

*«Использование нестандартных
лабораторных работ по физике
для развития креативности мышления
учащихся»*

Подготовила: учитель физики
Борискина А.Р.
Высшая кв.категория

2013 год

I. Развитие личности учащегося – задача современности

«Не в количестве знаний заключается образование, а в полном понимании и искусном применении того, что знаешь».

А.Дистервег.

«Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением».

М. Ломоносов.

Физику хорошо знает тот школьник,
который самостоятельно ставит
опыты, еще лучше ее знает тот, кто
сам делает приборы для этих опытов.

П.Л. Капица

В развитие всегда заложена борьба между зарождающимся новым и прочно установившимся старым. Однако, появление нового в методике физики, как и в других науках, нельзя понимать как категоричное отбрасывание старого. Новое может отрицать старые лишь в определенном отношении, сочетаясь с тем, что ранее установлено, внося в него коррективы и усовершенствование, как правило, новое не возникает на новом месте .

В связи с переходом школ к новой форме аттестации выпускников в виде ЕГЭ, назрела необходимость в изменении методики преподавания физики. В частности, речь идет о профилизации обучения.

В нашей школе 10 11 классы имеют физико-математический профиль. На изучение физики отводится 5 часов в неделю. В конце учебного года учащиеся выполняют лабораторный практикум, состоящий из 10 работ. Класс делится на группы по 2-3 человека, которые за 2 часа выполняют по 1 работе. (Всего-10 работ). Темы известны заранее; в конце урока – защита.

Активизировать познавательную деятельность учащихся, несомненно, можно и с помощью **эксперимента**. Большое внимание я уделяю решению экспериментальных задач на разных этапах урока и с различной **целью** при постановке проблемы, закреплении знаний, проверке усвоения теоретического материала. Экспериментальные задачи включаю и в домашние задания. Задавая эксперимент на дом, мы обучаем школьников умению самостоятельно пополнять знания. Это один из самых педагогически эффективных и интересных для учащихся приемов самостоятельной работы. Он способствует осознанному изучению курса, воспитывает самостоятельность и находчивость, развивает индивидуальные творческие способности, мыслительную деятельность, интерес к предмету.

Приведу несколько примеров **домашних экспериментальных заданий**.

- 1. Определите предел измерения и цену деления шкалы рулетки. Какие физические величины можно измерить, определить с помощью рулетки? Вычислите площадь поверхности обеденного стола и объем ванной комнаты. Выразите результаты вычислений в м² и м³.
- 2. Вставьте плотно воронку в бутылку и попробуйте быстро налить в нее воду. Что вы наблюдаете? Почему вода не вливается в «пустую» бутылку?
- 3. Возьмите электрическую лампу и новый подвесной патрон. Изучите их устройство. Покажите и нарисуйте токопроводящую часть лампы. Разберите патрон и рассмотрите отдельные части и клеммы, к которым подается электрический ток. Покажите путь тока по патрону и лампе. Соберите патрон.
- 4. Возьмите картофелину или яблоко и воткните в них медную и цинковую пластинки. Присоедините к этим пластинкам 1,5В лампочку. Что у вас получилось? (Источник тока)
- 5. Вырежьте из листа бумаги два одинаковых лепестка и приложите их друг к другу. Слипаются ли они? Повторите опыт, намочив соприкасающиеся стороны лепестков водой. Почему лепестки прилипают друг к другу?

Домашние опыты в отличие от классных экспериментов проводятся с использованием каких-то подручных средств, а не специального школьного оборудования, что существенно, ведь в жизни учащимся придется встречаться с различными практическими задачами, которые не всегда похожи на учебные, классные. В этом плане домашние эксперименты способствуют выработке умений самостоятельно планировать опыты, подбирать оборудование, формируют умение познавать окружающие явления, рассматривая их в новой ситуации.

Например, я даю задание: «Исследуйте зависимость скорости испарения от температуры окружающей среды». Ученик должен ознакомиться с его содержанием, составить план выполнения и собрать нужную установку, проделать опыты, ответить на вопросы и описать выполненную работу. При этом формируются и в то же время проверяются организационные и экспериментальные умения ученика, его знания. Или такой **домашний эксперимент**: «Определите объем небольшой картофелины. Вычислите ее массу».

Правильность определения объема картофелины отражает умение пользоваться мензуркой; точность, четкость выполнения задания позволяют оценить понимание физического смысла плотности, массы и знание их единиц измерения. Такого рода задания приучают школьника к самостоятельному выполнению работы на всех ее этапах, включая организацию, проведение, осмысление и получение результатов.

При организации и проведении домашних экспериментов важно иметь в виду следующее: такие работы должны стимулировать познавательную деятельность и развитие мышления; привлекать внимание к основному материалу курса, быть направленными на углубление и пополнение знаний; легко выполняться в домашних условиях и др.

При выполнении опытов учащиеся могут применять самодельные приборы, предметы и материалы домашнего обихода. Считаю целесообразным предварять изучение некоторых вопросов простыми экспериментальными заданиями.

Домашние экспериментальные работы я предлагаю учащимся до, и после выполнения ими соответствующей фронтальной лабораторной работы. Показываю логическую связь между материалом, изучаемым на уроке, и домашним экспериментальным заданием, мотивирую эту работу, привлекаю к ней внимание учащихся. .

