

Александр Клименков
Кабинет физики
Ленинградского Областного Института Развития Образования

**Проведение лабораторных работ по физике
с использованием учебного компьютерного курса
"Физика в картинках"
НЦ "Физикон"**

Описание

В данном пособии приводятся разработки проведения лабораторного практикума с использованием учебного компьютерного курса "Физика в картинках" НЦ "Физикон". Пособие разрабатывалось на основе базовой версии продукта 6.2. Данная методическая разработка представляет из себя набор бланков протоколов лабораторных работ, выдаваемых учащимся и предназначенных для заполнения в ходе выполнения работы. В бланках представлен ряд заданий и варианты ответов на них. Многие задания различаются по вариантам, поэтому имеет смысл перед началом работы распределить учащихся по вариантам. Ученику (или бригаде) выдаются бланки и предоставляется доступ к компьютеру с запущенной программой "Физика в картинках". Если учащиеся слабо знакомы с компьютерной техникой и с данной программой им выдаются специальная инструкция-памятка, образец которой прилагается к данному комплекту.

Работа 1.1

Траектория движения.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Траектория движения".
2. Ознакомьтесь с системой управления жуком, попробуйте управлять его движением. На экране вы видите жука, ползущего к водопою. Жук ползет с постоянной, абсолютной по величине скоростью. С помощью клавиши "Управление" и стрелок под жуком вы можете изменять направление его движения. С помощью клавиши "Демонстрация" вы можете включить у жука автопилот.
3. Нажмите на кнопку "Демонстрация" и подождите, пока жук вернется в исходную точку, из которой он начал движение. Наблюдайте за изменением радиус-вектора и вектора скорости.

После завершения опыта:
перемещение

а) равно нулю

б) отлично от нуля

путь

а) равен нулю

б) отличен от нуля

4. Как двигался жук, если в течении всего времени движения (выберите условие в соответствии со своим вариантом)

1 вариант $v_x=0$

2 вариант $v_x=v_y$

3 вариант $v_y=0$

Ваш ответ (нужное вписать):

а) вдоль оси координат _____ (впишите ось)

б) по прямой $y=$ _____ (впишите уравнение)

в) по прямой $x=$ _____ (впишите уравнение)

5. Попробуйте выбрать другую систему координат с помощью кнопки "Система координат". Изменится ли ответ на предыдущий вопрос, если жук будет двигаться в другой системе координат?

6. В некоторый момент времени жук имел координаты (выберите условие в соответствии со своим вариантом):

1 вариант $x=4$ $y=4$

2 вариант $x=3$ $y=5$

3 вариант $x=5$ $y=3$

Как изменятся его координаты, если координатную ось повернуть на 90° . Для наглядности воспользуйтесь кнопкой "Система координат".

Ваш ответ:

в новой системе координат $x=$ _____ $y=$ _____

7. Подведем итог и сделаем выводы. Дайте ответы на следующие вопросы:
 - а) Существует ли различие между пройденным путем и перемещением? _____
 - б) Зависят ли координаты коровки от выбора системы координат? _____
 - в) Зависят ли вектор перемещения и величина пройденного пути от выбора системы координат? _____

Работа 1.2

Равноускоренное движение

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Равноускоренное движение".
2. На экране вы видите такелажника Федю. Такелажник Федя опаздывает на работу и вынужден двигаться равноускоренно. В данном случае такелажник Федя - это материальная точка. Если вы нажмете на кнопку "Начальн. Скорость", то вы, нажав на левую клавиши мышки и не отпуская ее, сможете перетаскивать красный вектор начальной скорости человечка, тем самым изменяя его скорость. Аналогично можно изменить его ускорение, нажав на кнопку "Ускорение" и перетаскивая черный вектор. Далее с помощью кнопки "Старт" мы можем отправить Федю в путь. Под картинкой с человечком находятся графики его скорости, пройденного пути и координаты в зависимости от времени.
3. Потренируйтесь с управлением человечком путем изменения его начальной скорости и ускорения. Пронаблюдайте, как при этом изменяются графики, описывающие его движение. Попробуйте следующие начальные данные:

$v_0, \text{ м/с}$	0.2	0	1	1
$a, \text{ м/с}^2$	0	-0.5	0.1	-0.1

4. Сделайте так, чтобы человечек, начав движение из точки 0, прошел бы до точки x , там остановился и начал движение в обратном направлении. Координаты точки x :

- 1 вариант $x = -3$
- 2 вариант $x = -5$
- 3 вариант $x = 4$

Совет: можно конечно опытным путем подобрать нужные начальные параметры, но попробуйте предварительно рассчитать их и проверить результат при помощи компьютерного эксперимента.

Ваш ответ:

Начальная скорость $v =$ _____
Ускорение $a =$ _____

5. Сделайте так, чтобы, начав двигаться из точки 0, Федя достиг бы точки x за t секунд.

- 1 вариант $x = -5$ $t = 4\text{с}$
- 2 вариант $x = 5$ $t = 5\text{с}$
- 3 вариант $x = 0$ $t = 8\text{с}$

Ваш ответ:

Начальная скорость $v =$ _____
Ускорение $a =$ _____

6. Установите начальную скорость человека 1 м/с .

Каково должно быть начальное ускорение, чтобы человечек

- 1 вариант прошел 4 секунды и остановился
- 2 вариант дошел до точки -5 за 8 секунд
- 3 вариант дошел до точки 5 за 4 секунды

Ваш ответ: _____

7. Подведем итог и сделаем выводы. Ответьте, пожалуйста, на вопросы:

а) Скорость и ускорение - _____ величины (векторные, скалярные).

б) Величинам скорости и ускорения приписывается знак _____, если вектора направлены по оси x и знак _____ в противоположном случае.

в) если в начальный момент скорость и ускорение имеют разные знаки, это означает, что

Работа 1.3

Закон сложения скоростей

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Закон сложения скоростей".
2. На экране вы видите такелажника Федю в двух разных системах отсчета вместе с автобусом номер 24, изображенного в виде тележки. Сверху показана лабораторная система отсчета, то есть система отсчета относительно бабушки стоящей на остановке. Нижнюю систему отсчета можно выбирать с помощью кнопки "Система отсчета". Либо это будет система отсчета тележки (пассажира автобуса), либо система отсчета человека (такелажника Феде, бегущего на работу). С помощью кнопки "Скорости" мы можем перетаскивать вектора скорости в верхней системе отсчета, тем самым изменяя их значение. Кнопка "Старт" запускает лабораторную систему "Федя-автобус", а кнопка "Шаг" позволяет продвигать систему в пошаговом режиме.
3. Запишите закон сложения скоростей в общей векторной форме и поясните значение каждого вектора:

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}}$$
$$\underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}}$$
$$\underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}}$$

Этим законом вы будете пользоваться при ответе на последующие вопросы.

4. Установите в нижнем окне систему отсчета тележки. В верхнем окне установите такие скорости человека и тележки, чтобы для наблюдателя, сидящего в тележке, которая едет в ту же сторону со скоростью v , он казался неподвижным.

Запишите закон сложения скоростей для этого случая:

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Какое будет отношение между скоростями человека и тележки?

5. Какова скорость человека в лабораторной системе отсчета идущего по земле, если для наблюдателя, сидящего в тележке, которая едет в ту же сторону со скоростью v он кажется:

Вариант 1 отстающим от нее со скоростью $v/2$

Вариант 2 опережающим ее со скоростью $v/2$

Вариант 3 отстающим от нее со скоростью v

Запишите закон сложения скоростей

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Ваш ответ _____

6. Тележка едет по земле со скоростью v_1 . Навстречу ей идет человек со скоростью v_2 относительно земли. С какой скоростью едет тележка в системе отсчета, связанной с человеком?

Вариант 1 $v_1=2v$ $v_2=-v$

Вариант 2 $v_1=v$ $v_2=2v$

Вариант 3 $v_1=-2v$ $v_2=v$

Запишите закон сложения скоростей

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Ваш ответ _____

7. Подведем итоги и сделаем выводы. Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы:

а) Движение

относительно безотносительно

б) В системе отсчета, связанной с Землей, движутся:

в) В системе отсчета, связанной с тележкой, движутся:

г) В системе отсчета, связанной с человечком, движутся:

Работа 1.4

Равномерное вращение

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Равномерное вращение".
2. На экране мы видим равномерное вращение материальной точки по окружности. Изучать этот процесс мы можем с помощью графиков зависимости координат x , y и составляющих скоростей v_x и v_y от времени. Нажав на кнопку "Выбор" мы можем изменить параметры изучаемой системы. В окошке "Вращение" можно поменять направление вращения. Над этим окошком есть два движка, с помощью которых можно менять радиус R и скорость вращения v . В окошке "Ускорение" выдается текущее ускорение точки. Правее можно выбрать какие графики будут изображаться в верхнем экране. С помощью кнопки "Старт" можно произвести запуск вращения.
3. Как изменится частота вращения тела, если при той же скорости увеличить в 2 раза радиус окружности? Проведите опыт и дайте ответ.

Ваш ответ:

4. Найдите величину центростремительного ускорения при заданных значениях для вашего варианта.

Вариант 1: $v=1.19$ м/с, $R=0.68$ м

Вариант 2: $v=1.26$ м/с, $R=0.52$ м

Вариант 3: $v=1$ м/с, $R=0.63$ м

Ваш ответ:

5. Найдите угловую скорость вращения тела в предыдущем опыте.

Расчетная формула:

Ваш ответ:

6. Найдите величину центростремительного ускорения в пунктах 4 и 5.

Расчетная формула:

Ваш ответ:

7. Найдите период вращения в пунктах 4,5,6.

Расчетная формула:

Ваш ответ:

8. Впишите "увеличиться", "уменьшиться" или "останется постоянным".

а) R увеличивается, $v=\text{const}$. T _____ а _____

б) v увеличивается, $R=\text{const}$. T _____ а _____

9. Ответьте на вопросы:

а) Как направлено центростремительное ускорение?

Центростремительное ускорение направлено по _____
к _____

б) Какой точке на разных графиках соответствует нулевое значение проекции скорости?

Работа 1.5

Неравномерное вращение

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Неравномерное вращение".
2. На экране вы можете наблюдать движение тела при неравномерном вращении. В правой части экрана вырисовываются графики зависимости от времени координат и проекций скоростей. В любой момент мы можем включить постоянное по величине и направленное по касательной к окружности ускорение, которое может ускорять или тормозить вращение. Для этого достаточно нажать на одну из двух кнопок со стрелками и держать не отпуская до тех пор, пока необходимо действие. С помощью кнопки "График" в окне "График" можно выбирать отображаемые графики. В окне "Ускорения" приведены формулы, описывающие систему. В окне "Текущие значения" отображаются текущее значение модуля вектора скорости.
3. При наличии касательного ускорения координаты x , y и проекции скоростей v_x и v_y изменяются
 периодически
 не периодически
4. Ответьте на вопросы:
а) Как направленно центростремительное ускорение?

- б) Что происходит с вектором полного ускорения при наличии касательного ускорения?

5. Тело движется по окружности с радиусом $R=1$. Определите угол наклона вектора полного ускорения к радиусу через время t , если в начальный момент скорость тела v_0 , а касательное ускорение a .
 Вариант 1 $t=3$ с; $v_0=2$ м/с; $a=1$ м/с²
 Вариант 2 $t=2$ с; $v_0=1$ м/с; $a=2$ м/с²
 Вариант 3 $t=3$ с; $v_0=1$ м/с; $a=2$ м/с²
 Ниже приведите свое решение и ответ:

Работа 1.6

Вес тела в движущемся лифте

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Вес тела в движущемся лифте".
2. На экране мы видим такелажника Федю в лифте. Для Федя на картинке указаны векторы N , mg , текущей скорости v и текущего ускорения a . Под картинкой указаны численные текущие значения скорости, ускорения и текущего времени. Левее есть вертикальный движок, с помощью которого мы можем придавать лифту различное ускорение. В левой части экрана вырисовываются графики зависимости ускорения и скорости от времени. Обратите внимание на точку "-g" - ускорение свободного падения. С помощью кнопки "Стоп" можно остановить лифт. С помощью кнопки "Сброс t" можно сбросить секундомер и начать отсчет времени заново. Обратите внимание на то, что в данном компьютерном эксперименте за положительное направление ускорения и скорости выбрано направление вверх. Вес тела P равен по величине силе реакции опоры N , которая показана на экране.
3. Федю надо подняться на высоту h за время t . Составьте алгоритм управления лифтом путем изменения ускорения движения, чтобы Федя прибыл на нужную высоту вовремя и лифт остановился на этой высоте. После проведения расчетов и составления алгоритма проверьте его работу с помощью эксперимента.
 - Вариант 1 $h=200$ м, $t=30$ с
 - Вариант 2 $h=250$ м, $t=50$ с
 - Вариант 3 $h=300$ м, $t=55$ с

Ваш алгоритм занесите в таблицу:

Высота	Скорость	Ускорение	Время	Вес тела
0	0	0	0	$P=mg$
	не постоянна			$P=$
		0		$P=$
	не постоянна			$P=$
h	0	0	t	$P=mg$

4. По дополнительному указанию учителя нарисуйте схематические графики скорости и ускорения на одной координатной плоскости в предыдущем опыте.
5. Сделайте так, чтобы Федя оказался в состоянии невесомости. Каким в этом случае должно быть ускорение лифта? _____
6. Каким должно быть ускорение, чтобы Федю прижало к потолку лифта?
 - равным g
 - меньше $-g$
 - больше g
7. Во время равномерного движения:
 - вес тела равен силе тяжести
 - вес тела в два раза больше силы тяжести
 - вес тела в два раза меньше силы тяжести
8. К человеку или к лифту (опоре) приложены:
 - вес тела P приложен к _____
 - сила реакции опоры N приложена к _____
9. Вес тела P равен силе тяжести mg при $a=$ _____ м/с

Работа 1.7

Падение тел

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Падение тел".
2. На экране вы видите координатную плоскость, совпадающую с вертикальной плоскостью падения тела. Тело с горизонтальной начальной скоростью начинает падать из точки 0. С помощью соответствующих движков v и h можно менять численное значение начальной скорости тела и высоту его падения. В окне "Текущие значения" отображаются текущие значения координат тела, проекций скорости и времени. В окне "График" можно выбирать графики, которые будут отображаться в сером окне. Кнопка "Старт" запускает полет очередного тела. Кнопка "Очистить" применяется для очистки текущего поля от изображений траекторий предыдущих тел. Место падения тела отображается флажком соответствующего тела. Траектория движения тела отображается в стробоскопическом режиме.
3. По какой траектории падает тело, пущенное с начальной скоростью параллельно горизонту?

