

М. В. Исупов

**РЕШАЕМ
КАЧЕСТВЕННЫЕ
ЗАДАЧИ**

Тепловые явления

**Часть 3. Поурочные методические
рекомендации для учителей**

Киров – 2003

ББК 22.3я72

И 85

И 85 Исупов М. В. Решаем качественные задачи: Тепловые явления. Ч. 3. Поурочные методические рекомендации для учителей. – Киров: КФМЛ, 2003. – 40 с.

Пособие рассчитано на учителей средних школ и школ с углубленным изучением физики и математики; также будет полезно старшеклассникам и студентам физических специальностей пединститутов.

© Кировский физико-математический лицей, 2003

© М. В. Исупов, 2003

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

на примере изучения темы «Тепловые явления» (основная школа)

Возьмем за основу программу, рассчитанную на 46 часов при 4 часах в неделю (2 спаренных урока) (см. Приложение №1).

Урок 1. Основные положения молекулярно-кинетической теории.

Первый урок по теме «Тепловые явления» нужно посвятить повторению материала, касающегося строения вещества. Так как тема в основной школе рассматривается на качественном уровне, то для ее повторения эффективнее использовать качественные вопросы и задачи, вскрывающие понимание сути, а не репродуктивные вопросы на простое знание материала. Урок лучше начинаем с постановки проблемы: «*Что такое теплота?*». После анализа ответов можно привести слова М. В. Ломоносова: «*Теплота тел состоит во внутреннем их движении*». Получается, для того чтобы изучать тепловые явления нужно вспомнить материал о внутреннем строении тел.

Из форм использования качественных задач больше подходит эвристическая беседа. Основная цель такого решения качественных задач не просто получение ответа, а выделение и актуализация применяемых при решении знаний. Поэтому после решения каждой задачи вывод нужно сформулировать, а основные положения молекулярно-кинетической теории записать. Для решения можно предложить следующие задачи. «*Если смешать равные объемы двух разных жидкостей, то суммарный объем вопреки ожиданиям не удвоится, а будет немного меньше суммы первоначальных объемов. Так, если смешать по 100 см³ воды и спирта, то объем полученной смеси будет не 200 см³, а 196 см³. Почему такое возможно?*»; «*Длина столбика ртути в трубке медицинского термометра увеличилась. Увеличилось ли при этом число молекул ртути? Как изменился объем каждой молекулы ртути в термометре?*». Рассматривая подобные задачи, делаем вывод, что *тела состоят из молекул и пустот*. «*Чем отличаются молекулы горячей и холодной воды?*» – делаем вывод о неразличимости молекул одного вещества, а также о том, что молекулы участвуют в движении и чем больше температура, тем больше их средняя скорость. «*Чем отличается движение молекулы углекислого газа в воздухе (в земной атмосфере) от ее движения в вакууме?*» – молекулы в телах из-за их

большого количества движутся хаотично. Как это можно доказать на практике? Вспоминаем явление диффузии и броуновское движение. Если учащиеся не называют примеры с броуновским движением, можно попросить учащихся объяснить такую ситуацию: *«Если рассматривать в микроскоп каплю сильно разбавленного молока, то можно увидеть, что плавающие в воде мелкие капельки жира непрерывно движутся»*. На примере нескольких задач важно рассмотреть свойства диффузии: *«Почему в горячем чае сахар растворяется быстрее, чем в холодном?»*; *«Может ли происходить диффузия в твердых телах? Каким образом?»*. На примере растяжения резинового жгута и сжатия твердого тела рассматриваем существование сил взаимодействия между молекулами. Далее иллюстрируем короткодействие этих сил: *«Почему при небольших деформациях тел возникает сила упругости, а при значительных деформациях тела разрушаются (ломаются)?»*; *«Чтобы разорвать кусок проволоки, требуются значительные усилия. Почему же, если раскалить проволоку в пламени горелки, то разрывается она намного легче?»*; *«Почему сломанный карандаш мы не можем соединить так, чтобы он снова стал целым, а два куска пластилина соединяются в одно целое достаточно просто»*. Можно показать опыт со свинцовыми цилиндрами, демонстрирующий существование сил притяжения между молекулами. Но вместо разбора опыта лучше задать вопрос, при ответе на который требуется понимание механизмов данного явления: *«Почему для демонстрации используют цилиндры из свинца, а не из стали?»*.

При наличии времени можно рассмотреть явления смачивания и несмачивания. Эффектны различные опыты с их последующим объяснением. Например, *«Если из полного стеклянного стакана налить воду, то она легко проливается мимо, стекая по поверхности стакана. Но если взять жирный (плохо вымытый) стакан, то вода будет проливаться меньше. Чем можно объяснить эти явления? Где можно применять данное явление на практике?»*.

В заключении применяем молекулярные представления о строении вещества для объяснения свойств различных агрегатных состояний. Поскольку в производстве и в быту наиболее широкое применение имеет вода, объяснение нового материала лучше начать с рассмотрения агрегатных состояний на примере воды. Но вместо простого вспоминания различных свойств и их объяснений, целесообразнее решить качественные задачи, например: *«Можно ли детский воздушный*

шарик заполнить воздухом на 50% его объема? А на 80%?»; «Какова будет форма жидкости, если перелить ее из стакана в круглую колбу, в коническую мензурку? Изменится ли при этом объем жидкости?»; «На каком свойстве воды основано удаление воды из белья после стирки (отжим)?» и т.п. Важно также разобрать и уточнить обыденные представления о паре: «При кипении воды в чайнике из его носика вырывается “пар”. Какое это состояние воды? Приведите аналогичные примеры». Однако после рассмотрения свойств воды важно, чтобы ученики данные знания могли переносить на любые тела. В этом помогает следующий вопрос: «Может ли железо быть газообразным, а азот твердым?».

Домашнее задание. Для закрепления актуализированных на уроке знаний дома ученикам предлагаем решить несколько качественных задач: «Какие способы ускорения засолки овощей применяются в кулинарии? А какой способ длительного сохранения огурцов малосольными Вы можете предложить?»; «Силы межмолекулярного притяжения не позволяют твердым телам разваливаться на части. Почему тогда газы легко разлетаются, занимая весь предоставленный им объем?»; «Объясните известные русские поговорки: “Отрезанный ломоть к хлебу не пристанет”, “Как с гуся вода”, “Грязь – не сало: потёр – отстало”» и задачу-исследование: «Для ускорения варки бобовых (горох, фасоль и т.п.) и некоторых круп (таких, как рис, перловка и др.) их предварительно на некоторое время заливают водой. Что при этом происходит с горохом или зернами риса? Проверьте на опыте и объясните».

Урок 2. Тепловое равновесие. Температура. Тепловое расширение тел. Изменение температуры. Температурные шкалы.

Термин температура сформирован в сознании учеников в основном на уровне обыденного сознания. Чаще всего они представляют температуру, как меру нагретости тел, поэтому урок нужно начать с выявления этих представлений и их опытного опровержения. Важно показать, что “нагретость” – это чисто субъективное представление. Например, металлические и деревянные предметы при одинаковой температуре кажутся нагретыми по-разному. Можно предложить обследовать различные предметы на парте, а также саму парту. Можно провести мысленные эксперименты, которые ученики могут проверить дома: «Когда Вы опускаете руку в теплую воду, Вам сначала горячо, но постепенно Вы привыкаете к темпе-

ратуре воды, и она уже не кажется такой горячей». Или другой пример: *«Если опустить одну руку в холодную воду, другую – в теплую, а потом, вынув их, опустить обе в воду, имеющую умеренную температуру, то рука, бывшая в холодной воде, будет чувствовать тепло, а бывшая в теплой – холод».* Данные примеры играют лишь роль иллюстраций, поэтому объяснения им здесь не даются, они будут сделаны позже. Ученикам предлагаем, поэкспериментировав дома с холодной и теплой водой, найти свои не менее интересные примеры.

Таким образом, указываем, что рассмотрение температуры как меры нагретости тел является неточным и очень ограниченным. А чтобы лучше понять смысл температуры, нужно вспомнить какие-либо явления, связанные с движением молекул (диффузия, броуновское движение и т.п.). Ученики уже знают, что скорость диффузии зависит от температуры. Разбирая данное явление, приходим к выводу, что при большей температуре больше и средняя(!) скорость движения молекул. Получаем, что *температура является мерой скорости движения молекул.* Чтобы уточнить данное определение, рассматриваем качественную задачу: *«Как будет изменяться температура тел, если холодную чайную ложку поместить в стакан с горячим чаем?».* Исходя из житейского опыта учащихся, приходим к пониманию *теплового равновесия*, при котором тела имеют одинаковую температуру. Важно подчеркнуть, что при этом выравниваются не средние скорости молекул, а их средние кинетические энергии. Значит, *температура с макроскопической точки зрения является характеристикой тел, находящихся в состоянии теплового равновесия, а с микроскопической – мерой средней кинетической энергии молекул.* Но, несмотря на микроскопическое объяснение данного понятия, температура все-таки является макроскопической величиной и применима, соответственно, только к макроскопическим телам. Для уточнения этого аспекта, рассматриваем задачу: *«При нагревании воды ее температура увеличивается. Можно ли сказать, что мы: а) нагреваем молекулы воды; б) увеличиваем температуру молекул? Что при этом происходит с молекулами?».*

Второй урок лучше начать с простой задачи-демонстрации: *«Колба, заполненная холодной водой, закрыта пробкой с тоненькой трубкой. Если колбу обхватить руками, то вода в трубке будет подниматься. Объясните явление. Как изменяются размеры молекул при этом?».* Объяснение данного эксперимента помогает понять природу теплового расширения тел. При этом важно, чтобы сделан-

ный вывод распространился и на твердые тела. Для этого можно показать опыт, в котором нагретый шарик не проходит через кольцо, а также в качестве иллюстрации напомнить, что на стыках железнодорожных рельсов делают промежутки, а провода линии электропередач летом при нагревании сильно провисают. Объяснение данных примеров обычно не составляет труда. Сложнее получается с газами. Дело в том, что газы, как известно, занимают весь предоставленный им объем, который в свою очередь может при нагревании и уменьшаться. Указываем только на то, что при нагревании газов увеличивается их давление (можно продемонстрировать), а вопрос об изменении объема целесообразнее оставить для самостоятельного исследования дома (см. задачу-исследование). Более важным, оказывается, показать учащимся, что разные вещества расширяются при нагревании по-разному. Конечно, лучше это продемонстрировать на опыте, причем опыт нужно подобрать необычный, с неожиданным эффектом. Интересно продемонстрировать так называемые *биметаллические пластинки*, состоящие из двух пластин различных металлов (обычно их склепывают или сваривают вместе). После предварительного ознакомления с такой пластинкой просим учащихся объяснить, что будет происходить с ней при нагревании. Можно также провести интересный опыт: колбу, закрытую пробкой с маленькой трубочкой и наполненную холодной водой, начинают быстро обливать с нескольких сторон кипящей водой. Учеников просим предположить, как изменится высота столбика жидкости в трубке. После демонстрации опыта сравниваем увиденное с первичными гипотезами и выявляем несоответствия (уровень сначала будет понижаться, а затем подниматься). Данные задачи кроме закрепления изучаемого свойства также позволяют формировать навыки прогнозирования, применения имеющихся знаний для предсказаний явлений, развивают образное мышление.

