

Лабораторный практикум по физике для 10 класса. Раздел «Молекулярная физика»

Работа №1:

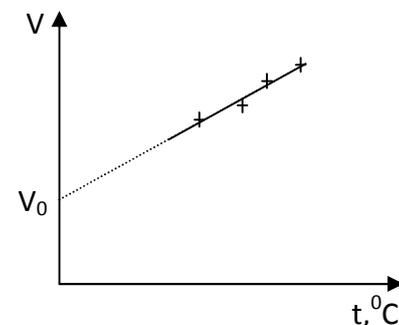
«Определение значения абсолютного нуля»

Принадлежности: термометр, установка, резервуар с горячей водой, резервуар с холодной водой, мензурка.

Цель работы: экспериментально определить значение абсолютного нуля.

Описание метода.

Если получить график зависимости объёма идеального газа от температуры в диапазоне от 20 до 100 °С, то получится график следующего вида (смотри рисунок). По этому графику можно установить, что вид зависимости объёма от температуры имеет вид: $V = b + a \cdot t$. При этом коэффициент b – имеет смысл объёма V_0 , который будет занимать газ при 0°С. Чтобы найти значение коэффициента a необходимо приравнять всё выражение к нулю: $0 = b + a \cdot t_0$, тогда $a = -\frac{b}{t_0} = -\frac{V_0}{t_0}$. Таким образом, коэффициент a



обратно пропорционален температуре t_0 , при которой идеальный газ должен занимать нулевой объём, а это и будет значение абсолютного нуля в градусах по шкале Цельсия. Коэффициентом пропорциональности будет являться V_0 . и так для получения значения абсолютного нуля необходимо получить значение коэффициента a , а точнее его обратного значения. Если произвести все подстановки, то мы получим формулу: $V = V_0 - \frac{V_0}{t_0} \cdot t$. Если записать данное выражение для двух состояний, то решая полученную систему можно получить формулу, для определения t_0 : $t_0 = \frac{V_1 t_2 - V_2 t_1}{V_1 - V_2}$. Так как площадь поперечного сечения объёма, занимаемого воздухом в опыте всё время постоянный, то объёмы в конечной формуле можно заменить на длину воздушного столба. Конечную расчётную формулу получите самостоятельно.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Установка представляет собой трубку, запаянную с одного конца. В этой трубке находится капля ртути, которая играет роль подвижного поршня закрывающего воздух в нижней части трубки. Т.к. трения между каплей ртути и стенками трубки практически нет, то можно считать, что она находится в равновесии только благодаря равенству давления снизу и сверху. На стенке трубки нанесена шкала, по которой можно определять длину воздушного столба. Диаметр трубки везде один и тот же, поэтому отношение длин воздушного столба равно отношению его объёмов. Сверху трубка оканчивается шаром, заполненным гигроскопичным гелем, который обеспечивает постоянную влажность в верхней части трубки, но, ни как не влияет на внешнее давление. Трубку помещают в пробирку, в которую наливают воду. Благодаря теплообмену воздух в трубке приобретает ту же температуру, что и вода в пробирке. Таким образом, измеряя температуру воды, мы будем знать температуру воздуха в трубке.

Меры предосторожности работы с установкой: будьте осторожны при работе со стеклом. Не следует сильно затягивать лапки штативов, резко опускать трубку в пробирку, лить сразу много горячей воды, допускать падение трубки или пробирки. Трубку не следует поворачивать горизонтально или класть, она должна всё время находиться в вертикальном положении для того, чтобы ртуть не сместилась. Следуйте точно рекомендациям по выполнению работы.

Порядок выполнения работы:

