

Городская конференция  
учебно-исследовательских работ учащихся  
«Свободный выбор»

Государственное учреждение образования  
«Средняя школа № 38 г. Гомеля»

**Физические явления в вакууме**

Секция «Техника на службе у человека»

Выполнили:

учащиеся 9 «Б» класса  
Кравцов Никита  
Полоников Иван

Научный руководитель:  
Шейбут Сергей Валентинович  
Учитель физики

Гомель, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Вакуум – что это такое?.....	4
2 Исследование различных физических явлений в вакууме.....	5
2.1 Расширение тел в вакууме.....	5
2.2 Тепловые явления в вакууме.....	7
2.3 Электрический ток в вакууме.....	8
2.4 Звук в вакууме.....	9
Заключение.....	10
Список литературы.....	11
Приложение 1.....	12
Приложение 2.....	13

## **Введение**

Вакуум является достаточно загадочной формой материи, которая редко встречается в обыденной жизни. Именно поэтому вакуум так интересен для нас как объект исследования.

Те знания, которые большинство из нас получают, черпаются из голливудских фантастических фильмов, в результате нас часто волнуют вопросы о том, как будут протекать те или иные процессы в вакууме.

Ради зрелищности авторы фильмов идут на искажение научной действительности, и вводят многих в заблуждение.

Данный проект поможет нам разобраться с этой загадочной средой – вакуумом.

**Цель нашей работы:** показать и объяснить явления, происходящие в вакууме.

**Задачи, которые мы перед собой поставили:**

доказать или опровергнуть свои начальные представления о вакууме методом экспериментального исследования;

создать медиатеку из видеороликов, объясняющих явления в вакууме, с целью просветить как можно больше людей.

Применение данной методической разработки, как нам кажется, позволит повысить эффективность обучения по дисциплине "Физика" и может быть использована для организации исследовательской работы в школах и лабораторных практикумов в различных учреждениях образования (школах, лицеях, ПТУ, техникумах, ВУЗах).

## 1 Вакуум – что это такое?

Ва́куум (от лат. *vacuus* — пустой) — пространство, свободное от вещества. В технике и прикладной физике под вакуумом понимают среду, содержащую газ при давлении значительно ниже атмосферного.

Вакуум характеризуется соотношением между длиной свободного пробега молекул газа  $\lambda$  и характерным размером среды  $d$ . Под  $d$  может приниматься расстояние между стенками вакуумной камеры. В зависимости от величины соотношения  $\lambda/d$  различают низкий ( $\lambda/d \ll 1$ ), средний ( $\lambda/d \approx 1$ ) и высокий ( $\lambda/d \gg 1$ ) вакуум.

На практике сильно разреженный газ называют техническим вакуумом. Именно понятие технического вакуума мы будем иметь в виду при описании процессов в вакууме.

Технический вакуум подразделяется на следующие диапазоны.

	Давление (мм.рт.ст.)	Давление (Па)
Атмосферное давление	760	$1,013 \times 10^5$
Низкий вакуум	от 760 до 25	от $1 \times 10^5$ до $1 \times 10^1$
Средний вакуум	от 25 до $1 \times 10^{-3}$	от $1 \times 10^1$ до $1 \times 10^{-3}$
Высокий вакуум	от $1 \times 10^{-3}$ до $1 \times 10^{-9}$	от $1 \times 10^{-3}$ до $1 \times 10^{-6}$

Аппараты, используемые для достижения и поддержания вакуума, называются вакуумными насосами. В нашей работе мы используем вакуумный насос Комовского. Он позволяет получать вакуум с остаточным давлением в 133 Па, что составляет всего 0,1% от атмосферного давления.

## **2 Исследование различных физических явлений в вакууме**

### **2.1 Расширение тел в вакууме**

#### Опыт 1. Воздушный шарик

Можно ли надуть шарик, не вдвывая в него воздух?