В старших классах я привлекаю учащихся к подготовке демонстрационных опытов, которые выполняют функции лаборантов, т. е. они с удовольствием помогают мне при подготовке лабораторных работ, даже некоторые самостоятельно разрабатывают варианты опытов, конструируют соответствующие установки, выступают перед классом с показом опытов и их объяснением. Экспериментальные умения и навыки учеников-лаборантов, их логическое мышление и творческие способности быстро развиваются. Подобная работа благотворно влияет и на остальных учащихся класса. У многих детей появляется желание стать лаборантом.

Приведу пример задания для учеников-лаборантов: ***«Придумайте систему пожарной сигнализации, основанную на явлении теплового расширения тел. Изготовьте действующую модель такой сигнализации и продемонстрируйте ее в классе».***

Возможное решение: в сообщающиеся сосуды наливается раствор медного купороса. Правое колено сосудов соединено резиновой трубкой с герметически закрытой стеклянной колбой. При поднесении к ней пламени уровень жидкости в левом колене поднимается и, когда он достигает медных пластинок, электрическая цепь замыкается и включается сигнальная лампочка.

Использование подобных заданий не только помогает совершенствовать экспериментальные умения и навыки учащихся, но и развивает их фантазию, творческое воображение, а также повышает интерес к физике.

Разнообразие видов заданий – важное условие успешного приобщения к ней школьников. Поэтому в процессе обучения нужно учесть широкий спектр направленности интересов учеников: одним нравится конструировать, другие с удовольствием занимаются экспериментальными исследованиями, третьи

охотно выполняют занимательные опыты.

Экспериментально-исследовательские задания – это такие задания, при котором на основе теоретического анализа ситуации возможно предсказание результатов исследования. Например: прижмите карандаш к белому листу, освещенному электрической лампой расположив его относительно волоска лампы медленно отодвигайте карандаш от экрана, приближая его к лампе и сохраняя неизменной его ориентацию относительно волоска. Исследуйте как изменяется при этом тень от карандаша на экране. Для предсказания результата достаточно провести графический анализ задачи, заменив светящийся волосок двумя источниками.

Из всего многообразия видов работ, развивающих самостоятельность ребят, я выделяю **конструкторскую**, видя в ней широкие возможности формирования умения думать, использовать свои теоретические знания, вести исследования, работать с ручным материалом, справочной литературой. Такая работа открывает широкие возможности развития познавательной и творческой деятельности учащихся. Опыт моей работы показывает, что школьники, конструирующие **приборы, модели** и другие технические установки на базе знаний, получаемых в школе, гораздо глубже понимают и усваивают учебный материал. При разработке конструкторских заданий нужно позаботиться о том, чтобы их выполнение требовало от учащихся творческого подхода. На уроках физики я всегда даю задания конструкторского характера, но при разработке этих заданий я всегда руководствуюсь двумя требованиями:

1. Чтобы они могли быть решены на базе уже изученного материала
2. Чтобы их можно было осуществить из самых простейших и доступных материалов (провода, жест, пластиковый стакан, пластиковые бутылки, катушки, пенопласт, медицинские стаканы, свечи парафиновые, медицинские шприцы и системы и т.д.)

Например: при изучении главы «Давление твердых тел, жидкостей и газов» я всему классу даю задание – сконструировать сообщающиеся сосуды и прибор, оказывающий давление на дно и стенки сосуда.

Дети принесли уникальные приборы и мини – проекты к ним, из них я отобрала 9 оригинальных и хорошо оформленных экземпляров для защиты. На защиту выносятся проекты, отличающиеся хотя бы в деталях конструкции.

Физический эксперимент, призванный утвердить физику как науку опытную, выполняет разнообразные учебные функции: первого знакомства с новым явлением; иллюстрации изучаемого материала; измерения количественных характеристик явления; проверки сформулированного учителем закона; развития у учащихся экспериментальных навыков и т.д.

Само место фронтального опыта при изучении физики может быть различным. Например, вариант его постановки в ходе знакомства учащихся 10-го класса с понятием температуры.

Первый урок на тему «**Температура и ее измерение**» я сразу начинаю с опыта: изучение теплообмена исследуемого тела и термометра.

Опыт проводится группой из двух учащихся. Каждый из них получает сосуд с водой и термометр, цену деления которого он определяет, и в дальнейшем для оценки теплового состояния воды пользуется только «своим» термометром.

Эксперимент начинается после того, как его участники, опустив термометры каждый в свой сосуд, на вопросы: как изменяются со временем показания твоего термометра после его переноса в сосуд соседа? (Оба ученика переносят термометры одновременно). Температуру чего показывает твой термометр в первый момент после переноса его в сосуд соседа? Почему при измерении температуры человека медицинским термометром его надо держать 5-10 мин? Нельзя ли провести измерения быстрее? Одинаковы ли результаты измерения температуры воды в одном и том же сосуде, полученные разными участниками? Почему? Что изменилось бы в результатах, если бы сосуды были очень маленькими? В опыте органично сочетаются элементы теоретического обобщения и экспериментального исследования. Важно, чтобы в дальнейшем полученные при этом знания были логично развернуты и использованы в других формах работы.

