачи на исключение "лишнего" объекта из данной совокупности; 4) задачи на конкретизацию понятия (из набора объектов выбираются те, что соответствуют данному понятию); 5) задачи на поиск закономерностей; 6) задачи на установление аналогий; 7) задачи на логические умозаключения; 8) задачи на преодоление инертности мышления.

Важным качеством, требующимся при изучении естественнонаучных дисциплин, является **умение наблюдать и сравнивать.** Допустим, учитель демонстрирует учащемуся какой-то объект (минерал) или явление природы (химическую реакцию). Любой объект познания бесконечно сложен, а наряду с изучаемым явлением, как правило, происходят какие-то сопутствующие процессы. Учащийся должен уметь выделять существенные характеристики явлений, устанавливая их свойства и отношения, вычленять изучаемый объект из совокупности других однородных объектов, выявлять общие черты и различия. При этом приходится определять основу сравнения, то есть существенные признаки, по которым сравниваются объекты познания.

"Люди видят лишь то, что готовы увидеть".

Р. Эмерсон

Психологи установили, что **отбор и переработка информации происходит уже в процессе восприятия объекта.** Учащийся обращает внимание на одни объекты и совсем не замечает другие. Как правило, внимание концентрируется на ярких предметах и явлениях, производящих впечатление, а также на различных процессах, движении тел, превращении веществ, изменении окраски и т.д. Результат мыслительной деятельности зависит от отбора интересующей информации, которая определяется строением объекта, личным опытом и знаниями учащегося, а так же методики обучения.

Интеллект учащегося определяется видом мышления (познавательное, творческое), качеством ума (сообразительность, самостоятельность), познавательными процессами (восприятие, память, воображение), мыслительными операциями и целостной системой знаний. Большое значение для развития интеллектуальных способностей имеет изучение математики, — единственной науки, оперирующей только абстрактными объектами (числами, геометрически-

ми фигурами и телами). Основным мотивом изучения математики является желание учащихся познать количественные закономерности явлений природы, уметь вычислять геометрические характеристики (площадь, объем) окружающих тел. При этом важно подчеркивать практическое значение математических вопросов и проблем.

на уроке математики

Поучительной в этом смысле является история появления чисел, которую обычно рассказывают школьникам. Для счета овец в стаде достаточно целых чисел. Чтобы вычитать большее число из меньшего, необходимы отрицательные числа. Деление целого на части приводит к введению рациональных чисел, записываемых в виде обыкновенных дробей. Уравнения типа $x^3 = 5$ или $e^{2x} = 10$ решаются лишь после введения иррациональных чисел, то есть чисел, представимых в виде бесконечных десятичных дробей. Объединение множеств рациональных и иррациональных чисел дает множество действительных чисел. Чтобы решать уравнения вида $x^2 = -6$, следует ввести комплексные числа. Таким образом, развитие математики (как и других наук) обусловлено потребностями людей решать те или иные задачи.

Особое место в формировании пространственных представлений занимает геометрия. Ее развитие потребовало оцифровки пространства и рационализации большой совокупности наблюдений за окружающими телами. Учащиеся должны понимать, что в природе не существует прямых, окружностей, параллелограммов, конусов и других чисто идеальных объектов, с которыми оперирует наше сознание. Чтобы определить объем кирпича или площадь поверхности футбольного мяча, мы абстрагируемся от ряда их физических свойств, заменяя рассматриваемые объекты их геометрическими моделями — идеальными прямоугольным параллелепипедом или шаром. После этого используется формула $V = abc$ или $V = 4\pi R^3/3$, справедливость которой для данного геометрического тела строго доказана. Точность решения задачи зависит от степени близости формы физического тела (кирпича или мяча) к соответствующему геометрическому телу (параллелепипеду или шару).

Научный стиль мышления предполагает овладение целым рядом универсальных методов познания. Перечислим их: 1) **абстрагирование** — мысленное отвлечение от несущественных свойств и связей объектов; 2) **идеализация** — мысленное образование абстрактного объекта, имеющего некоторые свойства, присущие реальному объекту; 3) **аналогия** — метод познания, при котором из сходства некоторых признаков двух объектов делается вывод о сходстве других признаков; 4) **моделирование** — материальное или мысленное создание системы, замещающей объект познания, написание системы уравнений, описывающей объект познания; 5) **мысленный эксперимент** — теоретический анализ воображаемой ситуации, которую невозможно создать в реальности.

