

Комплект № 1



- весы рычажные с набором гирь
- измерительный цилиндр (мензурка) с пределом измерения 100 мл, $C = 1$ мл
- стакан с водой
- цилиндр стальной на нити
 $V = 20 \text{ см}^3$, $m = 156 \text{ г}$,
обозначить № 1
- цилиндр латунный на нити
 $V = 20 \text{ см}^3$, $m = 170 \text{ г}$,
обозначить №2

Определение плотности вещества

Используя рычажные весы с разновесом, мензурку, стакан с водой,

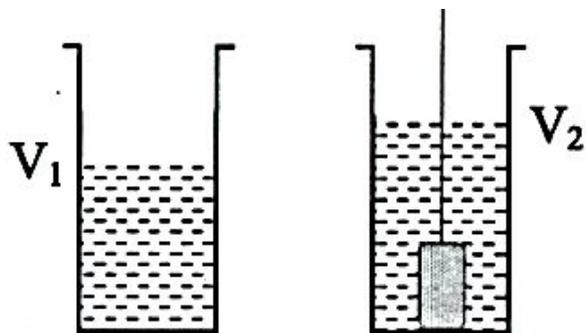
Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. Учитывая погрешность (инструментальную и отсчета) измерения мензурки, получаем:

$$V = V_2 - V_1 = (20 \pm 2) \text{ см}^3.$$

Так как $\rho = \frac{m}{V}$, то нижняя граница для плотности НГ(ρ) = 7,7 г/см³;

Верхняя граница ВГ(ρ) = 9,4 г/см³.

1) Схема экспериментальной установки



$$2) \rho = \frac{m}{V};$$

$$3) m = 170 \text{ г}; V = V_2 - V_1 = 20 \text{ мл} = 20 \text{ см}^3;$$

$$4) \rho = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 8500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания плотность вещества, из которого выполнен цилиндр оказалась равной 8500 кг/м³.

Комплект № 2



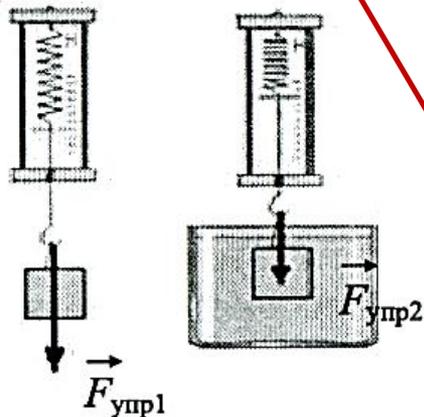
- динамометр с пределом измерения 4 Н ($C = 0,1$ Н)
- стакан с водой
- цилиндр стальной на нити $V = 20$ см³, $m = 156$ г, обозначить № 1
- цилиндр латунный на нити $V = 20$ см³, $m = 170$ г, обозначить № 2

Определение силы Архимеда

Учитывая погрешность измерения динамометра, получаем: $F_{\text{упр1}} = (1,6 \pm 0,1) \text{ Н}$; $F_{\text{упр2}} = (1,4 \pm 0,1) \text{ Н}$.
Значения прямых измерений считаются верными, если они укладываются в указанные границы и получено, что $F_{\text{упр2}} < F_{\text{упр1}}$.

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



$$2) F_{\text{упр1}} = mg; F_{\text{упр2}} = mg - F_{\text{выт}}; F_{\text{выт}} = F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}};$$

$$3) F_{\text{упр1}} = 1,6 \text{ Н}; F_{\text{упр2}} = 1,4 \text{ Н};$$

$$4) F_{\text{выт}} = 0,2 \text{ Н}.$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания сила Архимеда оказалась равной 0,2 Н.

Комплект № 3



- штатив лабораторный с муфтой и лапкой
- пружина жесткостью (40 ± 1) Н/м
- 3 груза массой по (100 ± 2) г
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н ($C = 0,1$ Н)
- линейка длиной 200-300 мм с миллиметровыми делениями

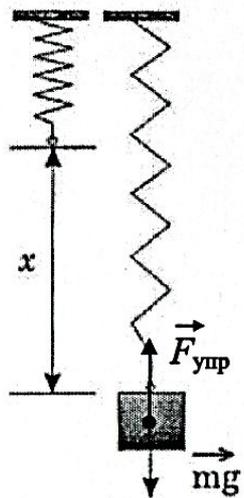
Определение жесткости пружины

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. Так как $k = \frac{P}{x}$, то нижняя граница

$$\text{жесткости } НГ(k) = \frac{P}{x} = \frac{1.9 \text{ Н}}{0.052 \text{ м}} = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\text{Верхняя граница } ВГ(k) = \frac{P}{x} = \frac{2.1 \text{ Н}}{0.048 \text{ м}} = 44 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