С целью повышения качества знаний учащихся я при изложении учебного материала стараюсь развить познавательный интерес школьников к изучаемому, воздействуя на эмоциональную сферу их личности (помня образное выражение одного из ученых, что наука – дочь удивления и любопытства). Для этого я использую **парадоксальные вопросы-задачи**, которые вызывают удивление учащихся, заставляют их думать, а самое главное – привлекают внимание каждого, способствуют лучшему пониманию физических законов и явлений. Подобные задачи можно подобрать к каждой теме курса. Опыт показывает, что наличие интереса к изучаемому предмету повышает внимание рассматриваемых вопросов и, следовательно, способствует получению более прочных знаний

Таким образом, активизировать познавательную деятельность учащихся на уроках физики можно различными способами, но следует помнить, что эта активизация не должна сводиться к простому увеличению числа выполняемых школьниками самостоятельных работ. Важна методика включения последних в учебный процесс – работы должны в максимальной степени развивать мыслительную активность ребят.

Одной из возможностей формирования и дальнейшего развития учебных умений и навыков, на уроке физики, является использование **лабораторного метода обучения**. Причем этот метод является наиболее эффективным для развития умений и навыков. Так, лабораторный метод лучше других методов способствует развитию практических трудовых умений; умений добывать, систематизировать и применять знания; навыков упрочнения знаний и умений. Кроме этого, лабораторный метод пригоден, в равной степени, для развития таких качеств личности, как мышление, познавательный интерес, активность память, волю, способность выражать свои мысли, а также эмоции.

Убеждаясь в своей практической деятельности в справедливости этих утверждений, я использую лабораторный метод обучения для развития общеучебных умений и навыков на уроках физики. И как частный случай – через **исследовательские лабораторные работы**.

Сущность исследовательского метода обучения заключается в том, что он предусматривает творчество в деятельности учащихся. Элементы исследования в проведении лабораторных работ развивают учебные умения и навыки с учетом индивидуальных способностей учащихся достигать различные этапы творчества.

Исследовательские лабораторные работы, проводимые как индивидуально, так и в группах, могут проходить по следующему плану:

1. Учитель сообщает проблему, для решения которой проводится лабораторная работа.
2. Знания учащимся не сообщаются. Учащиеся самостоятельно их получают в процессе исследования. Средства для достижения результатов учащиеся выбирают сами, т.е. становятся активными исследователями.
3. Учитель управляет процессом исследований.

Лабораторный исследовательский метод проведения занятий по физике помогает учащимся развить следующие общеучебные умения и навыки:

1) Познавательные умения и навыки :

- анализа и синтеза;
- описания наблюдаемых явлений;
- формулировка целей и задач;
- выдвижение гипотезы и предсказание результата;
- использование математических символов;
- установление причинно-следственных связей.

2) Организационные умения и навыки:

- планирование эксперимента;
- рациональное использование времени;
- правильная организация рабочего места при выполнении лабораторных работ.

3) Технические умения и навыки:

- пользование измерительными приборами и измерение физических величин;
- математическая обработка результата;
- подбор материала к лабораторным работам;
- сборка установки, схема эксперимента;
- использование учебной и технической литературы;
- учет правил ТБ;
- расчет погрешности вычисления;

- оформление результатов (схемы, таблицы, графики).

4) Умения и навыки сотрудничества:

- обсуждение задания и распределение обязанностей;
- взаимопомощь и взаимоконтроль (самоконтроль);
- обсуждение результатов и формулировка вывода.

Проделав работу по отбору материала для темы моего исследования, я пришла к выводу: «Нет главных и несущественных методов обучения, но, в зависимости от целей, задач и образовательных требований общества, нужно использовать те, которые являются наиболее актуальными в данный момент, по данной теме, в данном классе, для данной личности».

В настоящее время развитие учебных умений и навыков личности – наиболее актуальная задача образования, т.е. в меняющихся жизненных ситуациях только человек, умеющий переносить ЗУН в новую ситуацию, может быть конкурентоспособным.

Таким образом, систематическое выполнение экспериментальных и исследовательских заданий развивает в учениках такие умения, как самостоятельная сборка экспериментальных установок, измерение физических величин, представление результатов опытов в виде таблиц, выводы из экспериментов и объяснение результатов своих наблюдений с теоретической позиции. Ученик, делая для себя открытие, практически подтверждает то, что узнал теоретически, и у него появляется мотивация к обучению и саморазвитию. Изучение действия тока на человека раскрывает практическое значение данной темы.

Работа учащихся в группах позволяет развивать коммуникативную компетентность, учит анализировать и оценивать ответы товарищей.

Кроме того, применение на уроках компьютерных технологий дополняет практический эксперимент и объяснение учителя, позволяет глубже понять суть практической работы, учит творчески мыслить и расширяет кругозор учащихся.

Много лет тому назад был высказан главный тезис назначения школы: «Школа должна заниматься поиском индивидуальности».

Жажда открытия, стремление проникнуть в самые сокровенные тайны бытия рождаются еще на школьной скамье. Поэтому так важно именно в школе выявить всех, кто интересуется различными областями науки и техники, вынести школьников на дорогу поиска в науке, в жизни, помочь полностью раскрыть свои способности.

«Опыт ценнее тысячи мнений, рождённых воображением». М.В.Ломоносов.

«Верховным судьёй всякой физической теории является опыт.» Л.Д.Ландау.

«Мудрость – дочь опыта. Опыт никогда не ошибается, а ошибаются только суждения ваши, которые ждут от него вещей, не находящихся в его власти.» Леонардо да Винчи.

*«Теория, не проверяемая опытом, при всей красоте концепции теряет вес, не признаётся.»
- Д.И.Менделеев*

*«Эксперименты без теоретических умозрений или умозрения без экспериментов значат весьма немного, для действительного прогресса необходимо счастливое сочетание того и другого.»
Э.Резерфорд.*

Восточная мудрость:

**«Скажи мне – и я забуду, Покажи мне – и я запомню,
Дай мне сделать самому – и я пойму»**

Приложение № 1

Карточки напоминания к лабораторной работе I уровня

(для учащихся с низким уровнем сформированности практических умений и навыков).

