

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 :

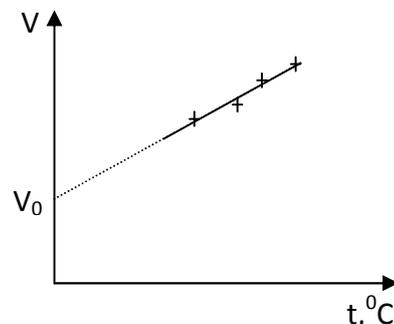
$t_0 = \frac{V_1 t_2 - V_2 t_1}{V_1 - V_2}$. Так как площадь поперечного сечения объёма, занимаемого воздухом в опыте всё

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:

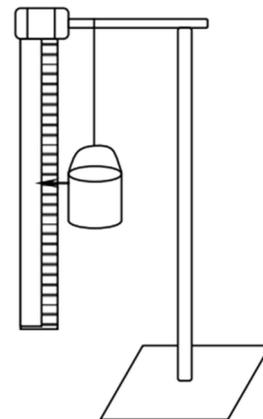
«Исследование деформации нити»

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 облейте).
5. Постройте график зависимости абсолютного удлинения лески от приложенной силы с учётом погрешностей.
6. По полученному графику определите: коэффициент жёсткости 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. Охарактеризуйте различные участки графика.
2. 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, 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.

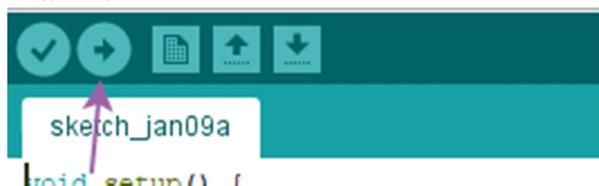
Так как сигнал датчика – это условная величина, то перед началом работы его необходимо проградуировать. Для этого на датчик устанавливают груз известной массы и записывают уровень сигнала, который выдаёт датчик. Теперь мы знаем, какой уровень сигнала, соответствует какому усилию, и можем приступить к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

Порядок выполнения работы:

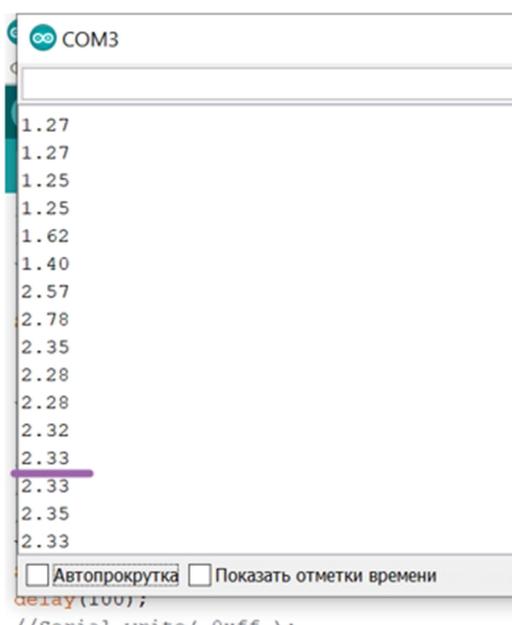
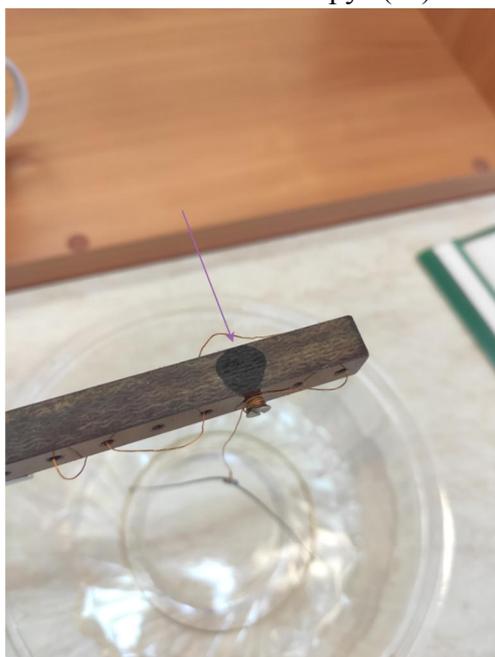
1. Подключить преобразовательный блок к стенду: бело-чёрный провод с разъёмом на конце подключается к аналогичному разъёму на стенде таким образом, чтобы чёрная черта на обоих разъёмах совпадала.
2. Включить в сеть 220V стенд (серый провод) и преобразовательный блок (белый провод)