4.4. ПРИНЦИПЫ ПРАВИЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ. Логическое мышление не дается человеку от рождения, оно развивается в процессе обучения. Учитель, формируя правильное мышление, должен иметь представление **о формально–логических законах, которые сложились объективно в результате многовековой практики человеческого познания.** В этих законах логики отразились такие привычные для нас свойства окружающих предметов, как определенность, устойчивость, невозможность присутствия и отсутствия одних и тех же признаков.

"Люби истину, но будь снисходителен к заблуждениям".
Вольтер

Перечислим принципы правильного мышления (законы логики):

1. Закон тождества: В процессе рассуждений, в течение дискуссии всякое понятие и суждение должны быть тождественны самим себе. Иными словами, нельзя одно понятие подменять другим, а тождественные мысли выдавать за различные; это является логической ошибкой. Необходимо четко определять используемые понятия и применять их в соответствии с данным определением. Нельзя путать физическое поле со скалярным или векторным (то есть математическим) полем, ЭВМ как конкретное устройство с обобщенным понятием ЭВМ, включающим в себя совокупность всех компьютеров, не следует одним и тем же символом обозначать разные величины.

2. Закон непротиворечия: Два противоречивых суждения не могут быть одновременно истинными. Объект либо существует, либо нет, либо обладает некоторым свойством, либо не обладает им. Если утверждая существование объекта или его некоторое свойство, одновременно отрицать это же самое, то возникает логическое противоречие.

3. Закон исключенного третьего: Если имеются два противоречащих друг другу суждения, то одно истинно, другое ложно, а третьего не дано. Закон выполняется в традиционной двузначной логике, его объективными предпосылками является наличие у объектов познания устойчивых состояний, постоянных свойств и отношений между ними.

4. Закон достаточного основания: Всякое истинное суждение должно быть достаточно обосновано. Иными словами, учитель, утверждая истинность некоторого тезиса, должен предъявить достаточно убедительные доказательства. Ими являются рассуждения, опирающиеся на факты, законы, принципы, аксиомы.

4.5. ФОРМИРОВАНИЕ ПОНЯТИЙ. Важным качеством научного мышления является его **абстрактность.** Учащийся должен легко рассуждать не только о том, что он в настоящий момент воспринимает органами чувств. К основным формам абстрактного мышления относятся понятия, суждения и умозаключения. **Понятия** вводятся

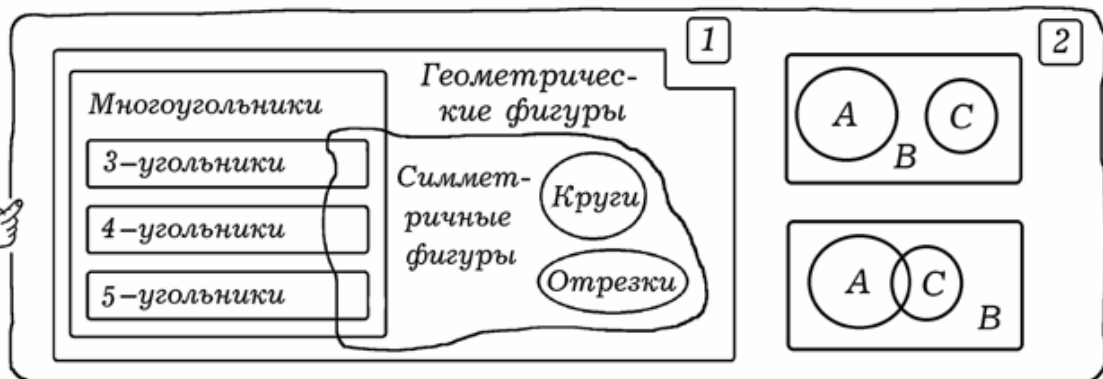
с помощью определений, в которых отражаются существенные признаки объекта. Формирование понятий осуществляется с помощью следующих логических приемов: абстрагирование, анализ, синтез, сравнение, обобщение. Определение понятия требует указание рода (множество объектов, из которого выделяют определяемое подмножество объектов) и видового отличия (совокупность признаков, позволяющих выделить определяемое подмножество предметов из числа объектов, соответствующих родовому понятию). Например, "параллелограмм — это четырехугольник, у которого противоположные стороны параллельны", "углеводороды — вещества, молекулы которых состоят из атомов углерода, водорода и кислорода".

