**Элективный курс**

**«Физический эксперимент»**

**Доцент НИРО А.Ф. Беленов,**

**учитель ВК лицея № 40 г. Нижнего Новгорода П.М. Савкин**

**Пояснительная записка.**

В настоящее время существует определенный дефицит лабораторного практикума по курсу физики средней школы. Кроме чисто экономической причины, ощущается недостаток дидактических материалов, отвечающих современным требованиям и программам. Большинство методических разработок, посвященных школьному физическому эксперименту, базируется на технопарке школьного оборудования 80-х годов 20 века. Такое оборудование требует частого ремонта и приобретение его весьма затруднительно. В тоже время современное школьное оборудование для физического эксперимента является весьма дорогостоящим. Эти мотивы часто побуждают учителей физики искать выход в схеме «теоретический блок – меловые задачи», что вряд ли повышает интерес к данной науке.

. Отчасти «уход от эксперимента» связан с отсутствием современной литературы, перегруженностью школьных программ тематическим содержанием, сокращением числа часов на предмет в непрофильной школе, материальными трудностями в организации лабораторных занятий. Но есть и другая причина, заключающаяся в однобоком представлении характера экспериментально - практической работы. У многих преподавателей опыты на уроках физики ассоциируется в основном с технологической стороной дела: доставание необходимого оборудования, подготовка рабочего стола, обеспечение «фронтальности» практических занятий. Поэтому при разработке программы авторам хотелось показать не только «вкус к детали» (И Бродский), но и то, ***зачем*** нужно уделять внимание экспериментированию на уроках физики.

* Экспериментирование – это проверка идеальных «меловых» моделей в реальном «мире вещей». При этом важным представляется формулировка ***допущений***, которых мы придерживаемся, интерпретируя результаты эксперимента. Например, сжимая воздух с помощью водяного столба, мы допускаем идеальность воздуха как газа, пренебрегая давлением насыщенных паров воды. Однако, если температура воды 50 и более градусов, расхождение результатов и прогнозов может оказаться существенным.
* Экспериментирование часто является ***способом моделирования*** более сложных явлений (например, разряд конденсатора через амперметр, как воздействие на инерционную систему).
* Демонстрация физических явлений позволяет заглянуть в историю науки, познакомиться с решающими экспериментами, сыгравшими ключевую роль в формировании системы естественнонаучных знаний (например, эксперименты по обнаружению электрического поля Земли).
* Следует также отметить междисциплинарное значение эксперимента - речь идет о соединении в реальном практическом исследовании разных стилей мышления, разных подходов к описанию наблюдаемых явлений. В качестве примера можно привести эксперимент по моделированию рассеяния света в атмосфере. При обсуждении данного эксперимента активно взаимодействуют естественнонаучный и гуманитарный (теория цветов Гете) подходы, а также различные модельные (мысленные и предметные) описания явления.
* Наконец, письменное описание учащимися наблюдаемого или самостоятельно проведенного эксперимента полезно в формировании навыков создания научных текстов.
* Определенный шаг к эксперименту в школе делают компьютерные технологии – как в имитации реальных явлений с помощью компьютерных программ, так и возможностях создания «видео – задач» с обсуждением реальных опытов, заснятых на цифровые видео –устройства. Это, подчас является и решением технических проблем для учителя – не нужно каждый раз изыскивать средства в проведении эксперимента. Также, компьютерное воспроизведение видеозаписей позволяет более внимательно разглядеть детали наблюдаемого явления. Однако замена реальных явлений только виртуальными имитациями может создать у учащихся впечатление, что физика – это наука завершенных знаний, объясняющих все.

Настоящая программа – это результат практической работы авторов в школе (лицей №40 г. Нижнего Новгорода) и на курсах повышения квалификации для учителей физики (НИРО). По данной программе подготовлены и вышли следующие методические материалы (рекомендованные экспертным советом НИРО):

1. А.Ф. Беленов, П.М. Савкин. Экспериментальная физика в школьной лаборатории и дома (учебное пособие). Нижний Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 2000 г. 56с.
2. А.Ф. Беленов, П.М. Савкин. Лабораторные работы по физике для учащихся 10-х классов. (Лабораторные работы) 96с. (в печати).
3. А.Ф. Беленов. Эксперимент в физике и естествознании и его дидактические возможности (методические рекомендации). В сборнике «Методические рекомендации. Обеспечение развития образовательной области «Естествознание». Нижний Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 1998. 87с.