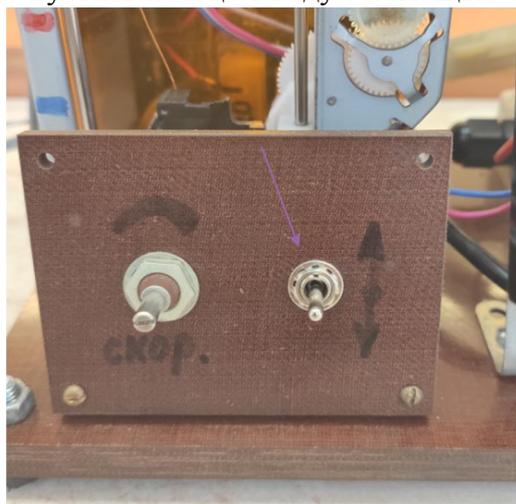
3. Подключить преобразовательный блок к компьютеру (синий провод USB).
4. Включить компьютер. Зайти на рабочем столе в папку «Rabota» и запустить программу из этой папки.



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	$F_{\text{пн}}$, Н	$F_{\text{пн ср}}$, 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:

«Определение вязкости жидкости методом Стокса»

Цель: определить вязкость жидкости.

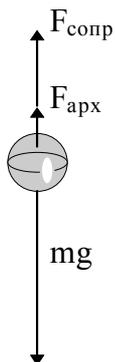
Приборы и материалы: стеклянный цилиндр, наполненный вязкой жидкостью, пластилиновый шарик, секундомер, штангенциркуль, линейка, весы, мензурка, резервуар с водой, резервуар с вязкой жидкостью.

Описание метода.

Падение шарика в вязкой среде

На шарик, падающий в вязкой среде действуют три силы: сила тяжести $P = m \cdot g$, архимедова сила $F_{\text{арх}} = \rho_{\text{ж}} V g$ и сила сопротивления $F_{\text{сопр}} = 6\pi \cdot r \cdot v \cdot \eta$ (формула Стокса), где V - объем шарика, а ρ и $\rho_{\text{ж}}$ - соответственно, плотность материала шарика и среды, r - радиус шарика, v - скорость шарика. Написав массу шарика в выражении для силы тяжести как $m = \rho \cdot V$, запишем уравнение движения шарика:

$$m \frac{dv}{dt} = (\rho - \rho_{\text{ж}}) V g - 6\pi \eta r v \quad (1)$$



Из уравнения (1) видно, что в процессе падения шарика его ускорение dv/dt уменьшается, поскольку скорость в процессе падения монотонно возрастает. Очевидно, ускорение шарика будет уменьшаться до нуля и, начиная с этого момента, движение шарика станет равномерным. Иначе говоря, скорость шарика не может быть больше некоторого значения, которое мы назовем установившейся скоростью и обозначим её через v_0 . Значение v_0 найдем из (1) приравняв нулю ускорение dv/dt . Тогда получим значение установившейся скорости:

$$v_0 = \frac{(\rho - \rho_{\text{ж}}) V g}{6\pi \eta r} \quad (2)$$

График зависимости скорости от времени показан на рис. П2. С течением времени скорость шарика, возрастая, асимптотически приближается к значению v_0 . Движение шарика оказывается сложным: в начале движения, пока $t \ll \tau$ шарик движется равноускоренно (скорость его растет пропорционально времени, что показано на рис. П2 пунктирной наклонной касательной к графику), далее ускорение уменьшается, что видно по уменьшению наклона графика, и, в конце концов, при $t \gg \tau$ движение шарика становится равномерным.

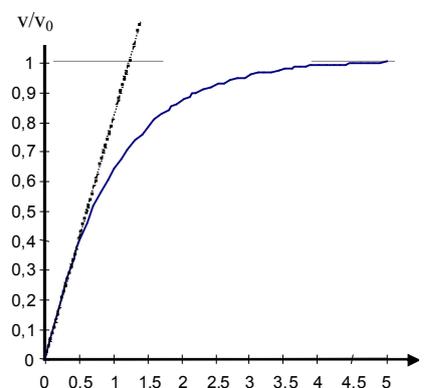


Рис. П2

Описание метода Стокса определения вязкости жидкости.