4. Проведите ряд опытов при различной начальной скорости тела (не забудьте $v=0$) и установите, какова будет высота тела через равные промежутки времени в различных опытах.
Сформулируйте закон:
независимо от _____ тело через равные промежутки времени _____, что и при вертикальном падении.
5. Рассчитайте дальность, время полета и скорость тела в момент удара о землю, если начальная горизонтальная скорость равна v_0 . Проверьте свои расчеты с помощью эксперимента. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$.

Вариант 1 $v_0=20.6 \text{ м/с}$ $h=100\text{м}$

Вариант 2 $v_0=15.4 \text{ м/с}$ $h=50\text{м}$

Вариант 3 $v_0=18 \text{ м/с}$ $h=70\text{м}$

Ваши расчеты:

Ваш ответ: _____

Результат эксперимента: _____

6. Два тела с начальными скоростями $v_1=v$ и $v_2=2v$ падают с высот $h_1=2h$ и $h_2=h$. С помощью компьютерного опыта ответьте на вопросы:
дальше улетит тело _____
большую скорость в момент удара о землю будет иметь тело _____
больше времени будет находиться в полете тело _____

Работа 1.8

Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Движение тела, брошенного к горизонту".
2. На экране вы видите координатную плоскость, совпадающую с вертикальной плоскостью полета тела. Начальное положение тела соответствует началу координат. В окошке "График" можно выбрать форму отображения траектории полета тела: стробоскопическую, линией или оба способа одновременно. С помощью движка h можно менять начальную высоту тела. Также можно изменять начальную скорость v_0 и начальный угол α в соответствующих окнах. Кнопка "Старт" запускает полет тела. При каждом последующем запуске предыдущие траектории не удаляются. Очистить координатную плоскость от предыдущих траекторий можно кнопкой "Очистить".
3. Тело бросают с высоты h с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Рассчитайте дальность полета тела. Проверьте свой результат при помощи эксперимента.

Вариант 1 $h=20$ м; $v_0=20$ м/с; $\alpha=56^\circ$

Вариант 2 $h=30$ м; $v_0=25$ м/с; $\alpha=80^\circ$

Вариант 3 $h=51$ м; $v_0=10$ м/с; $\alpha=40^\circ$

Ваш расчет:

Ваш ответ: _____

Результат эксперимента: _____

4. Установите опытным и расчетным путем, каковы должны быть начальная скорость, высота и угол α , для того, чтобы максимальная высота подъема тела равнялась k , а дальность полета тела равнялась l . Попробуйте уменьшить высоту в 1.5-2 раза и получить те же результаты.

Вариант 1: $k=52$ м, $l=70$ м.

Вариант 2: $k=40$ м, $l=80$ м.

Вариант 3: $k=40$ м, $l=40$ м.

Ваш ответ:

$h=$ _____ $h=$ _____

$v_0=$ _____ $v_0=$ _____

$\alpha=$ _____ $\alpha=$ _____

5. Рассчитайте время полета тела в предыдущей задаче для одного из опытов. Сравните полученный результат с результатом эксперимента.

Ваш расчет:

Ваш ответ: _____

Результат эксперимента: _____

6. Во время опыта внимательно посмотрите на окно "Текущие значения" и определите чем различаются компоненты движения по оси x и по оси y .

Движение по оси x _____, а по оси y _____.

Работа 1.9

Наклонная плоскость.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Наклонная плоскость".
2. В данном эксперименте вы можете изучить движение тела по наклонной плоскости при различных значениях угла наклона, коэффициента трения и внешней силы, действующей на него. С помощью флажка "Фиксир." выставляется фиксированное или нефиксированное состояние тела на наклонной плоскости. Когда флажок выставлен, тело зафиксировано на плоскости. В этом режиме можно изучать силы, действующие на тело. С помощью соответствующих движков в правом нижнем углу экрана можно менять значения угла наклона, коэффициента трения и внешней силы. Синей точкой на графике указана величина силы трения покоя. Кнопка "Старт" запускает режим работы, когда угол наклона плоскости автоматически изменяется от нуля до тех пор, пока тело не соскользнет с поверхности.
3. Найдите угол, при котором начнется скольжение бруска по наклонной плоскости при заданном коэффициенте трения. Проверьте результат на компьютере.
Вариант 1: $\mu=0.75$
Вариант 2: $\mu=0.45$
Вариант 3: $\mu=0.5$
Расчетная формула:

Ваш ответ: _____

Результат эксперимента: _____

4. Чему равна сила трения при скольжении?
Сила трения при скольжении равна максимальной силе _____.
Формула: _____
5. В каком случае тело остается неподвижным на наклонной плоскости?
_____ \leq _____
6. Какую минимальную силу надо приложить к бруску массы m , чтобы он не соскальзывал по наклонной плоскости с углом наклона α при заданном коэффициенте трения бруска о плоскость?
Вариант 1: $\alpha=35^\circ$; $\mu=0.7$
Вариант 2: $\alpha=40^\circ$; $\mu=0.9$
Вариант 3: $\alpha=35^\circ$; $\mu=0.9$
Расчетная формула:

Ваш ответ: $F=$ ___ mg

Результат эксперимента: $F=$ ___ mg

Работа 1.10

Движение ракеты

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Движение ракеты".
2. На экране вы можете следить в динамике за стартом, изменением скорости и количества топлива космической ракеты на реактивном двигателе. Перед тем как запустить ракету в безвоздушное пространство, мы должны заправить ее необходимым количеством топлива. Это можно сделать с помощью кнопки "Заправка топлива" и движка "Начальная масса", определяющего начальную массу запаса топлива. Затем с помощью кнопки "Запуск ракеты" дается старт ракете в космос. За счет реактивного эффекта скорость ракеты начинает экспоненциально (по формуле Циолковского) возрастать до тех пор, пока запас топлива не будет израсходован. Тогда по инерции ракета будет продолжать двигаться с постоянной скоростью. В окне "Значения" выводятся текущие значения переменных системы. $v_{отн}$ - скорость истечения газов из ракеты (красный вектор на картинке), в этом эксперименте она считается постоянной, $m_{полезн}$ - полезная масса ракет (здесь она так же постоянна), V - скорость ракеты в космосе, M - масса оставшегося топлива. Нужно заметить, что движение ракеты происходит в отсутствие гравитации и без учета сопротивления.
3. Напишите формулу Циолковского:

Она показывает, что для достижения скорости, в 4 раза, превышающей по модулю относительную скорость выбрасываемых газов, стартовая масса одноступенчатой ракеты должна примерно в 50 раз превышать ее конечную массу.

4. С помощью эксперимента определите минимальную массу топлива, необходимую для достижения ракетой первой космической скорости.

Первая космическая скорость: _____

Минимальная масса топлива: _____

5. С помощью эксперимента определите минимальную массу топлива, необходимую для достижения ракетой второй космической скорости.

Вторая космическая скорость: _____

Минимальная масса топлива: _____

6. Что произойдет с ракетой на первой и на второй космической скорости:

При достижении первой космической скорости, ракета _____.

По достижении второй космической скорости, ракета _____.

Работа 1.11

Соударения шаров

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Соударения шаров".
2. В данном компьютерном эксперименте моделируется упругое нецентрально соударение шаров. С помощью соответствующих горизонтальных движков можно изменять начальную скорость первого шара (второй до соударения остается неподвижным) и массу обоих шаров. С помощью движка "d" можно менять прицельное расстояние d между осями, на которых находятся центры шаров. С помощью окна "Параметры" вы можете до и после удара определять углы разлета, проекции импульсов и кинетические энергии шаров. Кнопка "Старт" запускает первый шар. После удара на экране появляется диаграмма импульсов, иллюстрирующая закон сохранения импульса.
3. Проведите эксперимент и ответьте на вопрос:
При соударении шаров одинаковой массы угол разлета всегда равен _____.
Углы разлета не зависят от _____ и определяются только _____.
4. С помощью эксперимента докажите законы сохранения импульса и энергии.
Закон сохранения энергии: _____
Закон сохранения импульса: _____
Численные результаты эксперимента:

Подстановка численных значений в формулы законов:

5. Проведите эксперимент при нулевом значении прицельного расстояния при равных массах шаров.
При равных массах и $d=0$, шары обмениваются _____.

Работа 1.12

Упругие и неупругие соударения

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

- Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Упругие и неупругие соударения".
- В данном эксперименте вы можете наблюдать две тележки, движущиеся без трения по рельсам навстречу друг другу. В верхней части окна вы можете следить за изменениями скоростей, кинетических энергий и импульсов при соударениях этих тележек. Центральное E обозначает суммарную кинетическую энергию тележек. В окнах "Тележка 1" и "Тележка 2" вы можете выбирать массы и начальные скорости тележек. В окне "Соударение" можно выбрать тип соударения тележек между собой. Удар тележек о стенку всегда считается упругим.
- Первая тележка массы m движется по рельсам без трения с постоянной скоростью v , на ее пути находится вторая неподвижная тележка такой же массы. Проведите эксперимент и выясните скорости обоих тележек после удара.

Удар абсолютно упругий

$$v_1 = \underline{\hspace{2cm}}; v_2 = \underline{\hspace{2cm}};$$

Удар абсолютно неупругий

$$v_1 = \underline{\hspace{2cm}}; v_2 = \underline{\hspace{2cm}};$$

- Первая тележка массы m_1 движется по рельсам без трения со скоростью v_1 . Вторая тележка массы m_2 движется ей навстречу. Какова должна быть скорость v_2 второй тележки, чтобы после абсолютно неупругого удара обе тележки остановились.

Вариант 1: $m_1=1$ кг; $m_2=2$ кг; $v_1=2$ м/с

Вариант 2: $m_1=2$ кг; $m_2=1$ кг; $v_1=1$ м/с

- Проведите эксперимент и заполните таблицу:

$$v_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Удар абсолютно упругий

До удара: $E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E = E_1 + E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$$p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p = p_1 + p_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

После удара $E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E = E_1 + E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$$p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p = p_1 + p_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Удар абсолютно неупругий

До удара: $E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E = E_1 + E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$$p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p = p_1 + p_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

После удара $E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $E = E_1 + E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$$p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad p = p_1 + p_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Соударение	Упругое	Неупругое
Суммарная механическая энергия	сохраняется <input type="checkbox"/> не сохраняется <input type="checkbox"/>	сохраняется <input type="checkbox"/> не сохраняется <input type="checkbox"/>
Суммарный импульс	сохраняется <input type="checkbox"/> не сохраняется <input type="checkbox"/>	сохраняется <input type="checkbox"/> не сохраняется <input type="checkbox"/>

Таким образом мы выяснили, что при упругом соударении выполняются законы _____, а при неупругом соударении выполняется закон _____ и не выполняется закон _____.

Работа 1.13.1

Свободные и вынужденные колебания

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Свободные и вынужденные колебания".
2. В данную работу включены четыре эксперимента "Гармонический маятник", "Ангармонический маятник", "Груз на пружине" и "Вынужденные колебания".
3. Запустите демонстрацию "Гармонический режим". При малых углах отклонения период колебаний математического маятника не зависит от угла отклонения. Такой процесс называется гармоническим режимом.
4. В данном эксперименте мы наблюдаем свободные колебания маятника в гармоническом режиме. Нажав на кнопку "Параметры" мы можем с помощью соответствующих движков изменять параметры системы: трение (при наличии трения фон рабочего поля маятника становится серым), длину маятника, начальный угол отклонения маятника. Кнопка "Старт" запускает демонстрацию. В окошке "Энергия" мы можем наблюдать диаграмму перехода между двумя видами энергии: кинетической и потенциальной. На графике отображаются зависимости угловой координаты и скорости маятника от времени.
5. Выберите длину маятника 150 см. и с помощью графика определите примерный период незатухающих колебаний маятника при разных углах отклонения.

При $\varphi=10^\circ$ $T=$ _____

При $\varphi=20^\circ$ $T=$ _____

В гармоническом режиме при изменении начального угла отклонения период колебаний _____

Будет ли изменяться период, если колебания будут затухающими? _____

6. Запишите формулу для периода малых колебаний математического маятника.

$T=$ _____

Проверим ее экспериментально. Для этого проведем два эксперимента с разными длинами маятника. Ускорение свободного падения 9.8 м/с^2 .

$l_1=$ _____ ; $T_{\text{экспер 1}}=$ _____ ; $T_{\text{рассчетное 1}}=$ _____ ;

$l_2=$ _____ ; $T_{\text{экспер 2}}=$ _____ ; $T_{\text{рассчетное 2}}=$ _____ ;

7. Для выхода в режим выбора экспериментов нажмите кнопку "Пример". Запустите эксперимент "Ангармонический маятник".
8. При больших углах отклонения маятника (больше 20°) период колебаний зависит от угла отклонения. Такой режим называется ангармоническим. На экране вы можете наблюдать колебания ангармонического маятника. Система управления опытом совпадает с системой предыдущего опыта.
9. Проведите ряд опытов при разных углах отклонения и отсутствии трения.

