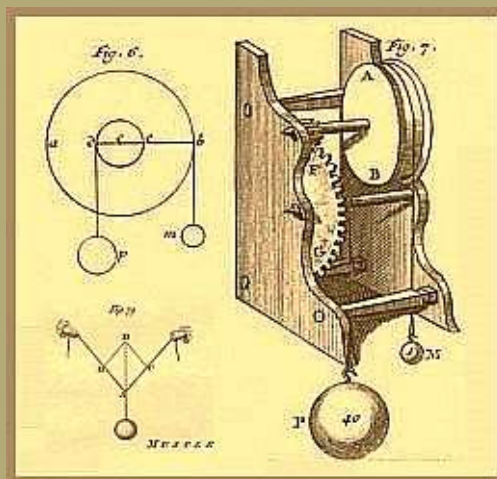


А. В. Колобухов

Отчеты по лабораторным работам по физике

*Учебное пособие для учащихся 7 классов
общеобразовательных школ.*



Санкт-Петербург

2022

А. В. Колобухов

**Отчеты
по лабораторным работам
по физике**

*для учащихся 7 классов
общеобразовательных школ*

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2022

Введение

Дорогие ребята!

В этом учебном году вы начинаете изучать курс физики. Для того чтобы процесс обучения был более успешным, вы будете самостоятельно проводить лабораторные работы по различным темам данного предмета. Помните, лабораторная работа – это маленький научный эксперимент. А результаты любого научного эксперимента должны быть правильно оформлены. Данное пособие содержит образцы оформления отчетов по лабораторным работам по физике, которое поможет вам подготовиться к постановке физических опытов и оформить результаты его выполнения.

Для этого внимательно прочитайте настоящие общие методические рекомендации о порядке подготовки к выполнению лабораторных работ по физике, оформлению результатов их проведения и соблюдайте эти правила на практических занятиях.

Эти правила не сложные, но их соблюдение поможет вам успешно поставить физические опыты, аккуратно и правильно оформить полученные результаты.

Подготовка и выполнение лабораторной работы включает в себя несколько этапов: подготовительный, теоретический, практический, обработка результатов, выводы. В настоящей пособии каждому из этих этапов посвящена соответствующая часть.

На подготовительном этапе вам необходимо ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Для этого внимательно прочитайте инструкцию "Ход работы" в описании лабораторной работы в конце учебника физики. В общей части тетради вы должны записать цель данной работы, перечислить оборудование и материалы, которые будут использоваться при постановке опытов, а также графически изобразить схему лабораторной установки (опыта). Изображенные на схеме оборудование и материалы должны иметь стрелки-сноски с цифрами соответствующие их номеру в перечне оборудования и материалов.

Очень важным при оформлении результатов поставленных опытов является культура графических построений. Правильно, точно и аккуратно построенный графический рисунок очень часто помогает правильно собрать опытную установку или оптимально разместить на рабочем месте оборудование и приборы. При выполнении графического рисунка рекомендуется использовать лабораторную шаблонную линейку.

На теоретическом этапе подготовке к лабораторной работе вы должны определить формулы, которые вам понадобятся для вычисления расчетных физических величин при обработке полученных результатов опыта, а также формулы для перевода единиц измерения приборов в единицы измерения физических величин в системе СИ. В теоретической части тетради заполните необходимые формулы для расчета физических величин и перевода единиц измерения. Под формулой обязательно укажите расшифровку буквенных обозначений величин, используемых в формуле.

Лабораторную работу выполняйте строго в соответствии с инструкцией, соблюдая необходимые требования правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ по физике. Ответы на вопросы, полученные результаты опытов и результаты обработки полученных данных запишите в таблицы экспериментальной части тетради.

Выполнение лабораторной работы завершается выводами, в которых освещается итоговые результаты поставленных физических опытов. В разделе "Выводы" запишите обобщающие результаты выполненной работы в соответствии с поставленными целями и ожидаемыми результатами по выдвинутой в начале опыта гипотезе.

Успехов вам в выполнении лабораторных работ по физике!

Оформление лабораторной работы и расчет погрешностей

1. Оформление отчёта о проделанной работе

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие разделы:

1. Заголовок (Лабораторная работа № ...)
2. Наименование работы.
3. Цель работы.
4. Схема опыта (если требуется схема электрической цепи).
5. Теоретическая часть (описание явления или опыта, формулы искомых величин и их погрешностей, если требуется пояснительные схемы и чертежи).
6. Практическая часть (таблица результатов измерений и вычислений, расчеты по формулам, если требуется графики или схемы).
7. Выводы, окончательный результат (согласно цели работы).

2. Погрешности измерений

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой их результатов.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путём с помощью средств измерения.

Прямое измерение — определение значения физической величины непосредственно средствами измерения.

Косвенное измерение — определение значения физической величины по формуле, связывающей её с другими физическими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Введём следующие обозначения: A, B, C, \dots — *физические величины*.

$A_{\text{пр}}$ — *приближённое значение физической величины*, т. е. значение, полученное путём прямых или косвенных измерений.

ΔA — *абсолютная погрешность измерения физической величины*.

ε — *относительная погрешность измерения физической величины*, равная

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} \cdot 100\%$$

$\Delta_{\text{и}}A$ — *абсолютная инструментальная погрешность*, определяемая конструкцией прибора (погрешность средств измерения; таблица 1).

$\Delta_{\text{о}}A$ — *абсолютная погрешность отсчёта* (получающаяся от недостаточно точного отсчёта показаний средств измерения); она равна в большинстве случаев половине цены деления, при измерении времени — цене деления секундомера или часов.

Таблица 1

№ п/п	Средства измерения	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	Линейка			
	ученическая	до 50 см	1 мм	± 1 мм
	чертёжная	до 50 см	1 мм	$\pm 0,2$ мм

№ п/п	Средства измерения	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
	инструментальная (стальная)	20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
	демонстрационная	100 см	1 см	$\pm 0,5$ см
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см
3	Измерительный цилиндр	до 250 мм	1 мл	± 1 мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Весы учебные	200 г	—	$\pm 0,01$ г
8	Секундомер	0—30 мин	0,2 с	± 1 с за 30 мин
9	Барометр-анероид	720—780 мм рт. ст.	1 мм рт. ст.	± 3 мм рт. ст.
10	Термометр лабораторный	0—100 °C	1 °C	± 1 °C
11	Амперметр школьный	2 А	0,1 А	$\pm 0,05$ А
12	Вольтметр школьный	6 В	0,2 В	$\pm 0,15$ В

Максимальная абсолютная погрешность прямых измерении складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчёта при отсутствии других погрешностей:

$$\Delta A = \Delta_{\text{и}} A + \Delta_{\text{о}} A.$$

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры ($\Delta A = 0,17 = 0,2$).

Числовое значение результата измерения округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности ($A = 10,332 = 10,3$).

Результаты повторных измерений физической величины A , проведённых при одних и тех же контролируемых условиях и при использовании достаточно чувствительных и точных (с малыми погрешностями) средств измерения, обычно отличаются друг от друга. В этом случае $A_{\text{пр}}$ находят как среднее арифметическое значение всех измерений, а погрешность ΔA (её называют случайной погрешностью) определяют методами математической статистики.

В школьной лабораторной практике такие средства измерения практически не используются. Поэтому при выполнении лабораторных работ необходимо определять максимальные погрешности измерения физических величин. Для получения результата достаточно одного измерения.

Относительная погрешность косвенных измерений определяется так, как показано в таблице 2.