1. Налейте из резервуара горячей воды в пробирку. Резервуар с горячей водой находится у преподавателя. Количество горячей воды не должно превышать четверти пробирки.
2. Термометром определите температуру воды.
3. Не вынимая термометра, опустите в пробирку трубку и дождитесь, когда объём воздуха в трубке перестанет меняться. Зафиксируйте длину воздушного столба и ещё раз измерьте и запишите температуру воды.
4. Из резервуара с холодной водой долейте при помощи мензурки 20 мл холодной воды в пробирку. Дождитесь окончания движения ртутной капли, зафиксируйте новую длину воздушного столба и новую температуру.
5. Повторяйте действия, описанные в пункте 4 пока пробирка не станет полной, либо пока вы не достигните температуры близкой к комнатной. При этом вы должны получить от 5 до 8 значений температуры и длин столба воздуха.
6. Постройте график зависимости объёма от температуры с учётом погрешностей. Так как внутренний диаметр трубки вам не известен, то по вертикальной оси нужно откладывать длину воздушного столба, но это ни как не повлияет на вид зависимости.
7. Определите по графику значение абсолютного нуля в градусах Цельсия.
8. Вычислите значение температуры t_0 , для всех пар значений и посчитайте её среднее значение. Обратите внимание, что значение этого коэффициента должно быть примерно одинаково для любой пары. Если это не так, то ищите ошибку.
9. Сравните значение абсолютного нуля полученного графически и аналитически и сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какова относительная погрешность полученного результата ($\varepsilon = \frac{|t_{\text{таб}} - t_{\text{сп}}|}{t_{\text{таб}}} * 100\%$)?
2. Чему равно давление воздуха под ртутной каплей?
3. Почему абсолютный ноль не достижим?
4. Почему в эксперименте сначала льют горячую воду, а затем холодную?

Лабораторный практикум по физике для 10 класса. Раздел «Молекулярная физика»

Работа №2:

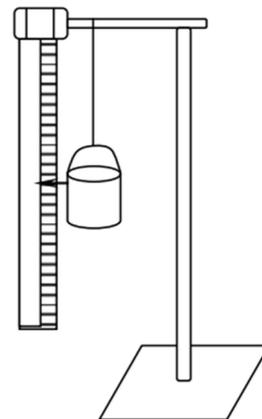
«Исследование деформации нити»

Принадлежности Штатив с лапкой, леска, ведёрко с указателем, линейка, резервуар с водой, мензурка.

Цель работы: Исследовать упругие свойства рыболовной лески.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Установка представляет собой рыболовную леску, на которой подвешено ведёрко с указателем. Рядом с указателем закреплена линейка. Установку необходимо разместить таким образом, чтобы указатель прилегал к линейке. При помощи мензурки в ведёрко можно доливать известный объём воды, а так как нам известна плотность воды, это означает, что мы будем знать, насколько увеличивается сила, растягивающая леску. Перемещение указателя вдоль линейки покажет величину деформации. Таким образом, можно получить зависимость величины деформации от приложенной силы.



Порядок выполнения работы:

1. Определите начальные параметры лески: начальную длину и площадь поперечного сечения (для определения последнего параметра можно воспользоваться методом рядов и предложенным оборудованием).
2. Запишите начальное показание указателя.
3. Налейте в ведёрко 10 мл воды и запишите новое показание указателя.
4. Повторяйте пункт 3 до тех пор, пока ведёрко не будет полным, либо леска не оборвётся (будьте осторожны не облейтеесь).
5. Постройте график зависимости абсолютного удлинения лески от приложенной силы с учётом погрешностей.
6. По полученному графику определите: жёсткость лески и массу пустого ведёрка с указателем.
7. По полученным результатам вычислите модуль Юнга для материала лески. Постарайтесь повысить точность ваших результатов вычислений.

Контрольные вопросы:

1. Вычислите относительную и абсолютную погрешности жёсткости лески.
2. Вычислите относительную и абсолютную погрешности модуля Юнга материала лески
3. Сформулируйте закон Гука и обозначьте границы его применимости.

Лабораторный практикум по физике для 10 класса. Раздел «Молекулярная физика»

Работа №3:

«Определение коэффициента поверхностного натяжения воды методом отрыва»

Цель: Определить поверхностное натяжение воды методом отрыва.

Приборы и материалы: установка, нетбук с программным обеспечением №6, штангенциркуль, резервуар с водой, пипетка, мыльный раствор (жидкое мыло).

Введение

Молекулы вещества в жидком состоянии расположены почти вплотную друг к другу. В отличие от твердых кристаллических тел, в которых молекулы образуют упорядоченные структуры во всем объеме кристалла и могут совершать тепловые колебания около фиксированных центров, молекулы жидкости обладают большей свободой. Каждая молекула жидкости, также как и в твердом теле, «зажата» со всех сторон соседними молекулами и совершает тепловые колебания около некоторого положения равновесия. Однако, время от времени любая молекула может переместиться в соседнее вакантное место. Такие перескоки в жидкостях происходят довольно часто; поэтому молекулы не привязаны к определенным центрам, как в кристаллах, и могут перемещаться по всему объему жидкости. Этим объясняется текучесть жидкостей. Из-за сильного взаимодействия между близко расположенными молекулами они могут образовывать локальные (неустойчивые) упорядоченные группы, содержащие несколько молекул.