Далее отмечаем, что все явления, рассмотренные на уроке (тепловое расширение жидкостей, деформация биметаллических пластинок при нагревании, зависимость давления газов от температуры) и некоторые другие используются для практического измерения температуры. Приводим примеры *термометров*. В заключении рассматриваем температурные шкалы.

В качестве **домашнего задания** даем задачу-исследование. «*Налейте в пустую пластиковую (или стеклянную) бутылку горячей воды и закройте пробкой, так чтобы в бутылке образовался маленький пузырек воздуха. Понаблюдайте,*

как будет изменяться размер воздушного пузырька при остывании воды до комнатной температуры. Постройте график зависимости длины пузырька от времени остывания». Задачу лучше дать на неделю. Своё мини-исследование учащиеся должны оформить на отдельном листочке по всем правилам решения: первичная гипотеза, описание опыта, результаты опыта, объяснения и выводы. Опыт интересен тем, что может дать разные варианты зависимостей, поэтому учащимся нужно предупредить, чтобы они не волновались, если опыт даст результат противоречащий выдвинутой гипотезе. Важно только обоснование гипотезы, проведение эксперимента и попытки объяснения результатов, если они не совпадают с предположениями.

Урок 3. Внутренняя энергия тела. Способы изменения внутренней энергии: совершение работы и теплопередача.

В начале урока лучше показать какой-либо эксперимент, в котором происходят энергетические изменения (один вид механической энергии переходит в другой). В данном случае удачен, например, опыт с «маятником Максвелла». Ученики, наблюдая за движением маятника, вспоминают изученный ранее материал, связанный с механической энергией и законом сохранения энергии, и объясняют увиденное. Но возникает вопрос: «Куда исчезает энергия, когда маятник все же останавливается?». Анализируем ответы учащихся. В зависимости от выдвинутых версий логика дальнейшего изложения материала может быть разной. Но в любом случае удобнее подвести учащихся к теме через рассмотрение показанного опыта, где механическая энергия как будто бы исчезает, и анализа явлений. Какие изменения происходят с телами? Анализируя подобные явления, приходим к выводу, что тела нагреваются, а значит, увеличивается скорость и кинетическая энергия их молекул. Рассматривая потенциальную энергию молекул, переходим к понятию внутренней энергии тела. Далее разбираем структурные элементы внутренней энергии, её зависимость от температуры, массы тела и его агрегатного состояния. После этого, для лучшего понимания особенностей нового понятия, отличительных черт внутренней энергии от механической энергии и др. решаем ряд качественных задач: «В двух одинаковых сосудах, расположенных на столе находится одинаковая масса глицерина при разных температурах: в первом сосуде при 20 °С, а во втором при 30 °С. Какой из сосудов обладает большей кинетиче-

ской и потенциальной энергией? В каком из сосудов больше средняя скорость движения молекул? В каком из сосудов глицерин обладает большей внутренней энергией?»; «Можно ли налить в два стакана воду при разной температуре, так чтобы эти две порции обладали одинаковой внутренней энергией?»; «Что обладает большей внутренней энергией: 200 г воды при 100 °С или та же масса водяного пара при 100 °С?» и др.

Зная уже, от чего зависит внутренняя энергия, ученики делают вывод, что судить об изменении внутренней энергии тела можно по изменению его температуры и агрегатного состояния. Просим привести примеры изменения внутренней энергии тела, но так, чтобы внутренняя энергия не только возрастала, но и убывала. Рассматриваем способы изменения внутренней энергии, последовательно иллюстрируя их примерами качественных задач. Основной упор делаем на рассмотрение изменения внутренней энергии при совершении механической работы. Так как нужное явление на уроке уже рассмотрено, то решение задач обычно не вызывает больших затруднений, именно в таких ситуациях и важно обращать внимание на четкое объяснение своих рассуждений, обоснование решения. «При заточке режущих инструментов на точильном станке во все стороны летят искры. Объясните происхождение этих искр»; «Если кусок алюминиевой проволоки изгибать в одном и том же месте то в одну, то в другую сторону, место сгиба сильно нагреется. Объясните явление»; «Ножовка при интенсивной распиловке досок сильно нагрелась. Можно ли сказать, что: а) ножовка увеличила свою внутреннюю энергию? б) ножовка получила некоторое количество теплоты?». Интересно разобрать, как люди добывали огонь в глубокой древности (этот процесс был освоен около 30 тыс. лет назад). Можно привести цитату из романа Жюль Верн «Таинственный остров», где Пенкрофт и Наб пытались получить огонь таким образом. При наличии времени полезно рассмотреть, как люди получали огонь в разные времена до изобретения спичек (их изобретение относят к 1885 году).

Явление охлаждения тела посредством совершения работы можно проиллюстрировать опытами, описанными в учебнике, и с помощью задачи: «Почему температура выхлопных газов на выходе из глушителя машины низкая, несмотря на то что она в цилиндре двигателя достигает 1800 °С?». Но более подробно этот вопрос ученики должны разобрать дома самостоятельно.

При рассмотрении явления теплопередачи акцентируем внимание на отсутствии механической работы в данном случае и на “переход” энергии от тел с большей температурой к телам с меньшей температурой. *«Может ли лед быть нагревателем?»*. Отмечаем, что внутренняя энергия изменяется также при химических и ядерных реакциях, при излучении и поглощении энергии атомами, но эти процессы будут рассмотрены позже. Разобранные явления заносим в таблицу, распределяя их по способам изменения внутренней энергии. Заполнение таблицы начинается на уроке, а доделать ее предлагается дома самостоятельно.

Домашнее задание: «Может ли произойти так, что внутренняя энергия тела изменилась, а температура тела осталась прежней?»; «Сжав обычную металлическую пружину, мы увеличиваем ее потенциальную энергию. Поместим теперь пружину между стенками стакана и нальем серной кислоты. Куда исчезнет потенциальная энергия пружины, если она растворится в кислоте?»; «При запуске искусственных спутников Земли ракетопосредитель имеет несколько ступеней. При отработке топлива ступени отсоединяются и, падая, сгорают в плотных слоях земной атмосферы. Что является причиной такого сильного нагревания?»; задача-исследование: «Если достаточно быстро открыть бутылку с охлажденной газированной водой, то можно увидеть над горлышком бутылки облачко тумана. Каким образом оно появилось?».

Урок 4. Виды теплопередачи.

Начинаем урок с разбора домашнего задания, особенно важно рассмотреть задачу-исследование. Далее повторяем материал прошлого урока, рассматривая решение нескольких качественных задач: *«Сначала ударили молотком по стальному бруску – молоток отскочил, затем также ударили молотком по медному бруску – молоток отскочил меньше. У какого бруска больше увеличилась внутренняя энергия?»; «В одной из своих работ известный английский физик и химик Роберт Бойль описал интересное наблюдение: “При вколачивании гвоздя в дерево шляпка его только после большого числа ударов молотка немного нагревается. Но когда гвоздь вбит, то достаточно нескольких ударов, чтобы сильно нагреть шляпку”. Объясните этот факт»*.

Разбирая предложенные варианты изменения внутренней энергии посредством теплообмена (таблица), обращаем внимание на неодинаковость условий на-

гревания или охлаждения тел (наличие контакта, передающей среды и т.п.). Отсюда напрашивается вывод, что возможны разные варианты теплопередачи – это и определяет тему урока.

Рассматривая разные виды теплопередачи, иллюстрируем их качественными задачами. Теплопроводность: *«При изготовлении из стекла какого-нибудь изделия, стеклодув держит стеклянную трубочку, которая на другом конце из-за сильного нагрева находится в размягченном состоянии и может прекрасно менять форму. Почему же он не обжигается?»*; *«Известна народная поговорка: “Шубу носят не для красоты, а для теплоты”. Действительно ли шуба греет?»*. Конвекция: *«Почему в парной (в бане) на верхних полках воздух имеет более высокую температуру, чем на нижних?»*; *«Почему пламя свечи “тянется” вверх? Куда будет направлено пламя, если свечу расположить горизонтально?»*; *«Почему горячий компот в стакане охлаждается быстрее, чем густой кисель, который долгое время остается горячим?»* (скорость конвекции); *«Почему, чтобы горячий суп быстрее остыл, его мешают ложкой?»* (вынужденная конвекция); *«Будет ли наблюдаться конвекция в невесомости?»*. Излучение: *«В какой чашке, белой или черной, горячий чай остынет быстрее?»*; *«В каком ведре вода быстрее нагреется солнечными лучами: в закопченном, белом или блестящем?»* и др.

Эти задачи решаются, после рассмотрения соответствующего вида теплообмена, поэтому здесь не возникает сложностей с распознаванием явления (оно задается ситуацией). Для закрепления изученного материала, решаем задачи, в которых нужно провести анализ явления, выделить вид теплопередачи и вспомнить его особенности. *«Всем известно, что шерстяная ткань зимой “согревает” лучше, чем синтетическая. Чем это объясняется? В одежде из какой ткани летом будет более жарко?»*; *«Воздух плохо поглощает солнечные лучи (прозрачен). Как в таком случае весной и летом он прогревается?»*; *«Исследовав на ощупь различные предметы на парте, Вы убедитесь, что металлические тела значительно “холоднее” деревянных. Почему так происходит? При какой температуре ощущения сменяются на обратные?»*; *«Человек не чувствует прохлады на воздухе при температуре 20–25°C, однако в воде при такой температуре будет прохладно. Почему?»*; *«Считается, что в пустынях температура “на солнце” может достигать 50°C (и более). Что это за температура? Можно ли утверждать, что такую температуру будут иметь тела, находящиеся на солнцепеке?»*.

Домашнее задание. Наряду с качественными задачами даем творческое задание: «*Представьте, что ученым удалось получить жидкость, которая не изменяет свой объем при нагревании. Опишите, что бы происходило в такой жидкости, если бы ее стали нагревать в металлической кастрюле?*». Причем ответ может быть в любой форме: точное логическое объяснение, аллегорическое образное описание и т.п.