Метод Стокса основан на измерении скорости падения шарика определенных размеров в исследуемой жидкости. Для исследований берется шарик малого радиуса и вязкая жидкость.

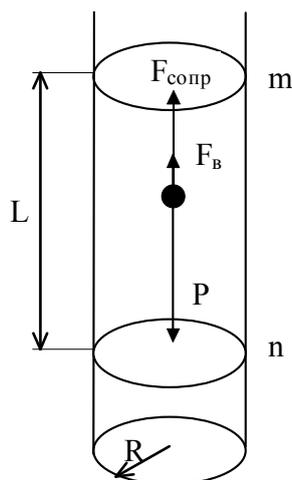


Рис. 1

Вследствие этого, число Рейнольдса в опыте невелико и сила сопротивления, действующая на шарик, определяется формулой Стокса. Следовательно, через некоторое время скорость падения шарика установится. Тогда из формулы (2) можно получить выражение для вязкости:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \rho_{\text{жидк}}) g}{v_0} \quad (3).$$

Геометрия прибора такова, что на расстоянии от поверхности жидкости в цилиндре до метки m устанавливается равномерное движение шарика. Таким образом, расстояние L от верхней метки до нижней, шарик проходит с установившейся скоростью v_0 за некоторое время t . Значит можно написать:

$$v_0 = L/t.$$

Тогда:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \rho_{\text{жидк}}) g t}{L} \quad (4).$$

Формула Стокса справедлива лишь для случая движения шарика в безграничной среде (т. е. расстояние до стенок сосуда должно быть бесконечно большим). Если же шарик падает вдоль оси цилиндрического сосуда радиуса R , то учет влияния стенок приводит к следующему выражению для силы сопротивления:

$$F_{\text{сопр}} = 6\pi r \eta v_0 (1 + 2,4r/R).$$

А значит и выражение (4) для вязкости примет вид:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \rho_{\text{жидк}}) g t}{L \left(1 + 2,4 \frac{r}{R} \right)} \quad (5).$$

Это рабочая формула для определения вязкости методом Стокса. Опытным путем определяются время падения шарика в среде t и радиус шарика r . Величины ρ и $\rho_{\text{жидк}}$ определяются в эксперименте отдельно. Величины R и L являются постоянными для данного прибора, их значения определяются измерительными приборами.

Порядок выполнения работы.

1. Выпишите все постоянные для данного опыта величины: радиус цилиндра, расстояние между метками.
2. Определите экспериментально плотности материала шарика и плотность вязкой жидкости.
3. Составьте Таблицу 1 результатов измерений и вычислений:

Таблица 1

№ п/п	t_i	\bar{t}	$\bar{\eta}$	$\Delta t_i = t_i - \bar{t}$	Δt
1					
2					
...					
10					

4. Приступайте к измерению времени падения шарика в жидкости, для чего:
Опустите шарик в цилиндр с жидкостью как можно ближе к оси цилиндра.
Следя за падением шарика в жидкости, фиксируйте взгляд на верхнюю метку цилиндра так, чтобы ее противоположные стороны слились в одну линию.
В тот момент, когда шарик проходит через эту метку, включите секундомер, затем так же фиксируйте взгляд на нижнюю метку цилиндра и остановите секундомер в момент прохождения шарика через нее.
5. Запишите в таблицу полученное время падения шарика t_1 .
6. Повторите эти измерения еще девять раз, записывая все полученные значения времени падения t_2, t_3, t_4, \dots в таблицу.
7. Вычислите среднее время движения \bar{t} и среднюю погрешность Δt .
8. Вычислите по формуле (5) среднее значение вязкости $\bar{\eta}$ и ее относительную погрешность
$$\frac{\Delta \eta}{\bar{\eta}} = \frac{\Delta t}{\bar{t}}$$
9. Найдите абсолютную погрешность $\Delta \eta$ и окончательный результат запишите в виде:
$$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \eta$$

Контрольные вопросы.

1. Что называется вязкостью?
2. Почему облака, состоящие из капель воды или кристалликов льда, не падают на землю? Что их удерживает в воздухе?
3. Что определяет число Рейнольдса? Приведите значения этого числа и объясните, что они обозначают.