Наиболее интересной особенностью жидкостей является наличие свободной поверхности. Жидкость, в отличие от газов, не заполняет весь объем сосуда, в который она налита. Между жидкостью и газом (или паром) образуется граница раздела, которая находится в особых условиях по сравнению с остальной массой жидкости. Молекулы в пограничном слое жидкости, в отличие от молекул в ее глубине, окружены другими молекулами той же жидкости не со всех сторон. Силы межмолекулярного взаимодействия, действующие на одну из молекул внутри жидкости со стороны соседних молекул, в среднем взаимно скомпенсированы. Любая молекула в пограничном слое притягивается молекулами, находящимися внутри жидкости (силами, действующими на данную молекулу жидкости со стороны молекул газа (или пара) можно пренебречь). В результате появляется некоторая равнодействующая сила, направленная вглубь жидкости.

Если молекула переместиться с поверхности внутрь жидкости, силы межмолекулярного взаимодействия совершат положительную работу. Наоборот, чтобы вытащить некоторое количество молекул из глубины жидкости на поверхность (т. е. увеличить площадь поверхности жидкости), надо затратить положительную работу внешних сил $\Delta A_{\text{внеш}}$, пропорциональную изменению ΔS площади поверхности: $\Delta A_{\text{внеш}} = \sigma \Delta S$. Коэффициент σ называется коэффициентом поверхностного натяжения ($\sigma > 0$). Таким образом, коэффициент поверхностного натяжения равен работе, необходимой для увеличения площади поверхности жидкости при постоянной температуре на единицу. В СИ коэффициент поверхностного натяжения измеряется в ньютонах на метр. Следовательно, молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избыточной по сравнению с молекулами внутри жидкости потенциальной энергией. Потенциальная энергия E_p поверхности жидкости пропорциональна ее площади: $E_p = A_{\text{внеш}} = \sigma S$. Из механики известно, что равновесным состоянием системы соответствует минимальное значение ее потенциальной энергии. Отсюда следует, что свободная поверхность жидкости стремится сократить свою площадь. По этой причине свободная капля жидкости принимает шарообразную форму. Жидкость ведет себя так, как будто по касательной к ее поверхности действуют силы, сокращающие (стягивающие) эту поверхность. Эти силы называются силами поверхностного натяжения.

Наличие сил поверхностного натяжения делает поверхность жидкости похожей на упругую растянутую пленку, с той только разницей, что упругие силы в пленке зависят от площади ее поверхности (т. е. от того, как пленка деформирована), а силы поверхностного натяжения

не зависят от площади поверхности жидкости.

Если в жидкость опустить какое-нибудь тело (например, кольцо), а затем начать медленно вынимать его, то благодаря эффекту смачивания за телом будет вытягиваться плёнка из жидкости. Силы поверхностного натяжения стремятся сократить площадь поверхности плёнки. Поэтому при вынимании тела из жидкости приходится прилагать дополнительную силу, которая будет равна силе поверхностного натяжения. Таким образом, измерив дополнительную силу, которую необходимо приложить для вытаскивания тела из жидкости, мы будем знать величину силы поверхностного натяжения. А зная силу, определим коэффициент поверхностного натяжения жидкости $\sigma = \frac{F_H}{L}$.

Где L – длина границы контакта твёрдого тела (которое мы вынимаем из жидкости) и жидкости.