**"Долг путь поучения, короток и успешен путь примеров".
Сенека**

Номинальное определение дается научным терминам, знакам, символам, которые обозначают или заменяют понятие: " S — это площадь поверхности", "мощностью называется отношение совершенной работы к соответствующему промежутку времени" и т.д. Кроме перечисленных выше явных определений существуют неявные определения: 1. Определение понятия через контекст, при котором учащийся догадывается о значении того или иного слова, исходя из смысла текста. 2. Индуктивное определение путем задания правила, позволяющего перебрать все объекты, соответствующие понятию. Пример индуктивного определения понятия целого числа: 1) 0 — целое числа; 2) если k — целое число, то $k + 1$ и $k - 1$ — тоже целые числа. 3. Определение отношения, даваемое с помощью аксиоматического метода. Пусть имеется множество предметов A, B, C, D, \dots и между ними установлено отношение "превосходит". Дадим определение термину "превосходит" так: 1) никакой объект не превосходит самого себя; 2) если A превосходит B , а B превосходит C , то A превосходит C .

— на уроке математики —

Рис. 4.1.



Для того, чтобы сформировать у учащихся знания об отношениях между различными понятиями, используют диаграммы Эйлера, на которых каждая фигура, ограниченная замкнутой линией, соответствует некоторому понятию. На рис. 4.1.1 показана диаграмма Эйлера, на которой изображены понятия "геометрическая фигура", "многоугольники", "треугольники", "четырёхугольники",

"пятиугольники", "круги", "отрезки", "симметричные фигуры". Видно, что объемы понятий "пятиугольники" и "симметричные фигуры" совпадают частично, то есть они находятся в состоянии перекрещивания. Понятие "многоугольники" полностью включает в себя объем понятия "треугольники", то есть они находятся в отношении подчинения. Понятия "симметричные четырехугольники" и "несимметричные четырехугольники" находятся в отношении противоречия.

При изучении числовых множеств учитель может предложить учащимся решить следующую логическую задачу. Пусть все A суть B , а некоторые B суть C . Следует ли отсюда, что обязательно некоторые A суть C ? Из рис. 4.1.2 видно, что не обязательно некоторые A суть C . Можно привести пример, когда утверждение "некоторые A суть C " ложно: $A = \{1, 2, 3, 4\}$, $B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$, $C = \{6, 7, 8, 9\}$.

Так как одни понятия определяются через другие, то невозможно строго определить все понятия: всегда останутся основные понятия, которые не определены. Если определять основное понятие через неосновные, то возникнет логический круг: "электрические заряды — частицы, создающие вокруг себя электрическое поле", "электрическое поле — это поле, создаваемое электрическими зарядами". Поэтому для введения понятий используют такие приемы, как описание или характеристика. Например, "слон — это массивное животное с хоботом", "нейтрон — элементарная частица с массой $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, не несущая электрический заряд". Часто используют разъяснение понятия посредством примера. Так, учитель, вводя понятие "электрический заряд", анализирует опыт с потертой о мех расческой, к которой притягиваются мелкие кусочки бумаги. При этом он говорит: расческа после трения о мех приобретает новое качество, которое называется электрическим зарядом. Или иначе, путем перечисления нескольких объектов, составляющих определяемое понятие: "животный мир — это рыбы, птицы, млекопитающие", "металлами называются медь, железо, алюминий, ртуть и т.д."

"Все существующее имеет основание для своего существования".

Лейбниц

Формирование понятий включает в себя следующие этапы:

1. Учитель предъявляет учащимся различные объекты (явления), различающиеся по всем признакам, кроме существенных, или похожих по всем признакам, кроме существенных. Например, вводя понятие четырехугольники, учитель рисует ромб, квадрат, прямоугольник, параллелограмм, трапецию и т.д.

2. Учащиеся проводят наблюдения объектов, выделяют их основные свойства, связи, отношения. Общее свойство четырехугольников — четыре угла. Общее свойство планет, — в том, что они связаны с Солнцем силами притяжения и вращаются вокруг него по орбитам.

3. Учащиеся под руководством учителя сравнивают и сопоставляют существенные свойства, которые присущи объектам одной группы и (или) отличают их от объектов другой группы. Например, все

щелочные металлы хорошо реагируют с водой. Звезды отличаются от других небесных тел тем, что они излучают свет.

4. Учитель абстрагирует выделенные свойства и закрепляет их в термине, формулирует определение понятия.

5. Учитель осуществляет обобщение понятия путем его применения к различным объектам.