1) Схема экспериментальной установки



$$2) F_{\text{упр}} = mg = P; F_{\text{упр}} = kx; \Rightarrow k = \frac{P}{x};$$

$$3) x = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м} \quad P = 2 \text{ Н}$$

$$4) k = 2:0,05 = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания коэффициент жесткости оказался равным 40 Н/м.

Определение зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины

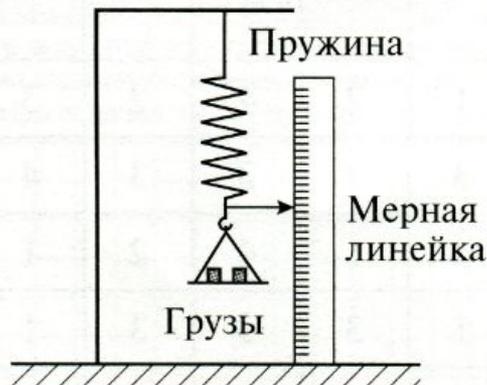
Для выполнения этого задания используйте лабораторное оборудование: штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и набор из трех грузов. Установите зависимость силы упругости, возникающей в пружине, от величины растяжения пружины. Определите растяжение пружины, подвешивая к ней поочередно один, два и три груза. Для определения веса грузов воспользуйтесь динамометром.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите результаты измерения веса грузов, удлинения пружины;
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от величины растяжения пружины.

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



№ опыта	Вес груза, Н	Сила упругости, Н	Удлинение, м
1	1	1	0,025
2	2	2	0,050
3	3	3	0,075

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания оказалось, что сила упругости прямо пропорциональна растяжению пружины.

Комплект № 4



- каретка с крючком на нити
да = 100 г
- 3 груза массой по (100 ± 2) г
- динамометр школьный с
пределом измерения 4 Н (C
= 0,1 Н)
- направляющая
(коэффициент трения
каретки по направляющей
приблизительно 0,2)

Определение коэффициента трения скольжения

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, полученный учеником, рассчитывается методом границ.

Учитывая погрешность измерения динамометра, получаем:

$$F_{\text{тяги}} = (0,4 \pm 0,1) \text{ Н};$$

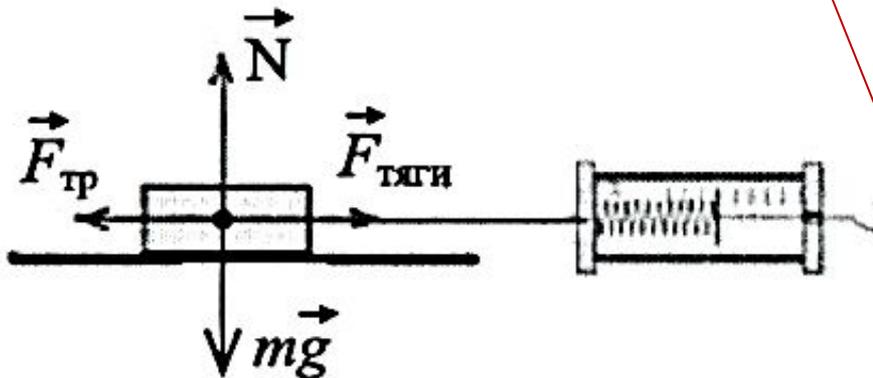
$P = (2,0 \pm 0,1) \text{ Н}$. Так как $\mu = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}$ то нижняя граница коэффициента трения

$$\text{скольжения } НГ(\mu) = 0,3 \text{ Н} / 2,1 \text{ Н} = 0,14.$$

$$\text{Верхняя граница } ВГ(\mu) = 0,5 \text{ Н} / 2,1 \text{ Н} = 0,26.$$

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



2) $F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}$ (при равномерном движении);

$$F_{\text{тр}} = \mu N; N = P = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu P \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu = F_{\text{тяги}} / P;$$

3) $F_{\text{тяги}} = 0,4 \text{ Н}; P = 2,0 \text{ Н};$

4) $\mu = 0,2.$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания коэффициент трения скольжения оказался равным 0,2.