Описание работы установки

Установка состоит из:

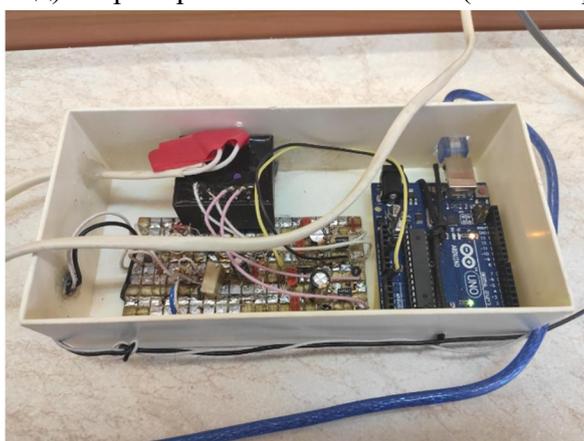
1. Стенд. На нём установлено коромысло с чувствительным датчиком, к которому подвешиваются кольца. Кроме этого на стенде присутствует амперметр и тумблеры для управления подъёмным механизмом.
2. Преобразовательный блок для соединения стенда с компьютером.
3. Компьютер с необходимым ПО.
4. Сосуд, в который наливается исследуемая жидкость.

Главной деталью установки является чувствительный датчик. Этот датчик выдаёт сигнал, уровень которого прямо пропорционален усилию, приложенному к датчику. К датчику подвешивается кольцо. При помощи автоматического привода это кольцо сначала опускают в жидкость, а затем медленно вынимают из неё. По уровню сигнала, который выдаёт датчик, можно определить величину силы поверхностного натяжения. А зная параметры кольца, можно рассчитать коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

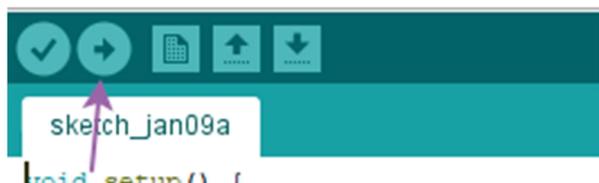
Так как сигнал датчика – это условная величина, то перед началом работы его необходимо проградуировать. Для этого на датчик устанавливают груз известной массы и записывают уровень сигнала, который выдаёт датчик. Теперь мы знаем, какой уровень сигнала, соответствует какому усилию, и можем приступить к определению коэффициента поверхностного натяжения.

Порядок выполнения работы:

1. Подключить преобразовательный блок к стенду: бело-чёрный провод с разъёмом на конце подключается к аналогичному разъёму на стенде таким образом, чтобы чёрная черта на обоих разъёмах совпадала.
2. Включить в сеть 220V стенд (серый провод) и преобразовательный блок (белый провод)

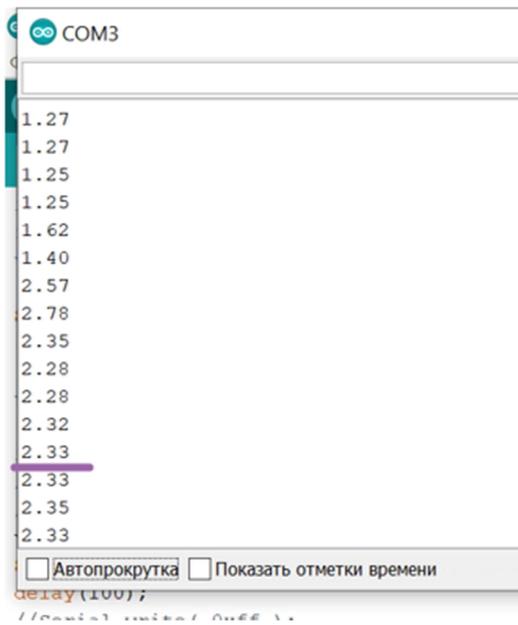


3. Подключить преобразовательный блок к компьютеру (синий провод USB).
4. Включить компьютер. Зайти на рабочем столе в папку «Работа» и запустить программу из этой папки.



5. Открыть монитор порта (Ctrl+Shift+M)
6. Проградуировать датчик. Для этого:
 - 6.1. Записать показания монитора X_1

6.2. Поставить эталонный груз (2г) на коромысло установки, в место помеченное чёрным кругом.



6.3. Записать значение X с монитора порта после того как они перестанут меняться (будьте осторожны, датчик очень чувствительный и любые вибрации стола могут оказывать влияние на результат). После фиксации значения убрать груз.