Данная программа может быть рекомендована как для профильных школ, так и для школ без естественнонаучной специализации. Значительная часть программы посвящена «простым» опытам. Смысл кавычек в данном случае заключается в том, что ***воспроизведение опытов обходится «домашним» техническим оснащением (бытовые предметы и отходы).*** В то же время опыты «непросты» по интерпретации. Часть экспериментов посвящена имитационному моделированию физических и астрономических явлений. Важным достоинством такого моделирования является конкретность и наглядность, способствующая лучшему пониманию проблемы и постановке исследовательских задач. И, хотя школьное образование в большей степени связано с передачей уже накопленных знаний, моделирование явлений на уроках физики, астрономии и Естествознания весьма актуально, тем более, - в условиях все возрастающего потока информации и имеющей место формализованности содержания современного естественнонаучного образования. Хотелось бы подчеркнуть значимость легко воспроизводимых опытов, не требующих специальной техники и оборудованных кабинетов. Это важно не только в условиях недостаточной материальной базы, но и для развития системы домашних экспериментальных заданий, формирующих у учащихся активное мышление и навыки исследовательской работы.

**Аннотация.**

Программа охватывает практически все разделы курса физики. Большинство предлагаемых экспериментов предполагают включение решения «меловой» задачи – оценки в процесс предметного экспериментирования. Значительная часть программы может быть реализована без специальных технических средств путем самостоятельного конструирования оборудования учащимися из доступных материалов.

**Программа элективного курса «Физический эксперимент»**

**(34 часа )**

**Кинематика ( 4 часа)**

1. Поведение чаинок при заваривании чая, движение маятника вблизи нескольких постоянных магнитов (видеоряды), как примеры плохой предсказуемости в «задаче многих тел».
2. Модельное описание движений небольшого числа взаимодействующих тел – на примерах покадрового воспроизведения результатов видеосъемки движений:

* шарика при скатывании с наклонного уголка;
* пузырька воздуха при всплывании в трубке с водой;
* соударения шариков на уголке.

*Практическая работа: построение графиков «перемещение –время» на примере всплывания пузырька. Знакомство с форматом научной публикации.*

1. Иллюстрация относительных движений с помощью наглядной модели векторного сложения. *Практическая работа:* использование данной модели для решения задачи оптимального управления кораблем.
2. Иллюстрация моделей планетных движений. *Практическая работа:* построение видимой траектории движения Марса по модели Коперника.

**Законы динамики, законы сохранения (8 часов).**

1. Иллюстрация закона сохранения импульса на примере разлета двух маятников (пластиковых бутылок). *Практическая работа:* исследование разлета при различном соотношении масс.
2. Имитация гравитационного разгона с помощью конического маятника и движущегося магнита.
3. Опыты с самодельными волчками – демонстрация явления прецессии. *Практическая работа:* Качественное исследование зависимости частоты прецессии от угловой скорости собственного вращения волчка.
4. Изменение ориентации животных при падении (видеоряд).
5. Вытекание воды из сосуда с отверстием. *Практическая работа:* исследование скорости вытекания в зависимости от уровня воды.
6. Сосуд Мариотта. *Практическая работа:* описание принципа работы сосуда Мариотта.
7. Устойчивость шарика в воздушной струе (демонстрация).
8. Модель воздушного шара (демонстрация). *Практическая работа:* оценка оптимальных размеров частей воздушного шара.
9. Колебания водяных столбов. *Практическая работа:* исследование колебаний в U– образном виниловом шланге.

**Тепловые явления (10 часов)**

1. Термо – барометр Галилея. *Практическая работа:* конструирование водно – воздушного барометра.
2. Демонстрация роли парциального давления при испарении летучей жидкости. *Практическая работа:*  определение массы молекулы летучего вещества.
3. Изотермические процессы. *Практическая работа(1):* определение атмосферного давления при гидравлическом сжатии водяного столба. *Практическая работа (2):* конструирование водно – воздушного «силомера».
4. Демонстрация изобарических процессов. Экспериментальное определение температуры горячей воды. *Практическая работа:* оценка роли давления насыщенных паров в экспериментах с гидрозатворами.
5. Изменение температуры воздуха при адиабатических сжатии и расширении; “адиабатический туман”.
6. Моделирование работы тепловых машин.
7. Изменение объема веществ при растворении (демонстрация молекулярных свойств веществ).
8. Определение средней скорости движения молекул воздуха с помощью самодельной “пневматической пушки”. *Практическая работа:* оценка разброса данных косвенных измерений средней скорости движения молекул воздуха.
9. Практические способы определения относительной влажности воздуха: необходимые допущения.
10. Измерение удельной теплоты плавления – кристаллизации – допущения о скорости энергообмена. *Практическая работа:* косвенноеизмерение удельной теплоты плавления – кристаллизации парафина.