Перечислим условия формирования понятий: 1) мотивация учащегося, его интерес к изучаемому вопросу; 2) наличие требуемых знаний и умений; 3) сообщение цели формирования понятия, указание круга задач, в которых оно используется; 4) направленность мышления на свойства объекта, многократные попытки и проверка результатов. Итак, чтобы в сознании школьников сформировать понятие, необходимо организовать такую учебно-познавательную деятельность, в ходе которой учащиеся анализировали бы объекты, выявляли бы их свойства и отношения. Следует также показать значение понятия для решения определенной совокупности задач.

4.6. ДЕДУКТИВНЫЕ УМОЗАКЛЮЧЕНИЯ. В суждениях либо утверждается, либо отрицается существование объектов, наличие у них свойств и отношений между ними. Как правило, относительно любого суждения можно сказать, что оно истинно (соответствует действительности), либо ложно (противоречит реальному положению вещей). Простое атрибутивное суждение включает в себя субъект, предмет, связку и кванторное слово. Например, в суждении "любая собака не есть птица" субъектом S является "собака", предикатом P , отражающим некоторое понятие об обсуждаемом признаке субъекта, является "птица". Связка выражается словами "есть", "является", "суть", "относится" и т.д. Кванторное слово "любой", "все", "ни один", "некоторые" и др. стоит перед субъектом суждения и указывает ко всему объему понятия или лишь к части относится данное суждение. Различают следующие виды суждений: 1) **суждения существования:** "существует протон", "не существует динозавров"; 2) **суждение свойства:** "крокодилы зеленые", "свинец тяжелый"; 3) **суждения с отношениями:** "слоны тяжелее муравьев", "Юпитер больше Земли".

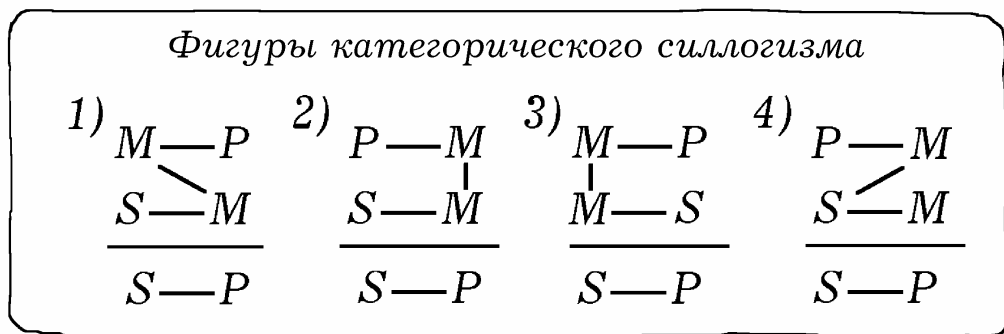
"Если я рассуждаю логично, то это значит только то, что я не сумасшедший, но вовсе не доказывает, что я прав".

И. П. Павлов

Для получения нового суждения из одной или нескольких посылок используется правило логического вывода. Этот процесс называется умозаключением. Различают следующие виды умозаключений: **дедуктивные, индуктивные и по аналогии.** Процесс получения заключений из посылок называется выведением следствий; он осуществляется в соответствии с правилами дедуктивных умозаключений. **Условиями истинности заключения является истинность**

посылок и логическая правильность вывода. Непосредственное умозаключение делается из одной посылки, являющейся категорическим суждением. Различают превращения, обращения, противопоставление предикату и умозаключения по "логическому квадрату". Существует два способа превращения: 1) $S \text{ есть } P \rightarrow S \text{ не есть не-}P$: (Любая корова есть млекопитающее) \rightarrow (Ни одна корова не является немлекопитающим). 2) $S \text{ есть не-}P \rightarrow S \text{ не есть } P$: (Все пластмасы являются непроводниками) \rightarrow (Ни одна пластмасса не является проводником).

Рис. 4.2.



