

Урок №4 7 класс**Вводный курс к Лабораторным работам
№№ 1-5.****Простые измерения****Измерение массы, размеров и плотности тел****Порядок выполнения лабораторных работ**

1. Уясните цель выполнения работы. Внимательно прочитайте введение к лабораторной работе. Исходя из прочитанного, составьте план действий, необходимый для достижения поставленной цели.
2. Проверьте свою подготовленность к выполнению работы. Если ответы на поставленные вопросы представляют для вас затруднение, то прочитайте материал по учебнику.
3. Проверьте наличие на вашем лабораторном столе необходимого оборудования и материалов.
4. Ознакомьтесь с описанием лабораторной работы. Подумайте, понятны ли вам приемы осуществления тех или иных операций эксперимента. Если у вас возникают сомнения, проконсультируйтесь у преподавателя или его помощника — лаборанта. Если вопросов нет, приступайте к работе.
5. Перед началом работы запишите в тетради дату проведения работы, ее номер и название, цель работы, перечень применяемого оборудования. Затем кратко, схематично записывайте ход эксперимента. В экспериментальной работе не бывает мелочей, любые на первый взгляд малозначительные замечания могут оказаться необходимыми при формулировке выводов.
6. По окончании лабораторной работы оформите ее результаты (в виде таблиц, графиков, диаграмм, словесных описаний), вычислите границы погрешностей измерений и запишите окончательный результат с учетом погрешности.
7. Сформулируйте выводы на основании результатов проведенного эксперимента и запишите их в тетради.

Допуск к работам

Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторных работ

При проведении опытов будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя. Не приступайте к выполнению работы без разрешения преподавателя. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание. Особенно осторожно обращайтесь со стеклянными сосудами. Не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов! Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях.

При сборке электрических цепей используйте провода с прочной изоляцией, без видимых повреждений; избегайте пересечения проводов. Источник тока в электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранную цепь включайте только после проверки и разрешения преподавателя.

Нельзя прикасаться к находящимся под напряжением элементам, лишенным изоляции, производить переключение проводов в цепях электричества и смену предохранителя до отключения источника питания, прикасаться к корпусам стационарного электрооборудования, к выводам отключенного конденсатора. Пользуйтесь инструментами с изолированными ручками.

По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь. Нельзя уходить с рабочего места без разрешения преподавателя. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом преподавателю. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.

Не следует нагревать воду свыше 70 °С. Нельзя зажигать спиртовку от другой спиртовки.

Запрещается: использовать в лабораторных опытах ртуть, нафталин, бензин; пробовать на вкус химические реактивы.

Теоретический минимум

1. Физический практикум является неотъемлемой частью курса физики, который создан для усвоения Вами основных законов физики. Последнее невозможно без методов практической работы в физической лаборатории, без ваших самостоятельных практических занятий в физической лаборатории, где не только проверяют известные законы физики, но Вы обучаетесь работе с физическими приборами, овладеваете навыками экспериментальной исследовательской деятельности, учитесь грамотной обработке результатов измерений и критическому отношению к ним.
2. Вы должны заранее готовиться к выполнению каждой работы, изучить описание работы, знать в объеме, указанном в инструкции по выполнению работы, иметь предварительно подготовленный лабораторный журнал с

- конспектом и таблицами, а также, если это необходимо, иметь миллиметровую бумагу для выполнения прикидочного графика.
3. Допущенные ученики обязаны следовать порядку. Строго в соответствии с описанием в лаборатории заканчивается выполнение предварительных расчетов и обсуждение материалов с преподавателем. К следующему занятию учащийся самостоятельно заканчивает обработку полученных экспериментальных данных, построение графиков и оформление отчета.
 4. Придя в лабораторию, учение обязан уже знать принятую методику измерений и обработки данных, вывести самостоятельно расчетные формулы. Выполнение работы на этом завершается, выставляется окончательная итоговая оценка за работу.
 5. До начала лабораторных работ ученик обязан знать: **«Способы измерений. Прямые и косвенные измерения. Точность измерений. Цена деления шкалы прибора. Класс точности прибора. Ошибки измерений систематические и случайные. Способы уменьшения ошибок. Статистические способы повышения точности в том случае, если случайная ошибка больше предельной точности прибора».**

6. Построение графиков

Зачем нужны графики?

Здесь можно ответить: «Многие открытия в физике были сделаны в результате тщательных экспериментальных проверок таких утверждений, которые всем казались очевидными. Может быть, и вам сегодня удастся получить такой результат, которого вы не ожидаете, если визуально увидите на графике закономерности».