Урок 5. Решение задач. Тепловые потери.

На первом уроке решаются качественные задачи. Цель данной деятельности актуализировать знания, полученные на предыдущих уроках. Задачи обязательно должны быть не репродуктивного плана, а на выявление понимания физической сути бытовых, технических и природных явлений. Здесь удачны задания комбинированного плана; задачи с неизвестной областью поиска, т.е. в условии которых явление непосредственно не указано. Например: «*Можно ли “нагреть” тело без нагревания?*»; «*Увеличить температуру тела достаточно легко, а вот охладить тело сложнее. Предложите разные способы охлаждения тел*»; «*Попробуйте объяснить, в чем заключается смысл небесного явления, которое называется “метеор”, или “падающая звезда”?*»; «*Какую роль выполняет полиэтиленовая пленка (стеклянные рамы) в садовых парниках (теплицах)? Как нагревается в них воздух?*»; «*Сергей собирался в поход, и мама положила ему в рюкзак кусочек только что приготовленной курицы, завернув его в алюминиевую фольгу. Зачем понадобилась фольга?*». Для решения двух последних задач можно использовать прием

спаринг-игры

(см.

Приложение №2). Ученики должны провести полный анализ осуществимости всех видов теплопередачи и подробно объяснить свои рассуждения товарищу по парте.

Удачны также задания:

- на объяснение казалось бы простых и понятных явлений: *«Почему зимой холодно, а летом жарко?»*;
- на объяснение странных, необычных явлений: *«Резина, помещенная в жидкий азот (при температуре около -196°C), становится твердой, как металл, и хрупкой, как ледяная сосулька. Однако, если Вы на полсекунды опустите в сосуд с жидким азотом палец, Вам покажется, что это всего лишь обычная водопроводная вода с температурой около 20°C . Почему так происходит?»* или *«Один наблюдательный мальчик, пытаясь вскипятить воду в стакане при помощи электрического кипятильника, заметил, что вода закипает быстрее, если стакан поставить не над батареей, как он предполагал, а на подоконник. Это было непонятно, ведь воздух над батареей более теплый, чем над подоконником. Попробуйте помочь мальчику с объяснением этого достаточно странного явления»*;
- на анализ различных утверждений, причем совершенно необязательно давать задания с неправильными рассуждениями, можно чтобы рассуждения были верными, но неполными, неточными, или, чтобы результат получался необычный, неправдоподобный. Например, *«На вопрос “Почему верхние слои атмосферы более холодные, чем нижние?” один ученик ответил следующим образом: “Земля прогревается солнечным излучением, а воздух при помощи теплопроводности тоже постепенно нагревается от земли. И чем дальше воздух от земли, тем сложнее дойти до него тепловой энергии”. Найдите ошибку в рассуждениях ученика и дайте правильный ответ»*.

Лучше всего решать задачи коллективно методом эвристической беседы, хотя некоторые задания, например, последних трех видов можно давать для обсуждения в небольших (2-4 человека) группах.

Второй урок нужно посвятить рассмотрению тепловых потерь, происходящих при реальных явлениях. Урок можно начать с вопроса: *«Почему собаки и другие животные зимой спят, свернувшись в клубок?»*. Задумавшись над данным вопросом, ученики начинают осознавать само явление: более нагретые тела отдают

энергию менее нагретым в процессе теплообмена (теплопередачи). А также понимают, что величина теплотеря зависит от площади свободной поверхности тела. Однако ставим следующий вопрос: «От чего еще зависит интенсивность теплотеря?». Для иллюстрации таких зависимостей можно привести ряд качественных задач. «При закаливании стальных деталей их оставляют остывать на воздухе или отпускают в жидкость. В каком случае деталь остынет быстрее?» Здесь получается решение наоборот. Ответ на вопрос задачи ученики могут легко получить из своих бытовых представлений и житейского опыта. Но такой ответ нужно обязательно обосновать. Таким образом, ученики приходят к выводу, что интенсивность теплотеря зависит от рода взаимодействующих тел (от коэффициента теплопроводности). Далее проводим небольшое исследование. Ученикам предлагается изучить, как меняется температура горячей воды с течением времени (построить график). Чтобы получить необходимый результат нужно взять широкий открытый сосуд с достаточно горячей водой. Учащиеся быстро обнаруживают, что скорость остывания воды постепенно уменьшается. Почему? Известно, что теплообмен между телами происходит только тогда, когда есть разность температур. Закономерен вывод, что чем больше разность температур, тем больше энергии передается от более нагретого тела к менее нагретому. Таким образом, получаем формулу для мощности тепловых потерь: $P \sim kS(t_1 - t_2)$. В заключении

разбираем еще одну качественную задачу: «Если построить график изменения температуры воды при нагревании ее в открытой кастрюле на электрической (или газовой) плите, то обнаружится, что график не является прямой линией, а скорость нагревания воды с течением времени убывает. Объясните такой характер графика (Рис.1)».

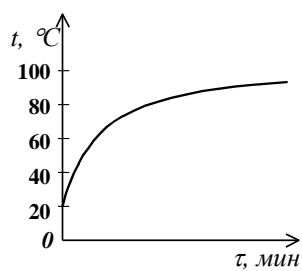


Рис. 1

Домашнее задание. «Почему при помощи маломощного кипятильника нельзя вскипятить воду в большой кастрюле или в ведре?». Задача-исследование. «Хорошим хозяйкам известно, что, для того чтобы испечь хорошие блины (или что-то пожарить), необходимо предварительно нагреть сковороду до как можно более высокой температуры. Существуют разные методы определения степени нагретости сковороды. Естественно, термометром пользоваться неудобно, поэтому существует старинный способ: на разогретую чистую сковороду брызга-

ют несколько капель воды. Если капли испаряются достаточно быстро, всего за несколько секунд, то это означает, что сковорода еще недостаточно горяча для теста. А вот когда капли сворачиваются шариками, прыгают и крутятся на металлической поверхности более минуты, то теперь сковорода достаточно нагрета. Попробуйте этот старинный метод на опыте. Понаблюдайте за “бегающими” по сковороде каплями. Объясните увиденное. Почему капли не испаряются сразу? И почему они движутся?».

Урок 6. Аномальные свойства теплового расширения воды.

Проблема урока: «Если большинство тел при нагревании расширяются то, существуют ли такие тела, которые при нагревании сжимаются?». В этой связи интересно рассмотреть, как ведут себя при нагревании отверстия и полости внутри твердых тел. Предлагаем учащимся выдвинуть различные гипотезы. Задача непростая, имеет несколько методов решения, но в любом случае знакомит учащихся с нестандартными подходами к решению качественных задач. А вывод еще более интересен: “дырки”, как и многие тела при нагревании расширяются. Но любое теоретическое предположение является все-таки предположением и должно быть доказано экспериментально – показываем опыт с шариком и кольцом наоборот, нагревая кольцо.

Но могут ли тела при нагревании сжиматься или при охлаждении расширяться? Если ученики сами не приводят пример домашней задачи-исследования (см. Урок 2), то им необходимо подсказать и перевести разговор на разбор результатов данного исследования, которые к этому моменту должны быть уже проверены (результаты исследований необходимо оценить, обращая внимание в основном на аккуратность и самостоятельность проведения исследования). Интересно рассмотреть несовпадения первичных гипотез с результатами опыта, но учитель не должен негативно относиться к таким ситуациям, наоборот нужно подчеркивать, что именно так и происходит научный поиск в реальной жизни.

Получаем, что газы могут при нагревании сжиматься, например, если вода, находясь в малодеформируемом сосуде, будет расширяться. А могут ли твердые тела и жидкости вести себя аналогично? Разбираем вопрос, в котором часто допускаются ошибки: «Как изменяется объем льда при уменьшении температуры?». Часто расширение льда при замерзании путают с расширением при охлаж-

дении. Далее знакомим учеников с некоторыми телами, которые при увеличении температуры уменьшают свой объем. Обладают аномальными тепловыми свойствами: германий (вблизи -243°C), плутоний (при температурах ниже $+500^{\circ}\text{C}$), алмаз (-42°C), резина и йодистое серебро при обычных температурах, некоторые сплавы железа с платиной и железа с никелем и кобальтом, а среди жидкостей это жидкий гелий в интервале температур от -272°C до -271°C и обыкновенная вода.

Второй урок можно посвятить исследованию особенностей теплового расширения воды. Предлагаем учащимся задачу для самостоятельного наблюдения. *«Налейте в стеклянный сосуд холодной воды и аккуратно положите сверху небольшие кусочки льда (или снега). Через некоторое время установите сосуд на массивное чугунное основание штатива. На штативе укрепите термометр так, чтобы резервуар термометра находился вблизи дна сосуда. Пронаблюдайте за изменением температуры воды. Изобразите данную зависимость графически. Объясните увиденное».* Пока проводится опыт, между снятием показаний термометра, учащиеся, обсуждая в парах, выдвигают гипотезу о предположительном характере изменения температуры. После проведения опыта учащиеся получают на графике горизонтальное плато, соответствующее температуре $+4^{\circ}\text{C}$. То есть вода у дна некоторое время, вопреки ожиданиям, не нагревалась. Указываем, что несоответствие первоначальной гипотезы результатам опыта говорит о том, что наша гипотеза неверна (а не наоборот), а значит нужно найти возможную ошибку в рассуждениях. Наши предположения основывались на том, что вода, нагреваясь от массивного основания штатива, расширяется и, уменьшая плотность, поднимается вверх (конвекция). Так должно происходить постоянное перемешивание и равномерное нагревание воды. Опыт же показывает, что сначала вода у дна нагревается достаточно быстро, но при 4°C перестает нагреваться и около 10 минут температура воды у дна не изменяется. Объясняем явление.

Для закрепления полученных знаний предлагаем задачу: *«Первый термометр (термоскоп) был сконструирован Галилео Галилеем в самом начале XVII века и работал на воде. Подумайте, почему этот термоскоп был неудобен для измерения малых температур (вблизи 0°C)».*

Домашнее задание. Дома ученикам предлагается по учебнику и дополнительной литературе познакомиться с использованием различных видов теплопере-

дачи в быту. Можно предложить исследовательские задания (по желанию): «Вам необходимо как можно дольше сохранить кусок льда (порцию мороженого), не прибегая к помощи кухонных приборов (холодильник, термос и т.п.). Какой способ, по-вашему, самый лучший?»; «Дом какой конструкции будет наиболее теплым?» (ученики могут предлагать любые, даже полуфантастические, но технически возможные, конструкторские решения для утепления квартиры или всего дома, а также принципиально новые решения строительства).