Определение работы силы трения

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, полученный учеником, рассчитывается методом границ.

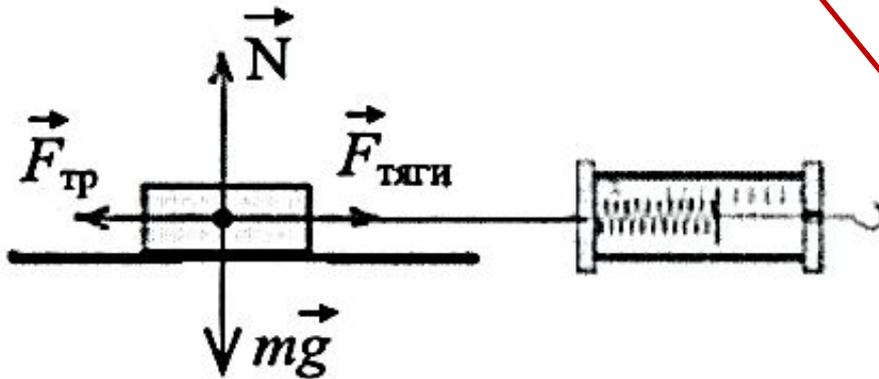
Учитывая погрешность измерения динамометра, получаем:

$$F_{\text{тяги}} = (0,4 \pm 0,1) \text{ Н}; l = (0,5 \pm 0,005) \text{ м}.$$

Так как $A = F_{\text{тр}} \cdot s$ то нижняя работа силы трения $НГ(A) = 0,3 \text{ Н} \cdot 0,495 \text{ м} = 0,15 \text{ Дж}$.

Верхняя граница $ВГ(A) = 0,5 \text{ Н} \cdot 0,505 \text{ м} = 0,26 \text{ Дж}$.

Образец возможного решения



2) $A = F_{\text{тр}} \cdot s$; $F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}}$ (при равномерном движении);

3) $F_{\text{тяги}} = 0,4 \text{ Н}$; $l = 0,5 \text{ м}$;

4) $A = 0,4 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м} = 0,2 \text{ Дж}$.

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания работа трения скольжения оказалась равным 0,2.

Определение зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления

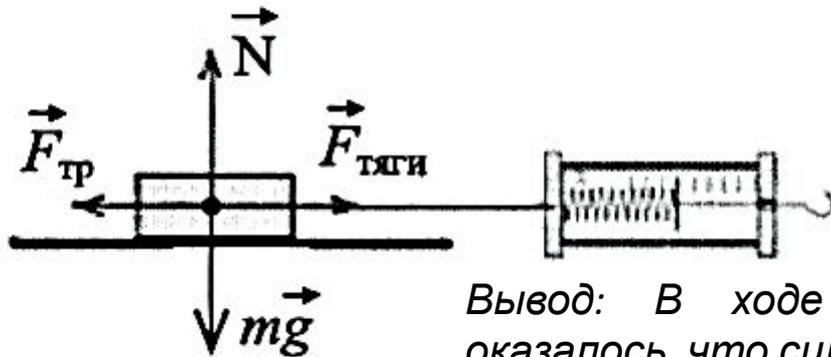
Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, три груза, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для определения зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте схему эксперимента
- 2) запишите формулу для расчета коэффициента трения
- 3) укажите результаты измерения
- 4) сформулируйте вывод о зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



№ опыта	Сила нормального давления, Н	Сила трения, Н
1	2	0,4
2	3	0,8
3	4	1,2

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания оказалось, что сила трения пружины прямо пропорциональна силе нормального давления.

Комплект № 5



- источник питания постоянного тока 4,5 В
- вольтметр 0-6 В, $C = 0,2$ В
- амперметр 0-2 А, $C = 0,1$ А
- переменный резистор (реостат) сопротивлением 10 Ом
- резистор, $R_1 = 12$ Ом, обозначить R_1
- резистор, $R_2 = 6$ Ом, обозначить R_2
- соединительные провода, 8 шт.
- ключ
- рабочее поле



Определение электрического сопротивления резистора

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. С учетом погрешности измерения: $I = (0,2 \pm 0,1) \text{ A}$;