Таблица 2

Формулы для вычисления относительной погрешности косвенных измерений

№ п/п	Формула для физической величины	Формула для относительной погрешности
1	$A = BCD$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta D}{D}$
2	$A = \frac{BC}{D}$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta D}{D}$
3	$A = B + C$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C}{B + C}$
4	$A = B - C$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C}{B - C}$
5	$A = BC^2$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + 2 \frac{\Delta C}{C}$
6	$A = B \sqrt{\frac{C}{D}}$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} + \frac{1}{2} \frac{\Delta D}{D}$

Абсолютная погрешность косвенных измерений определяется по формуле

$$\Delta A = \varepsilon \cdot A_{np}.$$

3. Класс точности электроизмерительных приборов

Для определения абсолютной инструментальной погрешности прибора надо знать его *класс точности*. Класс точности $\gamma_{пр}$ измерительного прибора показывает, сколько процентов составляет абсолютная инструментальная погрешность $\Delta_{и}A$ от всей шкалы прибора (A_{max}):

$$\gamma_{пр} = \frac{\Delta_{и}A}{A_{max}} \cdot 100\%$$

Класс точности указывают на шкале прибора или в его паспорте (знак % при этом не пишут). Существуют следующие классы точности электроизмерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4.

Зная класс точности прибора ($\gamma_{пр}$) и всю его шкалу (A_{max}), определяют абсолютную погрешность $\Delta_{и}A$ измерения физической величины A этим прибором:

$$\Delta_{и}A = \frac{\gamma_{пр} A_{max}}{100}$$

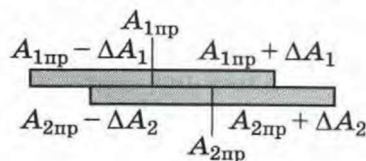
4. Сравнение результатов измерений

1) Записать результаты измерений в виде двойных неравенств:

$$A_{1np} - \Delta A < A_{1np} < A_{1np} + \Delta A$$

$$A_{2np} - \Delta A < A_{2np} < A_{2np} + \Delta A$$

2) Сравнить полученные интервалы значений (рисунок): если интервалы не перекрываются, то результаты неодинаковы; если перекрываются, одинаковы при данной относительной погрешности измерений.



5. Запись результатов измерения

Результаты измерений записываются по форме:

$$A = A_{np} \pm \Delta A,$$

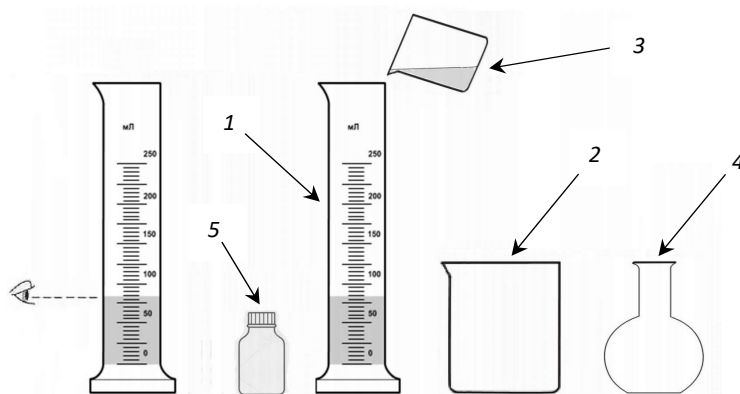
Относительная погрешность: $\varepsilon = \dots \%$.

Лабораторная работа № 1. Определение цены деления измерительного прибора

Цель работы: Определить цену деления измерительного цилиндра, научиться пользоваться им и определять с его помощью объём жидкости.

Оборудование: 1. Измерительный цилиндр;
2. Стакан большой с водой;
3. Стакан малый;
4. Колба плоскодонная;
5. Банка для химикатов.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

ЦД – цена деления шкалы прибора

D_1 – меньшее значение штриха шкалы прибора

D_2 – большее значение штриха шкалы прибора

N – количество делений между двумя подписанными штрихами шкалы

$$\text{ЦД} = \frac{D_2 - D_1}{N}$$

Значения двух ближайших штрихов измерительного цилиндра: $D_1 =$ мл, $D_2 =$ мл.

Количество делений между двумя штрихами измерительного цилиндра: $N =$

Цена деления измерительного цилиндра: ЦД =

$$1 \text{ мл} = \text{ см}^3$$

A – измеряемая величина

a – результат измерения

Δa – погрешность измерения

$$A = a \pm \Delta a$$

Сложение измеряемых величин

$$C = A + B = (a + b) \pm (\Delta a + \Delta b) = c \pm \Delta c$$

Вычитание измеряемых величин

$$C = A - B = (a - b) \pm (\Delta a + \Delta b) = c \pm \Delta c$$

Погрешность измерения прибора

$$\Delta a = \text{ЦД}$$

V –

$V_{\text{ж}}$ –

$V_{\text{с}}$ –

$$V_{\text{ж}} = V_{\text{с}}$$

Вычисление объема жидкости в сосуде если объем измерительного цилиндра мал:

$$V_{\text{ж}} = V_{\text{ж1}} + V_{\text{ж2}}$$

$V_{\text{ж1}}$, $V_{\text{ж2}}$ – части объема жидкости сосуда.

Погрешность измерения измерительного цилиндра: $\Delta V =$

Практическая часть:

Ответы на вопросы (измерительный цилиндр):

Характеристики	Результаты измерений
Цена деления шкалы, мл	
Верхний предел измерения шкалы, мл	
Нижний предел измерения шкалы, мл	
Объем налитой жидкости в цилиндр, мл	\pm

Результаты измерений

№ опыта	Название сосуда	Объем жидкости $V_{\text{ж}}$, см ³	Объем сосуда $V_{\text{с}}$, см ³
1	Стакан малый	\pm	\pm
2	Колба плоскодонная	\pm	\pm
3	Банка для химикатов	\pm	\pm
4	Стакан большой	\pm	\pm

Результаты вычислений:

Объем жидкости в малом стакане:

Объем жидкости в большом стакане:

Объем жидкости в колбе:

Объем жидкости в банке для химикатов:

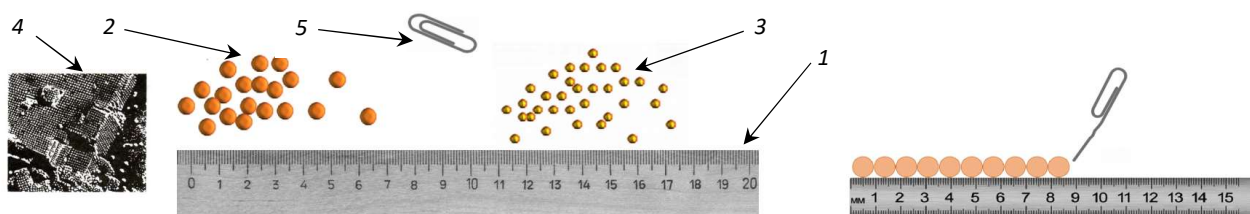
Выводы:

Лабораторная работа № 2. Измерение размеров малых тел

Цель работы: научиться выполнять измерения способом рядов.