В обращении происходит перемена мест субъекта и предиката: $S \text{ есть } P \rightarrow P \text{ есть } S$: (Все прямоугольники есть многоугольники) \rightarrow (Некоторые многоугольники являются прямоугольниками). Противопоставление предикату происходит по схеме: $S \text{ есть } P \rightarrow \text{не-}P \text{ не есть } S$: (Все муравьи есть насекомые) \rightarrow (Ни одно насекомое не является муравьем). Можно провести **умозаключение по "логическому квадрату"**: Допустим, имеются два общих утверждения (1: Все утки белые) и (2: Ни одна утка не белая), которым подчинены частные суждения (3: Некоторые утки белые) и (4: Некоторые утки не белые). Суждения 1 и 4, 2 и 3 противоречат друг другу, то есть если одно истинно, то другое ложно. **Категорическим силлогизмом** называется дедуктивное умозаключение, построенное на двух истинных категорических суждениях, в которых субъект S и предикат P связаны средним термином M . Различают четыре фигуры категорического силлогизма (рис. 4.2). Рассмотрим примеры:

- 1) Все металлы (M) проводят ток (P)
Алюминий (S) есть металл (M)

Алюминий (S) проводит ток (P)
- 2) Все ящерицы (P) — земноводные (M)
Это животное (S) не земноводное (M)

Это животное (S) не является ящерицей (P)
- 3) Все муравьи (M) строят жилище (P)
Все муравьи (M) — насекомые (S)

Некоторые насекомые (S) строят жилище (P)

- 4) Все собаки (P) – млекопитающие (M)
Ни одно млекопитающее (M) не есть птица (S)
-

Ни одна птица (S) ни есть собака (P)

Чисто условное умозаключение — это опосредованное умозаключение, в котором обе посылки есть условные суждения. Оно имеет структуру: 1. (Если A, то B), (Если B, то C) → (Если A, то C); 2. (Если A, то B), (Если не-A, то B) → B. Например:

- 1) Если у многоугольника три угла, то это – треугольник
Если это – треугольник, то сумма углов равна 180°
-

Если у многоугольника три угла, то их сумма равна 180°

- 2) Если тело – жидкость, то состоит из молекул
Если тело – не жидкость, то состоит из молекул
-

Тело – состоит из молекул

Условно–категорическое умозаключение содержит две посылки: одна — условное суждение, а другая — простое категорическое суждение. Оно имеет структуру: 1. (Если A, то B), (A) → (B); 2. (Если A, то B), (не-B) → (не-A). Например:

- 1) Если кубик железный, то он тонет в воде
Кубик железный
-

Кубик тонет в воде

- 2) Если происходит эта реакция, то изменяется цвет раствора
Цвет раствора не изменяется
-

Эта реакция не происходит

При обучении математике и естественным наукам используются и другие виды дедуктивных умозаключений: разделительные, условно–разделительные, сведение к абсурду, рассуждение "от противного".

на уроке физики

Так, при изучении электромагнитной индукции учитель физики рассказывает о правиле Ленца: индукционный ток направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению внешнего магнитного поля, породившего этот ток. Предположим обратное: допустим, что внешнее магнитное поле растет и индукционный ток, текущий по замкнутому витку, создает магнитное поле, сонаправленное с внешним магнитным полем. Это приведет к росту энергии магнитного поля и нагреванию витка, что противоречит закону сохранения энергии. Следовательно наше предположение не верно.

Рассмотрим другой пример: Аристотель утверждал, что тяжелые тела падают быстрее легких. Галилей рассуждал так: допустим тяжелое падает быстрее легкого, тогда как они будут падать, если их связать вместе? Тяжелое тело будет замедляться, а легкое — ускоряться, значит скорость падения будет средней. Но по теории Аристотеля их общая скорость падения должна возрасти, так как масса увеличилась. Отсюда следует, что Аристотель не прав: все тела независимо от массы должны падать с одним и тем же ускорением. Позже это было доказано экспериментально.

Не всегда рассуждения "от противного" приводят к опровержению исходного положения. Известна история, как математики пытались доказать, что пятый постулат Евклида (через любую точку можно провести только одну прямую, параллельную данной) является следствием первых четырех постулатов. Используя метод "от противного" Лобачевский сформулировал обратное утверждение: через точку можно провести как минимум две прямые, параллельные данной. Проводя дальнейшие рассуждения, ученый не пришел к противоречию, и создал логически стройную теорию, названную геометрией Лобачевского.