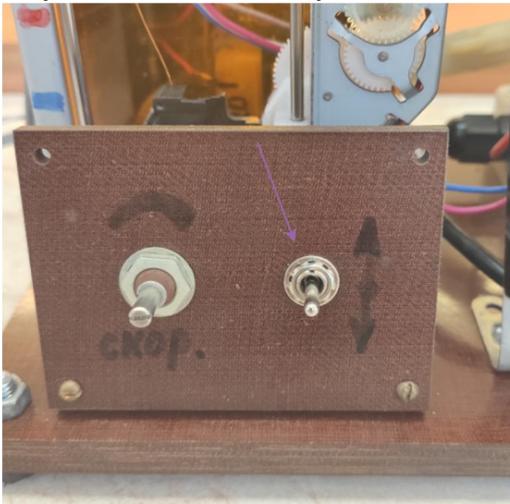
6.4. Вычислите переводной коэффициент: $\alpha = \frac{mg}{x-x_1}$, где mg - сила тяжести груза, X – значение монитора порта с грузом, X_1 – значение монитора порта без груза.

7. Теперь приступаем к определению коэффициента поверхностного натяжения:

7.1. Налейте воду в резервуар по отметку на стенках резервуара. Расположите стенд так, чтобы кольцо висело над водой.

7.2. Записать значение монитора порта X_1 (в момент, когда кольцо висит в воздухе)

7.3. Опустить кольцо в воду с помощью тумблера «вверх-вниз» на стенде (тумблер переключают вверх).



7.4. Поднять кольцо с помощью тумблера «вверх-вниз» на стенде до полного выхода кольца из воды (тумблер переключают вниз).

7.5. Во время подъёма кольца монитор порта будет фиксировать уровень сигнала датчика. После отрыва кольца от воды остановите работу монитора порта (снять галочку в «Автопрокрутка») и зафиксируйте максимальное значение X_2 .

7.6. Прделайте пункты 6.3 - 6.5 ещё дважды, занесите данные в таблицу №1. При помощи переводного коэффициента α вычислите: силу тяжести кольца $Mg = \alpha X_1$ и силу поверхностного натяжения для каждого эксперимента $F_{\text{пн}} = \alpha X_2 - Mg$, а так же её среднее значение.

Таблица №1

№ эксперимента	X ₁	Mg, Н	X ₂	F _{пн} , Н	F _{пн ср} , Н
1					
2					
3					

7.7. При помощи штангенциркуля измерить внешний диаметр $d_{\text{внеш}}$ и внутренний диаметр $d_{\text{внутр}}$ кольца.

7.8. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения воды $\sigma = \frac{F_{\text{ср}}}{L} = \frac{F_{\text{ср}}}{(d_{\text{внеш}} + d_{\text{внутр}})\pi}$

8. Налейте немного жидкого мыла на поверхность воды при помощи пипетки и определите коэффициент поверхностного натяжения для второго кольца (заполните таблицу №2 аналогичную таблице №1).

Контрольные вопросы.

1. Как объяснить различие коэффициента поверхностного натяжения воды, полученного в ходе эксперимента и его табличное значение?
2. Как влияет добавление мыла на значение коэффициента поверхностного натяжения?
3. Что является основной причиной погрешности в эксперименте?

Лабораторный практикум
по физике для 10 класса.
Раздел «Молекулярная физика»

Работа №4:

«Проверка изохорического закона»

Цель: экспериментально проверить справедливость изохорического закона.

Приборы и материалы: свинцовый баллон, манометр, термометр, сосуд с горячей водой.

Описание метода.

Изохорический закон можно записать следующим образом: $P = \alpha T$, где коэффициент пропорциональности α зависит от объёма, занимаемого газом и его количества. Определить величину этого коэффициента можно графическим методом.

Установка состоит из свинцового баллона, который гибким шлангом соединён с манометром. Баллон помещают в сосуд с горячей водой. Так как стенки баллона обладают хорошей теплопроводностью, то можно считать, что температура воздуха в нём равна температуре воды. Таким образом, следя за изменением температуры воды при помощи термометра, мы будем знать, как меняется температура воздуха.