Начальный угол φ_0	Период колебаний T
-160°	
-95°	
-20°	

Вывод: с ростом амплитуды период колебаний ангармонического маятника _____

10. В следующей лабораторной работе мы рассмотрим два других опыта с колебаниями.

Работа 1.13.2

Свободные и вынужденные колебания (продолжение).

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Свободные и вынужденные колебания".
2. В данную работу включены четыре эксперимента "Гармонический маятник", "Ангармонический маятник", "Груз на пружине" и "Вынужденные колебания". В предыдущей работе мы рассмотрели два первых опыта.
3. Запустите опыт "Груз на пружине". Здесь мы можем наблюдать свободные колебания груза на пружине. На графике отображается зависимость угловой координаты и скорости маятника от времени. В окне "Энергия" мы можем наблюдать за процессом изменения кинетической и потенциальной энергии. С помощью движков, расположенных в соответствующих окнах можно изменять массу груза, начальное смещение груза, жесткость пружины, коэффициент силы трения. Режим изменения значений включается с помощью кнопки "Параметры". Кнопка "Старт" запускает эксперимент.
4. Проведем ряд опытов для разного начального смещения груза. Массу груза и жесткость пружины выберите в соответствии со своим вариантом. Трение отсутствует.

Вариант 1: $m=0.6$ кг; $k=8$ Н/м

Вариант 2: $m=1$ кг; $k=6$ Н/м

Вариант 3: $m=0.6$ кг; $k=5$ Н/м

Результаты эксперимента:

Смещение, x_0	Период, T
10 см	
8 см	
5 см	

5. Сделаем выводы. Период колебаний _____ (зависит / не зависит) от амплитуды. Следовательно свободные колебания груза на пружине являются _____.
6. С помощью кнопки "Пример" вернемся в режим выбора опытов.
7. Запустим опыт "Вынужденные колебания". В данном опыте вы можете наблюдать вынужденные колебания груза на пружине при наличии вязкого трения. Внешняя сила, совершающая колебания, воздействует на тело, так же способное совершать колебания. С помощью соответствующих движков мы можем менять коэффициент силы трения, частоту вынужденных колебаний, жесткость пружины. ω в данном опыте - частота изменения внешней силы, а ω_0 - частота собственных колебаний. На графике под картинкой с опытом мы можем наблюдать зависимость амплитуды колебаний груза от частоты внешней силы. Точка ω_0 обозначает точку резонанса.
8. Вынужденными колебаниями называются колебания, совершающиеся под действием внешней периодической силы. Внешняя сила обеспечивает приток энергии к системе и не дает колебаниям затухать, несмотря на действие сил трения.
9. Установите жесткость пружины и силу трения, указанные для вашего варианта. Найдите частоту, на которой происходит резонанс. Для этого установите частоту вынужденных колебаний примерно равную частоте изменения внешней силы.
Вариант 1. $k=25$ Н/м; $F=2.00$ v;
Вариант 2. $k=20$ Н/м; $F=3.50$ v;
Вариант 3. $k=22$ Н/м; $F=2.18$ v;
Частот резонанса: _____
10. Пронаблюдайте, как влияют на график зависимости амплитуды колебаний груза от частоты внешней силы изменение силы трения и жесткости пружины.

Работа 1.14

Законы Кеплера

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Законы Кеплера".
2. В данном эксперименте можно наблюдать за траекториями искусственных спутников Земли. На рисунке постоянно изображены три траектории. Выбор между траекториями можно осуществлять нажатием на соответствующий столбец в таблице текущих параметров в правом нижнем углу экрана. На картинке текстом указывается по какой траектории будет осуществляться движение при выбранных параметрах орбиты (эллиптической, круговой и т.п.) В окне "Закон Кеплера" можно выбирать какой закон будет демонстрироваться на текущей траектории. В окнах "Начальная скорость" и "Начальный радиус" можно изменять соответствующие параметры орбит. Одновременно будут изменяться цифры в таблице текущих параметров. Кнопка "Старт" запускает полет спутника по выбранной на данный момент траектории, демонстрируя выбранный закон Кеплера. Кнопка "Очистить" удаляет текущую траекторию с экрана до тех пор, пока не будут заново произведены выборы параметров. Кнопка "Стоп" останавливает полет спутника. В таблице текущих параметров приводятся: значения начальной скорости v_0 , начального расстояния до Земли R_0 , большой a и малой b полуосей эллиптической траектории, период обращения T . Обратите внимание, что радиус является расстоянием от центра Земли, а не высотой от ее поверхности.
3. Законы Кеплера применимы не только к движению планет, но и к движению искусственных спутников Земли и космических кораблей. В данном эксперименте центром тяготения является Земля.
4. Первый закон Кеплера гласит: "Все планеты движутся по эллипсоидной траектории, в фокусе которого находится Солнце". Установите флажок на 1-й закон в окне "Законы Кеплера". Выберите несколько траекторий с любыми параметрами и пронаблюдайте за движением тел по этим траекториям. Убедитесь в справедливости 1-го закона Кеплера.
5. Второй закон Кеплера гласит: "Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади". Повторите предыдущее задание для 2-го закона Кеплера и убедитесь в его справедливости.
6. Из законов Кеплера Ньютон получил выражение для гравитационной силы. Приведите его.
7. Третий закон Кеплера гласит, что "Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит". Иначе он записывается как: " $T^2 \sim R^3$ ".
8. Запишите выражение для потенциальной энергии тела массы m , находящегося на расстоянии r от неподвижного тела массы M .

$$E_p = - \frac{GMm}{r}$$

Тогда если тело находится в гравитационном поле на некотором расстоянии r от центра тяготения и имеет некоторую скорость v , ее полная механическая энергия равна:

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r} = \text{const}$$

9. Установите начальный радиус, заданный для вашего варианта. Путем изменения начальной скорости спроектируйте три орбиты: эллипс, параболу, гиперболу.
Вариант 1: $R_0 = 10000$ км
Вариант 2: $R_0 = 10300$ км
Вариант 3: $R_0 = 9800$ км

Орбита	Начальная скорость	Значение полной энергии тела
Эллипс		$E < 0$
Парабола		$E = 0$
Гипербола		$E > 0$

10. Проверьте для эллиптической орбиты в предыдущем задании справедливость третьего закона Кеплера.
 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ $T^2 = \underline{\hspace{2cm}}$
 $R = \underline{\hspace{2cm}}$ $R^3 = \underline{\hspace{2cm}}$
11. Установите экспериментально, какую минимальную скорость должен иметь космический корабль на высоте h над поверхностью Земли (радиус Земли можно посмотреть в разделе "Таблицы"), чтобы преодолеть земное притяжение.
 Вариант 1: $h = 120$ км.
 Вариант 2: $h = 100$ км.
 Вариант 3: $h = 80$ км.

Работа 1.15

Течение жидкости

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Механика", демонстрацию "Течение жидкости".
2. В данном эксперименте вы можете наблюдать движение идеальной жидкости по трубам, диаметр которых можно изменять. С помощью движка, расположенного над каждой трубой можно менять ее диаметр. Рядом с каждой трубой в трубу встроены жидкостный манометр, с помощью которого можно определить давление в этой трубе.
3. Запишите закон Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости в горизонтальной трубе:

4. Давление P текущей жидкости можно измерять по высоте столба h в вертикальной трубке, нижний конец которой опущен в поток (жидкостный манометр)

$$P = _ \cdot _ \cdot _$$

5. Как доказать то, что в данном эксперименте предполагается, что по трубкам течет идеальная жидкость?
В трубках одинакового размера давление одинаково.
Давление в трубах одного диаметра должно возрасти от первой к последней
Давление в трубах одного диаметра должно падать от первой к последней
6. Установите указанные для вашего варианта диаметры трубок по порядку. Скорость жидкости в первой трубке достаточно мала. Определите скорость жидкости в узких трубках.
Вариант 1: $d_1=80$ мм; $d_2=20$ мм; $d_3=26$ мм;
Вариант 2: $d_1=78$ мм; $d_2=22$ мм; $d_3=28$ мм;
Вариант 3: $d_1=76$ мм; $d_2=20$ мм; $d_3=28$ мм;
Ваш ответ: $v_2=$ _____ $v_3=$ _____
7. Выше было указано, что по трубкам течет несжимаемая жидкость. Как это доказать?
Расход воды в трубках должен быть одинаковым для всех труб.
Расход воды в трубках должен быть пропорционален их диаметру.

Работа 2.1

Опыт Джоуля

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Термо", демонстрацию "Опыт Джоуля".
2. На экране вы наблюдаете один из первых опытов Джоуля (1843 г.). В этом опыте с помощью поршневого насоса сухой воздух накачивается под давлением около 22 атм. в сосуд, погруженный в водяной термостат. При этом измеряется затраченная механическая работа и температура термостата T_1 . На рисунке изображены сосуд для высушивания воздуха, сосуд с водой для измерения начальной температуры T_2 и обратный клапан. Стрелки указывают направление движения воздуха. С помощью кнопки "Старт" запускается автоматическое выполнение эксперимента. С помощью кнопки "Вручную" включается режим, в котором можно вручную (перетаскивая поршень на картинке с нажатой кнопкой мыши вверх-вниз) накачивать воздух. На графике приведено количество теплоты, полученное системой Q в ккал. в зависимости от совершенной работы A в джоулях. Эта зависимость линейна. Механический эквивалент теплоты определяется по наклону этой прямой.
3. Запишите современное значение механического эквивалента теплоты
 $1 \text{ кал} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Дж}$
4. Запишите основные формулы для:
 $Q =$
 $A =$
5. При сжатии воздуха в опыте Джоуля была совершена работа $A = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$. При этом вода в калориметре нагрелась на $\Delta T = 2.4 \text{ К}$. Определите, сколько воды было в калориметре. Расчетная формула:

Ответ:

$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кг.}$

Работа 2.2

Изотермический процесс

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Термо", демонстрацию "Изотермический процесс".
2. В данном эксперименте вы можете наблюдать процесс изотермического сжатия или расширения идеального газа. Большой график показывает зависимость между давлением и объемом. На двух маленьких отображается зависимость (Т,V) и (Т,P). В любой момент времени состояние газа обозначается на графиках крестиком. На большом графике есть окошечко в котором постоянно отображаются текущие значения P и V. Нажав кнопку "Выбор Т" можно с помощью вертикального движка выбирать температуру термостата. Одновременно с изменением температуры вы можете наблюдать изменение вида графиков (старые графики обозначаются пунктиром). Обратите внимание на то, что при выборе нового значения температуры термостата при фиксированном объеме газа предполагается, что начальное давление в газе изменилось пропорционально Т. Кнопка "Старт" запускает процесс сжатия или расширения в зависимости от того в каком состоянии находится в данный момент система. Увеличение давления P в процессе изотермического сжатия условно изображается ростом размеров стрелки, приложенной к поршню. Стрелки у дна термостата указывают направление теплового потока.
3. С увеличением температуры скорость движения молекул газа:
увеличивается
уменьшается

4. Запишите закон Бойля-Мариотта для одного моля идеального газа.

$$\underline{\quad} V = \text{const} = \underline{\quad} T$$

5. Напишите формулу для универсальной газовой постоянной R через P,V,T для одного моля идеального газа.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

Заполните таблицу экспериментальных результатов:

Этап опыта	P	V	T
До изотермического сжатия			
После изотермического сжатия			

Рассчитайте по полученным данным и записанной вами формуле универсальную газовую постоянную.

Расчетные значения:

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Табличное значение:

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

6. Определите в компьютерном эксперименте объем одного моля газа при нормальных условиях

Нормальные условия:

$$T_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ K}$$

$$P_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Па} = 1 \text{ атм}$$

Ваш ответ:

$$V_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ дм}^3/\text{моль}$$

7. Запишите первый закон термодинамики для изотермического процесса.

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Тепло поглощается тепловым резервуаром:

при сжатии

при расширении

Работа 2.3

Изобарический процесс.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Изобарический процесс".
2. В данном эксперименте вы можете наблюдать процессы изобарического сжатия идеального газа при его охлаждении и изобарического расширения при его нагревании. На большом графике отображается зависимость между объемом и температурой. На двух маленьких зависимости между давлением и температурой и объемом. Текущее состояние газа обозначается на графиках крестиком. На большом графике в маленьком окошечке отображаются текущие численные значения объема и температуры. Нажав на кнопку "Выбор давления", с помощью вертикального движка можно выбирать количество гирь (от 1 до 4 штук), помещенных на поршень, тем самым изменяя давление газа в сосуде. Одна гиря создает в сосуде давление $0.5 \cdot 10^5$ Па. Обратите внимание на то, что при выборе нового значения давления начальный объем P газа во всех экспериментах остается неизменным, а начальная температура газа T изменяется пропорционально P . Стрелки указывают направление теплового потока. Кнопка "Старт" запускает процесс изобарического сжатия или расширения, в зависимости от того в каком состоянии находится система.

3. Установите давление, указанное в вашем варианте:

Вариант 1: $2.0 \cdot 10^5$ Па

Вариант 2: $1.5 \cdot 10^5$ Па

Вариант 3: $1.0 \cdot 10^5$ Па

С этим давлением вы будете проводить все последующие опыты.

4. Запишите закон Гей-Люссака для одного моля идеального газа.

$V = \text{const} =$ _____

5. Запишите формулу работы идеального газа при изобарическом сжатии или расширении.

$A =$ ___ (___ - ___)

Рассчитайте работу, совершаемую газом при изобарическом сжатии в компьютерном эксперименте:

Экспериментальные данные: $V_1 =$ _____ ; $V_2 =$ _____

Ваш ответ:

$A =$ _____

6. Как изменится ответ на предыдущую задачу в случае изобарического расширения?

7. Заполните таблицу экспериментальных результатов:

Этап опыта	P	V	T
До изобарического расширения			
После изобарического расширения			

Рассчитайте по полученным данным универсальную газовую постоянную.