4.7. ИНДУКТИВНЫЕ УМОЗАКЛЮЧЕНИЯ. Индукцией называется логический переход от частного к общему, то есть умозаключение от знания меньшей степени общности к новому знанию большей степени общности. **В отличие от дедуктивных, индуктивные рассуждения позволяют получить не достоверные, а лишь правдоподобные заключения.** Если общее заключение о всех объектах данного типа осуществляется в результате рассмотрения каждого объекта, то такое умозаключение называется полной индукцией. В случае, когда число объектов достаточно велико или бесконечно и учитель может рассмотреть все элементы данного типа, используется неполная индукция. Например:

Коровы имеют кровеносную систему
Собаки имеют кровеносную систему
Лошади имеют кровеносную систему
Коровы, лошади, кошки, собаки – млекопитающие

Все млекопитающие имеют кровеносную систему

Под **научной индукцией** обычно понимают умозаключение, в котором общее заключение об объектах данного класса делается на основании познания их существенных признаков и причинно-следственной связи наблюдаемых явлений. Она также не охватывает все объекты изучаемого класса. Достоверность заключений научной индукции обусловлена тем, что в ней учитывается причинная связь явлений, она опирается не столько на большое число фактов, сколько на глубину их анализа и определение причинной связи между ними. Именно благодаря научной индукции можно перейти от частных фактов к общим законам.

на уроке физики

Например, при изучении закона Ома учитель физики проводит 5 опытов, измеряя силу тока, протекающего через металлический проводник при различных напряжениях. Изучая зависимость тока от напряжения, он на доске строит соответствующий график по 5 точкам. При этом осуществляется индуктивный переход: на основе результатов нескольких измерений формулируется эмпирический закон: сила тока, протекающего через металлический проводник, прямо пропорциональна напряжению. Учитель обобщая эксперименты, поставленные Омом и другими учеными, утверждает, что данная зависимость тока от напряжения имеет место

для любого металлического проводника при проведении опыта в любой момент времени и в любой области пространства. При необходимости рассматривается качественная модель этого явления.

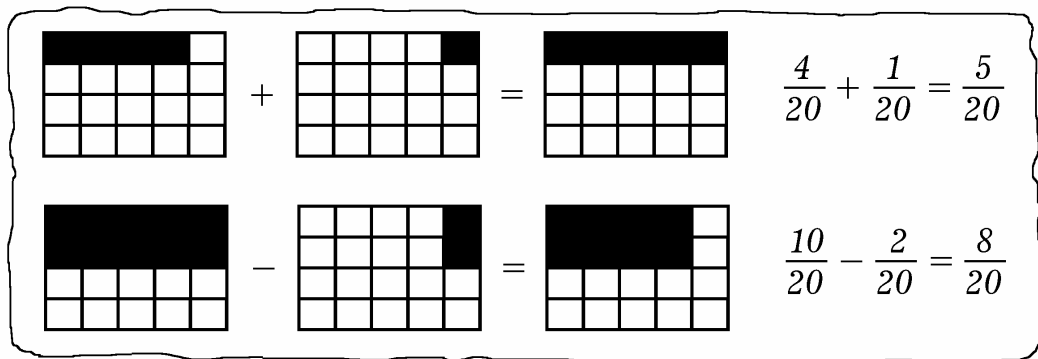
4.8. ИНДУКЦИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ. В переводе с латинского "индукция" означает "наведение", то есть наведение на догадку или гипотезу. Чисто индуктивные рассуждения в математике играют эвристическую роль: они позволяют выдвинуть предположение, догадаться о решении задачи.

на уроке математики

Например, учитель, чтобы как-то обосновать истинность формулы $a(b + c) = ab + ac$, предлагает каждому ученику подставить в нее конкретные числа a, b, c . Получается так: $2 \cdot (5 + 3) = 2 \cdot 5 + 2 \cdot 3$, или $2 \cdot 8 = 10 + 6$, $16 = 16$. Учащиеся, убеждаясь в истинности этой формулы для различных a, b, c , делают вывод, что она справедлива во всех случаях. На другом уроке учитель предлагает всем учащимся нарисовать треугольники, с помощью транспортира измерить их углы и найти сумму. Учащиеся сообщают результаты своих измерений, которые учитель записывает на доске: 178, 182, 181, 176, 184 ... Учитывая погрешность измерений, учащиеся обобщают полученные результаты, формулируя вывод: сумма углов любого треугольника равна 180 градусов.

