

Задача 9-1. Термодатчик

В данной работе вам следует исследовать электрические свойства датчика температуры и самостоятельно сконструировать и исследовать свойства электронного термометра.

Приборы и оборудование: Датчик температуры (термосопротивление); мультиметр, термометр, источник напряжения, 2 переменных резистора, постоянный резистор известного сопротивления, ключ, соединительные провода, стакан, горячая и холодная вода.

Часть 1. Сопротивление при комнатной температуре.

В данном пункте рекомендуем использовать мультиметр в режиме измерения напряжения.

Вам необходимо экспериментально исследовать зависимость силы тока через датчик от приложенного к нему напряжения при комнатной температуре (укажите ее значение).

- 1.1 Приведите электрическую схему, позволяющую измерить требуемую зависимость.
- 1.2 Проведите измерения зависимости силы тока через датчик от приложенного напряжения.
- 1.3 Постройте график полученной зависимости.
- 1.4 Укажите, можно ли считать сопротивление датчика постоянным (не зависящим от приложенного напряжения).
- 1.5 Используя полученную зависимость, рассчитайте сопротивление датчика с максимальной точностью. Оцените погрешность полученного значения.

Часть 2. Сопротивление при повышенной температуре.

В данном пункте рекомендуем использовать мультиметр в режиме измерения сопротивления.

В данной части вам необходимо исследовать зависимость сопротивления датчика от температуры. Для этого поместите его в стакан с горячей (не более 60°C) водой, температуру которой можете измерять с помощью выданного Вам электронного термометра.

- 2.1 Измерьте зависимость сопротивления датчика от температуры.
- 2.2 Постройте график полученной зависимости.
- 2.3 В диапазоне температур от 20°C до 60°C зависимость сопротивления от температуры t° может быть описана приближенной формулой

$$R = \frac{a + bt^{\circ}}{t^{\circ}} \quad (1)$$

Докажите, что данная формула описывает полученную вами зависимость. Определите численные значения параметров a, b , не забудьте указать размерности этих величин (оценивать их погрешность не требуется)

Часть 3. Конструирование.

- 3.1 Предложите электрическую схему, позволяющую измерять температуру так, чтобы показания вольтметра в милливольтмах в 10 раз превышали температуру терморезистора в градусах Цельсия. Укажите численные значения сопротивлений переменных резисторов, которые использовались в вашей схеме.
- 3.2 Проведите тестирование вашей схемы: измерьте зависимость показаний мультиметра от температуры и построьте график полученной зависимости.

Задача 2. Изучение теплового расширения.

В данной работе вам необходимо исследовать законы теплового расширения воды и воздуха.

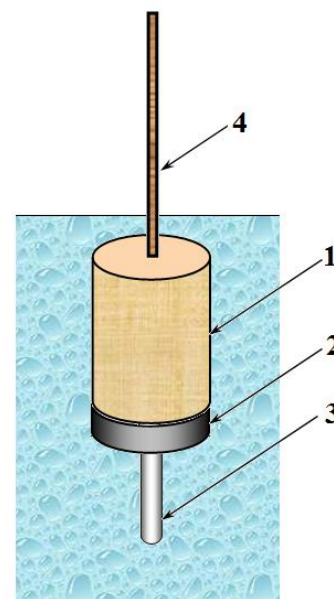
Плотность воды при комнатной температуре считайте равной $\rho_0 = 1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Приборы и оборудование: самодельный ареометр, сосуд для воды, термометр, линейка, штангенциркуль, набор грузов (канцелярские скрепки), горячая и холодная вода, стакан, салфетки.

Самодельный ареометр состоит из деревянного цилиндра 1, с дополнительными грузами 2, к которому снизу прикреплена алюминиевая трубка 3, а сверху тонкий деревянный стержень 4 (палочка от шашлыка). Для предотвращения намокания цилиндр покрыт лаком. Трубку можно закрывать с помощью пробки.

На цилиндр сверху вы можете помещать дополнительные грузы (скрепки), чтобы добиться нужной вам глубины погружения.

При проведении измерений ареометр погружайте в воду вертикально и очень аккуратно. В ходе измерений вы можете регулировать температуру воды, добавляя в нее горячую или холодную воду. Доставать ареометр из воды во время измерений не следует (подумайте, почему?). После окончания измерений обязательно достаньте ареометр из воды, во избежание дополнительного намокания.



Часть 1. Открытая трубка.