1) Оформи в тетради план работы:

1. Название (учебник ст.164. Пр. № 3)

2. Цель: «Научиться»....

3. Приборы (учебник ст.164. Пр. №3)

4. Ход работы оформи в виде таблицы.

$\mu = F_{\text{тр}} / P$ $M_{\text{ср}} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) / 3$

1

2

3

а) вес бруска найди с помощью динамометра (см. рисунок)

б) найди силу трения, передвигая брусок с помощью динамометра равномерно по деревянной линейке (см. рисунок)

в) проделай опыт 3 раза, меняя массу бруска с помощью набора грузов по 100г.

2) Найдите коэффициент трения для каждого опыта и найдите среднее значение и сравните с табличным.

3) Сделайте вывод о коэффициенте трения.

Приложение № 2

Карточки-напоминания к лабораторным работам II уровня

(для учащихся со средним уровнем сформированности умений и навыков).

1. Оформи в тетради работу по известному плану:

1)Название.

2)Цель.

3)Приборы.

4)Таблицы и все расчеты.

5)График.

6)Вывод.

Пояснение: подсказка

1) Коэффициент трения можно найти, зная, что $F_{\text{тр}} = \mu N$

1. Подумай! Чему будет равен N , если тело движется со скоростью $V = \text{const}$, тогда $\mu = F_{\text{тр}} / P$

2) Вес и силу трения можно найти с помощью динамометра, но помни, что $V = \text{const}$.

3) График построить не трудно: на одной оси значение $F_{\text{тр}}$, на другой P (сделай не меньше 3х опытов). Учитывай погрешность.

4) Из графика найди μ . Сравни с табличным, сделай вывод.

Приложение № 3

Задание к лабораторной работе: « Определение коэффициента трения скольжения» исследовательского характера:

1.Выясни, как зависит сила трения от способа обработки трущихся поверхностей (используй различные из предложенных поверхностей).

2. Выясни, как зависит сила трения от площади и массы соприкасающихся поверхностей.

Отчет (предложенный вариант)

1.Я предполагаю, что

2.Я основываюсь на том, что

3.Рассуждения, на основе которых выдвинута гипотеза

4. Что я предполагаю сделать для проверки предложения

5.Мне необходимы приборы.....

6.План моих действий

7.Анализ плана:

Что я измеряю? Например: 1)Площадь— поверхности; 2) Массу грузов;

Чем я измеряю? Например: 1) линейкой, 2)— весами;

Что будет постоянно? Например:1) скорость движения бруска по— поверхности.

Сделай вывод о значении коэффициента трения.

«ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНА РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА»

Цель работы.

Экспериментально проверить закон радиоактивного распада.

Описание работы.

В результате радиоактивного распада число радиоактивных ядер данного изотопа уменьшается со временем, превращаясь в другие ядра. Опыт показывает, что для каждого радиоактивных изотопов существует **период полураспада T** - промежуток времени, за который распадается половина начального числа атомов. Чем меньше период полураспада данного изотопа, тем большее число атомов распадается ежесекундно, и поэтому тем выше радиоактивность.

Найдём, по какому закону уменьшается со временем число атомов N данного изотопа вследствие радиоактивного распада - другими словами, определим зависимость $N(t)$. Обозначим число атомов в начальный момент ($t=0$) как N_0 , то есть $N(0)=N_0$. через время $t=T$, равное периоду полураспада, число атомов будет вдвое меньше начального, поэтому $N(T)=N_0/2$. По истечении каждого следующего промежутка времени T число атомов уменьшается вдвое, поэтому $N(2T)=N_0/2^2$, $N(3T)=N_0/2^3$ и так далее. Через время $t=nT$ останется $N(nT)=N_0 * 2^{-n}$ атомов. Поскольку $n=t/T$, получаем закон радиоактивного распада: $N(T)=N_0 * 2^{-t/T}$.

Закон распада атомов не является законом, который управляет распадом одного атома, так как нельзя предугадать, когда пройдёт этот распад. Распад атома не зависит от его возраста, т.е. атомы «не стареют».

За время T каждое из радиоактивных ядер распадается с вероятностью $1/2$. Процесс радиоактивного распада можно промоделировать подбрасыванием монет, при котором с той же вероятностью ($1/2$) выпадают или «орёл» или «решка». Примем, что если выпадает «орёл», ядро уцелело, если же «решка» - распалось. Каждое бросание монет соответствует для ядра протеканию промежутка времени, равного периоду полураспада.

Оборудование.

128 монет, банка, разнос.

Ход работы.

1. Отсчитала начальное количество монет $N_0=128$, перемешала их в банке и высыпала на разнос.
2. Подсчитала число «нераспавшихся» монет (т.е. число монет, лежащих «орлом» вверх), собрала их обратно в банку, снова перемешала их и высыпала на разнос.
3. Опыт повторила 10 раз.
4. Заполнила таблицу 1.
5. Повторила опыт ещё два раза. Результаты занесла в таблицы 2 и 3.
6. Построила графики, соответствующие опытам.