**Цель:** посмотреть то происходит с телами, в которых есть воздух при попадании в вакуум.

**Материалы и оборудование:** Вакуумная тарелка с манометром, стеклянный купол, резиновый шарик, пена для бритья, пенопласт, зефир, вода (газированная и водопроводная), вакуумный насос Комовского.

Надуем немного шарик, завяжем его и положим под колпак. Откачаем из-под колпака воздух.

#### Наблюдения:

В процессе откачки воздуха замечено, что шарик начинает увеличиваться в объеме.

После того как мы подали воздух обратно в камеру, шарик снова начал уменьшаться в размерах.

**Выводы:** Шарик надувается, потому что воздух внутри него давит на стенки шарика, а воздух, который раньше уравнивал это давление, мы откачали. Получилось, что изнутри воздух продолжает давить, а снаружи уже нет. Чем больше наружного воздуха мы откачаем, тем больше раздуется шарик. При подаче воздуха, впущенный воздух стал давить на шарик снаружи, сжимая его до первоначального размера.

#### Опыт 2. Пена для бритья

**Цель:** Проверить, все ли тела, в которых есть воздух, будут расширяться. Если взять мыльный пузырь или пену, в которой большое количество пузырьков воздуха, будут ли они увеличиваться в размерах?

Для следующего опыта в качестве испытуемых материалов мы выбрали: пену для бритья, зефир, пенопласт, газированную воду, пупырышки пластиковые.

#### Наблюдения:

При откачке воздуха пена начинает расти в размерах, заполняя всю камеру. После запуска воздуха в камеру вся получившаяся пена «схлопнулась» и

осталось только небольшое количество жидкого крема. Еще меньше чем было первоначально. При повторной откачке воздуха крем уже не увеличивался в размерах. Это говорит о том, что в пене уже не осталось пузырьков воздуха, они все лопнули.

### Опыт 3. Зефир жевательный

Гипотеза: зефир не будет надуваться т.к. он не эластичный как резина или мыльный раствор пены. Воздух изнутри просто выйдет, разрывая стенки зефира

Итог: вопреки нашим предположениям зефир стал надуваться так же хорошо, как и пена.

Мы сделали из зефира человечка, которого помещали в вакуум. Получилась забавная модель того, что может произойти с человеком в вакууме. Наш эксперимент мы засняли на видео.

### 4. Пенопласт

Стенки пенопласта оказались крепки и выдержали тот вакуум, который мы создали.

### 5. Газированная вода

Газированная вода в вакууме потеряла все свои пузырьки. Они начали интенсивно выделяться расти и лопаться. Процесс был похож на кипение воды. Через некоторое время пузырьки перестали выделяться из минералки и после восстановления нормального атмосферного давления не восстановились.

Таким образом, вакуумом можно извлекать газы из жидкостей. Даже в воде оказалось растворено много пузырьков газа. При помещении в вакуум, она, так же как и газировка, начала выделять пузырьки воздуха.

## 2.2 Тепловые явления в вакууме

Цель: выяснить какой теплопроводностью, большой или малой, обладает вакуум

Мы поместили под куполом вакуумной установки спираль из проволоки и подали на нее электрический ток. При этом наша проволока нагревалась. Откачивая воздух из-под купола, мы наблюдали за степенью нагрева проволоки по ее цвету.

Наблюдения: при откачке воздуха, проволока раскалялась докрасна. Но когда мы запускали воздух, проволока снова становилась серой и не раскаленной, но по-прежнему оставалась горячей.

Вывод: вакуум очень плохо проводит тепло, поэтому проволока сильно раскалялась, т.к. тепло не могло передаться вакууму. А, когда мы поднимали купол, тепло от проволоки передавалось воздуху, который, поднимаясь вверх, уносил с собой тепло.

Таким образом, вакуум – очень плохой проводник тепла, и все тела там хуже охлаждаются. Это может быть полезно, например, при плавке металлов в вакууме. Тогда для их нагрева до температуры плавления, понадобится гораздо меньше энергии.