**Электродинамика (8 часов).**

1. Демонстрация работы индукционного электростатического генератора Гольтца и генератора Ван –дер –Граафа. *Практическая работа:* самостоятельное описание работы электростатического генератора.
2. Электрическое поле Земли и эксперименты Ле Монье.
3. Наблюдение ионного ветра вблизи поверхности воды. *Практическая работа:* оценка импульса ионов воздуха.
4. Конструирование “вольтова столба” (*практическая работа).*.
5. Наблюдение движения незакрепленного проводника в высоковольтном конденсаторе. *Практическая работа:* Самостоятельное описание колебательных движений свободного проводника в конденсаторе.
6. Баллистические измерения заряда: электромеханическая модель. *Практическая работа:* исследование процесса разряда конденсатора через инерционный амперметр.
7. Сравнение двух токовых систем по эффективности создания магнитного поля. *Практическая работа:* конструирование модели гальванометра.
8. Исследование шумов при намагничивании (эффект Баркгаузена). *Практическая работа:* описание эксперимента и моделирование явления.

**Оптика (4 часа).**

1. Рассеяние света: голубой цвет неба (демонстрация ). *Практическая работа:* исследование результатов рассеяния белого света в мутной воде в зависимости от степени мутности.
2. Поляризация света при рассеянии. *Практическая работа (1):* исследование прохождения лазерного луча сквозь мутную жидкость. *Практическая работа (2):* наблюдение поляризации света Солнца, рассеянного атмосферой Земли.
3. *Практическая работа:* определение показателя преломления стекла при явлении полного внутреннего отражения (плоская пластина и чечевичная линза).
4. Дифракционный контроль качества измерительных линеек. *Практическая работа:* определение размера ячейки носового платка дифракционным методом.

**Тематическое планирование элективного курса физики**

**в 11 классе по теме «Физический эксперимент»**

***(1 час в неделю, всего 34 часа)***

**Тематическое планирование составлено на основе программы элективного курса «Физический эксперимент», авт. А.Ф. Беленов, П.М. Савкин.**

**(Сертификат Департамента образования Нижегородской обл. рег. № 88)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  урока | №  урока  в  теме | Тема урока | Примечания |
| **I . Кинематика (4 часа)** | | | |
| 1 | 1 | Примеры плохой предсказуемости в «задаче многих тел» |  |
| 2 | 2 | График «перемещение – время» на примере всплывания пузырька |  |
| 3 | 3 | Наглядные модели векторного сложения. |  |
| 4 | 4 | Модели планетных движений |  |
| **II. Законы динамики, законы сохранения (8 часов)** | | | |
| 5 | 1 | Закон сохранения импульса на примере разлета двух маятников |  |
| 6 | 2 | Имитация гравитационного разгона с помощью конического маятника и движущегося магнита. |  |
| 7 | 3 | Исследование зависимости частоты прецессии от угловой скорости собственного вращения волчка. |  |
| 8 | 4 | Изменение ориентации животных при падении (видеоряд). |  |
| 9 | 5 | Вытекание воды из сосуда с отверстием |  |
| 10 | 6 | Сосуд Мариотта |  |
| 11 | 7 | Устойчивость шарика в воздушной струе |  |
| 12 | 8 | Исследование колебаний в U- образном виниловом шланге. |  |
| **III.Тепловые явления (10 часов)** | | | |
| 13 | 1 | Конструирование воздушного барометра |  |
| 14 | 2 | Определение массы молекулы летучего вещества |  |
| 15 | 3 | Определение атмосферного давления при гидравлическом сжатии водяного столба |  |
| 16 | 4 | Экспериментальное определение температуры горячей воды |  |
| 17 | 5 | Адиабатическое сжатие и расширение |  |
| 18 | 6 | Моделирование работы тепловых машин |  |
| 19 | 7 | Изменение объема веществ при растворении |  |
| 20 | 8 | Определение скорости движения молекул воздуха |  |
| 21 | 9 | Практические способы определения относительной влажности воздуха |  |
| 22 | 10 | Измерение удельной теплоты плавления. |  |
| **IV. Электродинамика (8 часов)** | | | |
| 23 | 1 | Генератор Гольца и Ван-дер-Граафа |  |
| 24 | 2 | Эксперименты Ле Монье |  |
| 25 | 3 | Наблюдение ионного ветра |  |
| 26 | 4 | Конструирование «Вольтова столба» |  |
| 27 | 5 | Наблюдение исследования разряда конденсатора |  |
| 28 | 6 | Конструирование модели гальванометра |  |
| 29 | 7 | Исследование шумов при намагничивании |  |
| 30 | 8 | Поведение магнетиков в магнитном поле |  |
| **V. Оптика (4 часа)** | | | |
| 31 | 1 | Исследование рассеяния белого цвета в мутной воде |  |
| 32 | 2 | Поляризация света при рассеянии |  |
| 33 | 3 | Определение показателя преломления стекла |  |
| 34 | 4 | Определение размера ячейки носового платка дифракционным методом |  |