Оборудование: 1. Линейка;
2. Горох;
3. Пшено;
4. Фотография молекул;
5. Скрепка.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

l – длина ряда

n – число частиц в ряду

d – размер одной частицы

Определение размера тела по способом рядов:

$$d = \frac{l}{n}$$

Увеличение фотографии (масштаб): $M = 1:70000$.

d – размер одной частицы на фотографии

$d_{\text{и}}$ – истинный размер одной частицы на фотографии

Определение истинного размера тела по изображенного в масштабе:

$$d_{\text{и}} = \frac{d}{M}$$

A – измеряемая величина

a – результат измерения

Δa – погрешность измерения

$$A = a \pm \Delta a$$

Умножение измеряемых величин на число

$$B = k \cdot A = (k \cdot a) \pm (k \cdot \Delta a) = b \pm \Delta b$$

Деление измеряемых величин на число

$$D = \frac{C}{k} = \frac{c}{k} \pm \frac{\Delta c}{k} = d \pm \Delta d$$

Погрешность измерения линейки: $\Delta l =$

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	Тело	Число частиц в ряду n	Длина ряда l , мм	Размер одной частицы d , мм	
1	Горох		\pm	\pm	
2	Пшено		\pm	\pm	
3	Молекула		\pm	на фотографии	истинный
				\pm	\pm

Результаты вычислений:

Размер одной частицы: горох –

пшено –

молекула на фотографии –

молекула (истинный размер) –

Погрешности измерений: горох –

пшено –

молекула на фотографии –

молекула (истинный размер) –

Выводы:

Лабораторная работа № 3. Измерение массы тела на рычажных весах

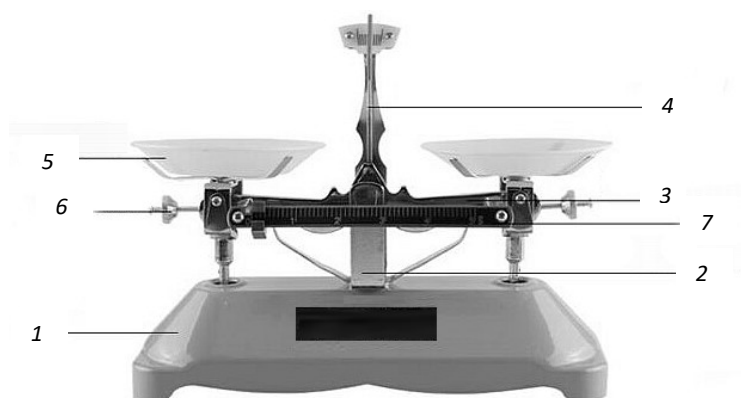
Цель работы: научиться пользоваться рычажными весами и с их помощью определять массу тел.

Оборудование: 1. Весы с разновесами;
2. Тело 1;
3. Тело 2;
4. Тело 3.

Схема опыта:



Теоретическая часть:



1. Основание весов;
2. Стойка со шкалой;
3. Коромысло;
4. Стрелка-указатель;
5. Чашки;
6. Регулировочные винты;
7. Регулировочная планка с ползунком;
8. Предохранительные стойки с резиновыми втулками.

Массы гирь и разновесов:

Гири		Разновесы	
масса, г	количество	масса, мг	количество

Масса тела при равновесии весов равна общей массе гирь и разновесов, установленных на левой чашке весов.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

где m – масса тела;

$m_1 \dots m_n$ – масса гирь и разновесов.

За погрешность взвешивания массы Δm принимают значение массы наименьшего разновеса.

Погрешность измерения массы: $\Delta m =$

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	Тело	Масса гирь и разновесов	Масса тела m , г
1			\pm
2			\pm
3			

Результаты вычислений:

Масса тела: тело 1 –

тело 2 –

тело 3 –

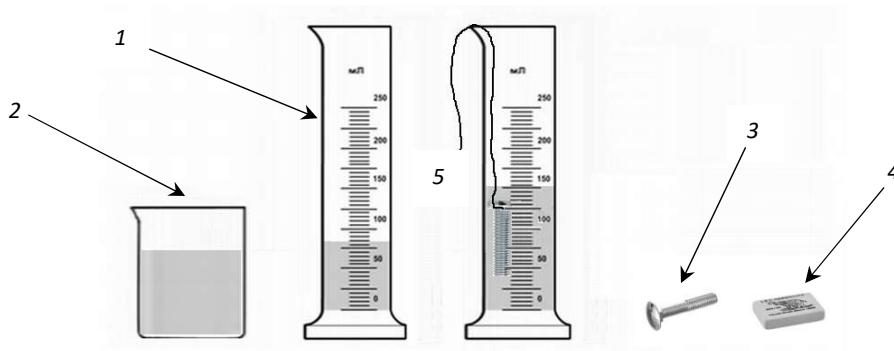
Выводы:

Лабораторная работа № 4. Измерение объема тела

Цель работы: научиться определять объём тела с помощью измерительного цилиндра.

Оборудование: 1. Измерительный цилиндр;
2. стакан с водой;
3. Тело 1;
4. Тело 2;
5. Нитка.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

Объем тела, погруженного в жидкость равен:

$$V = V_2 - V_1$$

где V – объем тела;

V_1 – начальный объем жидкости;

V_2 – объем жидкости и тела.

$$1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$$

Погрешность измерения объема: $\Delta V =$

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	Тело	Начальный объем жидкости V_1 , см ³	Объем жидкости и тела V_2 , см ³	Объем тела V , см ³
1		±	±	±
2		±	±	±

Результаты вычислений:

Объем тела: тело 1 –

тело 2 –

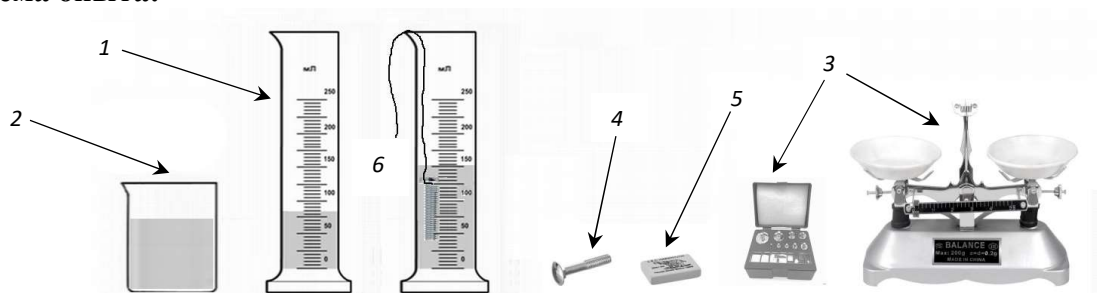
Выводы:

Лабораторная работа № 5. Определение плотности вещества твердого тела

Цель работы: научиться определять плотность твёрдого тела с помощью весов и измерительного цилиндра.

Оборудование: 1. Измерительный цилиндр;
2. стакан с водой;
3. Весы с разновесами;
4. Тело 1;
5. Тело 2;
6. Нитка.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

Масса тела при равновесии весов равна общей массе гирь и разновесов, установленных на левой чашке весов.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

где m – масса тела;

$m_1 \dots m_n$ – масса гирь и разновесов.

Объем тела, погруженного в жидкость равен:

$$V = V_2 - V_1$$

где V – объем тела;

V_1 – начальный объем жидкости;

V_2 – объем жидкости и тела.

$$1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$$

Плотность тела равна:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Погрешность измерения массы: $\Delta m =$

Погрешность измерения объема: $\Delta V =$

Относительная погрешность массы тела: $\varepsilon_m = \frac{\Delta m}{m}$.

Относительная погрешность объема тела: $\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V}$.

Относительная погрешность плотности тела: $\varepsilon_\rho = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V}$.

Абсолютная погрешность плотности тела: $\Delta \rho = \varepsilon_\rho \cdot \rho$.