Или другой пример: при изучении сложения дробей учитель предлагает следующее: "Нарисуйте в тетради прямоугольник из 20 клеток (4 ряда по 5), что будет соответствовать целому, то есть 1. Одним цветом закрасьте 4 клетки, то есть $1/5$ от целого прямоугольника. Другим цветом закрасьте 1 клетку, то есть $1/20$. Всего будет закрашено 5 клеток, что соответствует $5/20 = 1/4$, значит $1/5 + 1/20 = 1/4$ (рис. 4.3). Этот же результат можно получить иначе: привести две дроби к одному знаменателю и сложить числители: $1/5 + 1/20 = 4 \cdot 1/(4 \cdot 5) + 1/20 = 4/20 + 1/20 = 5/20 = 1/4$. Используя этот метод, вычислите разность $1/2 - 1/10$. Из рис. 4.3 видно, что получается $4/10$. В самом деле, $10/20 - 2/20 = 8/20 = 4/10$. Сформулируйте правило сложения или вычитания дробей с разными знаменателями".

Рис. 4.3.



Следует понимать, что **подобные индуктивные рассуждения не могут считаться строгим доказательством**, так как утверждение может быть истинным в целом ряде частных случаев и при этом оставаться ложным вообще. Математика является дедуктивной теорией, все математические утверждения (кроме аксиом) доказываются только дедуктивно, то есть логически выводятся из более общих положений.

Одним из дедуктивных методов доказательства утверждения A является метод математической (совершенной) индукции. Он состоит в следующем: 1) доказывают истинность данного утверждения A для одного или нескольких натуральных чисел (обычно, для $k = 1$); 2) доказывают, что если утверждение A истинно для любого натурального k , то оно является истинным для $k + 1$.

на уроке математики

В качестве примера рассмотрим задачу: Вычислить сумму:

$$S_n = \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 4} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n + 1)}.$$

Так как $S_1 = 1/2$, $S_2 = 2/3$, $S_3 = 3/4$, $S_4 = 4/5$, $S_5 = 5/6$, то можно предположить, что $S_n = n/(n + 1)$. Для $n = 1$ это равенство истинно, так как $S_1 = 1/2$. Предположим, что оно выполняется для $n = k$, то есть $S_k = k/(k + 1)$. Докажем, что она верна и для $n = k + 1$, то есть $S_{k+1} = (k + 1)/(k + 2)$:

$$\begin{aligned} S_{k+1} &= S_k + \frac{1}{(k + 1)(k + 2)} = \frac{k}{k + 1} + \frac{1}{(k + 1)(k + 2)} = \\ &= \frac{k(k + 2) + 1}{(k + 1)(k + 2)} = \frac{k^2 + 2k + 1}{(k + 1)(k + 2)} = \frac{k + 1}{k + 2}. \end{aligned}$$

Утверждение доказано, задача решена.

4.9. ОПРОВЕРЖЕНИЕ ОШИБОЧНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ. Определенный интерес для формирования научного мышления учащихся имеет **рассмотрение ошибочных гипотез и теорий с их последующим опровержением.** Развитие естественных наук обусловлено объективными законами, возникновение не совсем верных гипотез и теорий вызвано особенностями восприятия и осмысления человеком окружающих явлений. **Современный школьник как бы проходит те же стадии развития, что и все человечество только за более короткое время.** То есть на каком-то этапе ребенок считает Землю плоской, пространство и время воспринимаются абсолютными, вещество непрерывным и т.д. Позже школьник узнает о строении атома, считая, что он состоит из заряженных шариков-электронов, движущихся вокруг заряженного ядра, объясняет теплообмен с позиций молекулярно-кинетической теории. Затем знакомится с основами квантовой физики, теории относительности и т.д.

Формирование научного мышления должно включать в себя опровержение или постановку под сомнение наиболее известных лжетеорий, которые достаточно широко распространены в обществе и оказывают определенное влияние на мировоззрение людей. Перечислим некоторые из них перечислены некоторые из них: теория о существовании бога или некоего "космического разума", который правит миром; теория о создании мира богом; теория о создании животных и человека богом; астрологические теории о влиянии звезд на судьбу человека, ее зависимость от даты рождения; теория о существовании души или ауры — некоторой неуловимой субстанции,

присущей только живым существам; теория о "летающих тарелках" с инопланетянами, контролирующими жизнь на Земле; теория паранормальных явлений: левитация человека, прилипание различных предметов к рукам и другим частям человеческого тела, телекинез и т.д.; теория о предопределенности судьбы отдельного человека, человеческого общества и всей вселенной.

Всем этим псевдонаучным теориям присуще следующее: интересная гипотеза выдается за истинную теорию, которую, якобы, легко подтвердить экспериментом. На самом деле **перечисленные выше теории экспериментально не доказаны и поэтому их нельзя отнести научному знанию.** Учитель, сталкиваясь с различными заблуждениями в беседах с учащимися, должен быть готов проанализировать их на предмет обоснованности. Перечисленные выше теории, безусловно, имеют право на существование, и представляют интерес как типичные ошибки, через которые проходят люди в процессе познания окружающего мира.