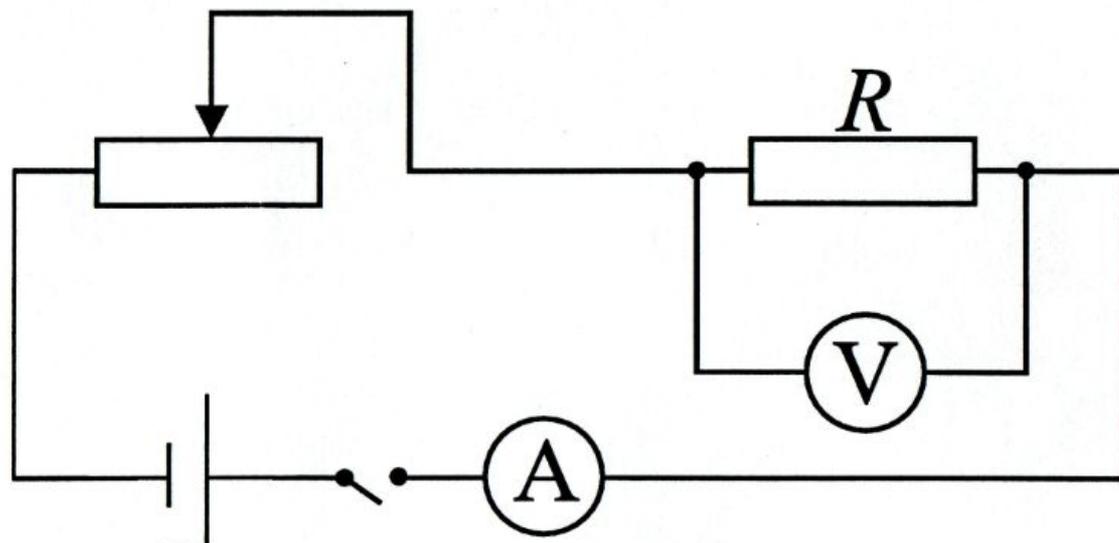
$U = (2,4 \pm 0,2) \text{ В}$. Так как $R = \frac{U}{I}$, то нижняя граница сопротивления

$$\text{НГ}(R) = \frac{2,2 \text{ В}}{0,3 \text{ А}} \approx 7 \text{ Ом.}$$

$$\text{Верхняя граница ВГ}(R) = \frac{2,6 \text{ В}}{0,1 \text{ А}} = 26 \text{ Ом.}$$

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



$$2) R = \frac{U}{I};$$

$$3) I = 0,2 \text{ А}; U = 2,4 \text{ В};$$

$$4) R = 12 \text{ Ом.}$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания сопротивление резистора R_1 оказалось равным 12 Ом.

Определение работы тока

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ.

С учётом погрешности измерения: $I = (0,3 \pm 0,1) \text{ A}$; $U = (3,6 \pm 0,2) \text{ В}$.

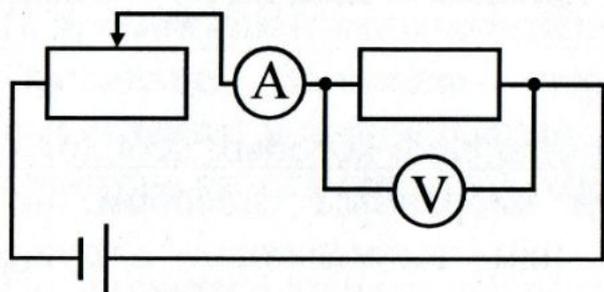
Так как $A = UIt$, то нижняя граница работы электрического тока

$$НГ(A) = 3,4 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ А} \cdot 600 \text{ с} = 408 \text{ Дж}.$$

$$\text{Верхняя граница } ВГ(A) = 3,8 \text{ В} \cdot 0,4 \text{ А} \cdot 600 \text{ с} = 912 \text{ Дж}.$$

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки 2. $A = U \cdot I \cdot t$.



3. $I = 0,3 \text{ А}$; $U = 3,6 \text{ В}$; $t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$.

4. $A = 648 \text{ Дж}$.

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания работа тока оказалась равной 648 Дж.