Расчетные значения:

$R_1 =$ _____

$R_2 =$ _____

Табличное значение:

$R =$ _____

7. Запишите первый закон термодинамики для изобарического процесса.

$Q = \Delta$ ___ + ___ Δ ___

Работа 2.4

Изохорический процесс.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Изохорический процесс".
2. В данной демонстрации вы можете наблюдать процесс изохорического нагревания и охлаждения. На большом графике изображается зависимость между давлением и температурой. В маленьком окошечке можно в любой момент снять текущие значения температуры и давления. На маленьких графиках отображаются зависимости между объемом и давлением и температурой. Текущее состояние газа указывается на графиках крестиком. Нажав кнопку "Выбор объема" можно изменять объем газа V . Для этого надо навести мышку на зеленый поршень и перетащить его вниз или вверх до нужного значения объема. Численное значение V указывается зелеными буквами над сосудом. Обратите внимание на то, что при выборе нового значения объема газа начальная температура не изменяется. Кнопка "Старт" запускает процесс изохорического сжатия или расширения в зависимости от текущего состояния системы. Увеличение или уменьшение желтой стрелки указывает на соответствующее изменение внутреннего давления газа. Стрелками у дна сосуда указывается направление теплообмена.

3. Запишите закон Шарля для одного моля идеального газа.

$$p = \text{const} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Чему равна работа при изохорическом процессе?

$$A = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Установите объем, указанный в вашем варианте:

Вариант 1: 40 дм³

Вариант 2: 25 дм³

Вариант 3: 15 дм³

С этим давлением вы будете проводить все последующие опыты.

6. Заполните таблицу экспериментальных результатов:

Этап опыта	P	V	T
До изохорического нагревания			
После изохорического охлаждения			

Рассчитайте по полученным данным универсальную газовую постоянную.

Расчетные значения:

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Табличное значение:

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Запишите первый закон термодинамики для изохорического процесса.

$$Q = \Delta \underline{\hspace{2cm}}$$

Работа 2.5

Адиабатический процесс

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Адиабатический процесс".
2. В данной демонстрации вы можете наблюдать процесс адиабатического сжатия и расширения идеального газа в сосуде с теплонепроницаемыми стенками. На верхнем большом графике отображается зависимость между давлением и объемом. Красный график - текущая адиабата. Синие графики - изотермы для разных температур. В маленьком окошечке на координатной плоскости отображаются текущие значения давления, объема и температуры системы. Выводимые на экран значения величин рассчитаны для одного моля одноатомного газа. На маленьких графиках отображаются зависимости температуры от давления и объема. Текущее состояние системы обозначается на графиках крестиком. Нажав на кнопку "Выбор" можно изменять график адиабатического процесса. Для этого надо привести мышку на красный график на большой координатной плоскости и перетащить его в нужное положение. Предыдущее положение останется помеченным пунктиром. Кнопка "Старт" запускает процесс адиабатического сжатия или расширения, в зависимости от того, в каком состоянии в данный момент находится система. Увеличение или уменьшение желтой стрелки над поршнем демонстрирует соответствующее изменение давления газа.
3. Запишите первый закон термодинамики для адиабатического процесса.
 $_____ = - \Delta _____$
4. Запишите уравнение Пуассона:
 $_____ = \text{const}$
5. Установите адиабату, проходящую через точку с координатами:
Вариант 1: (20,1)
Вариант 2: (30,1)
Вариант 3: (40,1)
С этой адиабатой вы будете работать.
6. Найдите работу, которую совершает газ в данном эксперименте для адиабатного процесса вашего варианта при полном адиабатном сжатии. Для одноатомного газа $\gamma = C_V/C_P = 5/3$.
Расчетная формула: $A = _____ (_____ - _____)$
Ответ: $A = _____$
7. Пусть 1 моль одноатомного идеального газа расширяется адиабатически от объема $V_1 = 20$ дм³ до объема $V_2 = 30$ дм³. Определите в компьютерном эксперименте конечную температуру T и разность давлений $P_1 - P_2$.
Ваш ответ:
 $T = _____$
 $P_1 - P_2 = _____$
8. Если вас попросят качественно изобразить на одной координатной плоскости (P,V) адиабату и изотерму, проходящие через одну и ту же точку, то их нужно будет изобразить следующим образом:
изотерма будет проходить круче адиабаты
адиабата будет проходить круче изотермы
ответ не однозначен

Работа 2.6

Закон Дальтона

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Полупроницаемая перегородка".
2. В данном опыте вы можете изучить закон Дальтона в компьютерной модели диффузии газов через полупроницаемую мембрану. Молекулы различных газов окрашены в разные цвета. Мембрана проницаема только для одного типа молекул. В начальный момент давления газов P и их температуры одинаковы. Кнопка "Выбор газа" позволяет поменять свойства газов. Тот газ, который до этого был пропускаемым мембраной, становится не пропускаемым и наоборот. Кнопка "Старт" запускает новый процесс диффузии газа через полупроницаемую перегородку. Мы можем наблюдать процесс установления равновесия. Внизу под половинами сосуда отображаются диаграммы давления в этих половинах.
3. Закон Дальтона утверждает, что давление в смеси химически невзаимодействующих газов равно _____.
4. Парциальное давление каждого газа в случае достаточного разрежения подчиняется уравнению состояния идеального газа:
_____ = _____
5. Запустите компьютерный эксперимент кнопкой "Старт" и дождитесь установления состояния равновесия.
 $P_1 =$ _____
 $P = P_1 + P_2 =$ _____
6. Повторите предыдущий опыт, поменяв газ, пропускаемый мембраной.
 $P_1 =$ _____
 $P = P_1 + P_2 =$ _____
7. Пусть внешние стенки сосуда теплоизолированы (адиабатическая оболочка). Изменится ли температура газа в сосуде после окончания процесса диффузии?

Работа 2.7

Распределение Максвелла

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Распределение Максвелла".
2. В данной демонстрации мы визуально наблюдаем за хаотическим движением молекул в сосуде. Компьютер выделяет некоторый малый интервал скоростей от v до $v+\Delta v$ и помечает все молекулы, скорости которых попали в интервал Δv , зеленым цветом. Через несколько секунд после начала эксперимента в правой части экрана появится зеленая кривая $\psi(v)$ равновесного распределения газа по скоростям при текущей температуре T . На том же графике для сравнения приведено распределение при $T=300\text{K}$, отображенное графиком синего цвета. Перпендикуляр зеленого цвета указывает на точку v_{sq} - среднеквадратичную скорость молекул. С помощью движка под графиком можно перемещать по нему интервал Δv , тем самым выделяя зеленым цветом в сосуде молекулы с соответствующими скоростями. С помощью него можно также определить наиболее вероятную скорость молекул v_m . После нажатия кнопки "Выбор температуры" мы можем с помощью соответствующего вертикального движка изменять температуру T внутри сосуда. После увеличения температуры молекулы в сосуде начинают двигаться быстрее. Кнопка "Старт" запускает эксперимент при новой температуре. Обратите внимание на то, что скорости молекул в данной компьютерной модели во много раз больше скоростей реальных молекул. Кривые распределения молекул по скоростям, выводимые на экран строятся для некоторого одноатомного газа.
3. Какой точкой на распределении Больцмана определяется наиболее вероятная скорость движения молекул v_m ?

Запишите формулу для определения этой точки:

$$v_m = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

В эту формулу входит постоянная Больцмана. Чему она равна?

$$K = \quad * 10^{-\quad} \text{ Дж/К}$$

4. Характерным параметром распределения Максвелла является среднеквадратичная скорость v_{sq} . Запишите формулу для ее определения.

$$v_{sq} = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

5. При увеличении температуры кривая $\psi(v)$ смещается:

вправо

влево

становится более

широкой

узкой

6. Экспериментально найдите наиболее вероятную скорость газа, рассматриваемого в данном эксперименте при заданной температуре.

Вариант 1: $T=950\text{ K}$

Вариант 2: $T=400\text{ K}$

Вариант 3: $T=114\text{ K}$

$$v_m \cong \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Определите молярную массу μ газа, для которого построены кривые распределения Максвелла, выводимые на экран дисплея.

Исходная формула: $v_{sq} = \sqrt{\frac{\quad}{\mu}}$

Расчетная формула $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$

Ответ: $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ г/моль.

Для проверки: в компьютерном эксперименте использован Гелий.

Работа 2.8

Броуновское движение.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Броуновское движение".
2. В данном эксперименте вы наблюдаете движение броуновской частицы под действием ударов молекул газа. Рядом на клетчатом поле вы наблюдаете траекторию броуновской частицы в виде хаотической ломанной кривой линии, цвет которой соответствует цвету частицы. Каждый отрезок этой траектории представляет собой смещение частицы за некоторый фиксированный интервал времени. Нажатием кнопки "Старт" мы можем запустить новую частицу, окрашенную в другой цвет. Траектории предыдущих частиц при этом не исчезнет и останется на экране. Очистить поле от старых траекторий можно нажатием кнопки "Очистить экран". Под клетчатым полем в каждый момент времени отражается смещение частицы r и количество отрезков N .
3. Запишите диффузионный закон, открытый Эйнштейном.

$$\langle r^2 \rangle = \frac{2Dt}{3}$$

Где D - коэффициент _____

4. Давайте экспериментально проверим диффузионный закон. Для этого произведем большое число запусков различных частиц, каждый раз отсчитывая фиксированное количество отрезков времени (тем самым определяя фиксированный отрезок времени). Выбранное вами фиксированное количество отрезков времени $N = \underline{\hspace{2cm}}$ (> 10). Каждый раз будем фиксировать смещение r частицы по достижении этого количества. Результаты опыта занесите в таблицу:

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r										
#	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
r										

Затем усредним квадраты смещений r за заданное время.

Это делается по формуле:

$$\langle r^2 \rangle = \frac{1}{L} \sum r_i^2, \text{ где } L=20 - \text{ число броуновских частиц.}$$

Ваш ответ: $\langle r^2 \rangle = \underline{\hspace{2cm}}$

5. Теперь сравните результат своего эксперимента с результатом эксперимента вашего соседа.

Результат соседа: $\langle r^2 \rangle = \underline{\hspace{2cm}}$ при $N = \underline{\hspace{2cm}}$

Ваш результат: $\langle r^2 \rangle = \underline{\hspace{2cm}}$ при $N = \underline{\hspace{2cm}}$

Убедитесь, что квадрат смещения r^2 броуновской частицы от начального положения, усредненный по многим броуновским частицам, действительно изменяется пропорционально времени.

Работа 2.9 Диффузия.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Диффузия".
2. В данном эксперименте в двух сосудах, соединенных трубкой, находятся разные газы, молекулы которых помечены зеленым и красным цветом. Начальные давления газов и их температуры одинаковы. Массы зеленых и красных частиц одинаковы. Мы можем визуально наблюдать взаимной диффузии газов в этой системе. Под изображением сосудов отображаются цифры и диаграммы, указывающие на концентрацию молекул каждого газа в соответствующем сосуде. После нажатия кнопки "Диаметр трубки" мы с помощью мышки можем расширять или сужать трубку, соединяющую сосуды. Кнопка "Старт" запускает эксперимент с новым диаметром трубки.
3. Скорость диффузии сильно зависит от длины свободного пробега молекул, т.е. от среднего расстояния, которое пролетают молекулы между двумя последовательными соударениями с другими молекулами. Процесс диффузии протекает достаточно медленно, если длина свободного пробега намного меньше размеров сосуда. В компьютерном эксперименте это условие выполнить не удалось. Поэтому, чтобы процесс протекал достаточно медленно, в данном эксперименте моделируется специальный случай взаимной диффузии газов через тонкую трубку, соединяющую сосуды.
4. Сделайте оценку времени диффузии для соединительных трубок различного диаметра.
5. В процессе диффузии можно наблюдать самопроизвольное отклонение числа частиц в половинах сосуда от средних значений. Это явление называют флуктуациями. Флуктуации параметров - общее свойство всех термодинамических систем. Пронаблюдайте за флуктуациями частиц в процессе диффузии.
6. Наиболее заметны флуктуации в системах с малым числом частиц. Дождитесь установления равновесия в системе. Число частиц в обоих сосудах невелико, поэтому мы можем наблюдать флуктуации даже после установления равновесия.
7. По статистической теории, средняя флуктуация числа частиц в каждой половине сосуда равна $\sqrt{N_{cp} / 2}$, где N_{cp} - среднее число частиц данного газа в половине сосуда.
8. Относительная флуктуация равна $\delta = 1 / \sqrt{2N_{cp}}$.
В нашем эксперименте $N_{cp} =$ _____, следовательно $\delta =$ _____. Таким образом, отклонение числа частиц данного газа в половине сосуда равно в среднем $\delta * 100\% =$ _____ %.

Работа 2.10

Теплоемкость идеального газа.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Теплоемкость идеального газа".
2. В данной демонстрации представлен сосуд с поршнем, в котором находится 1 моль газа. Вы можете нагреть, а затем охладить его в изобарическом или изохорическом процессах. Переключение процессов осуществляется кнопкой "Выбор процесса" (при запуске демонстрации система находится в режиме изобарического процесса). Кнопка "Старт" запускает процесс нагревания или охлаждения, в зависимости от того в каком состоянии находится система на данный момент. В правой части экрана отображаются графики внутренней энергии газа U (зеленый), совершаемой газом работы A_p (синий график - только для изохорического процесса, поскольку при изобарическом процессе газ работы не совершает), количества теплоты Q , полученной или отданной газом (красные линии - Q_p для изобарического процесса, Q_v - для изохорического). Текущее состояние системы отображается на графиках крестиками и описывается численными значениями величин в окошке под графиками. Обратите внимание на то, что изображаемая на графике величина Q представляет собой количество теплоты, полученное газом от начала процесса нагревания, а величина $\Delta Q \neq 0$ - количество теплоты, полученное или отданное газом на текущем интервале изменения температуры ΔT . При одинаковом изменении температуры ΔT количеств тепла ΔQ различно для разных процессов, поэтому нельзя говорить о количестве теплоты, содержащемся в газе при данной температуре.
3. Запишите выражение для теплоемкости тела:
 $\Delta c = \Delta _ / \Delta _$
Запишите соотношение Роберта Майера для молярных теплоемкостей c_p изобарического и c_v изохорического процессов:
 $R = _$
4. Определите в компьютерном эксперименте молярные теплоемкости c_p и c_v . Проверьте соотношение Роберта Майера.
 $c_p = _ R = _ \text{ Дж/(моль*К)}$
 $c_v = _ R = _ \text{ Дж/(моль*К)}$
 $_ R - _ R = _$
5. Определите изменения внутренней энергии газа ΔU и работу A , совершаемую газом при изменении его температуры на $\Delta T = 600\text{K}$ в изобарическом и изохорических процессах.
 $\Delta U_v = _ \text{ Дж}; A_v = _ \text{ Дж}$
 $\Delta U_p = _ \text{ Дж}; A_p = _ \text{ Дж}$
Какое из написанных вами выше четырех значений подтверждает справедливость первого закона термодинамики?