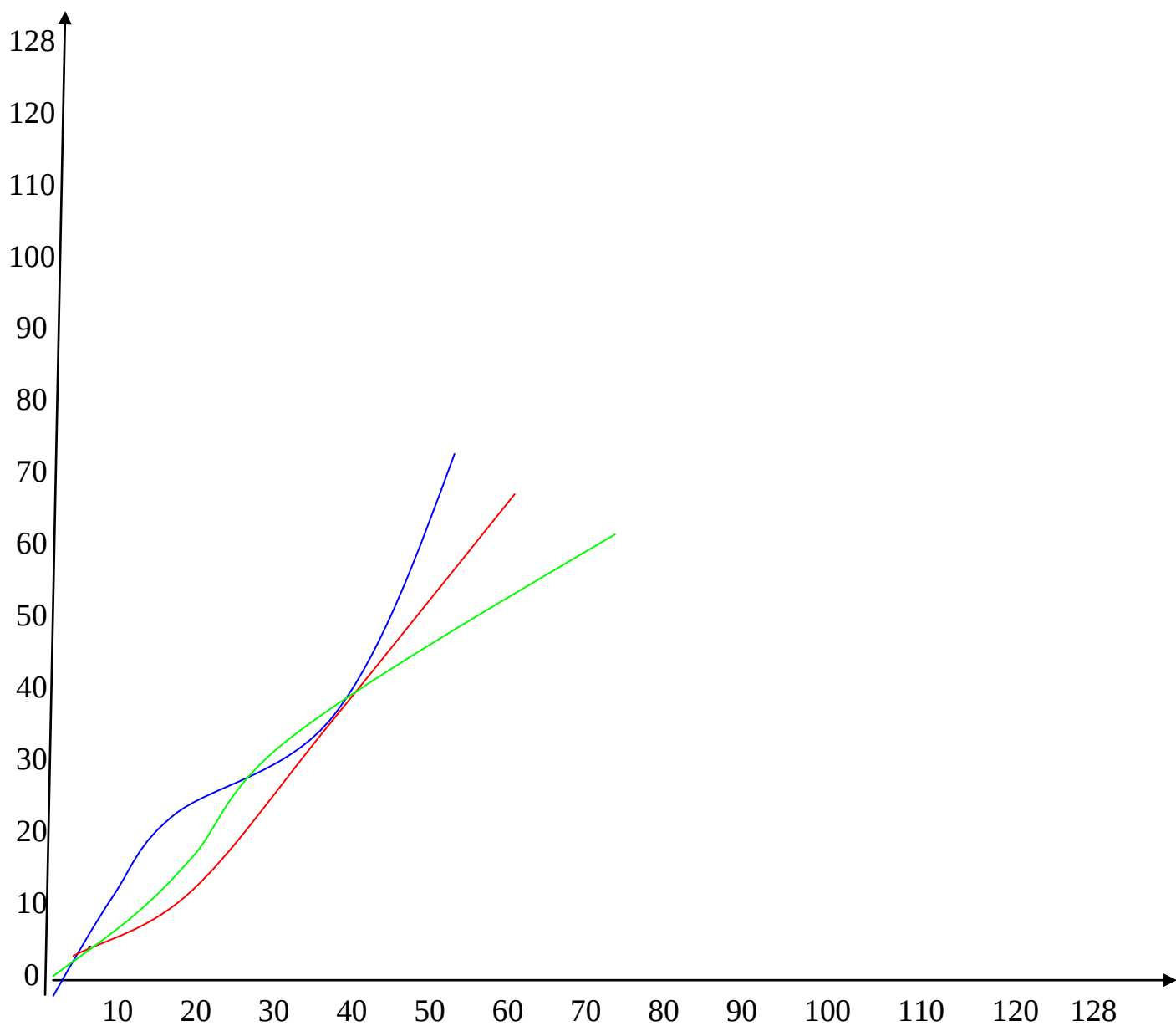
Количество бросаний $n=t/T$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N = N - N_0$
0	128	0
1	72	56
2	36	36
3	18	18
4	10	8
5	9	1
6	5	4
7	3	2
8	1	2
9	0	1
10		

2 опыт

Количество бросаний $n=t/T$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N' = N - N_0$
0	128	0
1	66	62
2	35	31
3	14	21
4	6	8
5	3	3
6	0	3
7		
8		
9		
10		

3 опыт

Количество бросаний $n=t/T$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N' = N - N_0$
0	128	0
1	58	70
2	33	25
3	14	19
4	5	9
5	2	3
6	0	2
7		
8		
9		



Определение выталкивающей силы, действующей на погружённое в жидкость тело.

Цели урока:

научиться измерять выталкивающую силу, действующую на погруженное в жидкость тело, исследовать от чего зависит эта сила;

способствовать развитию исследовательских навыков – умения ставить перед собой цель, искать способы достижения поставленной цели, анализировать полученные данные, делать выводы; способствовать развитию умения работать самостоятельно и в сотрудничестве с товарищами.

Ход урока

I. Повторение, актуализация знаний.

Игра «Красный, желтый, голубой».

Каждому ученику выдаются карточки трех цветов. Ученики раскладывают их перед собой в следующей последовательности (Рисунок 1). На доске записаны задания с тремя вариантами ответа. С помощью карточки определенного цвета ученики выбирают вариант ответа и сигнализируют учителю о принятом решении.

Рисунок 1

Задания:

На существование выталкивающей силы указывает

а) диффузия жидкостей

б) плавание тел

в) изменение формы тела

При погружении тела в жидкость его вес...

а) уменьшается

б) увеличивается

в) остается таким же

Как направлена выталкивающая сила? (Рисунок 2)

Рисунок 2

Выталкивающая сила равна...