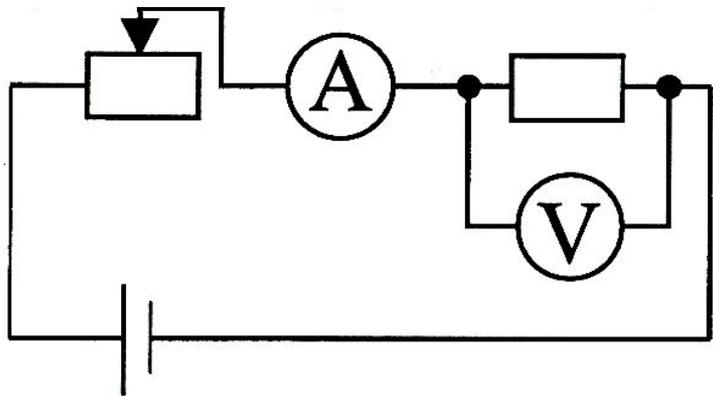
Определение мощности тока

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. С учетом погрешности измерения:

1) $I = 0,5 \pm 0,1$ А; $U = 3,0 \pm 0,2$ В. Так как $P = UI$, то нижняя
2) граница мощности $НГ(P) = 2,8$ В \cdot $0,4$ А = $1,1$ Вт.
3) Верхняя граница $ВГ(P) = 3,2$ В \cdot $0,6$ А = $1,9$ Вт.
4)

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



2) $P = U \cdot I;$

3) $I = 0,5$ А; $U = 3,0$ В;

4) $P = 1,5$ Вт.

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания мощность электрического тока оказалась равной $1,5$ Вт.

Определение зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника

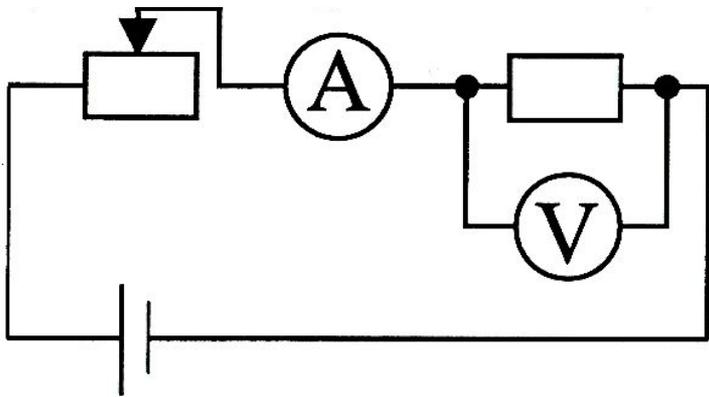
Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) укажите результаты измерения напряжения при силе тока при разных положениях ползунка реостата;
- 3) Сделайте вывод о зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



№ опыта	I, A	U, B
1	0,2	2,4
2	0,3	3,6
3	0,4	4,8

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания оказалось, что при увеличении напряжения между концами проводника сила тока в проводнике также увеличивается.

Проверка правила для силы электрического тока при параллельном соединении резисторов

Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 соберите экспериментальную установку для проверки правила для силы тока при параллельном соединении резисторов.

В бланке ответов:

начертите электрическую схему эксперимента;

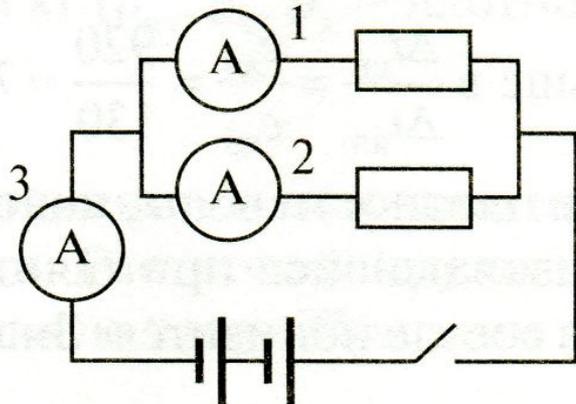
измерьте силу тока в каждой ветви цепи и на неразветвленном участке;

сравните силу тока на основном проводнике с суммой сил токов в параллельно соединенных проводниках,

сделайте вывод о справедливости или ошибочности проверяемого правила.

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



I, A	I_1, A	I_2, A	Вывод
0,6	0,4	0,2	$I = I_1 + I_2$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания оказалось, что сила тока на основном проводнике равна сумме сил токов в параллельно соединенных проводниках.

Проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении резисторов

Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 соберите экспериментальную установку для проверки правила для электрического напряжения при последовательном соединении резисторов.