6. Каковы теплоемкости 1 моля газа в адиабатическом и изотермическом процессах?
В адиабатическом $c = _$
В изотермическом $c = _$
7. По какой графической характеристике графика $Q(T)$ может быть определена теплоемкость газа в данном процессе?

Работа 2.11

Цикл Карно.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Цикл Карно".
2. В данном эксперименте можно наблюдать цикл Карно в действии состоящий из двух адиабат и двух изотерм, в котором рабочим веществом является идеальный газ. На динамической картинке схематически изображена установка для наблюдения цикла Карно. При первом запуске демонстрации запускается автоматический режим демонстрации с многократно повторяющимся циклом. Нажав на кнопку "Шаг" вы можете перейти в пошаговый режим. Каждый последующий шаг производится повторным нажатием на эту кнопку. Вернуться в автоматический режим можно нажав кнопку "Старт". Нажав на кнопку "Температура" вы можете изменять температуру нагревателя T_1 и температуру холодильника T_2 с помощью соответствующих движков. При изменении температур можно визуально наблюдать, как будет качественно меняться график цикла в координатах $p(V)$ и численное значение КПД. В любой момент времени состояние системы отображается на графике крестиком. На картинке разными цветами показаны разные участки цикла Карно.
3. Укажите какими цветами обозначены на графике участки, соответствующие следующим процессам:
адиабатический участок, отсутствие теплообмена _____ цвет
отвод тепла на "холодной" изотерме _____ цвет
подвод тепла на "горячей" изотерме _____ цвет
4. Установите при каких температурах холодильника и нагревателя КПД данной установки будет наибольшим.
 $T_1 =$ _____ $T_2 =$ _____
5. Можно ли добиться большего КПД, не меняя T_1 и T_2 ?

6. Руководствуясь графиком, примерно определите коэффициент сжатия газа $k = v_{\max} / v_{\min}$ для цикла Карно, реализованного в данном компьютерном эксперименте.
 $K =$ _____
7. Укажите изменение (увеличение, уменьшение или постоянно) давления и объема на участках цикла Карно:
 1. $\Delta Q = 0$ процесс _____, давление _____, объем _____
 2. T_1 процесс _____, давление _____, объем _____
 3. $\Delta Q = 0$ процесс _____, давление _____, объем _____
 4. T_2 процесс _____, давление _____, объем _____обратите внимание на порядок прохождения процессов.

Работа 2.12

Изотермы реального газа.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Изотермы реального газа".
 2. В данном эксперименте вы можете наблюдать процесс изотермического сжатия реального газа. На рисунке изображен термостат с поршнем, наполненный парами воды. Правее на плоскости (P, V) красной линией отображается изотерма процесса для выбранной температуры газа T . Там же, для сравнения, тонкой черной линией, построена изотерма идеального газа. После нажатия на кнопку "Выбор T " с помощью соответствующего движка можно изменять значение температуры. Одновременно с изменением температуры будет изменяться график изотермы. Кнопка "Старт" запускает процесс изотермического сжатия. В любой момент времени текущее состояние системы отображается на графике крестиком. В случае, когда начинается конденсация, на дне сосуда появляется слой жидкости. После начала конденсации возрастает количество тепла, отводимого от системы. Это показывается с помощью увеличения размера стрелок у дна сосуда. Увеличение стрелки "P" над поршнем указывает на возрастание внутреннего давления газа.
 3. Горизонтальные участки на изотерме соответствуют _____ системе. Они горизонтальны, поскольку _____ P_s зависит только от его _____ и не зависит от _____. После начала конденсации _____ в системе не меняется.
 4. Критическая температура: _____
У пара и жидкости одинаковая _____.
Если температура выше критической, то _____ не происходит.
 5. Найдите с помощью эксперимента критическую изотерму для рассматриваемого газа.
 $T_{cr} =$ _____ К
 $V_{cr} =$ _____ см³
 $P_{cr} =$ _____ *10⁵ Па
- Найденные параметры соответствуют реальному веществу: _____
6. Проведя несколько экспериментов для разных температур постройте качественную кривую $P_s(T)$ для данного вещества на миллиметровке или клетчатой бумаге.

T					
P_s					

Обязательно отметьте на графике положение критической точки P_{cr}

Работа 2.13

Испарение и конденсация.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Термо" демонстрацию "Испарение и конденсация".
2. Продолжим изучение фазовых переходов, рассмотренных в предыдущей работе. В данной демонстрации вы можете наблюдать процесс изотермического сжатия и расширения паров воды в некотором интервале температур вблизи точки кипения при нормальном давлении. На рисунке изображен герметически закрытый сосуд с поршнем, в котором находятся пары воды. После нажатия кнопки "Старт" поршень начинает сжимать газ, через некоторое время начнется процесс конденсации и на дне сосуда появится жидкость. Для наглядности процесс жидкой фазы на рисунке значительно увеличен. Если на момент нажатия кнопки "Старт" газ сжат, то начнется обратный процесс расширения. После начала конденсации увеличивается количество тепла, отводимого от системы. Это обозначается увеличением размера красных стрелок у дна сосуда. Увеличение размера желтой стрелки, приложенной к поршню, соответствует увеличению внутреннего давления газа. Справа от сосуда отображается график зависимости между объемом и давлением. Текущее состояние системы отображается на графике крестиком и описывается численными значениями объема и давления. С помощью кнопки "Выбор T" и соответствующего движка можно производить изменение температуры процесса T.
3. Может ли жидкость закипеть в герметически закрытом сосуде?

4. Каким участком графика определяется давление насыщенного пара P_s при заданной температуре?

5. Давайте по данным компьютерного эксперимента построим кривую равновесия $P_s(T)$ для паров воды, применяемых в данном эксперименте.

Для этого нужно заполнить таблицу для разных значений температуры.

T, K							
P_s , Па							

По этой таблице можно построим требуемую графическую зависимость на миллиметровке или клетчатой бумаге.

6. Определите по построенному графику внешнее давление, если температура кипения воды составляет не 100°C , как обычно, а:

Вариант 1: 120°C

Вариант 2: 130°C

Вариант 3: 115°C

$p =$ _____ Па

Работа 3.1

Электрическое поле.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Электрическое поле".
2. В данной демонстрации мы с вами сможем наблюдать картины силовых линий электрического поля и эквипотенциальных поверхностей для различных конфигураций зарядов. При запуске эксперимента вы увидите меню, состоящее из шести кнопок, соответствующих различным конфигурациям зарядов. Средства управления во всех шести экспериментах схожи между собой. Слева на экране изображена полоса прокрутки, которая позволяет изменять величину и знак заряда (зарядов). Нажав на кнопку "Силовые линии", мы сможем увидеть на экране силовые линии, соответствующие выбранной конфигурации заряда. Кнопка "Эквипотенциальные линии" позволяет наблюдать на экране эквипотенциальные линии. Нажав на кнопку "Возврат", можно вернуться в меню выбора конфигурации зарядов.
3. Просмотрите по очереди все шесть конфигураций зарядов и с помощью экспериментальных изменений величины зарядов ответьте на следующие вопросы (нужно подчеркнуть правильный(-ые) ответ).
 - а) Количество силовых линий
прямопропорционально
обратно пропорционально
не зависит
от величины заряда.
 - б) Силовые линии электрического поля
всегда
иногда
никогда не
перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям.
 - в) силовые линии электрического поля начинаются в
положительных зарядах
отрицательных зарядах
бесконечности
и заканчиваются в
положительных зарядах
отрицательных зарядах
бесконечности
 - г) картина эквипотенциальных поверхностей в данной программе
неполно
полно
отражает конфигурацию электрического поля.
Почему? _____

Работа 3.2

Конструктор конденсаторов.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Конструктор конденсаторов".
2. Данная демонстрация позволяет сконструировать различные электрические схемы, состоящие из конденсаторов и проводников. Сборка схемы производится на клетчатом поле. Для того, чтобы установить конденсатор, нужно нажать клавишу с его изображением, привести курсор на нужную клетку и нажать: правую клавишу мышки - для вертикальной или левую клавишу - для горизонтальной ориентации конденсатора. Для того, чтобы изменить численное значение емкости конденсатора, нужно привести на него курсор (при нажатой кнопке "Конденсатор") и нажать левую кнопку мыши. Для того, чтобы проложить проводник на любое расстояние между двумя клетками нужно нажать соответствующую кнопку с изображением проводника, привести курсор на клетку, где должен начинаться проводник и нажать левую клавишу мыши, затем привести курсор на клетку, где должен кончатся проводник и нажать правую клавишу мыши. Для того, чтобы удалить ненужный элемент (проводник или конденсатор), нужно нажать кнопку "Удалить" на экране компьютера, затем привести курсор на удаляемый элемент и нажать левую клавишу мыши. Для того, чтобы измерить емкость между двумя точками схемы, нужно нажать кнопку "Измерить", привести курсор на первую точку схемы и нажать левую кнопку мыши (эта точка обозначится желтой стрелкой), затем привести курсор на вторую точку схемы и нажать правую кнопку мыши (эта точка обозначится синей стрелкой), после этого нужно снова нажать кнопку "Измерить" и на экран выведется окно с численным значением емкости или сообщение об ошибке, если вы сделали что-либо не так. Обратите внимание на то, что клеммы не должны быть соединены с проводником, их нужно подсоединять напрямую к контактам конденсаторов.

3. Составьте схему из трех параллельно соединенных конденсаторов и рассчитайте их общую емкость. Проверьте результат на компьютере.

Вариант 1: $c_1=1$ мкФ, $c_2=5$ мкФ, $c_3=9$ мкФ

Вариант 2: $c_1=5$ мкФ, $c_2=4$ мкФ, $c_3=8$ мкФ

Вариант 3: $c_1=3$ мкФ, $c_2=7$ мкФ, $c_3=2$ мкФ

Расчет:

Расчетное значение: _____

Результат эксперимента: _____

4. Повторите пункт 3 с последовательным соединением конденсаторов, указанных для вашего варианта.

Расчет:

Расчетное значение: _____

Результат эксперимента: _____

5. У вас на руках есть три конденсатора с емкостями: $c_1=6$ мкФ, $c_2=9$ мкФ и $c_3=3$ мкФ. Экспериментально установите как нужно соединить конденсаторы, если требуется получить общую емкость $c=2.5$ мкФ.

Схема соединения:

Работа 3.3 Закон Ома.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Закон Ома".
2. В данном эксперименте мы с вами сможем убедиться в справедливости закона Ома. Установка состоит из батареи питания, ключа, реостата. Параллельно реостату в цепь включен вольтметр, а последовательно амперметр. В правом верхнем углу экрана построен график зависимости тока от сопротивления. Текущее состояние системы обозначено на графике синей точкой. При запуске демонстрации автоматически включается демонстрационный режим, в котором перемещение движка реостата и включение-выключение ключа происходит автоматически без вмешательства оператора. Для того, чтобы перейти в ручной режим, нужно нажать кнопку "Ручной". В ручном режиме для переключения ключа в другое положение, нужно навести на него курсор и нажать на левую клавишу мышки. Для того, чтобы передвинуть движок реостата, нужно навести курсор на изображение обмотки реостата (вид курсора изменится). Если курсор перемещать по горизонтали в рамках изображения обмотки, то за ним поползет движок реостата. Обратите внимание на то, что после изменения сопротивления реостата следует выждать некоторое время, чтобы установились показания прибора. Вернуться в демонстрационный режим можно нажав кнопку "Демо".
3. Пользуясь законом Ома, определите в компьютерном эксперименте минимальное и максимальное значение сопротивления реостата.

Результаты эксперимента:

Минимальное положение: $I = \underline{\hspace{2cm}}$; $U = \underline{\hspace{2cm}}$;

Максимальное положение: $I = \underline{\hspace{2cm}}$; $U = \underline{\hspace{2cm}}$;

Формула закона Ома:

Расчеты:

Ваш ответ:

Минимальное значение $R = \underline{\hspace{2cm}}$;

Максимальное значение $R = \underline{\hspace{2cm}}$;

4. На основании выполненного в пункте 3 эксперимента, что вы можете сказать о величине внутреннего сопротивления r батареи?

$r \ll R$

$r \approx R$

$r \gg R$

Показания какого прибора позволили вам сделать такой вывод?

Показания _____, потому что они _____.