7. Приборы и способы измерений физических величин.

Приборы, с помощью которых можно проводить измерения, характеризуются точностью. Если измеряемая величина «считывается» со шкалы прибора, то расстояния между двумя соседними метками (штрихами) на шкале прибора определяют максимальную точность, которую «обеспечивает погрешность» данного прибора. Например, миллиметровые деления на шкале металлической линейки или рулетки ограничивают точность измерений величиной примерно 0,5 мм. Истинное значение измеряемой величины и значение, которое экспериментатор считал со шкалы прибора, могут отличаться. Различие этих величин экспериментатору неизвестно, но оно меньше, чем Точность измерений, которую может обеспечить данный прибор при правильно проведенном измерении. Соответствующее отличие называется **приборной погрешностью** измерений.. Приборная погрешность складывается в этом случае из погрешностей преобразования и дискретизации. Числовые (или, как их ещё называют, цифровые) приборы тоже характеризуются **классом точности**.

Работа в лаборатории

Взвесив брусок на весах, школьник получил 74,3 г. (точное значение, полученное при измерении с использованием аналитических весов, составляет $74,321 \pm 0,001$ г). Предположим, что школьник измерил его длину, ширину и высоту при помощи обычной деревянной линейки и получил для длины, ширины и высоты значения 32, 25 и 12 миллиметров (Случайно или нет, но точные значения этих размеров, полученные учителем с помощью микрометра, равны $32,000 \pm 0,001$; $25,000 \pm 0,001$ и $12,000 \pm 0,001$ мм.)

Какую точность следует приписать полученным числам школьнику?

Ход его рассуждений должен быть такой: «Если бы я измерял при помощи этой линейки расстояние между двумя четко обозначенными точками на плоскости твердым и хорошо заточенным карандашом или, что лучше, наколотыми тонкой иглой, то мог бы считать, что погрешность определяется только точностью измерительного прибора — линейки, тогда можно взять «полделения» в качестве разумной оценки погрешности. Такой выбор не так уж плох — если изготовитель линейки разумен, он не станет увеличивать цену простого измерителя, нанося на него больше делений, чем необходимо для реализации его точности. Размеры линейки из дерева изменяются со временем — она разбухает при увеличенной влажности, деформируется при высыхании, просто меняется со временем; металлические линейки лучше, однако и их размеры через некоторое время после изготовления становятся не очень точными, кроме того, толщина штриха на линейке не так мала, как хотелось бы. В том случае, когда размеры для измерения не так хорошо определены, а в нашем случае это именно так, погрешность получится выше, даже если форма тела очень близка к правильной, прямоугольной и мы расположили линейку точно вдоль граней.

В общем, если отнестись к точности измерений с некоторым оптимизмом, можно взять такие значения: длина 31-33 мм, ширина 24-26 мм, высота 11-13 мм.

Цель работы — проделать простые измерения массы и размеров тел, определить плотности этих тел.

Приборы:

- весы и разновес,
- линейка металлическая (деревянная, на худой конец — пластмассовая), штангенциркуль,
- мерная мензурка,

- нитки,
- сосуд с чистой водой.
- металлический цилиндр (можно грузик из набора по механике),
- деревянный параллелепипед,
- пластиковая или металлическая фигурка неправильной формы — для измерений плотности материалов.

Выполнение работы:

а) измерение объема тел

для тел простой формы выполнение понятно и описано во множестве пособий — измеряют размеры и по ним рассчитывают объем тела (сразу стоит сказать, что это не самое разумное решение для получения приемлемой точности — оптимальный метод ниже будет описан),

б) измерение массы тел

массу тела измеряют при помощи весов — точность измерений массы получается очень высокой,

в) измерение плотности тел

далее находят плотность тела простым делением массы на объем.

Для тел **неправильной формы** прямые измерения размеров для нахождения объёма не проходят — нужно воспользоваться мерной мензуркой, правда точность при этом получается довольно плохой.

Главная причина плохой точности — неточность определения объёма как прямым способом — для тел правильной формы, так и при помощи погружения в воду.

Погрешности

При измерениях физических величин возникает множество проблем.

Некоторые измерения можно делать **«напрямую»** :

- измерение температуры воды в стакане термометром,
- измерение напряжения батарейки вольтметром,
- измерение длины карандаша линейкой,
- измерение длительности урока секундомером.

Такие измерения называют **прямыми**, они достаточно просты.