Опустите ареометр с открытой снизу трубкой в горячую воду. Используя дополнительные грузы, добейтесь того, чтобы цилиндр был полностью погружен в воду, а часть палочки торчала над поверхностью воды.

- 1.1 Измерьте зависимость изменения глубины погружения ареометра Δh от температуры воды $t^\circ\text{C}$.
- 1.2 Погружается или всплывает ареометр при остывании воды? Объясните, почему?
- 1.3 Постройте график полученной зависимости.
- 1.4 Рассчитайте отношение изменения глубины погружения к изменению температуры

$$K_1 = \frac{\Delta h}{\Delta t}.$$

Часть 2. Закрытая трубка.

Закройте трубку ареометра пробкой.

Опустите ареометр в горячую воду. Используя дополнительные грузы, добейтесь того, чтобы цилиндр был полностью погружен в воду, а часть палочки торчала над поверхностью воды.

- 2.1 Измерьте зависимость изменения глубины погружения ареометра Δh от температуры воды $t^\circ\text{C}$.
- 2.2 Погружается или всплывает ареометр при остывании воды? Объясните, почему?
- 2.3 Постройте график полученной зависимости.
- 2.4 Рассчитайте отношение изменения глубины погружения к изменению температуры

$$K_2 = \frac{\Delta h}{\Delta t}.$$

Часть 3. Расчетная.

При изменении температуры изменение объемов тел подчиняется формуле

$$\Delta V = V_0 \alpha \Delta t^\circ. \quad (1)$$

Где V_0 - начальный объем тела, ΔV - изменение объема при изменении температуры на величину Δt° , α - коэффициент теплового расширения вещества.

Используя полученные экспериментальные данные, рассчитайте коэффициенты объемного расширения воздуха и воды.

Приведите формулы, позволяющие провести необходимые расчеты.

Необходимые вам геометрические размеры измерьте самостоятельно. Укажите, какие величины вы измеряли и их численные значения.

Оцените погрешность измерения коэффициента теплового расширения воздуха.

Оценивать погрешность коэффициента теплового расширения воды не требуется.

Задача 10-1. Удержание и сдвиг

Приборы и оборудование: динамометры (2,5Н, 5,0Н, 10,0Н, синий зелёный и жёлтый из новых наборов по механике), дощечка деревянная с петлёй и «шарниром», три цилиндрических груза без крючков по 100г., брусок деревянный с прикрепленной петлёй из ниток, бумага для принтера (А4, 1 лист), мерная лента с миллиметровыми делениями, линейка ученическая (20 – 30см), штатив с лапкой, скотч.

Указания для участников олимпиады. Ускорение свободного падения примите равным $g = 9,813 \frac{м}{с^2}$. Проводите эксперимент и вычисления так, чтобы погрешности были как можно меньше. В соответствующих пунктах указывайте измерительные приборы, которыми Вы пользовались.

Часть 1. Удержание

В данной части задачи Вам предстоит исследовать зависимость силы, прилагаемой к одному из краёв дощечки, от расстояния между грузом на дощечке и точкой опоры (рис. 1). Используйте обозначения: m – масса грузов, M – масса дощечки, l – длина дощечки.

1.1. Получите зависимость $F(x)$ теоретически.

1.2. Проверьте полученную Вами зависимость экспериментально. Кратко опишите (3 – 6 предложений) ход Вашего эксперимента (*сочинение более чем на страницу жюри не читает и не оценивает*).

1.3. Используя результаты эксперимента, вычислите массу m груза.

1.4. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешность определения массы груза. Запишите значение массы груза с указанием погрешностей.

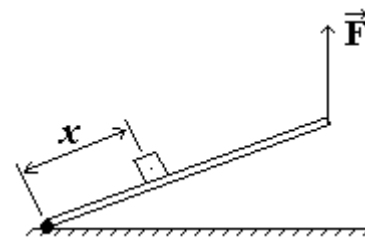


Рисунок 1.

Часть 2. Сдвиг

В данной части задачи Вам предстоит исследовать зависимость силы, необходимой для сдвига бруска, от расстояния между шарнирной точкой крепления дощечки и линией опоры дощечки о брусок $F(x)$ (рис. 2). Под нижнюю грань бруска положите лист бумаги для принтера. Если при смещении бруска лист так же будет смещаться, то придерживайте лист рукой или прикрепите его «легонько» скотчем. Считайте, что линия опоры дощечки о брусок проходит посередине верхней грани бруска. Старайтесь, чтобы в ходе всех измерений дощечка располагалась горизонтально. Шарнирное крепление означает, что дощечка должна поворачиваться относительно точки крепления.