В бланке ответов:

начертите электрическую схему эксперимента;

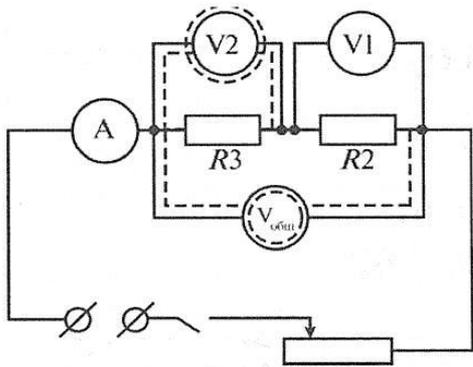
измерьте напряжение на каждом резисторе и общее напряжение на участке, включающим оба резистора;

сравните напряжение на каждом резисторе и общее напряжение на участке, включающим оба резистора

сделайте вывод о справедливости или ошибочности проверяемого правила.

Образец возможного решения

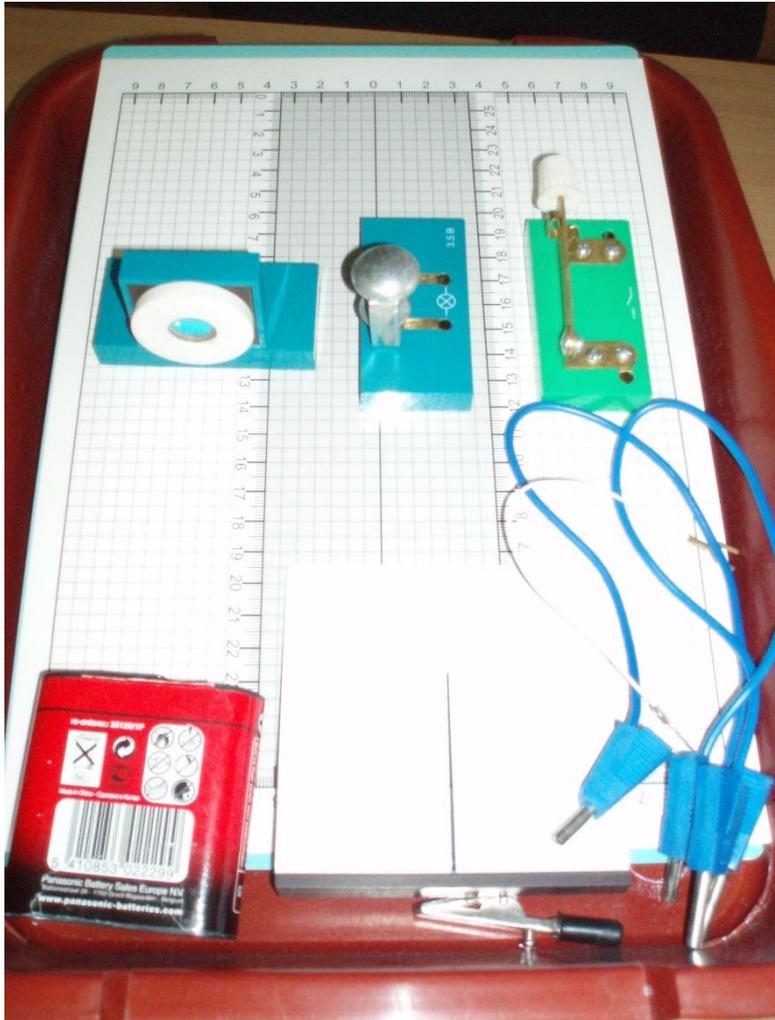
1) Схема экспериментальной установки



U, B	U_1, B	U_2, B	Вывод
3	2	1	$U = U_1 + U_2$

Вывод: Общее напряжение на двух последовательно соединенных резисторах равно сумме напряжений на каждом из резисторов.

Комплект № 6



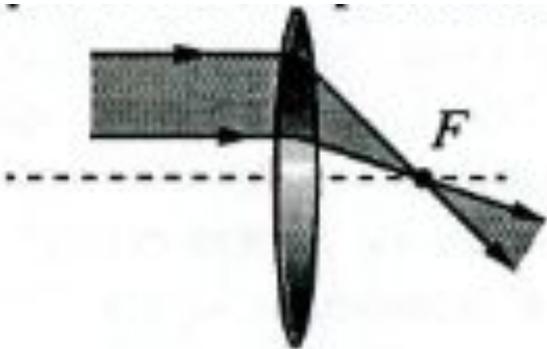
- собирающая линза, фокусное расстояние $F_1 = 60$ мм, обозначить L_1
- линейка длиной 200-300 мм с миллиметровыми делениями
- экран
- рабочее поле
- источник питания постоянного тока 4,5 В
- соединительные провода
- ключ
- лампа на подставке

Определение оптической силы собирающей линзы

Измерение фокусного расстояния считается верным, если попадает в интервал ± 15 мм к номинальному значению.