а) изменению веса тела

б) изменению массы тела

в) изменению формы тела

Выталкивающая сила действует на тело, погруженное в ...

а) жидкость

б) газ

в) пустоту

II. Исследовательская работа.

Работа носит дифференцированный характер, уровень сложности зависит от теоретической подготовленности учеников, их умения работать с приборами, самостоятельности.

I уровень – обязательный минимум знаний, умений, навыков

II уровень – исследование по предложенному плану

III уровень – самостоятельное исследование

Работу начинаем беседой с классом.

1. Формулируем цели работы. Выясняем, что мы хотим узнать, чему научиться.

Цель работы:

1. Научиться измерять выталкивающую силу, действующую на погруженное в жидкость тело. 2. Исследовать, от чего зависит эта сила.
2. Выясняем, какие приборы и материалы для этого необходимы: динамометр, сосуды с различными жидкостями (можно использовать воду и соляной раствор), различные тела (тела могут отличаться плотностью, объемом, формой).
3. Вспоминаем, как работаем с динамометром. Определяем цену деления динамометра. Размышляем, как измерить выталкивающую силу. Составляем план действий.

Определить вес тела в воздухе.

Определить вес тела в жидкости.

Найти разность показаний динамометра.

Делаем вывод: выталкивающая сила, действующая на погруженное в жидкость тело равна разности веса тела в воздухе и веса тела в жидкости.

4. Выясняем, от чего может зависеть выталкивающая сила: от свойств жидкости и свойств тела. Какие это свойства? Намечаем план исследования: проверить зависимость выталкивающей силы от

- а) плотности жидкости;
 - б) объема погруженного тела;
 - в) плотности тела;
 - г) формы тела;
 - д) глубины погружения тела.
- (План может быть предложен самими учащимися).

5. Выясняем, как определить зависимость выталкивающей силы от плотности жидкости: взять одно тело и жидкости разных плотностей. Сравнить измеренные выталкивающие силы в обоих случаях. Для определения зависимости выталкивающей силы от объема погруженного тела, берем одну жидкость и тела разного объема, изготовленные из одного материала. (В данном опыте имеется в виду полное погружение тела в жидкость. Вариантом может служить частичное погружение одного и того же тела).

Задания в, г, д предлагаются для самостоятельного исследования. Каждый ряд выполняет одно задание. (В качестве тел можно использовать гайки, болты, пластилиновые шарики и т.д.)

6. Таблица результатов:

7. Обсуждение полученных результатов.

Первый опыт является обязательным для выполнения всеми учащимися. Он же является контрольным: сравнивая с ним результаты, полученные в других экспериментах, можно сделать вывод о зависимости выталкивающей силы от той или другой величины.

Обсуждая результаты опытов, делаем вывод: выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, зависит только от плотности жидкости и объема погруженного тела.

III. Подведение итогов урока.

В ходе беседы выясняем чему научились на уроке, что узнали нового о выталкивающей силе, какие трудности возникли при выполнении работы.

В качестве домашнего задания учащимся предлагается найти в окружающем мире или придумать самим примеры использования выталкивающей силы.

Проверка закона Гей – Люссака в домашних условиях.

- «Опыт ценнее тысячи мнений, рождённых воображением». М.В.Ломоносов.
- «Верховным судьёй всякой физической теории является опыт.» Л.Д.Ландау.
- «Мудрость – дочь опыта. Опыт никогда не ошибается, а ошибаются только суждения ваши, которые ждут от него вещей, не находящихся в его власти.» Леонардо да Винчи.
- «Теория, не проверяемая опытом, при всей красоте концепции теряет вес, не признаётся.» -
Д.И.Менделеев
- «Эксперименты без теоретических умозрений или умозрения без экспериментов значат весьма немного, для действительного прогресса необходимо счастливое сочетание того и другого.» Э.Резерфорд.
- Восточная мудрость: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я запомню, дай мне сделать самому – и я пойму».

В современном школьном курсе физики принят дедуктивный метод изучения газовых законов, но это не означает, что данные законы не должны быть проверены экспериментально. Нами разработана лабораторная работа по экспериментальной проверке закона Гей-Люссака, которая может быть выполнена в домашних условиях с помощью простейших средств, доступных каждому школьнику. В учебнике [1] рассмотрена опытная проверка этого закона при положительных температурах. А вот при отрицательных температурах (по шкале Цельсия) проверить закон Гей-Люссака в школьных условиях затруднительно.

Как известно, закон Гей-Люссака описывает изобарный процесс для постоянной массы идеального газа. На

практике за идеальный газ можно принять воздух при не очень низких температурах и небольших давлениях, в частности при условиях, близких к нормальным (давление атмосферное, температура около 0°C) [1]. Таким образом, перед нами ставится задача: проверить закономерность

$$V/T = \text{const}, \quad (1)$$

т.е. фактически убедиться в том, что объем воздуха, принимаемого за идеальный газ, прямо пропорционален его абсолютной температуре при условиях

$$p = \text{const}, \quad (2)$$

$$m = \text{const}. \quad (3)$$

В научно-методической литературе, в частности в журнале «Физика в

школе», неоднократно упоминались опыты, в которых происходит охлаждение пластиковых бутылок с воздухом и изменение в связи с этим их формы и объема. Нам удалось осуществить подобные опыты не только на качественном уровне, но и провести численные измерения, позволившие проверить (в домашних условиях) закон Гей-Люссака. На наш взгляд, существенным достоинством проведенного эксперимента является обеспечение условия постоянства массы воздуха в бутылке, что достигается хорошей изоляцией сосуда.