Работа 3.4

Конструктор резисторов.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Конструктор резисторов".
2. Данная демонстрация позволяет сконструировать различные электрические схемы, состоящие из резисторов и проводников. Сборка схемы производится на клетчатом поле. Для того, чтобы установить резистор, нужно нажать клавишу с его изображением, привести курсор на нужную клетку и нажать: правую клавишу мышки - для вертикальной или левую клавишу - для горизонтальной ориентации резистора. Для того, чтобы изменить численное значение сопротивления резистора, нужно привести на него курсор (при нажатой кнопке с изображением резистора) и нажать левую кнопку мыши. Для того, чтобы проложить проводник на любое расстояние между двумя клетками нужно нажать соответствующую кнопку с изображением проводника, привести курсор на клетку, где должен начинаться проводник и нажать левую клавишу мыши, затем привести курсор на клетку, где должен кончаться проводник и нажать правую клавишу мыши. Для того, чтобы удалить ненужный элемент (проводник или резистор), нужно нажать кнопку "Удалить" на экране компьютера, затем привести курсор на удаляемый элемент и нажать левую клавишу мыши. Для того, чтобы измерить общее сопротивление между двумя точками схемы, нужно нажать кнопку "Измерить", привести курсор на первую точку схемы и нажать левую кнопку мыши (эта точка обозначится желтой стрелкой), затем привести курсор на вторую точку схемы и нажать правую кнопку мыши (эта точка обозначится синей стрелкой), после этого нужно снова нажать кнопку "Измерить" и на экран выведется окно с численным значением емкости или сообщение об ошибке, если вы сделали что-либо не так. Обратите внимание на то, что клеммы не должны быть соединены с проводником (короткое замыкание).

3. Составьте схему из трех параллельно соединенных резисторов и рассчитайте их общее сопротивление. Проверьте результат на компьютере.

Вариант 1: $R_1=3$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=9$ Ом

Вариант 2: $R_1=4$ Ом, $R_2=9$ Ом, $R_3=1$ Ом

Вариант 3: $R_1=5$ Ом, $R_2=7$ Ом, $R_3=6$ Ом

Расчет:

Расчетное значение: _____

Результат эксперимента: _____

4. Повторите пункт 3 с последовательным соединением резисторов, указанных для вашего варианта.

Расчет:

Расчетное значение: _____

Результат эксперимента: _____

5. У вас на руках есть четыре резистора с сопротивлениями: $R_1=6$ Ом, $R_2=9$ Ом, $R_3=3$ Ом и $R_4=4$ Ом. Экспериментально установите как нужно соединить резисторы, если требуется получить общее сопротивление $R=8.5$ Ом.

Схема соединения:

Работа 3.5

Электрические цепи.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Электрические цепи".
2. В данном эксперименте на специальном клечатом поле мы можем собирать электрические цепи любой конфигурации, состоящие из проводников, сопротивлений, источников питания, амперметров и вольтметров. Для того, чтобы нарисовать в клетке резистор, источник питания, амперметр или вольтметр, нужно нажать на соответствующую кнопку на экране и щелкнуть мышкой в том месте клечатого поля, где должен находиться элемент. Щелчок на правую кнопку мыши соответствует вертикальному положению элемента, на левую - горизонтальному. Для того чтобы изменить параметры сопротивления или источника питания или снять показания вольтметра или амперметра, достаточно навести на них курсор и щелкнуть любой кнопкой мыши. Для того, чтобы соединить две клетки поля (не обязательно соседние) проводником, нужно навести курсор на клетку, где будет начинаться проводник и щелкнуть по левой кнопке мыши, затем навести курсор на клетку, где будет кончаться проводник и щелкнуть по правой кнопке мыши. Для того, чтобы удалить любой элемент с рабочего поля, нужно войти в режим удаления, нажав на кнопку "Удалить", затем навести курсор на удаляемый элемент и щелкнуть по нему мышкой.
3. Проверьте закон Ома для участка цепи. Для этого соберите цепь, состоящую из батареи с ЭДС E и двух резисторов R_1 и R_2 соединенных последовательно. Включите в цепь амперметр. Параллельно резистору R_1 включите вольтметр.

Вариант 1: $E=4$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=5$ Ом.

Запишите закон Ома для участка цепи в общей форме:

Напишите формулу для определения тока, проходящего через амперметр.

$$I = \frac{\quad}{(\quad + \quad)}$$

Расчетное $I = \underline{\quad}$

Показания амперметра $I = \underline{\quad}$

Напишите формулы для определения напряжения на вольтметре.

$$U_1 = E - \quad = \quad$$

Расчетное $U_1 = \underline{\quad}$

Показания вольтметра $U_1 = \underline{\quad}$

4. Соберите цепь, в которой в одной точке сходились бы три пары резистор-амперметр и с помощью нее проверьте справедливость первого закона Кирхгофа. Никаких других элементов кроме источника питания в цепь вносить не нужно. Самая оптимальная топологии цепи в данном задании - "восьмерка".

$$R_1 = \underline{\quad} \quad I_1 = \underline{\quad}$$

$$R_2 = \underline{\quad} \quad I_2 = \underline{\quad}$$

$$R_3 = \underline{\quad} \quad I_3 = \underline{\quad}$$

$$U_{\text{ист}} = \underline{\quad}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = \underline{\quad}$$

Работа 3.6

Магнитное поле.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Магнитное поле".
2. В данной демонстрации вы можете наблюдать картину силовых линий магнитного поля постоянных токов в проводниках различной конфигурации. При запуске демонстрации вам предоставляется возможность выбрать конфигурацию проводников постоянного тока: прямой провод, два провода, кольцо, магнит, селеноид, тороид. В каждом эксперименте вы можете изменять ток (токи), текущий через проводник с помощью специального движка. Если нажать на клавишу "Силовые линии", на экране отобразятся силовые линии магнитного поля, соответствующие текущему значению тока, протекающего через проводник. Поле нажатия клавиши "Железные опилки" можно пронаблюдать распределение железных опилок в магнитном поле проводника. Клавиша "Возврат" позволяет вернуться к начальному экрану выбора конфигурации проводника.
3. Проведите ряд экспериментов со всеми видами проводников, изменяя значение протекающего через них тока. Зарисуйте на клетчатом листочке виды силовых линий для каждой конфигурации проводников (вид сверху). Не забудьте указать направления силовых линий и тока в проводниках.
4. Ответьте на следующие вопросы:
 - а) Силовые линии магнитного поля:
 - всегда замкнуты*
 - всегда разомкнуты*
 - замкнуты или разомкнуты в зависимости от конфигурации проводника*
 - б) "Густота" силовых линий магнитного поля
 - прямопропорциональна его величине*
 - обратнопропорциональна его величине*
 - не зависит от его величины*

Работа 3.7

Движение заряженной частицы в электрическом поле.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Выберите в меню программы раздел "Электричество", демонстрацию "Движение заряженной частицы в электрическом поле".
2. Здесь демонстрируется движение электрона в однородном поле плоского конденсатора. Изменить напряженность поля E между пластинами конденсатора можно нажав клавишу "Напряженность E " и перетащив с помощью мышки начало вектора E в нужное положение, тем самым визуально и численно изменить размер вектора E и его направление. Изменить размер и направление вектора начальной скорости электрона можно нажав на клавишу "Начальн. скорость" и перетащив с помощью мышки вектор в нужное положение. Все численные значения, соответствующие текущему положению векторов на картинке приведены в таблице в нижней части экрана. Обратите внимание на то, что масштабы по осям x и y неодинаковы. Наблюдаемая нами на экране картинка сильно растянута по вертикальной оси y . Кнопка "Старт" запускает полет электрона.
3. Сила, действующая на электрон направлена *в ту же сторону, что и вектор E перпендикулярно вектору E противоположно вектору E*
4. С помощью эксперимента и вычислений установите, какой должны быть минимальная горизонтальная составляющая, чтобы электрон смог вылететь за пределы конденсатора, не врезавшись в его пластину.
Вариант 1: $E = -1100$ В/м; $v_y = 1 \cdot 10^6$ м/с
Вариант 2: $E = -1800$ В/м; $v_y = 0.5 \cdot 10^6$ м/с
Вариант 3: $E = -1650$ В/м; $v_y = 0.7 \cdot 10^6$ м/с
По результатам эксперимента v_x составляет примерно _____ м/с.
Уточним результат с помощью расчета.
Расчетная формула:

Ответ: $v_x =$ _____

Работа 4.1

Тень и полутень.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Тень и полутень".
2. В данной демонстрации мы можем наблюдать образование тени и полутени от предмета и геометрическим ходом лучей света. В окошке "Источник" можно выбрать тип источника света: протяженный или точечный. Кнопка "Положение" включает режим изменения геометрического положения источника света, тела и экрана. В этом режиме мы можем перетаскивать мышкой все три объекта по горизонтали, приближая или отдаляя их друг от друга. Для этого надо навести курсор на требуемый объект, нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, перетащить объект в нужное место. Кнопка "Размер" включает режим изменения размера объектов. В этом режиме действия описанные выше приведут к изменению геометрического размера объекта, он уменьшится или увеличится в зависимости от направления движения мышки.
3. При каком из видов источника света возникает полутень?

4. Что доказывает образование тени и полутени от шара на экране?

5. Что бы произошло во время солнечного затмения, если бы Луна была более удалена от Земли? (Учтите, что Солнце гораздо больше Луны при установке параметров компьютерного эксперимента).
 - а) больше человек наблюдало бы частичное солнечное затмение и меньше полное.
 - б) меньше человек наблюдало бы частичное солнечное затмение и больше полное.
 - в) больше человек наблюдало бы частичное солнечное затмение и больше полное.
 - г) меньше человек наблюдало бы частичное солнечное затмение и меньше полное
 - д) затмение вообще наблюдало бы больше человек.
 - е) затмение вообще наблюдало бы меньше человек.
 - ж) число человек, наблюдающих затмение вообще осталось бы неизменным.Перечислите правильные ответы: _____
6. А что если Луна осталась бы на своем месте, но увеличилась в два раза?
Перечислите правильные ответы для этого случая из предыдущего пункта:

Работа 4.2

Законы отражения и преломления света.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Законы отражения и преломления света".
2. В данном эксперименте имеется диск, в центре которого, перпендикулярно к его поверхности, укреплено свободно вращающееся зеркало (опция "Отражение" в окне "Выбор") или полукруглая линза (опция "Преломление" в окне "Выбор"). По внешнему краю диска свободно перемещается источник света, направленный к центру диска. На поверхности диска отображается ход луча света (красная линия), углы отражения и преломления. В окне "Параметры" выводятся численные значения всех углов, присутствующих на картинке. В режиме "Преломление" можно осуществлять выбор коэффициента преломления стекла линзы. Перемещать зеркало (линзу) или источник можно с помощью мышки. Для этого надо навести мышку на требуемый объект и нажав на левую кнопку мыши и не отпуская ее перетащить его в нужное место.
3. Закон отражения света в формульном виде (используйте для обозначения буквы, выбранные в компьютерном эксперименте):

$$\underline{\quad} = \underline{\quad},$$

где $\underline{\quad}$ - _____
 $\underline{\quad}$ - _____

4. Угол наклона луча относительно плоскости поверхности зеркала равен β . Найдите угол отражения γ .

Вариант 1: $\beta=30^\circ$ Вариант 2: $\beta=40^\circ$ Вариант 3: $\beta=45^\circ$

Расчет:

$$\gamma = \underline{\quad}$$

Экспериментальная проверка: $\gamma = \underline{\quad}$

5. Запишите закон преломления света в формульном виде:

$$\text{-----} = n$$

Постоянная n - это _____

6. Что такое абсолютный показатель преломления?

7. При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную наблюдается явление полного отражения, т.е. исчезновение преломленного луча. Это явление наблюдается при углах падения, превышающих некоторый критический угол α_0 , который называется предельным углом полного отражения.

Для угла падения $\alpha = \alpha_0$ $\sin \beta = 1$.

$$\sin \alpha_0 = n_2 / n_1 < 1.$$

Как будет выглядеть предыдущая формула, если второй средой является воздух?

8. Найдите сначала аналитически, а затем экспериментально критический угол α_0 для среды с указанным коэффициентом преломления.

Вариант 1: $n=1.6$ Вариант 2: $n=1.8$ Вариант 3: $n=2$

Расчет:

$$\alpha_0 = \underline{\quad}$$

Результат компьютерного эксперимента:

$$\alpha_0 = \underline{\quad}$$

Работа 4.3

Дисперсия света.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Дисперсия света".
2. В данном эксперименте поток света определенной длины волны проходит через призму и фокусируется линзой на градуированном экране. В окне "Тип света" можно выбирать тип светового потока, падающего на призму ("Монохром" - свет с определенной длиной волны, "Белый" - белый свет). В окне "Свет" в режиме "Монохром" можно менять длину волны λ . Для этого надо переместить мышкой указатель в нужную часть светового спектра. Одновременно над цветовой полоской будет меняться численное значение длины волны.
3. Установите качественную зависимость между длиной волны монохроматического света и углом отклонения луча от первоначального направления.
Чем _____ длина волны, тем _____ отклоняются лучи.
4. Повторите опыт Ньютона. Для этого установите переключатель в окне "Тип света" в положение "Белый".
Можете ли вы назвать длину волны белого света? _____
Почему? _____

5. Установите цену деления шкалы монохроматора (на экране, куда луч попадает после прохождения через линзу) в длинах волн.
Цена деления шкалы: _____ нм

Работа 4.4

Тонкая линза. Фокусное расстояние.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Тонкая линза".
2. В данном опыте имеется тонкая сферическая линза с изменяемыми геометрическими и оптическими параметрами. На нее падают лучи от бесконечно удаленного источника света. В окне "Радиусы" с помощью соответствующих движков можно менять радиусы кривизны левой и правой поверхностей линзы. Диапазон возможных значений радиусов включает как положительные, так и отрицательные числа, что позволяет создавать и выпуклые и вогнутые и плоские поверхности. Обратите внимание, что на движках изменяются величины, обратные радиусу, т.е. R^{-1} . В окне "Преломление" можно изменять коэффициент преломления среды n_1 и материала линзы n_2 . В окне "Фокус" вычисляется текущее фокусное расстояние для установленных на данный момент параметров системы. На фирунке главный фокус обозначается точкой F.
3. Радиусы кривизны тонкой двояковыпуклой линзы одинаковы и равны R. Материал линзы имеет показатель преломления n_2 . Каково будет фокусное расстояние линзы в воздухе ($n_1=1.0$) и в воде ($n_1=1.35$).