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



$$2. D = 1/F.$$

$$3. F = 60 \text{ мм} = 0,060 \text{ м.}$$

$$4. D = \frac{1}{0,06 \text{ м}} \approx 17 \text{ дптр.}$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания оптическая сила линзы оказалась равной 17 дптр.

Определение свойств изображения, полученного с помощью собирающей линзы

Используя собирающую линзу, экран, линейку, рабочее поле, источник питания постоянного тока 4,5 В, соединительные провода, ключ, лампу на подставке соберите экспериментальную установку для определения свойств изображений, полученного с помощью собирающей линзы

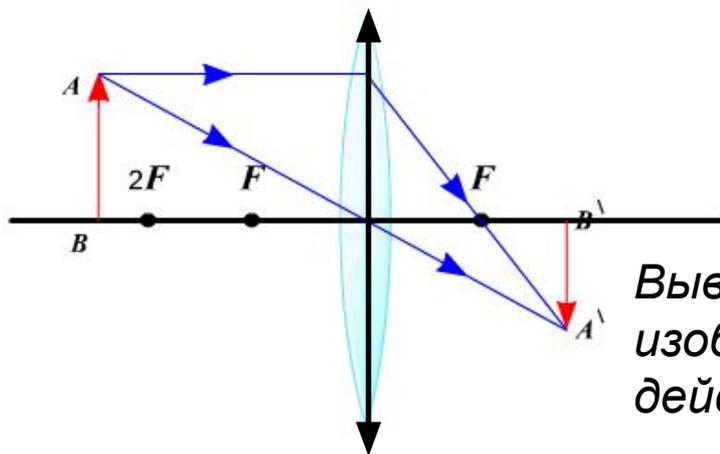
В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результат измерения фокусного расстояния линзы;
- 3) сделайте вывод, как изменяются свойства изображений, полученных с помощью собирающей линзы при удалении предмета от линзы.

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки

$F = 0,06 \text{ м}$



d	Свойства изображения
$d < F$	Мнимое, увеличенное, прямое
$F < d < 2F$	Действительное, увеличенное, перевернутое
$d > 2F$	Действительное, уменьшенное, перевернутое

Вывод: При удалении предмета от линзы изображение предмета из мнимого переходит в действительное, а его размеры уменьшаются.

Комплект № 7



- штатив с муфтой и лапкой
- метровая линейка
(погрешность 5 мм)
- шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 110 см
- часы с секундной стрелкой
(или секундомер)

Определение периода и частоты колебаний математического маятника

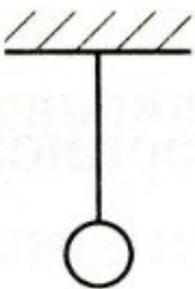
Для выполнения этого задания используйте лабораторное оборудование: штатив с муфтой и лапкой; метровую линейку (погрешность 5 мм); шарик с прикрепленной к нему нитью; часы с секундной стрелкой (или секундомер). Соберите экспериментальную установку для определения периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) Приведите формулу для расчета периода и частоты колебаний;
- 3) укажите результаты прямых измерений числа колебаний и времени колебаний для длин нити маятника равной 0,5 м;
- 4) вычислите период и частоту колебания;

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



2) $T = t/N; \quad \nu = 1/T;$

3) $N = 30; \quad t = 42 \text{ с.}$

4) $T = t/N = 1,4 \text{ с}; \quad \nu = 1/T = 0,7 \text{ Гц.}$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания период свободных колебаний оказался равен 1,4 с, частота 0,7 Гц.

Определение зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити

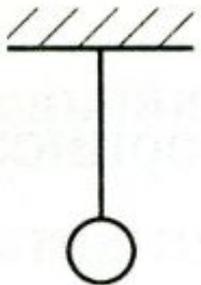
Для выполнения этого задания используйте лабораторное оборудование: штатив с муфтой и лапкой; метровую линейку (погрешность 5 мм); шарик с прикрепленной к нему нитью; часы с секундной стрелкой (или секундомер). Соберите экспериментальную установку для исследования зависимости периода свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты прямых измерений числа колебаний и времени колебаний для трех длин нити маятника в виде таблицы;
- 3) вычислите период колебаний для всех трех случаев;
- 4) сформулируйте вывод о зависимости периода свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



№	Длина нити L , м	Число колебаний n	Время колебаний t , с	Период колебаний $T = t/n$, с
1	1	30	60	2
2	0,5	30	42	1,4
3	0,25	30	30	1

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания выяснилось, что при уменьшении длины нити период свободных колебаний уменьшается.