Манометр измеряет не давление воздуха, а то, на сколько давление в баллоне превосходит атмосферное давление. А термометр определяет температуру в градусах Цельсия. Поэтому начальную формулу необходимо преобразовать.

$$\Delta P = P_1 - P_0 = \alpha T_1 - \alpha T_0 = \alpha(t_1 + 273 - t_0 - 273) = \alpha(t_1 - t_0) = \alpha \Delta t$$

Где P_0 – начальное атмосферное давление, t_0 – начальная температура воздуха в баллоне (равна комнатной), P_1 – давление воздуха в баллоне при текущей температуре t_1 . Необходимо учесть, что манометр показывает давление в миллиметрах ртутного столба, которые необходимо перевести в Паскали. Делается это при помощи формулы гидростатического давления $P = \rho_{\text{рт}}gh$, где h – это и есть показания манометра в метрах.

Таким образом, при помощи данных приборов мы можем построить график зависимости ΔP от Δt и по тангенсу угла наклона определить коэффициент $\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t}$. При нанесении экспериментальных точек на систему координат необходимо учитывать инструментальную погрешность приборов. Для термометра это его цена деления, для манометра погрешность указана на приборе.

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте и заполните Таблицу №1 с начальными данными:

Таблица №1

Начальная температура, $t_0, ^\circ\text{C}$	Цена деления термометра, $^\circ\text{C}$	Инструментальная погрешность термометра, $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Цена деления манометра, мм. рт. ст.	Инструментальная погрешность манометра, ΔP , мм. рт. ст.	Инструментальная погрешность манометра, ΔP , Па

2. Подготовьте Таблицу №2 для записи экспериментальных данных

Таблица №2

№	Показания термометра, $t_1, ^\circ\text{C}$	Показания манометра, $P_1 - P_0$, мм. рт. ст.	Показания манометра, $P_1 - P_0$, Па	Изменение температуры, $t_1 - t_0, ^\circ\text{C}$
1				
2				
...				
15				

3. На манометре, при помощи белого кольца совместите ноль шкалы с положением стрелки.
Обратите внимание: во время дальнейших экспериментов поворачивать это кольцо нельзя. В противном случае придётся начинать эксперимент заново.
4. После завершения всех подготовительных мероприятий, попросите преподавателя налить в сосуд горячую воду. После того, как вода налита, в сосуд помещают баллон со шлангом и закрывают крышкой. На крышке устанавливают приборы (манометр и термометр). После того как показания манометра перестали расти фиксируют начальное значение показаний приборов в Таблице №2 и приступают к наблюдениям. Для установления теплового равновесия может понадобиться от 10 минут и больше. **Будьте осторожны:** начальная температура воды около 80°C , не обожгитесь. Стенки сосуда хорошо проводят тепло, поэтому тоже будут горячими.
5. Следите за показаниями манометра и фиксируйте температуру при изменении его значений на одно деление. Таким образом, необходимо получить **не менее 15** экспериментальных точек.
6. По экспериментальным точкам постройте график зависимости $P_1 - P_0$ (Па) от $t_1 - t_0$ ($^\circ\text{C}$). График строится на миллиметровой бумаге. При нанесении точек на систему координат необходимо учитывать инструментальные погрешности. Проведите график с учётом крестов погрешностей.
7. По полученному графику определите значение коэффициента пропорциональности α . Оцените относительную погрешность коэффициента пропорциональности α .
8. Найдите абсолютную погрешность коэффициента пропорциональности α и запишите ответ в правильном виде.

Контрольные вопросы.

1. На основании полученных результатов сделайте вывод о справедливости изохорического закона.
2. Выразите коэффициент α из уравнения состояния идеального газа и сформулируйте по полученной формуле его физический смысл.
3. При помощи полученного коэффициента α определите значение атмосферного давления в лаборатории в начале эксперимента.

Лабораторный практикум
по физике для 10 класса.
Раздел «Молекулярная физика»

Работа №5:

«Определение температурного коэффициента расширения металла»

Цель: Экспериментально определить температурный коэффициент расширения металла.

Приборы и материалы: металлический стержень, пробирка, резервуар с водой, линейка, нагреватель, микрометр, пирометр.

Описание метода.

При нагревании большинство веществ расширяется. Изменение линейных размеров при этом подчиняется следующей формуле

$$L_2 = L_1(1 + \alpha(t_2 - t_1))$$

Где L_1 – длина тела при температуре t_1 , L_2 – длина тела при температуре t_2 , α – температурный коэффициент расширения материала.