Вариант 1: $R=6$ см, $n_2=1.55$

Вариант 2: $R=5.5$ см, $n_2=1.40$

Вариант 3: $R=4$ см, $n_2=1.60$

Вычисления:

Исходная формула:

Расчетные значения: в воздухе _____ в воде _____

Экспериментальные значения: в воздухе _____ в воде _____

4. Создайте на компьютере плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны выпуклой поверхности R. Определите ее фокусное расстояние в воздухе. После этого создайте двояковогнутую линзу с аналогичными радиусами кривизны. Каким будет фокусное расстояние второй линзы? Коэффициент преломления материала линзы возьмите из предыдущего эксперимента.
Вариант 1: $R=10$ см Вариант 2: $R=8$ см Вариант 3: $R=9.5$ см
Двояковыпуклая линза: $F=$ _____
Двояковогнутая линза: $F=$ _____
5. Для полета на Венеру требуется создать объектив с фокусным расстоянием -10 см. Аппарат для которого создается объектив будет постоянно находиться в сероуглеродной среде с показателем преломления $n_1=6.25$. Спроектируйте опытным или расчетным путем линзу с минимальной массой (предполагается минимальное количество затрачиваемого материала) и минимальным коэффициентом преломления для заданных условий.
Радиусы кривизны: $R_1=$ _____ $R_2=$ _____
Коэффициент преломления линзы: $n=$ _____

Работа 4.5

Линза как оптический прибор.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Линза как оптический прибор".
2. В данном эксперименте вы можете получать изображение предмета с помощью собирающей или рассеивающей линзы (выбор делается в окошке "Тип линзы"). Сам предмет обозначен красной стрелкой h_1 , его изображение стрелкой h_2 . В окне "Фокус линзы" с помощью движка можно изменять фокусное расстояние линзы. Фокусы линзы обозначены на рисунке точками F. Ход лучей показан желтыми стрелками. Если навести курсор на изображающую предмет стрелку h_1 , то нажав на левую клавишу мышки и не отпуская ее, можно "перетащить" стрелку (предмет) ближе или дальше по отношению к линзе. При этом в окне "Данные" изменятся текущие значения расстояния от предмета до линзы d , расстояния от линзы до изображения f и линейное увеличение Γ . В правом нижнем углу экрана приводится формула тонкой линзы. Когда предмет или его изображение находятся в бесконечности, понятие линейного увеличения теряет свой смысл и оно не отображается на экране.
3. Поставьте знаки $>$ или $<$
Для действительных предметов или изображений: f ___ 0; d ___ 0;
Для мнимых предметов или изображений: f ___ 0; d ___ 0;
4. Создайте собирающую линзу с фокусным расстоянием F. Чему равно линейное увеличение Γ , если предмет находится от линзы на расстоянии d .
Вариант 1: $F=4$ см; $d_1=2.4$ см; $d_2=7.7$ см.
Вариант 2: $F=3.5$ см; $d_1=2.0$ см; $d_2=8.6$ см.
Вариант 3: $F=3$ см; $d_1=1.8$ см; $d_2=6.4$ см.
 $\Gamma_1=$ _____; $\Gamma_2=$ _____.
5. Создайте две линзы (собирающую и рассеивающую) с любым фокусным расстоянием и докажите с помощью эксперимента, что формула тонкой линзы справедлива для всех случаев.
Собирающая линза:
 $F=$ _____; $d=$ _____; $f=$ _____.
Доказательство:

Рассеивающая линза:
 $F=$ _____; $d=$ _____; $f=$ _____.
Доказательство:
6. Создайте на экране две рассеивающие линзы с фокусными расстояниями F_1 и F_2 . Поместите предмет в фокальную плоскость линзы. Каким будет при этом линейное увеличение Γ ?
Вариант 1: $F_1=-4$; $F_2=-2.5$;
Вариант 2: $F_1=-4.5$; $F_2=-6$;
Вариант 3: $F_1=-3.5$; $F_2=-5$;
 $\Gamma_1=$ _____
 $\Gamma_2=$ _____
Ваш вывод:

Изображение при этом будет:
действительное

мнимое

Работа 4.6

Оптический конструктор.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Оптический конструктор".
2. В данной демонстрации мы можем наблюдать построение изображения предмета в оптической системе, состоящей из двух линз. Изображение объекта, даваемое первой линзой, служит предметом для второй линзы, которая строит второе изображение первоначального объекта. В окне "Источник" можно выбрать тип предмета: близкий "Объект" (тогда предмет будет обозначаться на экране красной звездочкой S), либо предмет, находящийся в бесконечности - "Бесконечн.". Мы можем перемещать первую линзу относительно всей системы. Для этого достаточно только нажать мышкой в то место на чертеже, куда мы хотим ее поместить. В окне "Линзы" можно с помощью соответствующих движков менять оптическую силу каждой линзы. Обратите внимание на то, что доступны как положительные, так и отрицательные значения D, что позволяет создавать как собирающие, так и рассеивающие линзы. В окне данные приводятся численные характеристики как каждой линзы в отдельности, так и всей системы в целом (расстояние между линзами l и общее линейное увеличение системы Г, равное произведению линейных увеличений обеих линз). Если предмет находится в бесконечности, то линейное увеличение линз теряет свой смысл и не отображается на экране.
3. У вас на руках имеется линза для объектива с оптической силой D_1 и окуляр, в котором стоит сила с оптической силой D_2 . Какой длины нужно сделать трубу телескопа (ход лучей должен быть телескопическим)? Какое он будет давать увеличение?
Вариант 1: $D_1=14$ дптр; $D_2=40$ дптр.
Вариант 2: $D_1=16$ дптр; $D_2=28$ дптр.
Вариант 3: $D_1=16$ дптр; $D_2=38$ дптр.
Длина трубы l = _____.
Телескоп будет увеличивать примерно в _____ раза.

Работа 4.7

Сферическое зеркало.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Сферическое зеркало".
2. В данном эксперименте вы можете наблюдать за построением изображения h_2 предмета h_1 в выпуклом и вогнутом сферическом зеркале. Тип источника (объект или бесконечность) можно выбрать в окне "Источник". В окне "Радиус" с помощью движка вы можете изменять радиус кривизны зеркала от отрицательного (выпуклое) до положительного (вогнутое) значения. Мы можем перемещать предмет h_1 по горизонтальной оси. Для этого достаточно лишь надо кликнуть мышью в том месте чертежа, куда нужно переместить объект. В правом нижнем углу постоянно отображаются текущие оптические параметры системы.
3. Проставьте знаки неравенства (больше-меньше):
Для вогнутого зеркала F ___ 0.
Для выпуклого зеркала F ___ 0.
В обоих случаях $|F| = _ / _$
4. Создайте вогнутое сферическое зеркало с оптической силой D . Найдите линейное увеличение для двух предметов, находящихся на расстоянии d_1 и d_2 от зеркала.
Вариант 1: $D=20$ дптр; $d_1=10$ см; $d_2=3$ см;
Вариант 2: $D=22$ дптр; $d_1=8$ см; $d_2=2$ см;
Вариант 3: $D=19$ дптр; $d_1=10$ см; $d_2=2.5$ см;
Расчетная формула для определения радиуса кривизны зеркала:

$$R = \underline{\hspace{2cm}}; R^{-1} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

$$\Gamma_1 = \underline{\hspace{2cm}}; \Gamma_2 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

5. Создайте такое выпуклое зеркало, чтобы предмет, находящийся на расстоянии d от него выглядел бы в два раза меньше.
Вариант 1: $d=4.5$ см.
Вариант 2: $d=8.5$ см.
Вариант 3: $d=6.5$ см.
По условию задачи линейное увеличение должно быть равно $\Gamma = \underline{\hspace{2cm}}$.
Тогда по результатам эксперимента радиус кривизны зеркала должен составлять $R^{-1} = \underline{\hspace{2cm}}; R = \underline{\hspace{2cm}}$.
6. Требуется создать телескоп со сферическим зеркалом. Какой должен быть радиус кривизны зеркала, если наблюдательный окуляр находится от центра зеркала на расстоянии l метров. Для проведения эксперимента введем масштаб компьютерной модели $1\text{см}=1\text{м}$.
Вариант 1: $l=9$ м
Вариант 2: $l=20$ м
Вариант 3: $l=34$ м
Ваш ответ: $R^{-1} = \underline{\hspace{2cm}}; R = \underline{\hspace{2cm}}$.

Работа 4.8

Глаз как оптический прибор.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Глаз как оптический инструмент".
2. В данном эксперименте мы можем наблюдать ход лучей в глазе и положение изображения относительно сетчатки в зависимости от положения объекта. Для того чтобы изменить положение объекта относительно глаза наблюдателя достаточно щелкнуть мышкой в то место на горизонтальной оси, куда мы хотим переместить наблюдаемый объект. В окне "Глаз" можно выбрать тип глаза наблюдателя: близорукий, нормальный или дальнозоркий. В окне "Аккомодация" можно выбрать тип аккомодации глаза наблюдателя: глаз аккомодирован на расстояние наилучшего зрения, глаз аккомодирован на дальнюю точку или глаз автоматически изменяет в определенных пределах свою оптическую силу, чтобы изображение предмета все время оставалось на сетчатке, независимо от положения предмета. Флажок "Надеть очки" в окне "Очки" позволяет поместить перед глазом наблюдателя линзу очков. Ее оптическую силу можно изменять с помощью движка, находящегося в том же окне. Обратите внимание на то, что при коррекции зрения с помощью очков может оказаться, что понадобятся различные очки для дальнего зрения и для чтения.
3. Проставьте знаки неравенства (больше, меньше):
Для близорукого глаза нужны линзы с D ___ 0.
Для дальнозоркого глаза нужны линзы с D ___ 0.
4. Подберите очки для близорукого глаза. Обратите внимание на то, что точка аккомодации близорукого глаза находится на конечном расстоянии.
Для чтения $D =$ _____
Для наблюдения далеких предметов $D =$ _____
5. Подберите очки для дальнозоркого глаза.
Для чтения $D =$ _____
Для наблюдения далеких предметов $D =$ _____

Работа 4.9

Дифракция в фокусе линзы.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Дифракция в фокусе линзы".
2. Вследствие дифракции изображения точечных объектов оказываются размытыми. Волновая природа света делает невозможным получить точечное изображение. В данном эксперименте вы можете наблюдать изображение удаленного точечного источника в фокусе линзы, размытое вследствие дифракции света на входном отверстии линзы. На левой картинке схематически изображен ход световых лучей. На центральной картинке изображается многократно увеличенное дифракционное изображение на фокальной плоскости, полученное в ходе опыта. На правом изображении схематически построен график зависимости интенсивности дифракционного пятна от расстояния от центра фокальной плоскости. Особо выделен радиус центрального пятна, формула для расчета которого приведена в окне "Дифр. пятно" Там же приведено его текущее численное значение. В соответствующих окнах можно делать выбор между двумя значениями фокусного расстояния линзы F ("Фокус"), диаметра отверстия D ("Диаметр"). В окне "Свет" можно выбрать длину световой волны света (между двумя значениями).
3. Путем изменения длины световой волны (с голубой на красную и обратно) установите как изменяется при этом размер центрального дифракционного пятна в фокальной плоскости. При увеличении длины световой волны диаметр центрального дифракционного пятна _____
4. Диафрагмируйте линзу, путем уменьшения диаметра D . При этом диаметр центрального дифракционного пятна _____
5. Проверим справедливость формулы для радиуса центрального дифракционного пятна.
Вариант 1: $F=12$ см; $D=6$ см.
Вариант 2: $F=6$ см; $D=6$ см.
Вариант 3: $F=6$ см; $D=3$ см.
Для красного света:
Расчет:

Расчетное значение _____

Экспериментальное значение _____

Для голубого света:

Расчет:

Расчетное значение _____

Экспериментальное значение _____

Работа 4.10

Зоны Френеля.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Зоны Френеля".
2. Принципа Гюйгенса-Френеля позволяет рассчитывать дифракционные картины от различных препятствий. В данном случае рассматривается дифракция на круглом отверстии. Точечный источник света и точка наблюдения находятся на одной оси системы, волновой фронт разбивается на колцевые зоны Френеля. Площади зон Френеля одинаковы, поэтому амплитуды колебаний вторичных волн в точке наблюдения от каждой зоны одинаковы. Левый рисунок показывает схематическое изображение хода света, зонной пластинки и экрана для наблюдения зон Френеля. Конструировать пластинку можно внесением изменений в окне "Зоны Френеля". Пластинка будет пропускать те зоны, на которых в данный момент проставлены флажки. Схематичное изображение пластинки изображается в левом нижнем углу рабочего экрана. На центральном рисунке изображены получаемая от данной пластинки дифракционная картина. На правом рисунке приводится графическая зависимость интенсивности света на картине по мере удаления от центральной оси. Если проставить в окне "График" флажок, то график будет масштабироваться по горизонтальной оси. В окне "Параметры" указаны текущие физические параметры системы.
3. Наблюдайте дифракционные картины от круглого отверстия, открывающего целое число зон Френеля, постепенно увеличивая число пропускаемых зон от одной до пяти. Зафиксируйте интенсивность света в центре экрана $I(0)$ в зависимости от I_0 - интенсивности падающего на экран света.

Зон	одна	две	три	четыре	пять
$I(0)$					

Ваш вывод:

При дифракции света с четным числом зон Френеля в центре картины наблюдается _____ пятно. $I(0) = ___ I_0$

При дифракции света с нечетным числом зон Френеля в центре картины наблюдается _____ пятно. $I(0) = ___ I_0$

4. Наблюдайте дифракционные картины от круглого диска, захватывающего целое число зон Френеля. Для этого уберите все флажки в окне "Зоны Френеля", затем проставьте флажок "остальные зоны" и постепенно уменьшайте диаметр диска, проставляя флажки от 6-ой зоны и ниже.