*Не всякому помогает случай. Судьба одаривает только подготовленные умы*.

Пастер

**Правила оформления рабочего протокола**

Неграмотно оформленный рабочий протокол (рабочие записи порядка выполнения лабораторной работы и результаты измерений) может свести на нет всю проделанную работу. Из-за неправильно оформленных рабочих протоколов теряются огромные средства, происходят аварии и катастрофы.

Правильно вести рабочий протокол научиться нетрудно, нужно только внимательно выполнять некоторые элементарные требования.

Записи результатов эксперимента допускается делать как в тетради, так и на отдельных подписанных листках.

В каждом эксперименте очень важно сразу же записывать всё проделанное. Все результаты измерений следует записывать *немедленно* и без какой-либо обработки. Из этого правила нет исключений.

Записи должны быть такими, чтобы их без особых затруднений можно было понять спустя некоторое время. Примеры обычных ошибок – неясность и двусмысленность. Буквы и цифры необходимо писать отчётливо.

Привычка к исправлениям цифр – враг ясности. Не заставляйте всякого, читающего ваши записи, да и себя тоже, ломать голову над исправленными цифрами.

Не проводите никаких, даже самых простейших вычислений в уме, прежде чем записать результат измерений.

Рабочий протокол всегда должен содержать рисунок или схему установки. Есть древняя китайская пословица: «Один рисунок лучше тысячи слов».

Если есть возможность провести предварительные расчёты без погрешностей, то это нужно сделать, чтобы убедиться в правильности выполнения эксперимента. Если в работе возможно построить график, это необходимо сделать. На графиках обычно по горизонтали откладывается *причина*, а по вертикали *следствие.*

*Итак, правильно оформленный* ***рабочий протокол*** *должен содержать в себе следующие разделы.*

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Рисунок или схема установки с используемыми в работе символами измеряемых величин.
4. Данные для расчёта ошибок.
5. Результаты всех *прямых* измерений:

а) записи результатов измерений не должны допускать различных толкований;

б) кажущиеся ошибочными записи зачёркивать так, чтобы их при необходимости можно было прочитать;

в) не допускать подтёртостей и замалёвываний записей, не допускать переписывания протокола начисто. Это приводит к возможной потере информации и исключает вероятность фальсификации результатов.

1. Результаты вычислений (без погрешностей).
2. Графики.

Выполнение этих требований приучает к правильному оформлению рабочих протоколов при научной работе в будущем.

**Рекомендации к оформлению результатов экспериментов**

*Быть в контакте с вещами, людьми, членами своего сообщества*.

Сальвадор де Мадариага

Отчет по лабораторным исследованиям – это маленькая научная публикация. Поэтому ваши результаты должны быть изложены ***грамотно*** и ***доступно для прочтения***. Вы представляете свои практические исследования. Это значит, что из вашего отчета хотелось бы узнать следующее:

1. что вы хотели исследовать (как вы ставили экспериментальную задачу).
2. что вам было известно из курса физики по теме эксперимента (кратко, без вывода формул).
3. какие приборы и приспособления вы использовали в эксперименте.
4. особенности подключения приборов, важные для проведения измерений.
5. саму процедуру измерений.
6. способ оценки ошибок.
7. способ представления обработанных данных.
8. выводы, содержащие ваши пожелания по усовершенствованию эксперимента.

Если вы исследовали зависимость одной величины от другой, то обязательно должен быть график (для случая не менее трех точек). На этом же графике должно присутствовать сопоставление с теоретическими данными.

Если вы измеряли одну и ту же величину (например, коэффициент поверхностного натяжения воды) – представьте результат на числовой оси вместе с табличным значением данной величины.

На графике и числовой оси должны быть указаны ошибки измерений.