Урок 7. Теплопередача в быту. Самостоятельная работа.

Урок можно начать с рассмотрения следующей задачи: «Первый раз в пробирку налили воду при температуре 20°C . Дно пробирки погрузили в очень большое количество воды при температуре 80°C . Вода в пробирке нагрелась за время t_1 до 80°C . Во второй раз в пробирку налили воду при температуре 80°C . Дно пробирки погрузили в большое количество воды при температуре 20°C . Вода в пробирке охладилась до 20°C за время t_2 . Какое время больше: t_1 или t_2 ?». После некоторого времени, отведенного ученикам на рассуждения, предлагаем им проголосовать, выбрав один из трех возможных ответов: $t_1 > t_2$, $t_1 < t_2$, $t_1 = t_2$ (Метод голосования, см. Приложение №3). После выявления общей картины можно попросить учащихся обосновать и защитить свою точку зрения (по одному ученику с каждого варианта ответа). В заключение разбираются ошибки, и уточняется решение. Но данную задачу можно продолжить одним из следующих вопросов: «Изменится ли ответ задачи, если взять какие-либо другие значения температур?» или «Может ли при каких-либо других значениях температур ответ измениться на обратный?». Обычно, учитывая качественный характер решения, ученики отвечают, что числа в этом решении не фигурировали, а значит и не влияют на ответ. В таком случае напоминаем изученное на прошлом уроке явление аномального теплового расширения воды и анализируем, как это явление влияет на нагревание и остывание воды.

Далее для проведения синектического мозгового штурма класс разбивается на группы (удобнее по 4-6 человек), которым дается три задания (по рядам): 1) Огонь всегда играл большую роль в жизни человека. Сначала первобытные люди грелись у костров. Затем с переходом к оседлости на место костра пришел выложенный из камня домашний очаг. Позже появились печи и уже в наше время

система центрального отопления. Объясните с физической точки зрения целесообразность таких усовершенствований. 2) Какие способы обогрева жилых помещений существуют? Как можно утеплять жилые помещения на зиму? 3) Каким способом можно обогревать жилые помещения на космических орбитальных станциях в условиях невесомости? Как можно бороться с потерями тепла?

Ученики должны проанализировать данную ситуацию и не только предложить варианты, но и обосновать их, т.е. подойти к ним критически. После некоторого времени необходимого для обсуждения, ученикам можно дать возможность объединиться в большие группы по рядам и выработать единую версию ответа (иногда для этого удачным бывает время перемены). В заключении представители рядов предлагают свои ответы, которые обсуждаются всем классом и оцениваются учителем (отметка за такую работу не ставится). Для уточнения физического смысла рассматриваемых явлений при разборе ответов учитель задает наводящие вопросы или дополнительные качественные задачи. Например, для второй группы: *«Для уменьшения какого вида теплопередачи изготавливают двойные (тройные) рамы?»*; *«Стены некоторых помещений делают двойными. Почему, не смотря на то что воздух является хорошим теплоизолятором, пространство между этими стенами не оставляют пустыми, а заполняют рыхлым материалом?»*. Здесь же разбираем предложенные учащимися варианты наиболее теплого дома.

Полезно разобрать принципы поддержания горения. Задача-демонстрация: *«Пламя свечи иногда сильно коптит. Если в этом случае в пламя сверху внести вертикальную трубку, то копоть пропадает. Но если верхнее отверстие трубки закрыть, то копоть появляется снова. Почему так происходит?»*. При объяснении отмечаем роль конвекции, а также влияние тяготения. Этот аспект хорошо продемонстрировать задачей: *«Можно ли пользоваться в невесомости спичками, свечками и т.п.? Считается, что необходимый для горения кислород присутствует, а давление нормальное»*. Получаем отрицательный ответ, однако при достаточной подготовленности класса полезно указать на модельный характер этого решения. Действительно в условиях невесомости отсутствует конвекция воздуха, необходимая для поддержания процесса горения. Однако опыт космонавтов говорит о том, что и в этом случае свеча или спичка будут какое-то время гореть – слабым пламенем шарообразной формы. Почему? Отвечая на этот вопрос, ученики

приходят к более точному пониманию модельного характера физических знаний и решений качественных задач в частности. Ведь в первом случае мы пренебрегли диффузией кислорода, т.е. рассмотрели приближенную ситуацию. Для доказательств справедливости этого вывода можно продемонстрировать видеофрагмент.

На втором уроке рассматриваем роль теплопередачи в бытовых явлениях, связанных с завариванием чая и приготовлением пищи. Данная сфера деятельности в той или иной степени знакома всем учащимся и по этой причине применение законов физики к обыденным проблемам вызывает закономерный интерес не только у учеников. *«Известный естествоиспытатель и политический деятель граф Бенджамин Румфорд всегда очень интересовался тепловыми явлениями: “Обедая, я часто замечал, что некоторые блюда сохраняют свое тепло гораздо дольше других, а яблочные пироги... оставались горячими удивительно долго. Сильно пораженный... я всегда пытался, но все напрасно, найти хоть какое-нибудь объяснение удивительному явлению”. Думается, что Вам не составит труда объяснить “загадку Румфорда”».* Вместо того чтобы стандартно рассматривать вопрос о принципе действия термоса, результативнее поинтересоваться: *«Каким образом в термосах уменьшены потери энергии на излучение, теплопроводность и конвекцию?»;* *«Почему колбы термосов изготавливают круглого, а не квадратного сечения?»;* *«Можно ли термос использовать как холодильник?».*

Очень увлекают учащихся задачи, связанные с обнаружением ошибок в рассуждениях: *«На вопрос, в каком чайнике лучше заваривать чай, один ученик дал следующий ответ: “Лучше заваривать чай в металлическом чайнике. Когда мы будем наливать туда кипяток, чайник быстро нагреется, так как теплопроводность металлов высокая. Кипяток, отдав чайнику мало энергии, остынет незначительно, и поэтому чай будет завариваться при высокой температуре”. Однако большинство пользуется для заварки фарфоровым чайником. Где ошибся ученик?».* Удачными здесь являются и разнообразные “почему”: *«Почему с давних времен опытные повара предпочитают жарить (картошку, блины и др.) на чугунных, а не на алюминиевых или стальных сковородах?»;* *«Почему чай традиционно пьют из фарфоровой, а не металлической посуды, казалось бы, золотые или серебряные чашки выглядят более красиво?»* и т.д. Однако данная тема очень обширна и поэтому будет целесообразнее посвятить ей внеклассное мероприятие (вечер, викторину и т.п.) (см., например, [11, 12]).

В заключение урока на 15-20 минут дается небольшая самостоятельная письменная работа по теме «Внутренняя энергия», в которой можно дать один теоретический вопрос и одну качественную задачу.

Урок 8. Количество теплоты. Теплоемкость.

Для постановки проблемы удачна следующая задача. *«Шотландский физик Джозеф Блэк в середине XVIII века провел следующий эксперимент. Он налил равные объемы воды и ртути в одинаковые сосуды, поместил их на равных расстояниях от огня и наблюдал за скоростью повышения температуры. Блэк был в полной уверенности, что температура ртути будет повышаться медленнее, чем воды, так как масса ртути была в 13,6 раза больше. Представьте себе его удивление, когда он увидел, что температура ртути повышалась вдвое быстрее. В чем была ошибка Блэка?»* Многие хорошо успевающие ученики могут дать вполне исчерпывающий ответ, однако необходимо указать, чтобы ученики при ответе на такие проблемные вопросы в начале урока использовали только уже изученную терминологию, не забегая вперед. Поэтому правильным ответом будет то, что Блэк не учел неодинаковость тепловых свойств разных веществ. А вот какой физической величиной определяются данные свойства, и будет рассмотрено на уроке.

Так как ученики часто считают, что такой характеристикой тепловых свойств тела может являться его плотность, то при рассмотрении нового материала, когда учащиеся знакомятся по таблице с примерами удельных теплоемкостей некоторых веществ, можно задать вопрос: *«Зависит ли удельная теплоемкость вещества от его плотности?»*. Учащиеся, сравнивая табличные значения удельных теплоемкостей некоторых веществ с их плотностью (известной хотя бы приближенно), сами делают вывод.

Для закрепления и дифференциации новых понятий (количество теплоты, удельная теплоемкость, теплоемкость), а также изученной формулы можно рассмотреть несколько качественных задач такого типа:

«Какое слово, на ваш взгляд, лишнее в следующем перечне: а) количество теплоты, энергия, холод, работа; б) плотность, теплоемкость, удельная теплоемкость?» – задача помогает дифференцировать различные понятия,

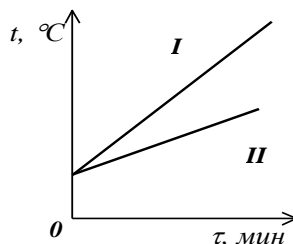


Рис. 2

лучше понимая их смысл; «При кипячении воды в алюминиевом чайнике было затрачено некоторое количество теплоты. На что пошло большее количество теплоты: на нагревание воды или чайника, если: а) их массы одинаковы; б) одинаковы их теплоемкости?»; «На одинаковых плитках нагревали одинаковые массы воды и керосина, измеряя при этом температуры жидкостей. Графики зависимостей температуры от времени нагревания получились такие, как показано на рис.2. Укажите, какой график соответствует нагреванию воды, а какой нагреванию керосина» – задача помогает усвоить физический смысл понятия “удельная теплоемкость”.

На втором уроке проводится фронтальная лабораторная работа «Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры».

Урок 9. Уравнение теплового баланса. Решение задач.

Казалось бы, урок целиком должен быть посвящен решению расчетных задач на уравнение теплового баланса. Однако важно помнить правило, что перед решением количественных задач на какие-то формулы, законы, правила необходимо первоначально разобрать суть всех используемых при решении элементов знаний на примере решения качественных задач. Поэтому в форме эвристической беседы разбирается ряд качественных задач. «Две серебряные чайные ложки различной массы, находящиеся при комнатной температуре, опустили в стакан с горячим чаем. Как можно определить, что теплообмен между телами прекратился? Будут ли равны изменения внутренней энергии этих ложек?» – рассматриваем условие теплового равновесия, учимся определять окончание теплообмена. «В чашку, стоящую на блюде, наливают кипяток, горячую заварку и опускают чайную ложку. Какие тела в процессе теплообмена получили некоторое количество теплоты, а какие отдали энергию другим телам? Как соотносятся отданные и полученные количества теплоты?». Рассматриваем тела, участвующие в теплообмене, таких тел много (чашка, блюде, кипяток, заварка, ложка, воздух, стол и т.д.). Учимся выделять важные для решения объекты и пренебрегать второстепенными (воздух, стол и т.п.). Анализируя отданные и полученные энергии, приходим к выводу уравнения теплового баланса. Затем применяем данное уравнение на простейшем примере: «Если горячую воду налить в стеклянный стакан,

масса которого равна массе воды, то он нагреется, а вода остынет. На одинаковую ли величину изменится температура воды и стакана?».