Процесс охлаждения пластиковой бутылки можно считать изобарным, поскольку в случае, когда давление воздуха внутри ее и снаружи (атмосферное) различаются, бутылка будет под действием равнодействующей сил давления деформироваться (сжиматься) до тех пор, пока эти давления не сравняются, т.е. пока давление воздуха внутри бутылки не станет равным атмосферному.

Для экспериментов учителю следует выбрать день, когда атмосферное давление в течение дня практически не меняется (изменения в 5–10 мм рт.ст. не внесут существенной ошибки). В этих условиях можно считать, что соотношение (2) выполнено. Экспериментальные данные собираются несколькими учащимися или их группами.

Для работы нужно такое оборудование: запаянная пластиковая бутылка (например, из-под моющей жидкости «FAIRY»), большая жестяная банка (можно взять цилиндрическую кастрюлю или небольшое цилиндрическое ведро, мы использовали жестяную банку высотой 17,5 см и диаметром 15 см), линейка с миллиметровыми делениями, клей «Момент», мерная кружка или мензурка с

делениями, термометр, позволяющий измерять отрицательные температуры (для опытов мы брали термометр со шкалой измерения температур в интервале от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$).

Ход работы

Задание 1. Экспериментально проверить закон Гей-Люссака, т.е. соотношение (1), аналитически и графически.

1. Вертикально приставляем линейку к стенке банки (рис. 1) и определяем, какой объем воды в жестяной банке соответствует высоте ее уровня в 1 мм (в нашем опыте получилось примерно 19 мл). Необходимо следить за тем, чтобы банка с водой стояла строго горизонтально (это нами проверялось с помощью уровня).

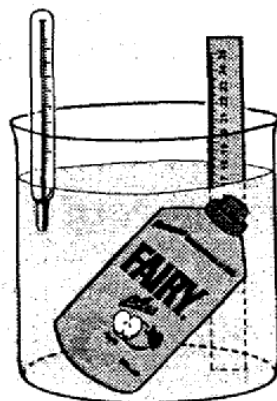


Рис. 1

2. Определяем внутренний объем пластиковой бутылки, наливая в нее воду. (Мы получили значение $V_0 = 560$ мл.) Внешний объем бутылки несложно измерить путем полного (вместе с пробкой) ее погружения в банку с водой (в нашем опыте он оказался равным 577 мл).

Совершенно очевидно, что в рассматриваемых условиях изменением собственного объема пластиковой бутылки можно пренебречь, а, значит, изменение внутреннего объема бутылки (т.е. объема заключенного в ней

воздуха) равно изменению внешнего объема бутылки (внешний объем в каждом опыте измеряем методом полного ее погружения).

3. Производим изоляцию сосуда: промазываем клеем пробку от бутылки и плотно закрываем ею бутылку. Когда клей высохнет, осторожно жалом паяльника обрабатываем места соприкосновения бутылки и пробки.

4. Помещаем бутылку в жестяную банку с водой так, чтобы она полностью погрузилась, и отмечаем уровень воды по вертикально расположенной линейке (у нас получилось 164 мм; при этом была температура воды $t_0 = 17^\circ\text{C}$, т.е. $T_0 = 290\text{ K}$).

5. Вешаем (на веревочке) бутылку за окно, поместив ее рядом с термометром (примерно на 1–1,5 ч). Затем снова производим измерения объема бутылки путем погружения ее в банку с водой.

(Такие опыты можно провести несколькими группами учащихся при различных отрицательных температурах. Мы измеряли при наружных температурах -2 , -5 и -8°C в течение одного дня. Кроме того, бутылка и термометр помещались в морозильную камеру, в которой были температуры -12 , -15 , -17 и -24°C .)

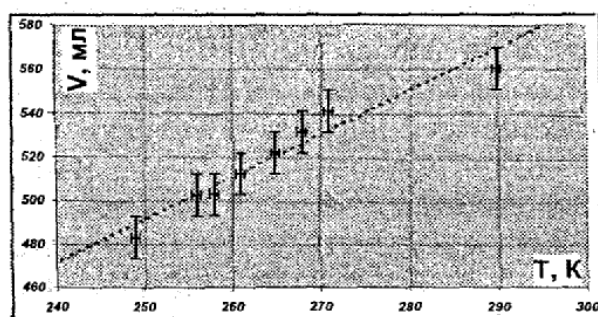
6. Данные экспериментов заносим в таблицу I.

Как видно, искомое соотношение (1) выполняется с достаточно высокой степенью точности. Кроме того, полученные данные можно изобразить графически (с учетом погрешностей измерений). Из графика, показанного на рис. 2, а, видно, что экспериментальные точки ложатся на прямую. Это свидетельствует о пропорциональности объема воздуха его температуре по шкале Кельвина. А то, что температура газа и его объем прямо пропорцио-

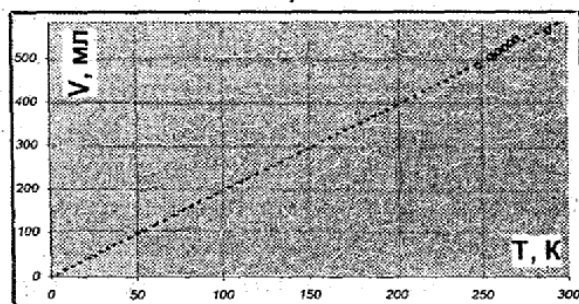
Таблица I

№ опыта	$V, 10^{-6} \text{ м}^3$	$T, \text{ K}$	$V/T, 10^{-6} \text{ м}^3/\text{K}$
1	560	290	1,93
2	541	271	2,00
3	531,5	268	1,98
4	522	265	1,97
5	512,5	261	1,96
6	503	258	1,95
7	503	256	1,96
8	484	249	1,94
Среднее			1,96

нальны друг другу, можно показать, изобразив тот же график (рис. 2, б) в других масштабах (график проходит через начало координат).