Посещения уроков, беседы с учителями показывают, что далеко не все из них правильно представляют свою роль в формировании научного взгляда учащихся на перечисленные выше проблемы. Нередко учителя и преподаватели физики не только верят в инопланетян, полтергейст и т.д., но и "учат" этому на занятиях. Это, безусловно, привлекает внимание школьников, способствует повышению интереса к предмету, но и наносит определенный вред, так как формирует у учащихся не критическое отношение к сообщаемой информации, бездоказательность мышления. Учитель должен обучать современному состоянию науки, формировать естественно-научную картину мира, а не знакомить учащихся со своими заблуждениями, не имеющими ничего общего с научным знанием.

на уроке биологии

Обсуждая вопрос о возникновении жизни на Земле, учитель перечисляет основные теории, посвященные этой проблеме: 1. Креационизм: жизнь возникла в следствие сверхсобытия в прошлом. 2. Теория стационарного состояния: Земля существовала вечно, она обладала способностью поддерживать жизнь. 3. Теория спонтанного зарождения: при соответствующих условиях определенные вещества могут создавать живой организм. 4. Теория панспермии: жизнь на Землю была занесена из космоса кометами, метеоритами, НЛО. 5. Теория биохимической эволюции: Жизнь — результат самоорганизации неживой материи. 3 – 4 млрд. лет назад на поверхности охлаждающейся Земли образовались сложные органические вещества. В результате их длительной эволюции появились разнообразные растения и животные. Рассматривая ошибочные теории (пункты 1–4), учащиеся лучше понимают сущность научного метода, законы развития науки, учатся критически подходить к получаемой информации, доказывать и опровергать теоретические положения.

Не менее важным для формирования научного мышления является **умение учителя опровергать высказываемые учащимися суждения, доказывая их ложность.** Например, измеряя плот-

ность стального тела, школьники часто испытывают затруднения при переводе показаний приборов в систему СИ, получая заниженные результаты типа $0,027 \text{ кг/м}^3$. В таких ситуациях достаточно поинтересоваться: Что тяжелее сталь или вода? Чему равна плотность воды? После ответов на эти вопросы школьники сами осознают неправильность полученных результатов. Измеряя длину тела штангенциркулем, учащиеся часто ошибаются на сантиметр и более. Методически более правильным является не простая констатация ошибочности измерений, а их опровержение, осуществляемое самим же учащимся при контрольном измерении длины тела линейкой.

на уроке физики

Например, учитель продемонстрировал известный опыт по самоиндукции: при замыкании цепи, лампочка, соединенная последовательно с катушкой индуктивности, загорается позже второй лампочки, соединенной последовательно с резистором. Учащиеся дали неправильное объяснение: обмотка катушки индуктивности имеет большую длину и поэтому электромагнитное поле, распространяясь по проводнику после замыкания цепи, затрачивает большее время. Учитель, похвалив учащегося, должен не просто сказать, что эти объяснения ошибочны, ему нужно опровергнуть это объяснение. Для этого можно оценить время прохождения электромагнитным полем расстояния 10 км ($3,3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$). Очевидно, что оно существенно меньше времени инерционности зрения ($0,02 - 0,04 \text{ с}$). Поэтому пронаблюдать подобное запаздывание непосредственно глазом принципиально невозможно. Отсюда следует, что задержка в загорании лампы на $0,5-1 \text{ с}$ объясняется другими причинами (явлением самоиндукции).

ВЫВОДЫ:

1. Учитель должен формировать у учащихся следующие качества научного мышления: простота, доказательность, антиавторитарность, уверенность в поступательном развитии науки, динамичность взглядов, критическое отношении к своим знаниям, системность.
2. На уроках следует обращать внимание на применение основных методов познания: абстрагирование, идеализация, аналогия, моделирование, мысленный эксперимент.
3. Надо не просто сообщать истину, а учить школьников доказывать ее, проводя дедуктивные и индуктивные рассуждения, ссылаясь на научные факты. Большую доказательную силу имеют факты, установленные учащимися при выполнении учебных экспериментов и наблюдений.
4. Важное значение имеет опровержение известных лже-теорий, а также логическое обоснование ложности неправильных суждений, высказываемых учащимися.