Далее решаются количественные задачи, но при решении обязательно выделяется анализ задачной ситуации и строится график зависимости температуры тел от времени. Первая задача решается учителем. Вторая решается на доске учеником, с последующим коллективным разбором. Затем предлагается несколько задач для самостоятельного решения. Причем задачи должны быть подобраны разной сложности, чтобы ученики могли выбирать и подходить к своей учебной работе дифференцированно.

Урок 10. Решение задач. Фронтальная лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости вещества».

На первом уроке, после решения нескольких количественных задач, можно предложить учащимся решить следующую задачу: *«Мама, чтобы сварить пельмени, набрала в кастрюлю холодной воды и поставила ее на плиту разогревать. Володя, торопившийся на прогулку, не мог никак дождаться, когда вода закипит, и предложил маме добавить в кастрюлю только что вскипевшей воды из чайника. Но мама засомневалась, что при этом вода в кастрюле закипит быстрее. Кто из них прав?».* Даем время для самостоятельного решения задачи. Обычно одни ученики предлагают немотивированные догадки, другие пытаются решить по формулам как количественную задачу. После отведенного для рассуждений времени интересно проверить мнение всех учащихся (метод “голосования”). Здесь также возможно три решения (по отношению ко времени нагревания): $t_1 > t_2$, $t_1 < t_2$, $t_1 = t_2$. Затем разбираем различные возникшие у учащихся решения. Но самое главное, в заключение знакомим учащихся с решением методом *дивергенции*.

На втором уроке проводится фронтальная лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости вещества».

Урок 11. Плавление кристаллических тел. Температура плавления. Удельная теплота плавления. Кристаллизация.

Наилучший вариант проведения данного урока – это самостоятельное исследование явлений плавления и отвердевания, при котором учащиеся не только знакомятся с новыми явлениями, но и определяют их особенности, свойства, пытаются построить теоретическую картину явлений. После проведения такого ис-

следования, нужно выяснить какие особенности учащиеся обнаружили и правильно ли они понимают явления. Здесь помогают простые вопросы и качественные задачи. Например: *«При плавлении кристаллических тел их температура не меняется. Для чего плавящемуся телу необходимо постоянно передавать энергию?»*. Ответы при этом не оцениваются (можно и ошибаться), а итоги рассуждений выделяются и записываются в тетрадь. Для выявления некоторых особенностей, также эффективно поработать с разными таблицами. *«Будет ли плавать твердое тело, если его поместить в это же вещество, но находящееся в жидком состоянии?»* (таблица плотностей); *«Почему в таблице температур плавления веществ не приводятся данные для стекла?»*; *«Расплавится ли кусок алюминия, если его бросить в жидкий свинец, находящийся при температуре плавления»* и т.п. Обязательно рассматриваем зависимость температуры плавления от внешнего давления и наличия примесей. Интересна задача на переохлаждение жидкостей: *«Некоторые жидкости можно охладить до температуры, меньшей температуры плавления. Например, расплавленный гипосульфит (температура плавления 48 °С) легко удастся охладить до комнатной температуры, при этом он остается жидким. Стоит, однако, бросить в него кристаллик гипосульфита или резко встряхнуть, как гипосульфит быстро начнет кристаллизовываться, а его температура поднимется до 48 °С. Объясните явление. Благодаря чему увеличивается температура гипосульфита?»*.

Разбираем зависимость количества теплоты, которую необходимо затратить для плавления некоторого тела, от массы тела и рода вещества. Замечаем также, что при кристаллизации выделяется такое же количество теплоты, какое требуется для плавления: *«Почему во время ледостава птицы часто собираются у воды?»*.

Закреплению и расширению новых для учащихся понятий может послужить решение следующих качественных задач: *«Весной ведро воды вынесли на улицу и поставили в мокрый снег. Замерзнет ли вода?»*; *«Если в стакан положить кусочек льда и накрыть плотно прилегающей крышкой, то после того, как лед растает, ее трудно будет оторвать от стакана. Почему?»*; *«Зачем зимой дороги посыпают солью и песком? При любой ли температуре это эффективно?»* и др.

Домашнее задание. С расчетными задачами дается качественная задача творческого характера: *«Подключите свое воображение и попробуйте предста-*

вить, что изменилось бы в природе, если удельная теплота плавления льда была бы такой же маленькой, как у ртути».

Урок 12. Решение задач.

Начинаем урок с разбора домашнего задания. Затем переходим к качественным задачам, решение которых позволит вспомнить теоретический материал. Важно рассмотреть задачи, в которых проводится анализ протекающих явлений и используются графические построения, так как эти умения очень важны для решения расчетных задач. Например: *«Если в сосуд с водой поместить кусок льда и он растает, то уровень воды в сосуде может: а) не измениться; б) увеличиться; в) уменьшиться. Попробуйте объяснить, как начальные условия могут влиять на результат. Приведите примеры таких условий и нарисуйте графики изменения температуры воды и льда для каждого случая».* Данная задача непростая, с использованием многих элементов знаний (условие плавления, плавление, уменьшение объема при плавлении, аномальное тепловое расширение воды и т.д.), но совершенно необязательно рассматривать все ситуации.

Далее решаем расчетные задачи разного уровня сложности, но обязательно в каждом решении строится график зависимости температуры тел от времени. Первая задача разбирается у доски учеником с подробными объяснениями, далее учащиеся решают самостоятельно под руководством учителя.

В заключение урока учащихся предлагается решить задачу следующего типа: *«Кусок льда массой 3 кг, имеющий температуру -20°C , поместили в сосуд с водой при температуре $+40^{\circ}\text{C}$. Какая в результате установится температура, если масса воды равна 1 кг?».* Прежде чем решать такую задачу, а большинство учеников стало бы решать неверно, зададим вопрос нарисовать графики возможных процессов. Интересно вызвать к доске несколько учеников, но чтобы они не видели графики друг друга. После рассмотрения предложенных вариантов, делаем заключение, что по условию задачи нельзя сказать будет ли лед плавиться, или вода начнет замерзать. Такие задачи, в которых по условию нельзя установить точно, какие процессы будут происходить, решаются особым образом: поэтапным количественным анализом. После решения предлагается дома решить эту же задачу, но массу воды изменяем на 5 кг (25 кг). Если класс не очень подготовленный и данная задача сложна, то можно температуру воды или льда взять равной 0°C .

Урок 13. Парообразование. Испарение. Объяснение испарения с точки зрения МКТ. Конденсация.

После рассмотрения молекулярной природы испарения и предсказания, что жидкости при испарении должны охлаждаться, в качестве примера напоминаем учащимся, что, *если промокнешь под дождем, то становится прохладно, даже в теплый летний день*. Подключение воспоминаний и чувственной памяти способствует лучшему запоминанию, как самого эффекта, так и его причины (при внимательном прослушивании объяснения природу охлаждения ученики определяют без труда). Для выявления причин, влияющих на скорость испарения жидкостей, можно рассмотреть ряд качественных задач: *«Зачем для сушки белья его развешивают? Нельзя ли его просто положить на солнцепек?»*; *«Что делают, когда хотят остудить чай?»* и т.п.

Далее рассматривается явление конденсации, отмечается необходимость наличия центров конденсации. Разбирается механизм возникновения тумана и облаков. Учащиеся приводят примеры, с которыми они встречаются в жизни: пар из чайника, запотевание окон и т.п.

Закрепление материала лучше всего осуществить в форме игры-соревнования двух или трех команд учеников, которым предлагаются качественные задачи, а их решения оцениваются в баллах. Выигрывает та команда, которая наберет больше баллов. Целесообразно также использовать форму “*физбоя*”. Задачи должны быть непростые, чтобы ответ нельзя было получить вспоминанием или угадыванием. Основная цель такой игры, выдвижение гипотез, их обоснование или опровержение, а как следствие – закрепление материала. Задачи могут быть, например, такого типа: *«Почему кожа руки, смоченная эфиром, охлаждается значительно сильнее, чем смоченная водой?»*; *«Иногда горячая вода, выставленная в мороз на улицу, замерзает быстрее, чем холодная, взятая в том же объеме. Попробуйте объяснить это»*; *«Зимой, при резком потеплении, стены кирпичных домов покрываются инеем. Объясните это явление. Интересно и то, что налет инея получается неравномерный. Попробуйте предположить, где слой инея толще?»*; *«Вы, вероятно, обращали внимание, что когда по небу пролетит реактивный самолет, то после него на небе остается белый след, повторяющий траекторию движения самолета. Почему образуется этот так называемый инвер-*

сионный след? Когда след будет более длинным: в безоблачный ясный день или когда на небе видны небольшие облака (не закрывающие этот след)?».

Домашнее задание включает две качественные задачи: «Если воздух пропускать через эфир, то он сильно охладится, что можно будет увидеть по запотеванию сосуда. Объясните причину остывания эфира. Зачем пропускали воздух?»; «Люди, носящие очки, знают, что, когдаходишь с мороза в теплое помещение – очки моментально запотевают. Почему это происходит? Запотеют ли очки, если выйти из теплого помещения на мороз?» и задачу-исследование: «Налейте одинаковое количество теплой воды в различные (по объему, форме, площади свободной поверхности и т.п.) сосуды и поставьте в теплое место. Наблюдайте в течение суток (или дольше), что происходит с водой. Испаряется ли вода? Одинаковые ли изменения происходят в сосудах? Объясните результаты своих наблюдений». Данная задача не предусматривает обязательное оценивание, но можно выборочно ознакомиться с некоторыми отчетами. Дополнительное (необязательное) задание творческого характера: «Как организм предохраняется от перегревания? Каким образом организм человека поддерживает нормальную температуру тела (36,6 °С) в условиях высокой температуры окружающего воздуха (в пустыне, в бане и т.п.)? Попытайтесь “разгадать” механизмы терморегуляции организма».

Урок 14. Влажность воздуха.