Чаще приходится иметь дело с измерениями, в которых результат получается при комбинировании напрямую измеренных величин. Например, при нахождении плотности материала, из которого сделан данный предмет, придется измерить его

массу и размеры, после чего мы сможем посчитать плотность. Такие измерения называют **косвенными**.

В общем, если отнестись к точности наших измерений с некоторым оптимизмом, можно взять такие значения: длина 31-33 мм, ширина 24-26 мм, высота 11-13 мм. Для нахождения погрешности определения объёма воспользуемся так называемым «методом границ» — смысл его вполне ясен из названия.

Минимальное значение объёма определяется произведением наименьших величин, максимальное наибольших: $V_{\min} = 31 \cdot 24 \cdot 11 = 8184 \text{ мм}^3$, $V_{\max} = 33 \cdot 26 \cdot 13 = 11154 \text{ мм}^3$

Тогда $V = (9669 \pm 1485) \text{ мм}^3$, хотя лучше округлить и написать $V = (9,7 \pm 1,5) \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

Правило 1.

Значение абсолютной погрешности обычно округляется до одной значащей цифры. После этого результат измерений записывается с числом десятичных знаков, не большим, чем их имеется в абсолютной погрешности. Например, запись $v = (0,56032 \pm 0,028) \text{ м/с}$ не совсем удачна. Желательно округлить значение абсолютной погрешности до $\Delta v = 0,03$ и записать $v = (0,56 \pm 0,03) \text{ м/с}$.

Правило 2.

При построении графиков (рис. 2) следует иметь в виду, что результату опыта соответствует на координатной плоскости не точка, а прямоугольник со сторонами $2\Delta x$ и $2\Delta y$. Поэтому линию графика проводят плавно, так, чтобы по обе стороны от нее оказались примерно одинаковые площади прямоугольников.

Правило 3.

Принято считать, что погрешности значений физических величин, приведенных в справочниках, имеют границу, равную половине разряда последней цифры.

Пример 1. Если указано, что $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, то последняя цифра (цифра 8) находится в разряде десятых.

поэтому можно записать $9,75 \text{ м/с}^2 < g < 9,85 \text{ м/с}^2$.

Пример 2. Плотность $\rho = 2,75 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, т.е. последняя цифра (цифра 5) находится в разряде сотых. Следовательно,

т.е. $2,74 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 < \rho < 2,75 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Планирование и выполнение эксперимента

Выбор метода измерений и измерительных приборов.

Любые измерения физических величин производятся для того, чтобы найти их приближенные значения с минимальными погрешностями измерений. Поэтому на этапе выбора метода измерений и измерительных приборов следует сделать предварительную оценку границ возможных погрешностей измерений при использовании различных методов и измерительных приборов. Эта оценка может показать, какой из методов измерения дает возможность получить результат с меньшей погрешностью, какие условия следует выполнить для уменьшения

погрешностей измерений, какие измерительные приборы целесообразнее использовать в данном эксперименте.

Задание для самопроверки знаний учащихся по теме:

«Запись результатов измерений» Сколько значащих цифр в следующих числах?

1. 20,00.
2. 0,20.
3. 0,002.
4. 200,00.
5. 2 106.
6. Какая первая значащая цифра в числе 0,0156?
7. Какая последняя значащая цифра в числе 259,06?
8. Каким приближенным числом нужно записать результат измерения массы, если показания весов 128,1 г, а граница абсолютной погрешности измерений $\Delta = 0,1$ г?
9. Каким приближенным числом нужно выразить результат измерений, если показания секундомера 5,34 с, а граница абсолютной погрешности измерений $\Delta = 0,15$ с?
10. Каким приближенным числом нужно выразить результат измерений длины, если отсчет показаний измерительного прибора дал результат 245 см, а граница относительной погрешности равна 1%?
11. Каково значение границы абсолютной погрешности измерений, если приближенное значение результата измерения выражено числом 6,62 кг?
12. Каково значение границы абсолютной погрешности измерений, если приближенное значение результата измерения выражено числом 0,1 м?
13. Каково значение границы абсолютной погрешности измерений, если приближенное значение результата измерения выражено числом 3,1 — 102 м?
14. Какое из приведенных ниже чисел правильно выражает результат измерения, если известно, что измерения выполнены с абсолютной погрешностью, не превышающей 1 см?
15. Каково значение границы относительной погрешности измерения, если приближенный результат измерений выражен числом 20 см?
16. Каково значение границы относительной погрешности измерений, если приближенное значение результата измерения выражено числом 20,0 см?
17. Какой из приведенных ниже вариантов записи результатов измерений является наиболее целесообразным?