2.1. Получите зависимость $F(x)$ теоретически. Используйте следующие обозначения: m – масса бруска, M – масса доски, L – длина доски, μ_1 – коэффициент трения покоя между листом бумаги и бруском, μ_2 – коэффициент трения покоя между бруском и дощечкой

2.2. Измерьте массу бруска m , массу M и длину L доски.

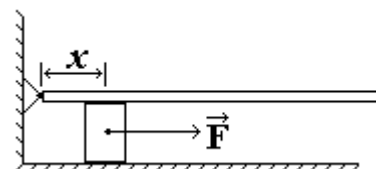


Рисунок 2.

2.3. Проверьте полученную Вами зависимость экспериментально. Кратко опишите (3 – 4 предложения) как измеряли силу F и расстояние x .

2.4. Используя результаты эксперимента, вычислите коэффициенты трения покоя μ_1 – между листом бумаги и бруском и μ_2 – между бруском и дощечкой. Погрешности коэффициентов трения вычислять не требуется.

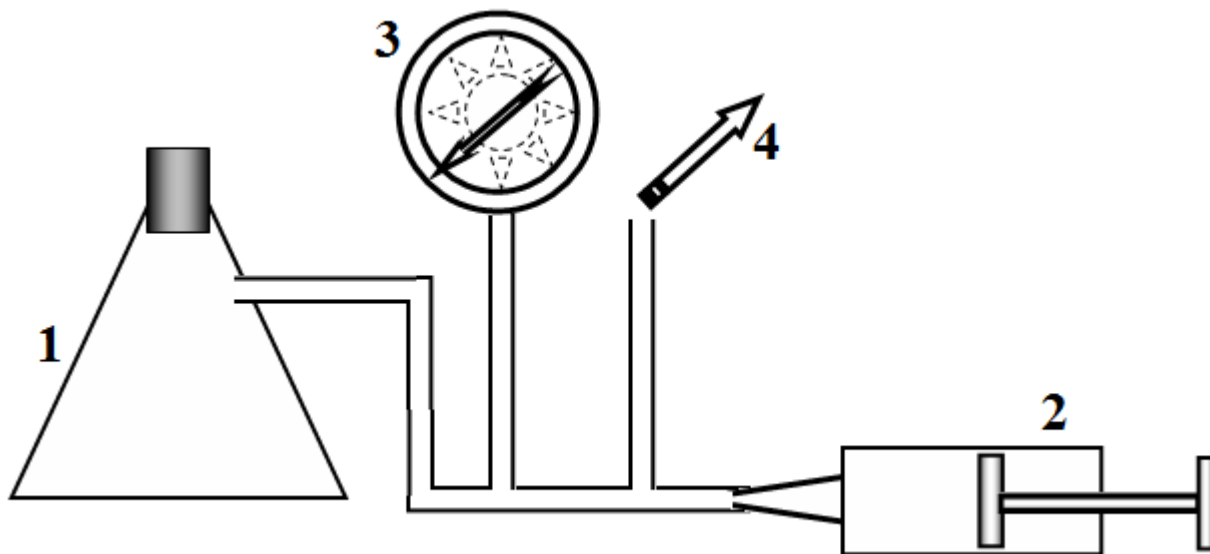
Задача 2. Закон Пуазейля.

В данной задаче вам предстоит исследовать протекание газа через тонкую капиллярную трубку.

Значение атмосферного давления будет указано во время проведения тура.

Приборы и оборудование: прибор для изучения газовых законов, капиллярная трубка, два зажима, мензурка с водой, секундомер с памятью этапов, линейка.

Для проведения исследований вам предлагается следующая установка.



Сосуд с пробкой (колба) 1 соединены гибкими шлангами со шприцом 2 (с помощью которого создается дополнительное давление), манометром 3 и выводом 4, к которому подсоединяется капиллярная трубка. Трубка закрепляется в штативе вертикально, ее нижний конец опускается в мензурку. В мензурку при по мере необходимости можно добавлять воду. При необходимости поршень шприца может быть закреплен с помощью пластиковой скобы. Манометр показывает разность между давлением внутри сосуда и атмосферным давлением.

Тщательно продумывайте порядок проведения измерений, так чтобы вам хватило двух рук. Измерения требуют точности и аккуратности.