Для проведения исследования эту формулу удобнее представить в следующем виде

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

Теперь если построить график зависимости изменения длины тела от изменения его температуры, то вычислив тангенс угла наклона этого графика можно определить значение температурного коэффициента расширения

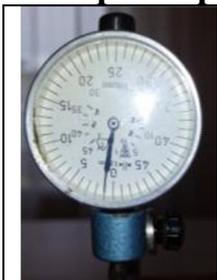
Приборы и оборудование, используемые в работе.

Нагреватель.



Электрический прибор, служащий для нагревания тел. Представляет собой керамический цилиндр, внутрь которого вставляется пробирка с нагреваемым телом. **БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ**, прибор нагревается, поэтому трогать его во время работы не нужно. Перед началом работы внутрь вставляется пробирка с водой, в которую помещают исследуемый стержень. Воды должно быть столько, что бы она находилась ниже края пробирки на 1,5 – 2 сантиметра. Прибор включается нажатием кнопки, расположенной на правой стороне прибора. Эксперимент проводится до тех пор, пока вода в пробирке не закипит. После этого прибор выключается той же пробкой. После окончания эксперимента пробирку и стержень **ВЫНИМАТЬ НЕ НУЖНО**, так как они будут горячими.

Микрометр.



Прибор для измерения изменения длины стержня. Имеет две стрелки: длинная и короткая. Короткая стрелка отсчитывает количество полных оборотов большой стрелки. Большая стрелка непосредственно отсчитывает удлинение стержня по внешней шкале. Внешняя шкала, проградуирована от 0 до 50 делений. Если большая стрелка сделала полный протокол, то маленькая стрелка переходит на одно деление (маленькая шкала). Цена деления большой шкалы указана на самом приборе.

Пирометр.

	<p>Электронный прибор для измерения температуры твёрдой поверхности. Для включения прибора необходимо нажать красный курок (см. верхний рисунок). При этом засветится экран (см. нижний рисунок), и появится лазерная метка на той поверхности, температуру которой вы измеряете. ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: лазерная метка не должна попадать в глаза, это может повредить зрение. Если что-то не работает, сразу же обратитесь к преподавателю.</p>
	<p>После того как вы нажали на курок, навели метку на нужную поверхность и отпустили курок на экране некоторое время (около 2 минут) будет высвечиваться температура поверхности в $^{\circ}\text{C}$ с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$.</p>

Порядок выполнения работы.

1. Заполните таблицу начальных данных

Начальная длина стержня, мм	Цена деления микрометра, мм

2. Заготовьте таблицу для записи экспериментальных данных:

Количество делений	Изменение длины, мм	Температура, $^{\circ}\text{C}$
0	0	
...	...	
11		
12		

3. Налейте воду в пробирку и опустите туда стержень. Проследите, чтобы уровень воды находился ниже края пробирки на 1,5 – 2 см. После этого вставьте пробирку в нагреватель. Для этого держатель с микрометром отодвиньте в правую сторону.
4. Теперь верните держатель с микрометром на место и аккуратно установите шток микрометра на торец стержня. Шток должен находиться примерно на середине торца и не соскальзывать со стержня.
5. После того как вы установили шток микрометра необходимо совместить ноль на шкале микрометра со стрелкой прибора. Для этого аккуратно, придерживая корпус прибора одной рукой, поверните внешнее кольцо таким образом, чтобы ноль на шкале совпал с положением стрелки. Добейтесь максимального совпадения стрелки и деления прибора.

6. Определите пирометром начальную температуру стержня.
ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: лазерную метку необходимо наводить именно на сам стержень, как можно ближе к краю пробирки. Все последующие измерения температуры необходимо проводить в этой же точке.
7. После того, как все подготовительные действия произведены, необходимо позвать преподавателя. Он проверит правильность сбора установки и включит нагреватель в сеть. ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ, если вы самостоятельно запустите установку, то будете удалены из аудитории.
8. После того как нагреватель запущен необходимо следить за изменениями показания микрометра. Удобнее в таблицу записывать количество делений, на которое отклонилась стрелка, а потом при обработке пересчитать их в миллиметры. Значение температуры определять в тот момент, когда стрелка микрометра переместилась на одно деление. Измерение проводится до тех пор, пока вода в пробирке не начнет кипеть. При этом необходимо нажать кнопку отключения прибора и позвать преподавателя. ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ, ни в коем случае не нужно вынимать стержень или пробирку, они горячие.
9. По полученным данным постройте график зависимости удлинения стержня от температуры. График строится на миллиметровой бумаге.
10. При помощи полученного графика вычислите температурный коэффициент расширения материала стержня.