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	Тело	Масса тела m , г	Объем тела V , см^3	Плотность тела, ρ	
				г/см^3	кг/м^3
1		\pm	\pm	\pm	\pm
2		\pm	\pm	\pm	\pm

Вычисление погрешностей

Абсолютная погрешность объема тела ΔV , см^3	Относительная погрешность объема тела $\Delta V / V$	Абсолютная погрешность массы тела Δm , г	Относительная погрешность массы тела $\Delta m / m$	Относительная погрешность плотности тела ε_ρ	Абсолютная погрешность плотности тела $\Delta \rho$, г/см^3

Результаты вычислений:

Масса тела: тело 1 –

тело 2 –

Объем тела: тело 1 –

тело 2 –

Плотность тела: тело 1 –

тело 2 –

Относительная погрешность объема тела ε_V :

тело 1 –

тело 2 –

Относительная погрешность массы тела ε_m :

тело 1 –

тело 2 –

Относительная погрешность плотности тела ε_ρ :

тело 1 –

тело 2 –

Абсолютная погрешность плотности тела $\Delta \rho$:

тело 1 –

тело 2 –

Выводы:

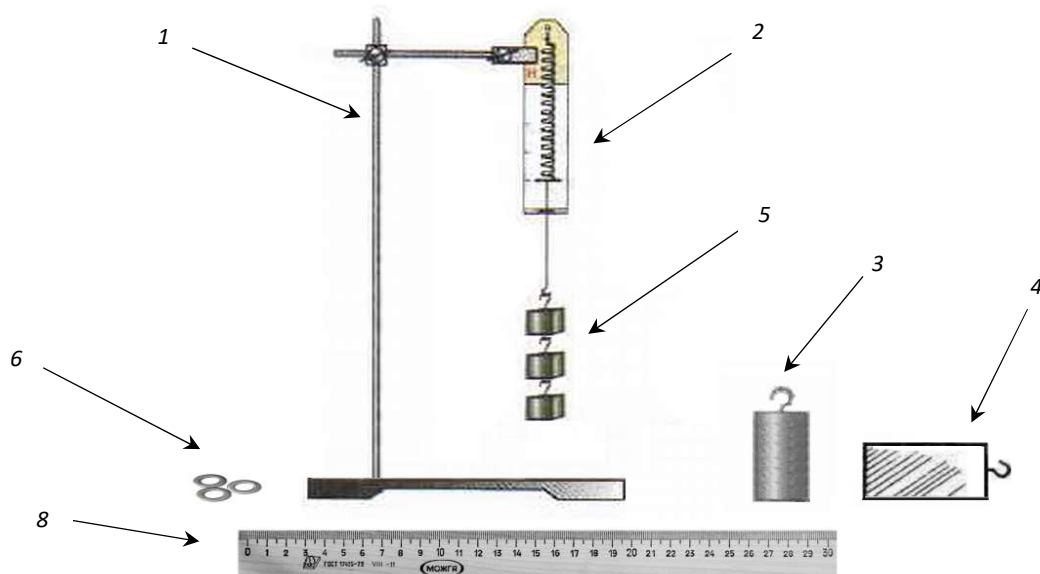
Лабораторная работа № 6.

Градирование пружины и измерение сил динамометром

Цель работы: научиться определять объём тела с помощью измерительного цилиндра.

Оборудование: 1. Штатив с муфтой и лапкой;
2. Динамометр плоский 5 Н;
3. Цилиндр металлический;
4. Брусок деревянный;
5. Набор грузов 100 г (4 шт.);
6. Шайба плоская $D = 8$ мм (4 шт.);
7. Липкая лента (скотч);
8. Линейка;
9. Лист бумаги.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

При подвешивании груза на пружину динамометра действуют две силы: вес груза и сила упругости.

Действующие силы равны по величине и противоположны по направлению:

$$P = F_{\text{упр}}$$

где P – вес груза;

$F_{\text{упр}}$ – сила упругости.

Вес груза равен силе тяжести, действующей на груз: $P = F_{\text{тяж}}$

Сила тяжести равна:

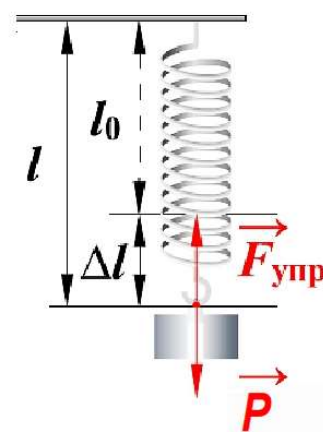
$$F_{\text{тяж}} = mg$$

где $F_{\text{тяж}}$ – сила тяжести;

m – масса груза;

g – ускорение свободного падения.

Ускорение свободного падения равно $g = 9,8$ Н/кг



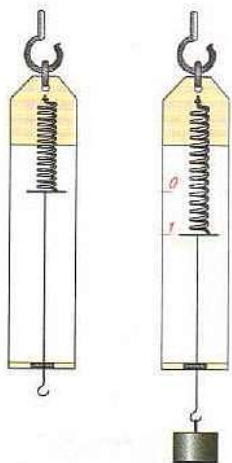
Сила упругости равна:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta l$$

где Δl – удлинение пружины;

k – жесткость пружины;

Градуирование – это получение шкалы с заданной точностью.

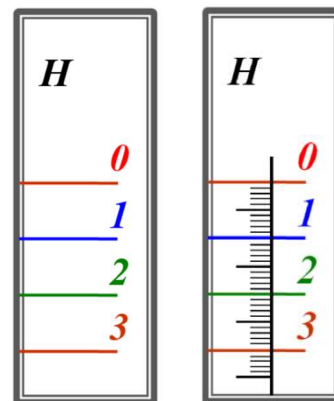


При подвешивании грузов массой 102 г, 204 г, 306 г, 404 г сила тяжести и сила упругости будут равны соответственно 1 Н, 2 Н, 3 Н, 4 Н.

Следовательно цена деления на шкале динамометра будет равна 1 Н.

Для получения на шкале динамометра цены деления 0,1 Н необходимо промежутки между целыми делениями поделить на 10 равных частей.

Так можно сделать потому, что удлинение пружины Δl увеличивается во столько раз, во сколько увеличивается сила упругости пружины $F_{\text{упр}}$.



Погрешность измерения массы: $\Delta m = 1$ г.

Погрешность измерения ускорения свободного падения: $\Delta g = 0,1$ Н/кг.

Погрешность измерения линейки: $\Delta l =$

Относительная погрешность веса груза: $\varepsilon_p = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g}$.

Абсолютная погрешность веса груза: $\Delta P = \varepsilon_p \cdot P$.

Относительная погрешность силы упругости: $\varepsilon_{F_{\text{упр}}} = \frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l}$.

Абсолютная погрешность силы упругости: $\Delta F_{\text{упр}} = \varepsilon_{F_{\text{упр}}} \cdot F_{\text{упр}}$.