При необходимости следует проводить несколько повторных измерений!

При протекании газа по трубе на него действуют силы вязкого трения со стороны стенок трубы. Расход газа (объем газа, протекающего через поперечное сечение трубы в единицу времени) определяется законом Пуазейля

$$q = G\Delta P, \quad (1)$$

где ΔP - разность давлений на концах трубы, G - постоянный коэффициент (назовем его проводимостью трубки), зависящий от геометрических размеров трубки и свойств протекающего газа.

Часть 1. Без воды.

Перекройте шланг, ведущий к капилляру. С помощью шприца создайте избыточное давление внутри сосуда. Поршень шприца передвигайте медленно, чтобы избежать нагрева воздуха при его сжатии. Убедитесь, что утечка воздуха отсутствует.

- 1.1 Измерьте зависимость избыточного давления воздуха в сосуде от времени. Постройте график полученной зависимости.
- 1.2 На основании полученных данных докажите, что расход газа через трубку пропорционален разности давлений на ее концах.
- 1.3 Рассчитайте численное значение проводимости трубки G , оцените погрешность найденного значения. Не забудьте привести все расчетные формулы.

Часть 2. Дополнительное давление.

Залейте в мензурку воду, так чтобы конец трубки был погружен на некоторую глубину h . Измерения проведите при двух различных значениях глубины погружения, укажите эти значения.

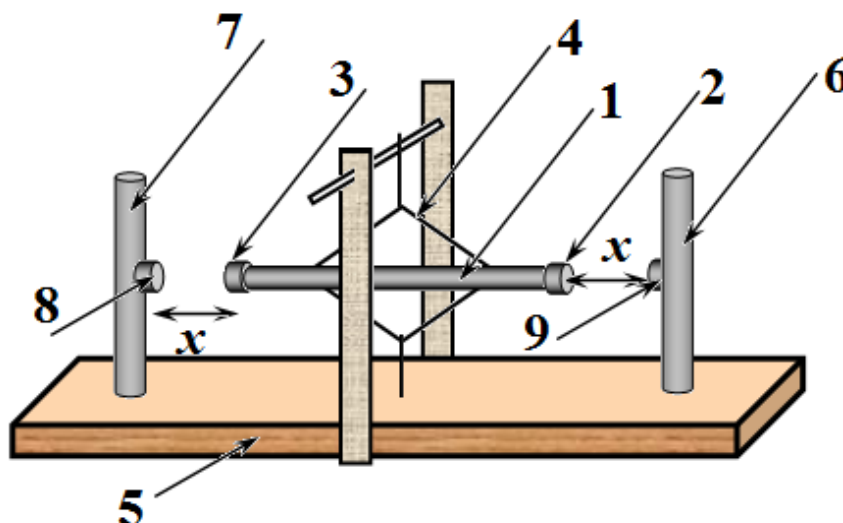
- 2.1 Проведите измерения зависимости избыточного давления внутри трубки от времени при вытекании воздуха через трубку, опущенную в воду. Постройте графики полученных зависимостей.
- 2.2 Докажите, что и в этом случае закон Пуазейля (1) выполняется.
- 2.3 Докажите, что проводимость трубки не зависит от глубины ее погружения. Оцените значения проводимости трубки по экспериментальным данным, полученным в данной чаксти. Здесь оценивать погрешность не требуется.

Задача 11-1. Магнитные взаимодействия.

В данной задаче вам необходимо исследовать зависимости силы магнитных взаимодействий от расстояния между телами.

Приборы и оборудование: установка для изучения крутильных колебаний с четырьмя магнитами, секундомер, пластилин, две железных шайбы.

Установка для изучения колебаний показана на рисунке.



Металлический стержень 1 с двумя магнитами 2,3 подвешен на нитяном подвесе 4. Далее стержень с магнитами на подвесе будем называть *маятником*. Маятник закреплен на деревянной подставке 5 и может совершать крутильные колебания в горизонтальной плоскости. На деревянных стержнях (карандашах) 6,7 с помощью пластилина закреплены магниты 8,9. Стержни с магнитами можно перемещать по подставке, для их крепления также используется пластилин. Во второй части магниты на стержнях 8,9 следует заменить металлическими пластинками (шайбами).

Магниты 2,3 на металлическом стержне должны быть ориентированы одинаково, так чтобы стержень вел себя подобно магнитной стрелке. Магниты на карандашах должны быть ориентированы таким образом, чтобы они притягивались к магнитам маятника. Стержни следует располагать симметрично так, чтобы расстояния между магнитами x были одинаковы.