Пятно Пуассона наблюдается:

при любом m

при четных m

при нечетных m

Интенсивность света в пятне Пуассона всегда равна $I(0) = ___ I_0$.

5. Создайте зонную пластинку с открытыми четными (2, 4, 6) и нечетными (1, 3, 5) зонами. Убедитесь в том, что зонная пластинка способна фокусировать свет. Выведите формулу для интенсивности света в фокусе зонной пластинки, содержащей m четных (или нечетных) зон в зависимости от интенсивности падающего света.

$$I = I_0(___ m) -$$

Работа 4.11

Интерференция.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Интерференция".
2. В данном эксперименте нам предоставляется возможность ознакомиться с интерференционным опытом Юнга. На левом рисунке представлена схематическая схема опыта. С помощью первого экрана из светового потока формируется точечный источник света. Затем свет проходит через две близкорасположенные щели. Световые пучки, расширяясь вследствие дифракции, падают на белый экран. В области перекрытия световых пучков наблюдаются интерференционные полосы. Их можно наблюдать визуально на правой картинке. С помощью изображенной линейки можно измерять ширину этих полос. На этой же картинке изображен график распределения интенсивности света. В окне "Длина волны" вы можете изменять длину волны света, в окне "Расстояние" - расстояние d между щелями. В отдельном окошечке приведена формула для расчета ширины наблюдаемых интерференционных полос l . Она так же обозначена стрелками на графике.
3. Путем изменения длины волны и расстояния между щелями d найдите положение, при котором ширина интерференционных полос будет максимально возможной в данном эксперименте. Вычислите длину l по приведенной формуле и сравните ее со значением l по шкале на графике.
 $d =$ _____ Это _____ (min/max) возможное значение в данном эксперименте.
 $\lambda =$ _____ Это _____ (min/max) возможное значение в данном эксперименте.
 l расчетное = _____
 l экспериментальное = _____
4. При увеличении длины волны, ширина полос _____.
При увеличении расстояния между щелями, ширина полос _____.

Работа 4.12

Дифракционная решетка.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Дифракционная решетка как спектральный прибор".
2. В данном эксперименте нам предоставляется возможность изучать распределение интенсивности в дифракционной картине, полученной от решетки с различным числом щелей. На левой большой картинке изображается схема опыта: дифракционная решетка, на которую нормально падает световой поток, собирающая линза и ход световых лучей, образующих различные дифракционные порядки, фокальная плоскость. В центре на черном фоне строится график интенсивности света в различных участках фокальной плоскости. Правее приведена формула решетки с необходимыми графическими пояснениями. В окне "N штрихов" мы можем выбирать число щелей дифракционной решетки, путем выбора количества нанесенных на нее штрихов. В окне "Период" с помощью движка можно менять период решетки d , а в окне "Порядок" - порядок спектра m . Опыт с дифракционной решеткой может проводиться в двух режимах. В монохромном режиме на решетку падает свет определенной длины волны, которая выбирается в окне "Длина волны". Во втором режиме на решетку падает свет, состоящий из двух спектральных линий. В этом режиме мы можем убедиться, что дифракционная решетка позволяет разделить (разрешить) спектральные линии. Выбор между двумя режимами осуществляется в окне "Свет".
3. С помощью эксперимента заполните таблицу символами :
"+1" - прямо зависит
"+2" - обратно зависит
"- " - не зависит.

	от длины волны	от порядка спектра	от периода решетки	от числа штрихов решетки
Положение максимумов	кроме _____			
Ширина максимумов				

4. Осветите решетку с $N=100$ светом, содержащим две спектральные линии. С увеличением порядка спектра m , расстояние между изображениями спектральных линий
увеличивается
уменьшается
остается неизменным

Работа 4.13

Определение скорости света.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Скорость света. Опыт Майкельсона".
2. В данной работе мы с вами выполним опыт по измерению скорости света по методу Физо-Майкельсона. В этом опыте измеряется время распространения короткого светового импульса вдоль трассы известной длины. Луч света падает на вращающееся с определенной скоростью восьмигранное зеркало, откуда падает на пластину с тонкой щелью. Благодаря этой щели формируются короткие световые импульсы, которые пролетая расстояние $L=35.4$ км отражаются от двух зеркал, установленных под прямым углом друг к другу, и возвращаются на восьмигранное зеркало. При определенной скорости вращения восьмигранника, луч отразится и попадет в окуляр наблюдателя. Тогда по приведенным в окне "Параметры" формулам мы сможем однозначно рассчитать скорость луча света. Менять частоту вращения восьмигранного зеркала можно с помощью движка в окне "Частота вращения". Обратите внимание на то, что в рассмотренном опыте значительные ошибки вносит неоднородность показателя преломления вдоль трассы.
3. Выполните компьютерный эксперимент - аналог опыта Майкельсона. Для этого подберите частоту вращения восьмигранного зеркала, так, чтобы луч попал в окуляр и достиг глаза наблюдателя.

Частота вращения зеркала $\nu =$ _____

4. По полученной частоте вращения зеркала рассчитайте скорость света.
Расчет

Скорость света равна _____

5. Сравните полученный результат с результатом Майкельсона.
Полученный результат _____
Результат Майкельсона _____

Работа 4.14

Поляризация света.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Оптика" демонстрацию "Поляризация света".
2. В данной демонстрации мы можем изучать явление поляризации света с помощью оптической системы, состоящей из источника света (лампочки), двух поляризаторов и экрана. В окне "Свет" мы можем выбирать светофильтры, которые могут быть вставлены между лампочкой и первым поляризатором: красный, синий или белый (нет фильтра). Для того, чтобы изменить ориентацию разрешенных направлений поляризатора, нужно навести на него курсор, нажать на левую клавишу мышки и, не отпуская ее, повернуть поляризатор в нужное положение. За положением поляризатора можно судить по отклонению пунктирного радиуса от его начального вертикального положения. Кроме того, на втором поляризаторе отображается угол между разрешенными направлениями первого и второго поляризаторов φ . В окне параметры отражаются значения угла φ и интенсивности прошедшего света, падающего на наблюдательную пластинку.
3. Установите экспериментально чему будет равна интенсивность падающего на экран света, если поляризаторы будут скрещены под прямым углом.

$I =$ _____

Докажите это теоретически с помощью закона Малюса:

4. Качественно проверьте соблюдение закона Малюса. Для этого путем проведения компьютерного эксперимента заполните следующую таблицу для цвета, указанного вашему варианту.

Вариант 1: Белый

Вариант 2: Красный

Вариант 3: Синий

Угол между разрешенными направлениями поляризаторов (град)	Интенсивность прошедшего света I экспериментальная	Расчетное значение $0.5 \cos^2 \Delta \varphi$
0	_____ I_0	
30	_____ I_0	
60	_____ I_0	
90	_____ I_0	

Работа 5.1

Фотоэффект.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Квант" демонстрацию "Фотоэффект".
2. В данном эксперименте мы сможем наблюдать явление фотоэффекта. В левой верхней части экрана изображена установка для изучения фотоэффекта. Правее изображен график процесса - зависимость между током на амперметре (см. схему установки) и напряжением на вольтметре между анодом и фотокатодом. Красным крестиком обозначено текущее состояние системы. В окне "Напряжение" мы можем менять величину и знак напряжения U . В окне "Мощность" можно изменить силу падающего света, а в окне "Свет" длину его волны.
3. Экспериментально определите красную границу фотоэффекта для материала, использованного в данном компьютерном эксперименте.
 $\lambda =$ _____ нм
4. Рассчитайте работу выхода A для предыдущего пункта. Выразите ее в электрон-вольтах. Расчетная формула:

Ваш ответ: $A =$ _____ эВ

5. Определите величину задерживающего напряжения для длины волны λ .
Вариант 1: $\lambda = 500$ нм
Вариант 2: $\lambda = 450$ нм
Вариант 3: $\lambda = 600$ нм

$U_3 =$ _____ В

Рассчитайте максимальную скорость фотоэлектронов.
Расчетная формула:

Ваш ответ: $v_{\max} =$ _____ м/с.

Работа 5.2

Опыт Резерфорда.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Квант" демонстрацию "Опыты Резерфорда".
2. В данной демонстрации мы познакомимся с опытом Резерфорда по рассеянию быстрых заряженных частиц при прохождении через тонкие слои вещества. Он позволил исследовать внутреннюю структуру атомов. В опыте используются α -частицы - полностью ионизированные атомы гелия, которыми бомбардируется неподвижное ядро золота. Основная цель опыта Резерфорда - выяснить, как распределен положительный заряд внутри атома. Рассеяние α -частиц может вызвать только положительно заряженная часть атома. Программа предоставляет возможность либо провести серию опытов по бомбардировке атома случайными частицами (для этого надо нажать кнопку "Демо"), либо наблюдать за отклонением одной частицы с установленными начальной скоростью и прицельным расстоянием (перпендикулярное расстояние от оси атома до точки начала полета частицы). Прицельное расстояние можно изменять с помощью вертикального движка d в левой части экрана. Величину начальной скорости частицы можно изменять в окне "Начальная скорость". После завершения эксперимента с каждой частицей в окне "Величины" кроме начальной скорости и прицельного расстояния выводятся угол рассеяния частицы и минимальное расстояние, на которое частица приблизилась к центру ядра. Точка, соответствующая этим значениям отмечается на кривой рассеяния красным крестиком. При запуске новой частицы старые траектории и точки на графиках не удаляются. Для того, чтобы очистить экран и график от старых траекторий и значений, нужно нажать кнопку "Очистить".
3. Проведите ряд экспериментов и установите, какое минимальное расстояние r_{\min} между α -частицей и ядром удастся реализовать в данном компьютерном эксперименте.
 $r_{\min} =$ _____
Обратите внимание на то, что оно не равно нулю, т.е. частицы никогда не залетают внутрь атома.
4. Установите минимально возможную энергию и в режиме "Демо" проведите ряд пробных запусков частиц (около 30). Попробуйте оценить какая часть частиц рассеялась на углы больше 90° .
Меньше 90° _____ %
Больше 90° _____ %
Некоторые частицы отбрасываются на углы, близкие к 180° . Это возможно только в том случае, если положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточен в очень малой центральной части атома - атомном ядре.
5. Угол рассеяния α -частиц при заданном прицельном расстоянии уменьшается с
увеличением энергии α -частицы
уменьшением энергии α -частицы

Работа 5.5

Волновые свойства частиц.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Квант" демонстрацию "Волновые свойства частиц".
2. В данной демонстрации вы можете ознакомиться с компьютерной моделью эксперимента по прохождению пучка электронов через одну или две щели. Выбор количества щелей осуществляется кнопками "Одна щель" - "Две щели". Кнопка "Пучок" запускает процесс, а кнопка "Стоп" останавливает его. Заметим, что этот эксперимент является нереальной физической моделью, но полностью отражает закономерности реальных экспериментов по рассеянию электронных волн на кристаллических решетках.
3. При распространении света проявляются _____ свойства света.
Приведите примеры: _____
При взаимодействии света с веществом проявляются _____ свойства света.
Приведите примеры: _____
4. Согласно французскому физика Луи де Бройлю каждому материальному телу соответствует волновой процесс. Наиболее отчетливо волновые свойства проявляются у элементарных частиц из-за их малой массы. Длина волны оказывается сравнимой с расстоянием между атомами кристаллической решетки. В этом случае при взаимодействии пучка частиц с кристаллической решеткой возникает дифракция. В данном эксперименте для иллюстрации процессов происходящих в

Работа 5.6

Модель лазера.

ФИО _____ Класс _____ Вариант _____

1. Запустив программу, выберите раздел "Квант" демонстрацию "Лазер. Двухуровневая модель".
 2. В данном эксперименте наблюдать различные процессы, происходящие в системе с двумя энергетическими уровнями при прохождении через нее внешнего резонансного пучка света: поглощение кванта света, спонтанное излучение, вынужденное излучение. Кроме того есть возможность наблюдать распространение внешнего резонансного излучения в двухуровневой среде. Выбор между этими процессами производится в окне "Процессы". Кнопка "Перезапуск" позволяет запустить процесс заново.
 3. Выберите процесс поглощения кванта света. Пронаблюдайте за ним. В этом случае система:
переходит с нижнего энергетического уровня на верхний
переходит с верхнего энергетического уровня на нижний
 4. Выберите процесс спонтанного излучения. Пронаблюдайте за ним. Какую отличительную особенность имеет спонтанное излучение? Излучение происходит:
в одном направлении
в различных направлениях
Система:
переходит с нижнего энергетического уровня на верхний
переходит с верхнего энергетического уровня на нижний
 5. Выберите процесс вынужденного излучения. Пронаблюдайте за ним. Этот процесс лежит в основе работы лазера. В результате взаимодействия фотона с атомом получаются два когерентных фотона, распространяющихся в одном и том же направлении и имеющих одну и ту же частоту, фазу и поляризацию.
 6. Для того, чтобы проходящий через среду пучок усиливался, а не уменьшался как в предыдущих процессах, нужно включить еще один процесс - накачку. Накачка - принудительный переброс атомов в верхнее энергетическое состояние за счет внешних источников энергии. Накачка производится через третий, расположенный выше энергетический уровень. Она переводит двухуровневую среду в состояние, в котором количество атомов на верхнем уровне превышает количество атомов на нижнем. Такое состояние среды называется состоянием с инверсной населенностью уровней, а сама среда называется активной. Если через такую среду пропустить внешний пучок света, то его интенсивность растет за счет процесса индуцированного излучения. Пронаблюдайте этот процесс на компьютере.
 7. Можно ли создать инверсную населенность в двухуровневой среде за счет поглощения света, пропуская через нее мощный пучок резонансного излучения?
-