а)



б)

Рис. 2

Задание 2. Используя экспериментально полученное среднее значение величины V/T , рассчитать массу воздуха в бутылке (значение атмосферного давления в день измерений ребята могут узнать у учителя физики).

Задание 3. Построить экспериментальный график зависимости плотности воздуха от температуры. Из графика определить плотность воздуха при 0°C .

(Учащиеся используют данные, приведенные в табл. I, заполняют таблицу II и строят график на рис. 3.)

Таблица II

№ опыта	T, K	$V, 10^{-6} \text{ м}^3$	$\rho = m/V, \text{ кг/м}^3$
1	290	560	
2	271	541	
3	268	531,5	
4	265	522	
5	261	512,5	
6	258	503	
7	256	503	
8	249	484	

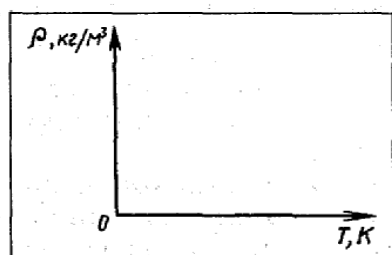


Рис. 3

Контрольные вопросы

(При работе с ними может быть реализована уровневая дифференциация.)

Уровень А (базовый)

1. Постройте изобару идеального газа постоянной массы в координатах (p, T) , (p, V) , (V, T) .

2. Какая из изобар идеального газа, изображенных на рис. 4, соответствует большему давлению? Изобразить эти же изобары в координатах (p, T) .

Уровень В (средний)

1. Две пластиковые бутылки объемом 0,5 и 1,5 л закупоривают при комнатной температуре при одном и том же атмосферном давлении. Затем их помещают в морозильную камеру. Одинаковым ли будет в них давление, когда они обе охладятся до одной и той же температуры?

2. При переходе из состояния 1 (рис. 5) в состояние 2 температура некоторой массы идеального газа увеличивается. Как изменяется давление в этом процессе? Задачу решить аналитически и графически.

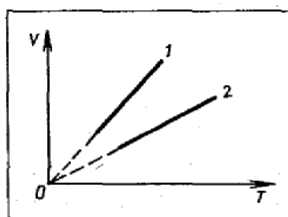


Рис. 4

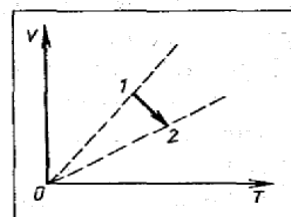


Рис. 5

Уровень С (повышенный)

1. Определить, как изменялось давление данной массы идеального газа в двух процессах, показанных на рис. 6. Одинаковыми или разными будут ответы? Почему?

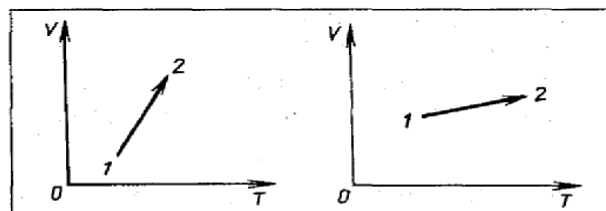


Рис. 6

2. На графиках (рис. 7) изображены круговой и произвольный незамкнутый процессы. В каких точках этих процессов давление максимально? В каких — минимально? Укажите на графиках участки, соответствующие увеличению давления и его уменьшению.

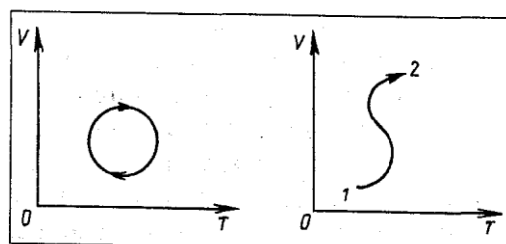


Рис. 7

Физические эксперименты

1. Наблюдение за скоростью испарения жидкостей.

Приборы и материалы: 3–4 различные жидкости (спирт, бензин, вода, масло), часы, фильтровальная бумага.

Задание: нанесите ровным слоем равные количества жидкостей на фильтровальную бумагу. Какие вещества испаряются быстрее? За какое время полностью испарялись жидкости? Сделайте вывод.

Жидкость	Время испарения, с
1. Спирт	100
2. Вода	300
3. Бензин	145

Вывод: удельная теплота парообразования минимальна у спирта, максимальна у воды.

2. Наблюдение за процессом кипения воды

Приборы и материалы: прозрачный сосуд с водой, термометр, часы.

Задание: наблюдайте за поведением воды при ее нагревании. Зарисуйте сосуд и происходящие изменения с жидкостью. Постройте график зависимости температуры жидкости от времени нагревания.

Этап наблюдения	Время наблюдения, с	Температура жидкости, °C	Схематический рисунок
1	30	50	
2	60	85	
3	90	95	
4	120	100	