Практическая часть:

Опыт 1

Результаты измерений

№ опыта	Масса груза m , г	Вес груза P , Н	Сила упругости $F_{\text{упр}}$, Н	Удлинение пружины Δl , мм
1	±	±	±	±
2	±	±	±	±
3	±	±	±	±
4	±	±	±	±

Вычисление погрешностей

№ опыта	Абсолютная погрешность массы Δm , г	Относительная погрешность массы $\Delta m / m$	Относительная погрешность ускорения свободного падения $\Delta g / g$	Относительная погрешность веса груза $\Delta P / P$, Н	Абсолютная погрешность веса груза ΔP , Н

№ опыта	Абсолютная погрешность удлинения пружины Δl , мм	Относительная погрешность удлинения пружины $\Delta(\Delta l) / \Delta l$	Относительная погрешность силы упругости $\Delta F_{упр} / F_{упр}$	Абсолютная погрешность силы упругости $\Delta F_{упр}$, Н	Максимальная абсолютная погрешность силы упругости $\Delta F_{упр}$, Н

Результаты вычислений:

Вес груза: груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Относительная погрешность массы груза $\Delta m / m$

груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Относительная погрешность ускорения свободного падения $\Delta g / g$

Относительная погрешность веса груза $\Delta P / P$

груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Абсолютная погрешность веса груза ΔP

груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Абсолютная погрешность удлинения пружины Δl

груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Относительная погрешность удлинения пружины $\Delta(\Delta l) / \Delta l$

груз 1 –

груз 2 –

груз 3 –

груз 4 –

Абсолютная погрешность силы упругости $\Delta F_{упр}$

груз 1 –

груз 2 –

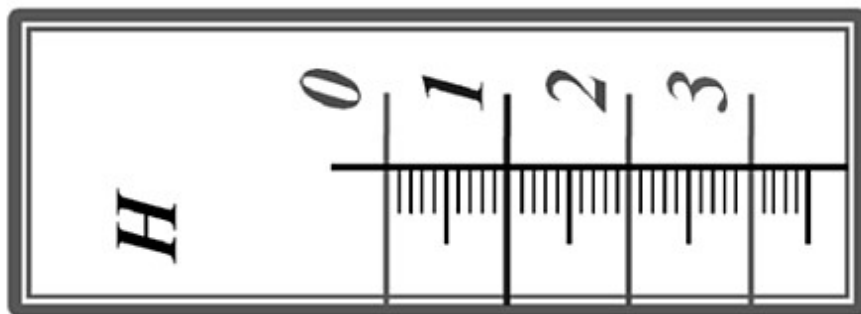
груз 3 –

груз 4 –

Результаты вычислений:

Вес груза: груз 1 –

Рисунок шкалы проградуированного динамометра с ценой деления 0,1 Н (М1:1)



Опыт 2

Результаты измерений

№ опыта	Название тела	Масса тела m , г	Вес тела P , Н
1	Цилиндр металлический	±	±
2	Брусочек деревянный	±	±

Выводы:

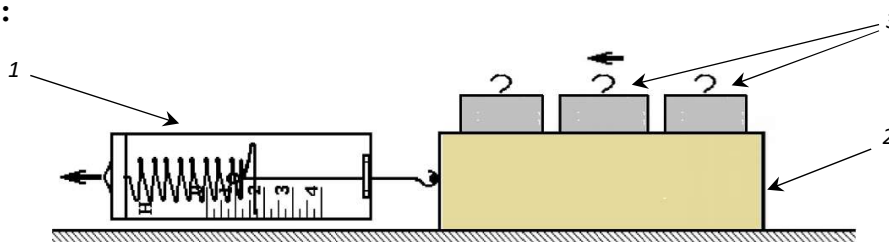
Лабораторная работа № 7.

Выяснение зависимости силы трения скольжения от площади соприкосновения тел и прижимающей силы

Цель работы: исследовать зависимость силы трения скольжения от площади соприкосновения тел и прижимающей силы.

Оборудование: 1. динамометр;
2. деревянный брусок;
3. набор грузов.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

На движущееся по горизонтальной поверхности тело действуют четыре силы: две в вертикальном направлении и две в горизонтальном направлении.

Силы, действующие вертикально, уравнивают действие друг друга, равны по величине и противоположны по направлению:

$$N = P = F_{тяж} = mg$$

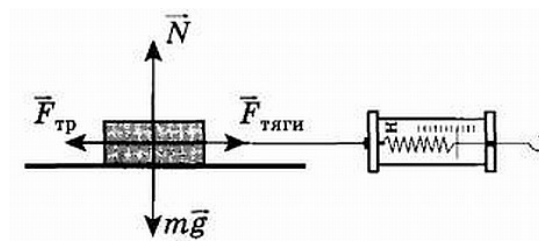
где N – сила реакции опоры;

P – вес тела;

$F_{тяж}$ – сила тяжести;

m – масса тела;

g – ускорение свободного падения.



Если тело движется равномерно и прямолинейно, то силы, действующие горизонтально, также уравнивают действие друг друга, равны по величине и противоположны по направлению:

$$F_{тр} = F_{тяги}$$

где $F_{тр}$ – сила трения скольжения;

$F_{тяги}$ – сила тяги;

Погрешность измерения динамометра: $\Delta F =$

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	Сила трения $F_{тр}, Н$		Масса груза $m, г$	Вес тела с грузом $P, Н$
	Большая грань	Меньшая грань		
1	±	±	–	±

№ опыта	Сила трения $F_{тр}, Н$		Масса груза $m, г$	Вес тела с грузом $P, Н$
	Большая грань	Меньшая грань		
2	\pm	\pm	100 ± 1	\pm
3	\pm	\pm	200 ± 2	\pm
4	\pm	\pm	300 ± 3	\pm

Выводы:

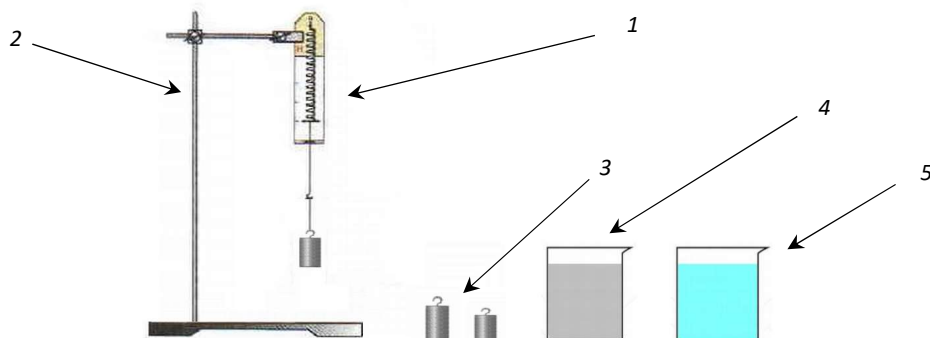
Лабораторная работа № 8.

Определение выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело

Цель работы: обнаружить на опыте выталкивающее действие жидкости на погружённое в неё тело и определить выталкивающую силу.

Оборудование: 1. динамометр;
2. штатив с муфтой и лапкой;
3. два тела разного объёма;
4. стакан с водой;
5. стакан с насыщенным раствором соли в воде.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

На тело погруженное в жидкость действует выталкивающая сила (сила Архимеда), которая направлена в противоположную сторону относительно силы тяжести.

Сила Архимеда зависит от объема тела и плотности жидкости, в которую оно погружено:

$$F_A = \rho_{ж} g V_T$$

где F_A – сила Архимеда;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости;

V_T – объем тела;

g – ускорение свободного падения.

Выталкивающая сила равна:

$$F_A = P_1 - P_2$$

где P_1 – вес тела в воздухе;

P_2 – вес тела в жидкости.

При погружении в жидкость тел разного объема:

P_{1V_1} – вес тела в воздухе объемом V_1 ;

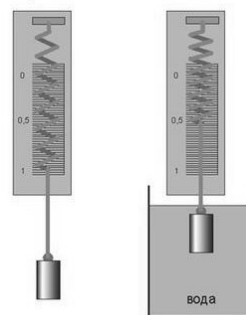
P_{2V_1} – вес тела в жидкости объемом V_1 ;

P_{1V_2} – вес тела в воздухе объемом V_2 ;

P_{2V_2} – вес тела в жидкости объемом V_2 .