Проверку домашнего задания лучше осуществлять по дополнительным вопросам, раскрывающим понимание сути задач: «Зачем пропускали воздух через эфир?»; «Запотеют ли очки, если выйти из теплого помещения на мороз?» и т.п. Повторение материала, пройденного на прошлом уроке, также проводим посредством решения качественных задач: «Почему, купаясь в жаркий день, когда Вы входите в воду, вода кажется холоднее воздуха, а когда выходите, то наоборот?» (охлаждение жидкости при испарении); «Два куска хлопчатобумажной ткани смочены — один в воде, другой в масле – и отжаты. Почему на оцупь можно отличить сухую ткань от смоченной в воде, но трудно отличить сухую ткань от смоченной в масле?» (зависимость скорости испарения от рода жидкости); «Вентилятор создает ощущение прохлады. А изменяется ли при этом в помещении,

где работает вентилятор, температура воздуха?». Последняя задача приводит к представлению о влажности воздуха.

После рассмотрения влажности нужно вернуться к домашнему заданию (к необязательной части). Слово предоставить ученикам, нашедшим разгадку “терморегуляции” организма, лучшие ответы можно оценить. В заключении учитель должен рассмотреть подробно механизмы “терморегуляции” (этот элемент достаточно часто встречается в качественных задачах). В качестве закрепления можно рассмотреть качественные задачи следующего типа: *«Теплее или холоднее в ветреную погоду зимой? А летом? Как влияет ветер на показания термометра?»* – задача позволяет актуализировать знания о механизме теплоотдачи человеческого организма; *«Вы, вероятно, замечали, что после купания в реке в теплый солнечный день можно замерзнуть, если не вытереться полотенцем. Но если моросит теплый дождик, то, как ни странно, нет нужды сразу вытираться полотенцем. Объясните этот парадокс»*. На первый взгляд, задача аналогична задаче, решенной в начале урока, но в ней добавляется новый элемент “влажность воздуха”. *«Почему собака интенсивно дышит, сильно выставляя язык, когда на улице жарко или после физических нагрузок (например, после бега)?»*. Хотя последняя задача легко решается по аналогии с предыдущими, нужно указать, что у собак, как и у многих животных, практически отсутствует испарение влаги с поверхности тела, поэтому самый действенный способ потери энергии – это испарение с языка.

В заключении рассматриваются экспериментальные методы измерения относительной влажности, а при наличии соответствующего оборудования проводится фронтальная лабораторная работа «Определение относительной влажности воздуха». Здесь кроме непосредственного выполнения работы, учащиеся должны ответить на ряд качественных вопросов, также можно попросить учащихся составить качественные задачи по сюжету лабораторной работы.

Домашнее задание: самостоятельно исследовать процесс кипения, рассмотрев, как закипает вода в открытой кастрюле. Наблюдения должны сопровождаться краткими записями. Выделить несколько этапов нагревания воды до кипения. Качественные задачи: *«Почему, если в закрытую литровую банку налить 0,5 л воды, то она не испарится даже через продолжительное время, а лужи, в которых воды бывает и больше постепенно высыхают?»*; *«Почему во влажном тропическом климате жара переносится более трудно?»*.

Урок 15. Кипение. Объяснение кипения с точки зрения молекулярно-кинетических представлений.

Особенности испарения жидкостей повторяются на примере решения качественных задач домашнего задания. Объяснение нового материала также целесообразно строить на тех наблюдениях, которые учащиеся провели дома. Анализируем полученные результаты домашних наблюдений, выделяем этапы закипания воды и коллективно находим им объяснение. После знакомства с явлением кипения жидкостей, выделяем его особенности: образование пузырьков, конкретная температура кипения и т.п.

Обязательное существование конкретного значения температуры кипения у каждой жидкости можно рассмотреть на несколько парадоксальном примере: *«Если заглянуть в справочник, то можно увидеть, что вместо конкретной температуры кипения для керосина приводится интервал температур от 150 °С до 300 °С, аналогично для автомобильного бензина (70 °С ÷ 205 °С) и некоторых других жидкостей. Попробуйте объяснить, почему эти жидкости не имеют определенной температуры кипения»*. Далее ставим вопрос: *«От чего может зависеть температура кипения?»*. Ответы учащиеся дают, исходя из полученной только что теоретической картины явления. Закрепление этих знаний проводим при помощи решения задач, также эти задачи могут стать соответствующей подсказкой для выявления неизвестных свойств кипения: *«Если воду уже почти довести до кипения (температура ≈100 °С) и бросить в нее щепотку соли, то вода бурно вскипит. Объясните это явление»* (наличие центров парообразования); *«У нас есть две одинаковые кастрюли с одинаковым количеством воды, но в одной кастрюле вода кипяченая, а в другой – сырая. Можно ли определить, где какая вода?»* (наличие растворенного кислорода); *«Многие хозяйки, чтобы ускорить приготовление мясных и других продуктов, пользуются скороваркой. В скороварке вода кипит при температуре больше 100 °С, и время приготовления значительно сокращается. Как добиваются увеличения температуры кипения воды?»* (зависимость температуры кипения от давления). Последнюю особенность эффективно проиллюстрировать задачей-демонстрацией: *«Объясните следующий опыт. В толстостенную колбу наливают горячую воду при температуре, близкой к 100 °С, и прочно закупоривают. Если теперь на верхнюю часть колбы поместить снег или лед, то вода*

закипит. Подумайте, откуда берется энергия, необходимая для кипения?». Очень распространенной ошибкой является мнение, что для кипения необходимо и достаточно довести жидкость до температуры кипения. Чтобы исправить такие житейские представления, разбираем следующую задачу: *«Будет ли кипеть вода в кастрюле, которая плавает в баке с кипящей водой?».*

Далее рассматриваем формулу, для расчетов количества теплоты, требующейся для парообразования жидкости при постоянной температуре, указываем, что при конденсации аналогичная энергия выделяется. Для уточнения, что рассмотренная формула используется только для процесса парообразования или конденсации, а процессы нагревания и охлаждения нужно рассматривать отдельно, спрашиваем: *«Можно ли подсчитать, какое количество теплоты необходимо, чтобы перевести в пар 1 кг воды?».* В заключении решаются простые количественные задачи на распознавание явлений, построение графиков и составление уравнения теплового баланса (до количественного ответа задачи можно не доводить). Например: *«В закрытом калориметре находилось 0,2 кг воды при температуре 100 °С. Определите, какую температуру имел медный болт массой 50 г, если 2% воды испарилось?».*

Домашнее задание. Задача-исследование: *«Возьмите стакан любой газированной воды. Понаблюдайте, что произойдет, если: а) бросить в нее щепотку сахарного песка (или соли); б) помешать ложкой; в) бросить в стакан маленькую ягодку (виноград, изюм и т.п.). Объясните увиденное».* Данная задача не предусматривает оформление и оценивание, однако, результаты таких исследований необходимо разобрать в начале следующего урока. Конструкторско-изобретательские задания: *«Ртуть кипит при температуре 357 °С. Однако ртутные термометры используют и при более высоких температурах, вплоть до 750 °С. Предложите принцип действия такого термометра»; «Есть такой кухонный прибор, называемый “молоковаркой”. Он используется в основном для варки каш на молоке. Попробуйте объяснить (придумать) принцип действия такого прибора».*

Урок 16. Решение задач.

В ходе проверки домашнего задания посредством эвристической беседы разбираем результаты домашнего исследования, а также анализируем поданные

конструкторские заявки на “молоковарку” и термометр – это служит своеобразным повторением пройденного материала, а также решаем следующую задачу: *«В одном стакане находится спирт при -10°C , а в другом – такое же по массе количество льда при температуре -10°C . Постройте графическую зависимость (качественную) температуры содержимого стаканов от времени, если каждую секунду им сообщают одинаковые количества теплоты?»*.

Далее переходим к решению количественных задач, постоянно обращая внимание на анализ задачной ситуации, на распознавание явлений и построение графиков процессов. В заключении полезно предложить учащимся задачу на анализ: *«В калориметр, содержащий 2 кг водяного пара при 120°C , помещают 3 кг обычного льда, имеющего температуру -30°C . Что будет в калориметре, когда теплообмен прекратится?»*. Для менее подготовленного класса можно уменьшить сложность задачи, задав температуру пара 100°C , а льда 0°C .

Домашнее задание. К нескольким расчетным задачам добавляем творческое задание: *«Около 60 % поверхности земного шара составляют зоны, где отсутствует пресная вода или ощущается ее острый недостаток. В остальных местах существует нехватка чистой воды. Поэтому проблема получения чистой пресной воды стоит сейчас перед человечеством очень остро. В таких случаях помогают приборы, позволяющие получать пресную воду. Предложите схему такого приспособления, отличающегося простотой в изготовлении и применении, а по возможности и сконструируйте такое устройство»*.

Урок 17. Удельная теплота сгорания топлива. КПД нагревательного устройства.

Начинаем урок с рассмотрения вопроса *«Что такое “горение”?»*. После этого задаем вопросы, позволяющие уточнить понимание данного явления: *«Почему мы видим огонь костра, а пламя газовой горелки почти невидимо?»* (видим не сам огонь); *«Почему при помощи одной спички древесную щепку зажечь можно, а крупное полено нельзя?»* (температура возгорания). Знакомимся с понятием количества теплоты, выделяющейся при полном сгорании топлива. Изучая таблицу удельных значений данной величины, задаем вопросы такого типа: *«Что означают эти числовые значения?»*; *«Почему в таблицах иногда рассматривают пищевые продукты?»*; *«Обычно в таблицах приводятся значения удельной теплоты*

сгорания для сухого дерева. Как изменится количество теплоты, выделяющейся при сгорании дров, если несколько поленьев будут сырыми?» и т.п. Интересно также будет разобрать и вопрос об употреблении пороха: «Порох обладает достаточно малой удельной теплотой сгорания (примерно в 6 раз меньше, чем у каменного угля). Почему же тогда именно порох используют в огнестрельном оружии?».

Далее переходим к рассмотрению нагревательных приборов. Анализируем, на что идет энергия, выделяющаяся при сгорании топлива, в реальных нагревательных приборах (спиртовка, газовая плита и т.д.). Выделяем полезную энергию и тепловые потери, на основе знаний прошлого года вводим понятие КПД нагревательного прибора. После разбора теоретического материала, разбираем проблемы домашнего задания, а затем учащиеся самостоятельно решают количественные задачи по теме урока.

Урок 18. Превращение энергии в тепловых и механических явлениях.