Комплект № 8



- штатив с муфтой
- рычаг
- блок подвижный
- блок неподвижный
- нить
- 3 груза массой по (100 ± 2) г
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н ($C = 0,1$ Н)
- линейка длиной 200-300 мм с миллиметровыми делениями

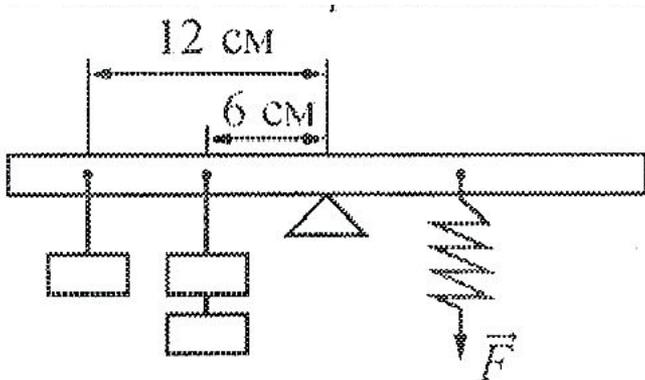
Определение момента силы, действующего на рычаг

Учитывая погрешность измерения динамометра и линейки, получаем: $F = (2 \pm 0,1) \text{ Н}$; $l = (0,12 \pm 0,01) \text{ м}$.

Значения прямых измерений считаются верными, если они укладываются в указанные границы.

Образец возможного решения

1) Схема экспериментальной установки



2) $M = Fl$

3) $F = 2 \text{ Н}, l = 0,12 \text{ м}$

4) $M = 2 \text{ Н} \cdot 0,12 \text{ м} = 0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага оказался равным $0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Определение работы силы упругости при подъеме груза с помощью неподвижного блока

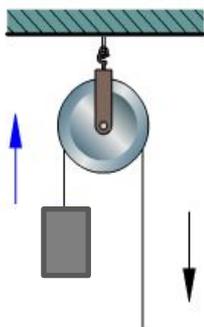
Используя штатив с муфтой, блок неподвижный, нить, 3 груза, динамометр школьный, линейку, определите работу силы упругости при подъеме трех грузов на высоту 20 см.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) приведите формулу для расчета работы силы упругости;
- 3) укажите результаты прямых измерений высоты и силы упругости;
- 4) Вычислите работу силы упругости при подъеме трех грузов на указанную высоту;

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



$$2) A = F_{\text{упр.}} h;$$

$$3) F_{\text{упр.}} = 3,2 \text{ Н (при равномерном перемещении);}$$
$$h = 0,2 \text{ м;}$$

$$4) A = 3,2 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 0,64 \text{ Дж}$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания работа силы упругости при подъеме тела оказалась равной 0,64 Дж.

Определение работы силы упругости при подъеме груза с помощью подвижного блока

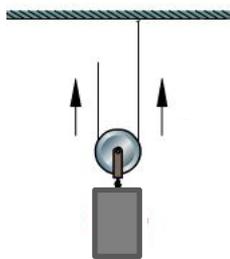
Используя штатив с муфтой, блок подвижный, нить, 3 груза, динамометр школьный, линейку, определите работу силы упругости при подъеме трех грузов на высоту 20 см.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) приведите формулу для расчета работу силы упругости;
- 3) укажите результаты прямых измерений высоты и силы упругости;
- 4) Вычислите работу силы упругости при подъеме трех грузов на указанную высоту;

Образец возможного решения

1) *Схема экспериментальной установки*



$$2) A = F_{\text{упр.}} h;$$

$$3) F_{\text{упр.}} = 2 \text{ Н (при равномерном перемещении);}$$
$$h = 0,2 \text{ м;}$$

$$4) A = 2 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 0,4 \text{ Дж}$$

Вывод: В ходе выполнения экспериментального задания работа силы упругости при подъеме тела оказалась равной 0,4 Дж.