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

Работа №5:

«Определение удельной теплоёмкости свинца»

- **Цель:** Экспериментально определить удельную теплоёмкость свинца.

Приборы и материалы: свинец (дробь), ёмкость, термопара с мультиметром, линейка.

Описание метода.

Метод определения удельной теплоёмкости основан на явлении нагревания твердых тел при пластической деформации. В ёмкость насыпаем дробь, начальную температуру которой предварительно измеряем термометром. Затем вертикально расположенный картонный цилиндр резко поворачиваем на 180°. Поднятая на высоту ёмкости h дробь падает, и ее потенциальная энергия превращается в кинетическую. При достижении дна цилиндра кинетическая энергия дроби расходуется на пластическую деформацию, сопровождающуюся увеличением внутренней энергии свинца. Потерями тепла можно пренебречь, так как теплопроводность картона мала, а длительность опыта невелика,

При высоте падения порядка одного метра повышение температуры дроби оказывается настолько малым, что его невозможно измерить в школьных условиях, Для того чтобы разность температур составляла несколько градусов и ее можно было измерить термометром с ценой: деления 1 °С, переворот цилиндра должен быть повторен примерно 100 раз. Для n повторений увеличение внутренней энергии дроби составит: $\Delta E = n \cdot m \cdot g \cdot h$ (1)

Здесь m - масса дроби, g - ускорение свободного падения, h – высота цилиндра.

Измерив температуру дроби в конце опыта и учитывая, что изменение внутренней энергии в данном случае равно количеству теплоты, затраченной на нагревание дроби путем теплопередачи, получим: $\Delta E = Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$ (2)

где c - удельная теплоемкость свинца.

Окончательно из уравнений (1) и (2) получим: $c = \frac{n \cdot g \cdot h}{\Delta t}$ (3)

Правила пользования мультиметром.

Термопара представляет из себя два провода, спаянные вместе. Место спайки (оно обернуто синей изоляцией) и является тем элементом, который измеряет температуру. На концах проводов закреплены два штекера для подключения к мультиметру. Чёрный штекер вставляется в нижнее гнездо, а красный в среднее. После того, как термопара подключена к мультиметру, переключатель прибора поворачивают в положение обозначенное надписью «Темр». На дисплее прибора будет высвечиваться температура места спая проводов в градусах Цельсия.

Порядок выполнения работы.

1. Заготовьте таблицу для записи экспериментальных данных:

№	n	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$c, \text{Дж/кг}^\circ\text{C}$

2. Измерьте и запишите высоту цилиндра.
3. Подключите термопару к мультиметру и зафиксируйте начальную температуру дроби. Перед дальнейшими действиями термопару нужно отключить от мультиметра, но вынимать не нужно.
4. Проведите эксперимент для 100 переворотов цилиндра.
Обратите внимание: эксперимент необходимо проводить достаточно быстро, чтобы избежать тепловых потерь, но при этом после каждого переворота цилиндр должен быть поставлен на поверхность стола, чтобы произошёл неупругий удар дроби о стол.
5. По окончании эксперимента необходимо быстро подключить термопару к мультиметру и зафиксировать конечную температуру. На установление конечной температуры можно понадобится некоторое время, так что не торопитесь фиксировать показания.
6. Вычислите удельную теплоёмкость свинца по полученным данным.
7. Повторите пункты 3-6 для 150 и 200 переворотов соответственно. При этом конечная температура в предыдущем опыте будет являться начальной температурой в последующем.
8. Вычислите среднее значение удельной теплоёмкости свинца.
9. Сравните полученный результат с табличным значением (130 Дж/кг) и вычислите относительную погрешность.

Контрольные вопросы.

1. Объясните причину погрешностей в данном эксперименте.
2. При падении дроби необходимо учитывать изменение потенциальной энергии центра масс дроби, который находится на некоторой высоте над дном цилиндра. Тем не менее, мы этого не делаем. Почему?
3. Каков физический смысл удельной теплоёмкости свинца?

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

Работа №6:

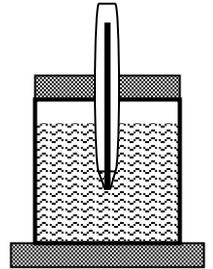
«Исследование процесса теплопередачи»

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 теплоизоляционным 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°C . Проводите измерения до тех пор, пока температура не снизится как минимум на 20°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?