Урок можно начать с постановки проблемы: «Приведите хотя бы один пример, в котором полная механическая энергия сохранялась бы в точности». Объяснение нового материала лучше базировать на результатах демонстрационных экспериментов. Причем закон сохранения энергии в явном виде формулировать в начале урока не обязательно, учащиеся знакомились с ним при изучении механических явлений, а также рассматривая понятие внутренней энергии. Разбирая показанные эксперименты, задаем вопросы, уточняющие понимание опыта и продвигающие в осознании закона сохранения и превращения энергии. Удачны здесь задачи-демонстрации, но можно использовать и построение мысленных экспериментов: «Как изменится движение пули, если на ее пути встретится, например, яблоко, которое она, естественно, пробьет? Не противоречит ли закону сохранения энергии изменение кинетической энергии пули при пробивании ей яблока?»; «Если стальной шарик опустить в масло или глицерин, то он будет двигаться, равномерно падая вниз. Какие превращения энергии при этом происходят?»; «Автомобиль движется равномерно по автостраде. При работе двигателя расходуется горючее. На что идет энергия сгорания топлива? Как это согласуется с законом сохранения энергии?» и т.п. После разбора подобных ситуаций, формулируем закон сохранения энергии в общем виде и первое начало термодинамик,

как частный случай закона для тепловых процессов. Отмечаем невозможность создания вечных двигателей (можно разобрать несколько примеров их “изобретений”). Частные случаи первого начала термодинамики можно еще раз продемонстрировать на опытах, например, опыт с прибором “Воздушное огниво”.

На втором уроке решаем расчетные задачи на закон сохранения энергии. Однако перед составлением математической модели, каждый раз, проводим анализ задачной ситуации, разбирая все происходящие энергетические превращения.

Урок 19. Классификация тепловых двигателей. Принцип действия двигателя внутреннего сгорания и паровой турбины. КПД тепловых двигателей и экологические проблемы, связанные с их эксплуатацией.

На данном уроке роль качественных задач ограничивается актуализацией полученных знаний в конце урока, уточнением понимания изученных понятий: *«Можно ли огнестрельное оружие (пушка, ружье и т.п.) отнести к тепловым двигателям?»*; *«Зачем одноцилиндровые четырехтактные двигатели внутреннего сгорания снабжаются массивными маховиками?»*; *«Почему в технике в основном используются многоцилиндровые двигатели? В чем их преимущество?»*; *«Почему на морозе из выхлопной трубы автомобиля идет сильный дым, а летом – нет? Ведь двигатель и бензин летом и зимой одни и те же!»*; *«Чем сильнее сжимается горючая смесь в цилиндре карбюраторного двигателя, тем больше его мощность. Однако на практике объем горючей смеси уменьшают только в 7–8 раз. Чем это можно объяснить?»* и др.

Урок 21. Контрольная работа.

Рекомендуется в контрольную работу включать задания качественного характера, а также, кроме простых расчетных задач на применение уравнения теплового баланса и изученных формул, расчетные задачи, требующие детального анализа задачной ситуации, выявления и распознавания явлений и построения графиков. Если контрольная работа проводится два урока (спаренный урок), то целесообразнее давать всего 5 задач (качественную задачу, две простые расчетные и две сложные).

Урок 22. Повторение.

При правильной организации решения количественных задач (сначала рассматривается теория, закрепляется решением качественных задач и только затем решаются расчетные задачи, в которых большое внимание уделяется анализу протекающих явлений) данный процесс не вызывает больших затруднений, а часто даже нравится учащимся. Теоретически же тема достаточно сложна, она имеет множество различных аспектов: рассматривается много явлений; каждое явление обладает рядом свойств, особенностей и условий протекания. По этой причине, как усвоение самой темы, так и решение качественных задач на данную тему не всегда бывает удовлетворительным. Прекрасно решая качественные задачи на уроках изучения нового материала (задачи с достаточно определенным условием), ученики теряются при решении задач на обобщение, повторение и закрепление по нескольким темам, когда в условии явно не выделено явление. Поэтому в подобных случаях необходимо начинать с коллективных форм решения, рассматривая, как нужно анализировать условие задачи, и переходя в заключении к работе в парах или самостоятельному решению. Именно через решение качественных задач происходит актуализация, конкретизация и обобщение теоретических знаний. Для этого нужно не просто получать ответ к задаче, а после решения обязательно выделять рассматриваемое в задаче явление и используемые свойства, формулы, условия протекания и т.п. Также заключительные уроки позволяют успешно формировать обобщенные умения решения качественных задач. Так как нет четкой привязки к конкретной теме (тема достаточно обширна), то развиваются способности распознавания явлений, выделения их свойств, а также умение находить (в памяти и других источниках) нужную информацию по теме задачи. Таким образом, на данных уроках реализуются не столько обучающие функции качественных задач, сколько развивающие и воспитывающие. Можно рассматривать задачи с межпредметным и необычным содержанием, задачи на смекалку, фантазию и поиск ошибок. Целесообразно проведение в начале урока решения небольшого числа задач в виде поисковой беседы и свернутой мозговой атаки, затем организация группового мозгового штурма и в заключении – решение в парах.

Примерные задачи для коллективного решения: *«Вентилятор создает ощущение прохлады. А изменяется ли при этом в помещении, где работает вентилятор, температура воздуха?»*; *«Изменится ли потенциальная энергия медно-*

го шара, лежащего на горизонтально расположенной поверхности стола, если повысить его температуру?»; задача-демонстрация: «Если взять большой брусок льда, перекинуть через него тонкую оголенную металлическую проволоку и подвесить к ее концам самый большой груз, который она может выдержать не разрываясь, то можно наблюдать интересное явление. Постепенно проволока пройдет сквозь брусок льда, и грузы упадут на пол, но брусок останется целым. Попробуйте провести такой опыт и объяснить происходящее. Что изменится, если взять изолированную проволоку?».

Для проведения свернутой мозговой атаки предлагаются задачи на анализ приведенных утверждений, решений какой-либо задачи, при этом учащиеся должны проанализировать утверждения и привести все их плюсы и минусы, дать правильное решение, если это возможно. Например, «Ученикам была задана задача: «Три одинаковых стеклянных сосуда заполнили водой при температуре 0°C . Один сосуд поместили в воду с такой же температурой, второй – в измельченный лед при температуре 0°C , третий – в мокрый снег. Определите, в каком сосуде вода замерзнет быстрее». Один ученик дал следующий ответ: «вода быстрее замерзнет в третьем сосуде, так как снег имеет меньшую температуру и обеспечивает лучшее соприкосновение (тепловой контакт). Прав ли ученик?».

Другой подобный пример можно предложить первоначально для самостоятельного обдумывания и написания краткого резюме, а затем для коллективного разбора: «Один инженер предложил для экономии расположить топку котельной выше над землей. Он рассуждал так: “Поднимая уголь на некоторую высоту, мы увеличиваем потенциальную (а значит, и полную) энергию угля. Соответственно при сгорании в этом случае должно выделиться большее количество теплоты”. Представьте себя на месте работника патентного бюро. Что Вы напишете в рецензии на это рацпредложение?».

Далее организуется групповой мозговой штурм. Класс делится на несколько групп генераторов идей и столько же групп экспертов. Удобнее: на каждом ряду свои генераторы и свои эксперты. Идеи от генераторов поступают к экспертам, исполняющим роль критиков, а затем к учителю, который в заключении подводит итоги групповой деятельности. Здесь удобны многовариантные и многоаспектные задачи, например: «Какие преимущества ртути перед другими жидкостями (вода, спирт, эфир и др.) позволяют применять ее в термометрах?»; «Почему жало

паяльника делают не стальным, а медным (или бронзовым)?»; «Сейчас ученые уже могут “вызывать” дождь, правда, если над местностью есть облака. Попробуйте и Вы предложить реальные способы “вызывания” дождя».

После разбора результатов групповой деятельности, предлагаются задачи для решения в группах. Подразумевается живое обсуждение данных проблем, взаимопроверка знаний и взаимный анализ деятельности. «На одном из заводов для охлаждения стали требовалось 340 м^3 воды в сутки. При этом использовали холодную воду. Один рационализатор предложил охладить кипятком! И как ни странно, расход воды уменьшился в 22 раза. Попробуйте повторить рассуждения этого рационализатора»; «Даны два одинаковых стальных шарика (см. рис. 3). Один шарик висит на теплопроводящей нити, другой лежит на теплоизолированной подставке. Какому шарiku нужно передать большее количество теплоты, для того чтобы нагреть шарик на $1 \text{ }^\circ\text{C}$?»;

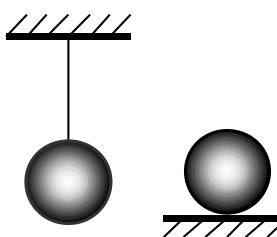


Рис. 3

«Вы, вероятно, любите шоколадные конфеты и знаете, что бывают конфеты и шоколадки с различными густыми наполнителями (начинками) – с желе, джемом, мармеладом и т.п. А задумывались ли Вы, как эту начинку помещают внутрь шоколадной оболочки? Попробуйте придумать какой-нибудь практически реализуемый способ»; «Пчелы собирают с цветков нектар, содержащий около 80% воды, и помещают его в соты. Через некоторое время в сотах оказывается мед, имеющий значительно меньшее содержание воды. Подумайте, что могут делать пчелы, чтобы “создать” густой мед».

В заключении можно предложить учащимся написать небольшой тест по пройденной теме (10 минут).

ПРИЛОЖЕНИЕ №1**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ТЕМЫ «ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ» (46 часов)**

Урок 1. Основные положения молекулярно-кинетической теории.	3
Урок 2. Тепловое равновесие. Температура. Тепловое расширение тел. Измерение температуры. Температурные шкалы.	5
Урок 3. Внутренняя энергия тела. Способы изменения внутренней энергии: совершение работы и теплопередача.	8
Урок 4. Виды теплопередачи.	10
Урок 5. Решение задач. Тепловые потери.	12
Урок 6. Аномальные свойства теплового расширения воды.	15
Урок 7. Теплопередача в быту. Самостоятельная работа.	17
Урок 8. Количество теплоты. Теплоемкость.	20
Урок 9. Уравнение теплового баланса. Решение задач.	21
Урок 10. Решение задач. Фронтальная лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости вещества».	22
Урок 11. Плавление кристаллических тел. Температура плавления. Удельная теплота плавления. Кристаллизация.	22
Урок 12. Решение задач.	24
Урок 13. Парообразование. Испарение. Объяснение испарения с точки зрения МКТ. Конденсация.	25
Урок 14. Влажность воздуха.	26
Урок 15. Кипение. Объяснение кипения с точки зрения молекулярно-кинетических представлений.	28
Урок 16. Решение задач.	29
Урок 17. Удельная теплота сгорания топлива. КПД нагревательного устройства.	30
Урок 18. Превращение энергии в тепловых и механических явлениях.	31
Урок 19. Классификация тепловых двигателей. Принцип действия двигателя внутреннего сгорания и паровой турбины. КПД тепловых двигателей и экологические проблемы, связанные с их эксплуатацией.	32
Урок 20. Самостоятельная работа учащихся по решению задач на тепловые явления.	
Урок 21. Контрольная работа.	32
Урок 22. Повторение.	33
Урок 23. Теоретический зачет.	

ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Игры в парах. На первых порах изучения физики ученики при решении качественных задач часто дают односложные ответы, не приводя обоснования своих догадок. А при воспроизведении рассуждений даже сильные ученики допускают логические ошибки: берут за “отправную точку” необоснованные утверждения, делают из правильных посылок неверные выводы и т.п. Чтобы более эффективно развивать логическое мышление, формировать умение использовать операции формальной логики при решении качественных задач и рефлексию своих действий, мы предлагаем несложный игровой прием.

Удалено: ego

“Спаринг-игра” «Почему?» Учащимся даются две качественные задачи по вариантам, таким образом, класс разбивается на пары. Через некоторое время, выделяемое на решение, учащиеся начинают “перекрестный допрос” своих оппонентов. Сначала один ученик (“решатель”) объясняет решение своей задачи, другой же ученик (“критик”) при этом ищет логические ошибки в ответе, задавая вопросы типа «Почему?», «Откуда это следует?», количество которых подсчитывается. Задача “решателя” дать логически обоснованное решение, а “критика” – найти противоречивость и нелогичность в приводимых утверждениях. Затем ученики меняются ролями. “Выигрывает” тот, кто задал больше вопросов. Роль же учителя состоит в мотивационно-контролирующей деятельности: обеспечение включения в деятельность каждого ученика, а также разрешение возникающих спорных вопросов. В отличие от простого воспроизведения вслух решения задачи одним из учеников, в данном приеме появляются элементы необычности, игры и состязательности. Такая игра в «Почему?» развивает навыки негативного мышления, которые в свою очередь лежат в основе любой творческой деятельности. Прием можно использовать и при коллективном решении качественных задач, а так как цель игры научиться контролировать обоснованность и непротиворечивость своих утверждений, то данный прием при систематическом использовании позволяет переводить умения от “проговаривания вслух” на внутренний план (мысленные вопросы).

ПРИЛОЖЕНИЕ №3

Особенности использования качественных задач для контроля знаний.

Обыденный характер большинства качественных задач и их непоставленность объективно исключают саму возможность формального подхода к решению. На вопрос качественной задачи невозможно ответить заученной фразой, а часто оказывается трудно воспользоваться и подсказкой товарища. Поэтому потенциал использования качественных задач для контроля уровня усвоения знаний достаточно велик. Выделим некоторые формы использования качественных задач при устной и письменной проверке знаний учащихся: 1) *контроль знаний ученика учителем*: устная проверка (решение качественной задачи, зачет, экзамен и т.п.), кратковременная письменная проверка, контрольная работа на урок (письменный зачет или работа по решению задач с решением качественных задач), программированный контроль, выборочная проверка итогов группового решения задач, творческие домашние задания (составление задач, решение сложной задачи, мини-исследования и т.д.); 2) *оперативный контроль (экспресс-контроль)*, предназначен для получения информации о состоянии и качестве знаний и умений учащихся; 3) *контроль ученика учебной группой* по своим критериям и по критериям, которые дал учитель; 4) *взаимоконтроль и самоконтроль*. Первая форма подразумевает обязательное оценивание, использование же оценки при устных формах экспресс-контроля нежелательно (приводит к “ответобоязни” и искажает получаемую информацию), последние формы могут сопровождаться оцениванием.

В лицеях и школах с углубленным изучением физики широко используется организация уроков по блочно-модульному принципу. В этом случае на последнем модуле блока проводится тестирование учащихся и выполнение ими разнообразных контрольных заданий. Для выяснения уровня усвоения и глубины знаний в контрольную работу рекомендуется обязательно включать задания качественного характера и расчетные задачи, требующие детального анализа задачной ситуации, выявления и распознавания явлений и построения графиков. Если контрольная работа проводится два урока (спаренный урок), то целесообразнее давать 5 задач (качественную задачу, две простые расчетные и две повышенной сложности). Но нужно помнить, что отметку за решение качественных задач лучше ставить толь-

ко при итоговом контроле, это позволяет раскрепостить деятельность учащихся на обычных уроках и усилить их познавательную активность.

Наряду с классической проверкой знаний учащихся, качественные задачи можно использовать и для оперативного мониторинга (системы отслеживания состояния знаний учащихся и сформированности их умений и навыков). Вместе с традиционным тестированием, которое требует специальной обработки, можно использовать и более простой прием – назовем его условно “голосование”. Ученикам предлагается к решению некоторая качественная задача и через некоторое время, необходимое для обдумывания ситуации, учитель спрашивает полученные учащимися ответы. Затем ответы систематизируются, при отсутствии ответов учитель дает 2-4 заготовленных варианта, а классу предлагается проголосовать, выбрав один из них. Таким образом, за несколько минут можно оценить ситуацию, связанную с усвоением изученного материала, и сделать соответствующие выводы для дальнейшей коррекции. Ученикам же такой прием нравится, они увлеченно включаются в решение задачи и с удовольствием голосуют. При этом ученики вовлекаются также и в процесс самооценки своих учебных достижений. Многие ученики, недовольные своим ответом, уже после уроков ищут свои ошибки, перечитывают учебник, читают дополнительный материал и т.п. Единственное требование и необходимое условие эффективности такого приема – это *отсутствие оценки*. Нельзя оценивать ответы и заострять внимание на учениках, ответивших неверно – все должны отвечать свободно, не боясь, высказывать свое мнение. Учитель при голосовании следит за тем, чтобы не было воздержавшихся, а затем просит нескольких учеников защитить свою версию ответа. Другие ученики выступают в качестве критиков. Так общими усилиями получается правильный ответ, который сообщается в самом конце решения.

Несмотря на простоту, у данного приема много преимуществ. Кроме того, что это быстрый и простой способ анализа уровня усвоения пройденного материала, он также способствует увеличению заинтересованности и познавательной активности учащихся, придает веру в свои силы, преодолевает “ответобоязнь”, раскрепощает мышление, развивает инициативу и самостоятельность суждений. Данный прием позволяет формировать активную жизненную позицию, показывая, что каждый человек должен иметь свое мнение по любому вопросу, а не ориенти-

роваться на мнение большинства. Для этого полезно выделять ситуации, когда большинство класса дает неправильный ответ, поощрять учеников, дающих правильные ответы наперекор большинству.

Особенности оценивания работы с качественными задачами. Основным и единственным критерием для выставления отметки за решение качественной задачи должен быть не ответ, а сам процесс решения. На начальных стадиях обучения учащихся решению качественных задач нужно уделять внимание наличию в ответе ученика необходимых этапов решения. Также всегда необходимо следить за логической четкостью и доказательностью объяснений. Недопустимо при решении качественных задач, особенно при письменном решении, наличие недоказанных, неочевидных суждений, логических “дыр” и несоответствий. Часто случается так, что ученик, рассуждая неправильно, в результате все же приходит к правильному ответу. В логике даже есть закон “четного числа ошибок”, указывающий на то, что две (четыре и т.д.) ошибки в рассуждениях могут “скомпенсировать” друг друга и привести к правильному ответу. Поэтому при решении качественных физических задач недостаточно просто дать ответ. Более важно изложить сам процесс решения, т.е. поиск ответа. Правильный ответ сам по себе не является еще достаточным основанием для выставления отметки, в этом случае вполне достаточно дать устную оценку работы ученика.

Актуальной в последнее время является проблема составления тестовых контрольных работ. Как правило, большая часть заданий в таких работах имеет качественный характер. Однако неоднозначность понимания условия задач, различные уровни моделирования заданной ситуации, вариативность подходов к решению и относительность, неопределенность индивидуальных творческих процессов решения качественных задач зачастую приводят к некорректному их использованию в тестах. Например, ответ на задачу про “свечу в космосе” может быть различным в зависимости от выбранной модели явления. Проблема использования качественных задач в тестовых работах оказывается достаточно сложной и требует специального рассмотрения, однако в любом случае необходима конкретизация условия для “отсечения” “незапланированных” моделей и гипотез.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анофрикова С. В., Стефанова Г. П. Применение задач в процессе обучения физике: Учеб. пособие для студ. физ. фак. пед. ин-тов. – М.: Прометей, 1991. – 176 с.
2. Билимович Б. Ф. Физические викторины в средней школе: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1977. – 159 с.
3. Браверман Э. М. Самостоятельное проведение учениками экспериментов для проверки теоретических прогнозов // Физика в школе. – 2000. – № 3. – С. 43.
4. Гутник Е. М. Использование качественных задач для развития общеучебных умений учащихся // Физика в школе. – 1992. – № 1-2. – С. 17-23.
5. Елькин В. И. Игра в детектив как вид внеклассных занятий // Физика в школе. – 1990. – № 4. – С. 66.
6. Заровняев Г. В. Приемы постановки исследовательских лабораторных работ // Учебная физика. – 1998. – №1. – С. 73-76.
7. Исупов М. В. Решаем качественные задачи: Строение вещества. Тепловые явления: Ч. 1. Качественные вопросы и задачи / Под редакцией Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во Вятского ГПУ, 2002. – 56 с.
8. Исупов М. В. Решаем качественные задачи: Строение вещества. Тепловые явления: Ч. 2. Ответы, указания и решения / Под редакцией Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во Вятского ГПУ, 2002. – 29 с.
9. Лукашик В. И. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1987. – 192 с.
10. Перельман Я.И. Знаете ли Вы физику? – М.: Наука, 1992. – 272 с.
11. Резник М. В. Вечер “Стакан чая и физика” // Физика в школе. – 1990. – № 2. – С. 70–72.
12. Резник М. В. Вечер “Физика и чистота в быту” // Физика в школе. – 1992. – № 5-6. – С. 48.
13. Троицкий Д. А., Любавская Р. А. Эвристический подход при изучении физики // Физика в школе. – 1998. – № 2. – С. 51-55.
14. Тульчинский М.Е. Сборник качественных задач по физике: Для сред. школы: Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1965. – 236 с.
15. Тульчинский М.Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике. – М.: Просвещение, 1971. – 160 с.

Методическое издание

Исупов Михаил Васильевич

Решаем качественные задачи:
Строение вещества. Тепловые явления

Часть 3. Поурочные методические рекомендации для учителей

Компьютерный набор и верстка М. В. Исупов

Подписано в печать __.__.03 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура журнальная. Печать офсетная.
Объем __ п.л. Тираж __. Заказ __
Кировский физико-математический лицей
610000, г.Киров, ул.Труда, 16
Отпечатано в тип. КФМЛ