Погрешность измерения динамометра: $\Delta F =$

Абсолютная погрешность измерения силы Архимеда: $\Delta F_A = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 2\Delta F =$



Практическая часть:

Результаты измерений

Жидкость	Вес тела в воздухе, P_1, H		Вес тела в жидкости, P_2, H		Выталкивающая сила, F_A, H	
	P_{1V_1}	P_{1V_2}	P_{2V_1}	P_{2V_2}	F_{AV_1}	F_{AV_2}
Вода	±	±	±	±	±	±
Насыщенный раствор соли в воде	±	±	±	±	±	±

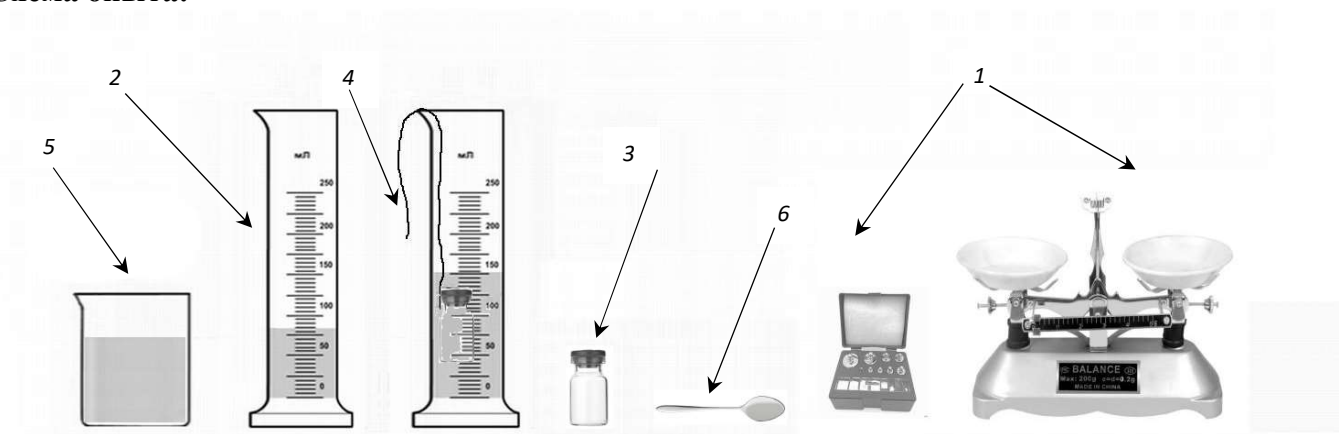
Выводы:

Лабораторная работа № 9. Выяснение условий плавания тела в жидкости

Цель работы: исследовать явление плавания тел в жидкости.

Оборудование: 1. весы с набором гирь;
2. измерительный цилиндр;
3. флакон-поплавок;
4. нить;
5. сухой песок в стакане;
6. чайная ложка или шпатель;
7. фильтровальная бумага и сухая тряпка.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

На тело погруженное в жидкость действует выталкивающая сила (сила Архимеда), которая направлена в противоположную сторону относительно силы тяжести.

Сила Архимеда зависит от объема тела и плотности жидкости, в которую оно погружено:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_T$$

где F_A – сила Архимеда;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости;

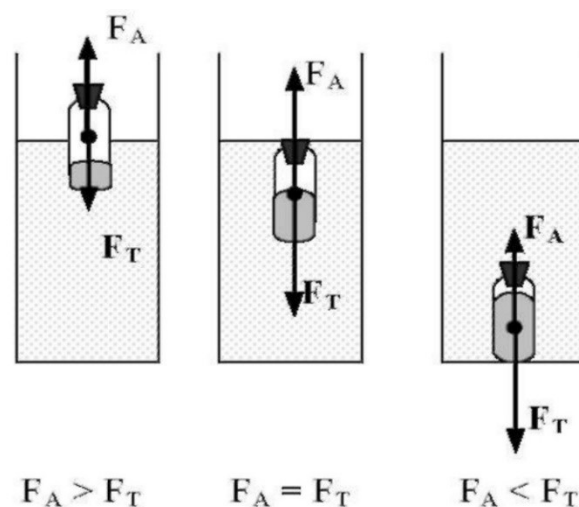
V_T – объем тела;

g – ускорение свободного падения.

Сила Архимеда F_A может быть больше, меньше или равна силе тяжести F_T :

1. Если $F_T > F_A$. => тело тонет;
2. Если $F_T = F_A$. => тело плавает;
3. Если $F_T < F_A$. => тело всплывает.

Сила Архимеда не зависит от вещества тела, погруженного в жидкость.



Объем тела V_T , погруженного в жидкость, равен:

$$V_T = V_2 - V_1$$

где V_T – объем тела, погруженного в жидкость;

V_1 – объем жидкости с телом;
 V_2 – объем жидкости без тела.

Вес тела P равен:

$$P = F_T = mg$$

где F_T – сила тяжести;

P – вес тела;

m – масса тела;

g – ускорение свободного падения.

Плотность жидкости равна: $\rho_{ж} = 1000 \pm 10 \text{ кг/м}^3$.

Ускорение свободного падения равно: $g = 9,8 \pm 0,1 \text{ Н/кг}$

Погрешность измерения весов равна: $\Delta m =$

Погрешность измерения измерительного цилиндра равна: $\Delta V =$

Абсолютная погрешность измерения объема тела: $\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2\Delta V =$

Абсолютная погрешность измерения силы Архимеда: $\Delta F_A = \epsilon_{F_A} F_A$

Относительная погрешность измерения силы Архимеда:

$$\epsilon_{F_A} = \frac{\Delta \rho_{ж}}{\rho_{ж}} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta V_T}{V_T}$$

Абсолютная погрешность измерения веса тела: $\Delta P = \epsilon_P P$

Относительная погрешность измерения веса тела:

$$\epsilon_P = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g}$$

Практическая часть:

Результаты измерений

№ опыта	$V_1, \text{см}^3$	$V_2, \text{см}^3$	$V_T, \text{см}^3$	$m, \text{г}$	Поведение по- плавка
1	±	±	±	±	
2	±	±	±	±	
3	±	±	±	±	

Расчеты по формулам

№ опыта	$V_T, 10^{-6} \text{м}^3$	$F_A, \text{Н}$	$m, 10^{-3} \text{кг}$	$P, \text{Н}$	Соотношение силы F_A и P
1	±	±	±	±	
2	±	±	±	±	

3	\pm	\pm	\pm	\pm	
---	-------	-------	-------	-------	--

Расчеты погрешностей:

№ опыта	$\Delta\rho_{ж}, \text{ кг/м}^3$	$\Delta\rho_{ж} / \rho_{ж}$	$\Delta g, \text{ Н/кг}$	$\Delta g / g$
1	\pm	\pm	\pm	\pm
2	\pm	\pm	\pm	\pm
3	\pm	\pm	\pm	\pm
№ опыта	$\Delta V_T, 10^{-6} \text{ м}^3$	$\Delta V_T / V_T$	ε_{F_A}	$\Delta F_A, \text{ Н}$
1				
2				
3				
№ опыта	$\Delta m, 10^{-3} \text{ кг}$	$\Delta m / m$	ε_P	$\Delta P, \text{ Н}$
1				
2				
3				

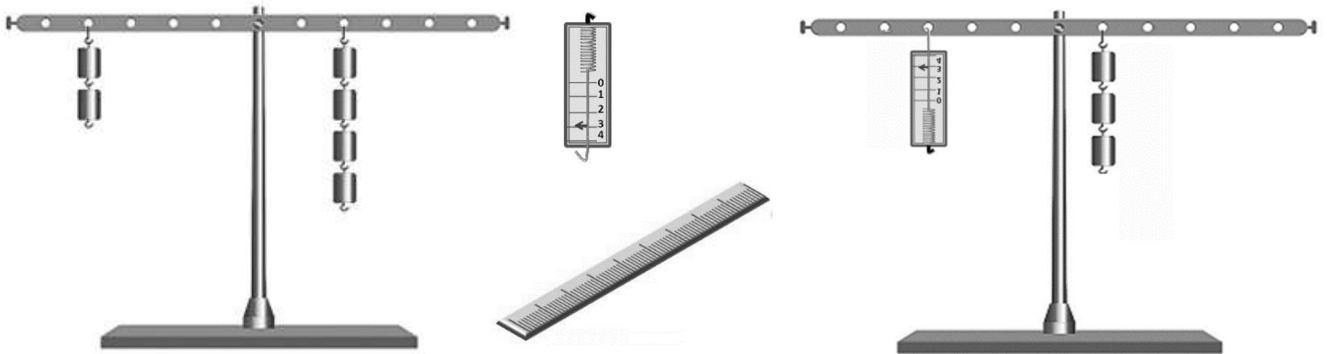
Выводы:

Лабораторная работа № 10. Выяснение условия равновесия рычага

Цель работы: проверить на опыте, при каком соотношении сил и их плеч рычаг находится в равновесии; проверить на опыте правило моментов.