Контрольные вопросы.

1. Каков физический смысл температурного коэффициента расширения металла?
2. Нужно ли производить начальную калибровку пирометра? (Сравнивать показания прибора с другими термометрами)
3. Что является основным источником погрешности в работе? Оцените эту погрешность.

Лабораторный практикум
по физике для 10 класса.
Раздел «Молекулярная физика»

Работа №6:

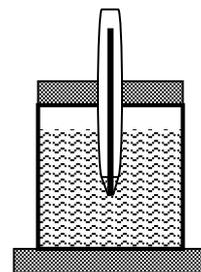
«Исследование процесса теплопередачи»

Цель: Определить коэффициент теплопроводности материала.

Приборы и материалы: металлический стакан, теплоизоляционная подставка, теплоизоляционная крышка, термометр, секундомер, горячая вода, линейка, весы.

Описание установки.

Установка представляет собой металлический стакан. В него наливают горячую воду ($60 - 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и ставят на теплоизоляционную подставку. Сверху стакан закрывают теплоизоляционной крышкой. В отверстие крышки вставляют термометр таким образом, чтобы его конец находился примерно в центре объёма воды. Благодаря теплоизоляционной подставке и крышке теплообмен между водой и окружающим воздухом будет осуществляться только через боковые стенки стакана. Мощность теплопередачи (количество теплоты, передаваемое в единицу времени) будет зависеть от свойств теплопроводящего материала (коэффициент теплопроводности – α), площади поверхности, через которую осуществляется теплопередача и от разности температур остывающего тела и того тела, которое нагревается.



$$N = \alpha \cdot S \cdot (T_{\text{воды}} - T_{\text{воздуха}})$$

Отсюда можно получить формулу для вычисления коэффициента теплопроводности материала стакана: $\alpha = \frac{N}{S \cdot \Delta T}$

Так как мощность теплопередачи равна $N = \frac{Q}{\tau}$, где τ – время остывания, а Q – количество теплоты отданное при остывании. Таким образом мощность равна тангенсу угла наклона касательной к графику зависимости $Q(\tau)$, получаемому экспериментально. Количество теплоты вычисляется по формуле $Q = cm(T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}})$ Где c – удельная теплоёмкость воды (берётся из таблицы), m – масса воды (определяется на весах), $T_{\text{кон}}$ и $T_{\text{нач}}$ – конечная и начальная температура воды (определяется термометром).

Порядок выполнения работы.

1. Заготовьте таблицу для записи экспериментальных данных. Учтите, что количество измерений, которые вам придётся снять, может быть достаточно значительным.

Начальная температура воды ($^{\circ}\text{C}$)	Текущая температура воды ($^{\circ}\text{C}$)	Время от начала наблюдения (с)	Отданное количество теплоты (Дж)

2. Измерьте значения параметров стакана необходимые для вычисления площади боковой поверхности стакана. Вычислите эту площадь и запишите её значение в отчёт.
3. Измерьте температуру воздуха и запишите её в отчёт.
4. На весы положите теплоизолирующую подставку, а на неё поставьте пустой стакан. Обнулите показания весов при помощи кнопки «tara». После этого попросите преподавателя налить вам в стакан воду. Зафиксируйте показания весов – это будет значение массы воды. После этого аккуратно перенесите стакан вместе с подставкой на стол, закройте крышкой, вставьте термометр, зафиксируйте начальную температуру и включите секундомер, этот момент будет считаться началом наблюдения.
5. Засекайте время изменения температуры воды на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проводите измерения до тех пор, пока температура не снизится как минимум на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Постройте график зависимости модуля отданного количества теплоты от времени (горизонтальная ось – ось времени).
7. Вычислите мощность теплопередачи.
8. Посчитайте коэффициент теплопроводности.

Контрольные вопросы.

1. Как изменится вид графика, если стакан на половину его высоты обернуть теплоизоляционным материалом?
2. Как изменится вид графика, если стакан в эксперименте обдувать вентилятором?
3. Почему при вычислении коэффициента теплопроводности мы не учитывали нагрев воздуха?