Часть 1. Влияние магнитного поля Земли.

Сориентируйте подставку в направлении «север-юг». При этом маятник в положении равновесия должен располагаться вдоль длинной оси подставки. В дальнейшем ориентацию установки не изменяйте.

1.1 Измерьте период колебаний маятника T_0 с правильно ориентированными магнитами при отсутствии стержней 6,7. Оцените погрешность измеренного значения T_0 .

Часть 2. Взаимодействие магнитов.

Закрепите магниты на деревянных стержнях. Правильно ориентируйте полюса магнитов. Все 4 магнита должны быть на одной высоте.

2.1 Измерьте зависимость периода колебаний маятника от расстояния x между магнитами. Постройте график полученной зависимости.

Представим формулу для силы взаимодействия между магнитами в виде $F(x) = F_0 f(x)$, где F_0 - некоторая постоянная (определять ее не требуется).

2.2 Получите формулу, позволяющую по измеренным значениям периодов колебаний определить вид зависимости силы взаимодействия от расстояния между магнитами $f(x)$.

2.3 Рассчитайте зависимость силы взаимодействия между магнитами от расстояния x . Постройте график полученной зависимости.

2.4 Предложите простые приближенные формулы для описания вида функции $f(x)$. Если не удастся получить формулу, описывающую силу взаимодействия во всем диапазоне расстояний, приведите две приближенных формулы для малых и больших расстояний. Предлагаемые вами формулы обоснуйте с помощью результатов измерений.

Часть 3. Притяжение к шайбам.

Вместо магнитов, закрепите на карандашах металлические шайбы. Исследуйте зависимость силы взаимодействия магнитов с шайбами. Для чего выполните задания всех пунктов, сформулированных в Части 2.

Задача 11-2. Голограммы.

В настоящее время широкое распространение получили рекламные «трюки» основанные на явлении дифракции. На металлической фольге выдавливают тонкие бороздки, которые играют роль своеобразных дифракционных решеток. При попадании на них света они переливаются различными цветами. Почему-то эти кусочки тисненой фольги называют «голограммами». Такие же голограммы размещают на банкнотах и лицензионных марках.

В данной работе вам необходимо «расшифровать» структуру тиснения двух типов голограмм.

Приборы и оборудование; пластинка с двумя тисненными голограммами (которые почти полностью заклеены, оставлены только тонкие полоски), лазер (длина волны вам будет указана) на подставке с блоком питания, измерительная линейка. экран с круговой шкалой, держатели, направляющие линейки, скотч, пластилин.

В данной работе вам предоставляется полная свобода творчества, самостоятельно разрабатывайте методику эксперимента, самостоятельно разрабатывайте теоретические модели, проводите измерения, обрабатывайте их – но выполняйте задания!

Помните. что основой физического эксперимента является изучение зависимостей, поэтому постарайтесь выбрать такие зависимости, которые, во-первых, можно измерить, во-вторых, являются информативными, то есть позволяют находить искомые параметры.

Рекомендации по проведению эксперимента. Конечно, надо направлять луч лазера на пластинки и изучать отраженный ими свет. Старайтесь, чтобы луч лазера падал на пластинки нормально, для этого лазер можно вставлять в отверстия экранов. Хорошо закрепляйте все элементы ваших установок, используйте скотч, пластилин. В своей работе обязательно приведите теоретическую модель, схему установки с указанием всех параметров, качественное описание наблюдаемых эффектов, результаты измерений, их обработку.

Не очень увлекайтесь словесным описанием – больше конкретных данных!

Часть 1. Пластинка 1.

На пластинке 1 нанесены концентрические кольца, радиусы которых изменяются нелинейно.

1.1 Определите зависимость радиусов этих колец от их номера (или хотя бы от расстояния до центра пластинки).

Часть 2. Пластинка 2.

На пластинке 2 нанесены полосы, описываемые некоторой функцией $y(x)$ - ось x вдоль щели, y перпендикулярно им. Все полосы одинаковы, только сдвинуты вдоль оси y с некоторым малым шагом h (некоторые полосы пропущены).

2.1 Определите шаг сдвига полос, покажите, что он постоянен (за исключением небольших пропусков)

2.2 Предложите вид функции $y(x)$, позволяющий описать наблюдаемые дифракционные картины. Определите численные значения параметров этой функции.