Оборудование: 1. рычаг на штативе;
2. набор грузов;
3. измерительная линейка;
4. динамометр.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

F_1 – сила, действующая на правую часть рычага;

F_2 – сила, действующая на левую часть рычага;

l_1 – правое плечо рычага;

l_2 – левое плечо рычага;

Правило равновесия рычага:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

Правило моментов:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

Погрешность измерения динамометра равна: $\Delta F =$

Погрешность измерения линейки равна: $\Delta l =$

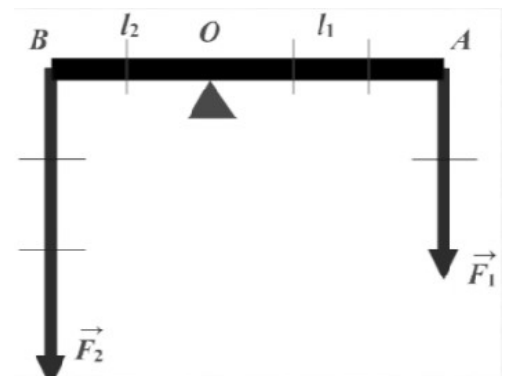
Абсолютная погрешность измерения отношения сил: $\Delta(F_1/F_2) = \varepsilon_{F_1/F_2} \cdot (F_1/F_2)$

Относительная погрешность отношения сил:

$$\varepsilon_{F_1/F_2} = \frac{\Delta F_1}{F_1} + \frac{\Delta F_2}{F_2}$$

Абсолютная погрешность измерения отношения плеч: $\Delta(l_2/l_1) = \varepsilon_{l_2/l_1} \cdot (l_2/l_1)$

Относительная погрешность отношения сил:



$$\varepsilon_{l_2/l_1} = \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2}$$

Практическая часть:

№ опыта	F_1, H	$l_1, см$	F_2, H	$l_2, см$	Отношения сил и плеч	
					F_1 / F_2	l_2 / l_1
1	±	±	±	±	±	±
2	±	±	±	±	±	±
3	±	±	±	±	±	±

Расчеты погрешностей:

№ опыта	$\Delta F_1, H$	$\Delta F_1 / F_1$	$\Delta F_2, H$	$\Delta F_2 / F_2$	ε_{F_1/F_2}	$\Delta(F_1/F_2)$
1						
2						
3						
№ опыта	$l_1, см$	$\Delta l_1 / l_1$	$l_2, см$	$\Delta l_2 / l_2$	ε_{l_2/l_1}	$\Delta(l_2/l_1)$
1						
2						
3						

Дополнительное задание:

№ опыта	F_1, H	$l_1, см$	F_2, H	$l_2, см$	Отношения сил и плеч	
					F_1 / F_2	l_2 / l_1
1	±	±	±	±	±	±
2	±	±	±	±	±	±
3	±	±	±	±	±	±

Расчеты погрешностей:

№ опыта	$\Delta F_1, H$	$\Delta F_1 / F_1$	$\Delta F_2, H$	$\Delta F_2 / F_2$	ε_{F_1 / F_2}	$\Delta(F_1/F_2)$
1						
2						
3						
№ опыта	$l_1, см$	$\Delta l_1 / l_1$	$l_2, см$	$\Delta l_2 / l_2$	ε_{l_2 / l_1}	$\Delta(l_2/l_1)$
1						
2						
3						

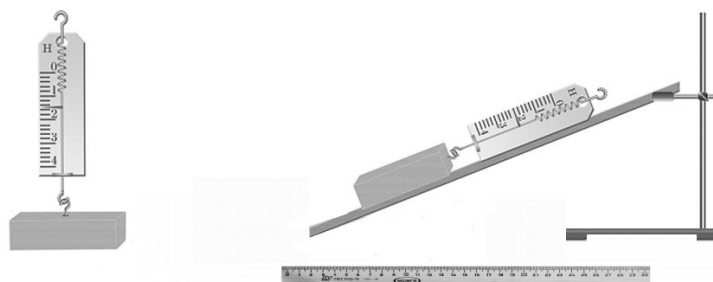
Выводы:

Лабораторная работа № 11. Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости

Цель работы: убедиться на опыте в том, что полезная работа, выполненная с помощью простого механизма (наклонной плоскости), меньше полной.

Оборудование: 1. штатив с муфтой и лапкой;
2. наклонная плоскость;
3. измерительная линейка;
4. динамометр;
5. брусок.

Схема опыта:



Теоретическая часть:

При постоянной скорости, сила тяги равна силе трения

если $v = \text{const}$, то $F = F_{\text{тр}}$

Вес тела в воздухе равен силе тяжести

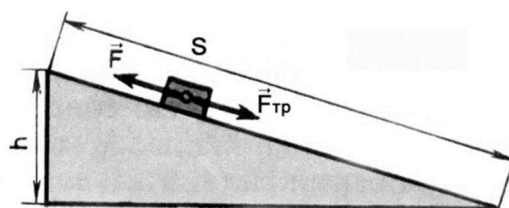
$$P = F_T = mg$$

где F_T –

P –

m –

g –



Полезная работа равна:

$$A_n = P \cdot h$$

где A_n –

P –

h –

Затраченная работа равна:

$$A_z = F \cdot s$$

где A_z –

F –

s –

Коэффициент полезного действия КПД равен:

$$\eta = \frac{A_n}{A_z} \cdot 100 \%$$

Погрешность измерения динамометра равна: $\Delta F =$

Погрешность измерения линейки равна: $\Delta l = \Delta h = \Delta s =$

Относительная погрешность измерения полезной работы равна: $\varepsilon_{A_{\text{п}}} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta h}{h}$

Абсолютная погрешность измерения полезной работы равна: $\Delta A_{\text{п}} = \varepsilon_{A_{\text{п}}} \cdot A_{\text{п}}$

Относительная погрешность измерения полезной работы равна: $\varepsilon_{A_3} = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta l}{l}$

Абсолютная погрешность измерения затраченной работы равна: $\Delta A_3 = \varepsilon_{A_3} \cdot A_3$

Абсолютная погрешность измерения КПД равна: $\Delta \eta = \varepsilon_{\eta} \cdot \eta$

Относительная погрешность измерения КПД равна: $\varepsilon_{\eta} = \frac{\Delta A_{\text{п}}}{A_{\text{п}}} + \frac{\Delta A_3}{A_3}$

Практическая часть:

№ опыта	Угол	Вес тела P, H	Высота $h, 10^{-3} м$	Полезная работа $A_{\text{п}}, Дж$
1		±	±	±
2		±	±	±
№ опыта	Сила F, H	Перемещение бруска $l, 10^{-3} м$	Работа затраченная $A_3, Дж$	КПД $\eta, 100\%$
1	±	±	±	±
2	±	±	±	±

Расчеты погрешностей:

№ опыта	$\Delta P, H$	$\Delta P / P$	$\Delta h, 10^{-3} м$	$\Delta h / h$	$\varepsilon_{A_{\text{п}}}$	$\Delta A_{\text{п}}, Дж$	$\Delta F, H$
1							
2							
№ опыта	$\Delta F / F$	$\Delta l, 10^{-3} м$	$\Delta l / l$	ε_{A_3}	$\Delta A_3, Дж$	ε_{η}	$\Delta \eta$
1							
2							

Выводы:

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при проведении лабораторных работ по физике

(для учащихся)

Общие требования

1. Печатная инструкция для учащихся при проведении лабораторных работ должна быть вывешена на стенде в кабинете физики.
2. К проведению лабораторных работ по физике допускаются учащиеся с 7-го класса, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.
3. Требования инструкции являются обязательными для учащихся, не выполнение этих требований должно рассматриваться как нарушение «Правил внутришкольного распорядка».
4. При проведении лабораторных работ по физике соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения.
5. О несчастном случае, происшедшем на занятиях, необходимо сообщить учителю.
6. Практические работы в кабинете физики проводятся только в присутствии учителя, под его руководством и постоянным наблюдением за выполнением работ в строгом соответствии с правилами по охране труда.
7. Проведение лабораторных работ с применением ртутных приборов категорически запрещается.
8. Ученические столы и стол для демонстрации опытов в кабинете физики должны быть зафиксированы (прикручены к полу).
9. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности, а со всеми учащимися проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

До начала работы

1. Перед тем как приступить к работе, тщательно изучить её описание, уяснить ход её выполнения.
2. Расположить приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном учителем.
3. Проверить наличие заземления (где это необходимо) корпусов электрических приборов, используемых при работе.

Во время работы

1. Быть внимательным, осторожным, точно выполнять указания учителя.
2. Не держать на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.
3. Производить сборку электрических цепей, переключения в них, ремонт и монтаж электрических устройств только при отключенном источнике питания. При сборке электрической схемы использовать провода с наконечниками, без видимых повреждений изоляции, избегать пересечений проводов, источник тока подключать в последнюю очередь.
4. Не включать источник электропитания без разрешения учителя.
5. Проверять наличие напряжения на источнике питания или других частях электроустановки с помощью указателя напряжения. Не допускать предельных нагрузок измерительных приборов.
6. Следить, чтобы изоляция проводов была исправна, а на концах проводов были наконечники, при сборе электрической цепи провода располагать аккуратно, а наконечники плотно зажимать клеммами.
7. Выполнять наблюдения и измерения, соблюдая осторожность, чтобы осторожно не прикоснуться к оголённым проводам (токоведущим частям, находящимся под напряжением).

8. При выполнении работ приборы не оставлять у края стола, их необходимо располагать таким образом, чтобы было удобно вести измерения, не перегибаясь через них или через соединительные провода.

9. Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам конденсаторов, не производить переключение в цепях до отключения источника тока.

10. Не прикасаться к конденсаторам даже после отключения электрической цепи от источника электропитания: их сначала нужно разрядить.

11. Не оставлять без присмотра не выключенные электрические устройства и приборы.

12. При работе со спиртовкой беречь одежду и волосы от воспламенения. Не зажигать одну спиртовку от другой. Не задувать пламя спиртовки и не гасить пламя пальцами, использовать специальный колпачок.

13. При нагревании жидкостей в пробирке или колбе использовать специальные держатели (штативы), отверстие пробирки или колбы не направлять на себя или на своих товарищей.

14. Соблюдать осторожность при обращении с приборами из стекла и лабораторной посудой.

15. Следить за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях.

Правила безопасности в аварийных ситуациях

1. При всех случаях обнаружения повреждений электрического оборудования, измерительных приборов (появление специфического запаха, искрения, дыма, нагревания проводов и т.д.) необходимо отключить напряжение. Немедленно сообщить учителю о неисправности.

2. При воспламенении приборов, соединительных проводов немедленно отключить напряжение. Сообщить о неисправности учителю.

3. При получении травмы обратиться к учителю.

По окончании работ

1. Отключить источник электропитания.

2. Разобрать электрическую цепь.

3. Привести в порядок рабочее место, сдать учителю приборы, оборудование, материалы и тщательно вымыть руки с мылом.

Литература:

1. Перышкин А.В. Физика. 7 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений – М.: Дрофа, 2019.
2. Филонович Н.В., Восканян А.Г. Физика. 7 класс. Тетрадь для лабораторных работ – М.: Дрофа, 2019.
3. Минькова Р.Д., Тетрадь для лабораторных работ по физике. 7 класс: к учебнику А. В. Перышкина «Физика. 7 кл.». ФГОС / Р. Д. Минькова, В. В. Иванова, С. В. Степанов. – М.: Издательство «Экзамен», 2020
4. Знаменский П.А.. Лабораторные занятия по физике в средней школе. Часть 1. Пособие для учителей – М.: Учпедгиз, 1955.
5. Знаменский П.А.. Лабораторные занятия по физике в средней школе. Часть 2. Пособие для учителей – М.: Учпедгиз, 1955.
6. Фетисов В.А. Лабораторные работы по физике. Пособие для учащихся 6 - 7 классов— М.: Просвещение, 1970.
7. Фетисов В.А. Лабораторные работы по физике в 8 классе средней школы. Пособие для учителей — М.: Просвещение, 1979.
8. Фетисов В.А. Лабораторные работы по физике для 8 - 10 классов — М.: Просвещение, 1957.
9. Бакушинский В.Н. Организация лабораторных работ по физике в средней школе (Серия Библиотека учителя) — М.: Учпедгиз, 1949.
10. Орехов В.П., Усова А.В., Каменецкий С.Е. и др.. Методика преподавания физики в 6 - 7 классах средней школы. Пособие для учителей. Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой (Серия "Библиотека учителя физики") — М.: Просвещение, 1976.
11. Орехов В.П., Усова А.В., Каменецкий С.Е. и др. Методика преподавания физики в 8 - 10 классах средней школы. Часть 1. Пособие для учителей. Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой (Серия "Библиотека учителя физики") — М.: Просвещение, 1980.
12. Орехов В.П., Усова А.В., Каменецкий С.Е. и др. Методика преподавания физики в 8 - 10 классах средней школы. Часть 2. Пособие для учителей. Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой (Серия «Библиотека учителя физики») — М.: Просвещение, 1980.

Содержание

Введение	2
Оформление лабораторной работы и расчет погрешностей	3
Лабораторная работа № 1 Определение цены деления измерительного прибора	7
Лабораторная работа № 2 Измерение размеров малых тел	9
Лабораторная работа № 3 Измерение массы тела на рычажных весах	11
Лабораторная работа № 4 Измерение объема тела	13
Лабораторная работа № 5 Измерение плотности вещества твердого тела	14
Лабораторная работа № 6 Градуирование пружины и измерение сил динамометром	16
Лабораторная работа № 7 Выяснение зависимости силы трения скольжения от площади соприкосновения тел и прижимающей силы	20
Лабораторная работа № 8 Определение выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело	22
Лабораторная работа № 9 Выяснение условий плавания тела в жидкости	24
Лабораторная работа № 10 Выяснение условий равновесия рычага	26
Лабораторная работа № 11 Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости	30
Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ по физике	32
Литература	34