## 2.3 Электрический ток в вакууме

### Электрические приборы в вакууме

Цель: выяснить, изменится ли работа электроприборов в вакууме

Наблюдения: мы помещали в вакуум часы, лампочку, вентилятор, мобильный телефон и пытались визуально определить различия в работе этих приборов. Вентилятор в вакууме работал, но с функцией своей не справляется. Он не гнал воздух, так как нечего было гнать.

Вывод: отсутствие воздуха никак не повлияло на работу электрических приборов, т.к. электрический ток шел внутри проводов, где и так нет воздуха. Поэтому отсутствие воздуха снаружи не влияет на прохождение этого тока внутри.

### Электрический разряд в вакууме

Цель: выяснить, как ведет себя электрический разряд в вакууме

Проводит ли вакуум электрический ток? В нем же нет частиц, которые могут переносить заряд.

Гипотеза: нет, в вакууме электрический разряд невозможен, т.к. отсутствуют частицы вещества, по которым будет проходить ток.

Наблюдения: Для проверки гипотезы мы подключили к электродам в вакуумной камере высоковольтное напряжение. В воздухе разряд наблюдается. Дуга издает характерный электрический треск. Цвет электрической дуги – ярко белый с голубоватым оттенком. Из электрода выходят множество ответвлений тока, напоминающие ветку дерева или корневую систему.

По мере откачки характер электрической дуги меняется. Она становится все уже и уже. Ее цвет изменился с белого до красно – фиолетового оттенка. Из множества ответвлений осталась только одна прямая «дорожка» электричества.

Выводы:

Ответвления тока, которые мы наблюдали в воздухе, говорит о том, что току что-то мешает идти по прямой линии. Возможно, что это молекулы воздуха, встречаясь на пути электрических частиц, искривляют их траекторию, и нагреваются при столкновениях, выделяя энергию – свет и тепло.

## 2.4 Звук в вакууме

Цель: выяснить, как распространяется звук в вакууме.

Гипотеза: звук в вакууме распространяться может, что мы часто видим в фильмах (космические бои, звук лазеров, взрывы).

Для проверки нашей гипотезы мы собрали установку, состоящую из звукового генератора, динамика и вакуумного купола.

Звуковой генератор воспроизводил через динамик довольно громкий звук с частотой 1000 Гц. Динамик мы установили внутри вакуумной камеры на поролоновую губку для того, чтобы колебания динамика не передавались самой камере. После откачки воздуха звук от динамика практически пропал. Был слышен только очень слабый гул.

Наблюдения и выводы:

Звук – это распространение колебаний воздуха или другого вещества. Но так как в вакууме никакого вещества нет, то и передавать звук нечему.

Мы наблюдали как при откачке воздуха звук становился все тише и тише (звук почти не слышен).

Полностью заглушить звук нам не удалось в связи с недостаточным уровнем разряжения воздуха или из-за того, что колебания от динамика передавались наружу при прикосновении с корпусом вакуумной тарелки.

Если в фильмах с космическими сценами, вы слышите звук, знайте - это антинаучно! В вакууме звук распространяться не может.

## **Заключение**

В ходе нашей работы мы узнали много нового о вакууме и его свойствах. Вакуум широко применяется в технике: это и вакуумное соединение, и дегазация жидкостей, и сушка без нагрева, и плавка металлов, и напыление различных металлов электродугой в вакуумных камерах.

Наши гипотезы относительно свойств вакуума иногда опровергались опытом, что делало наше исследование более интересным и увлекательным.

Мы вспомнили основные физические закономерности курса физики прошлых классов, изучая основные закономерности в вакууме, и нам удалось объяснить все наблюдаемые нами явления, происходящие в вакууме.

Таким образом, мы можем утверждать, что цель нашей работы достигнута.

Задачи, которые были перед нами поставлены, были также выполнены:

мы подтвердили теоретические гипотезы путем эксперимента опровергнуть свои начальные представления о вакууме методом экспериментального исследования;

и нам удалось создать медиатеку из видеороликов, объясняющих явления в вакууме. Все наши материалы мы разместили на канале сайта YouTube.com