

**Экспериментальное задание №17-  
подготовка к ОГЭ 2024**

---

Подготовила Шмонькина Нэлла Ивановна  
учитель физики МАОУ «МЛ 148 г Челябинск»  
высшей квалификационной категории

**Семинар –практикум**  
**«Успешность выполнения экспериментального задания**  
**ОГЭ по физике. Проблемы и пути решения».**

---

## Причины возникновения методических ошибок при выполнении задания № 17

1. Отсутствие/недостаточность устойчивого навыка самостоятельного планирования и проведения эксперимента с выбором необходимого оборудования.
2. Отсутствие/недостаточность практики выполнения экспериментальных заданий с оформлением результатов.
3. Отсутствие/недостаточность навыка чтения текста задания, где четко указаны погрешности физических величин, которые необходимо указать при записи результатов прямых измерений, так как **при отсутствии записи прямых измерений с указанием абсолютной погрешности измерений за задание 17 выставляется 0 баллов.**

## Экспериментальное задание (№ 17 ОГЭ)

---

Экспериментальное задание (задание 17) выполняется на реальном оборудовании, является заданием высокого уровня сложности, проверяет:

- 1. умение проводить косвенные измерения физических величин;**
- 2. умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков ;**
- 3. делать выводы на основании полученных экспериментальных данных.**

- 
- Комплекты лабораторного оборудования для выполнения экспериментального задания (задание 17) формируются заблаговременно, до проведения экзамена.
  - Для подготовки лабораторного оборудования в пункты проведения за один-два дня до экзамена сообщаются номера комплектов оборудования, которые будут использоваться на экзамене.

- 
- При отсутствии в пунктах проведения экзамена каких-либо приборов и материалов оборудование может быть заменено на аналогичное с другими характеристиками.
  - Для объективного оценивания выполнения лабораторной работы участниками ОГЭ в случае замены оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо довести до сведения экспертов предметной комиссии, осуществляющих проверку выполнения заданий, описание характеристик реально используемого на экзамене оборудования.

## Задания 17 для КИМ ОГЭ 2024 г

---

- . разрабатываются только на базе комплектов оборудования № 1, № 2, № 3, № 4 и № 6.

# Экспериментальное задание в 2024 проверяет:

умение проводить косвенные измерения физических величин:

- *плотности вещества;*

- *силы Архимеда;*

- *коэффициента трения скольжения;*

---

- *жёсткости пружины;*

- *момента силы, действующего на рычаг;*

- *работы силы упругости при подъёме груза с помощью подвижного или неподвижного блока;*

- *работы силы трения;*

- *оптической силы линзы;*

- *фокусного расстояния собирающей линзы;*

- *электрического сопротивления резистора;*

- *работы тока и*

- *мощности тока.*

2) умения представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных:

- *о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины;*
- *о зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления и от рода поверхности;*
- *о зависимости архимедовой силы от объёма погружённой части тела;*
- *о зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника;*
- *о свойствах изображения, полученного с помощью собирающей линзы.*



## Задание 17 ОГЭ. Список практических работ.

Список практических работ задания № 17, представленных в Кодификаторе ОГЭ 2024.

В кодификаторе ОГЭ прошлых лет практические работы не выделялись в отдельную позицию, но их проведение предусматривалось образовательными программами и проверялось заданиями КИМ ОГЭ.

<p>1.29 <i>Практические работы</i> Измерение средней плотности вещества; архимедовой силы; жёсткости пружины; коэффициента трения скольжения; работы силы трения, силы упругости; средней скорости движения бруска по наклонной плоскости; ускорения бруска при движении по наклонной плоскости; частоты и периода колебаний математического маятника; частоты и периода колебаний пружинного маятника; момента силы, действующего на рычаг; работы силы упругости при подъёме груза с помощью неподвижного блока; работы силы упругости при подъёме груза с помощью подвижного блока. Исследование зависимости архимедовой силы от объёма погружённой части тела и от плотности жидкости; независимости выталкивающей силы от массы тела; силы трения скольжения от силы нормального давления и от рода поверхности; силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины; ускорения бруска от угла наклона направляющей; периода (частоты) колебаний нитяного маятника от длины нити; периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины; исследование независимости периода колебаний нитяного маятника от массы груза. Проверка условия равновесия рычага</p>	7, 9	В кодификаторе ОГЭ прошлых лет практические работы не выделялись в отдельную позицию, но их проведение предусматривалось образовательными программами и проверялось заданиями КИМ ОГЭ
---	------	---

### Раздел 1. Механические явления.

1. Измерение средней плотности вещества. (есть в ОГЭ-2024)
2. Измерение архимедовой силы. (есть в ОГЭ-2024)
3. Измерение жёсткости пружины. (есть в ОГЭ-2024)
4. Измерение коэффициента трения скольжения. (есть в ОГЭ-2024)
5. Измерение работы силы трения. (есть в ОГЭ-2024)
6. Измерение работы силы упругости.
7. Измерение средней скорости движения бруска по наклонной плоскости.
8. Измерение ускорения бруска при движении по наклонной плоскости.
9. Измерение частоты и периода колебаний математического маятника
10. Измерение частоты и периода колебаний пружинного маятника.
11. Измерение момента силы, действующего на рычаг. (есть в ОГЭ-2024)
12. Измерение работы силы упругости при подъёме груза с помощью неподвижного блока. (есть в ОГЭ-2024)
13. Измерение работы силы упругости при подъёме груза с помощью подвижного блока. (есть в ОГЭ-2024)
14. Исследование зависимости архимедовой силы от объёма погружённой части тела. (есть в ОГЭ-2024)
15. Исследование зависимости архимедовой силы от плотности жидкости.
16. Исследование независимости выталкивающей силы от массы тела.
17. Исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. (есть в ОГЭ-2024)
18. Исследование зависимости силы трения скольжения от рода поверхности. (есть в ОГЭ-2024)
19. Исследование зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины. (есть в ОГЭ-2024)
20. Исследование зависимости ускорения бруска от угла наклона направляющей.
21. Исследование зависимости периода (частоты) колебаний нитяного маятника от длины нити.
22. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза.
23. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины.
24. Исследование независимости периода колебаний нитяного маятника от массы груза.
25. Проверка условия равновесия рычага.

## **Раздел 2. Тепловые явления.**

26. Измерение удельной теплоёмкости металлического цилиндра.

27. Измерение количества теплоты, полученного водой комнатной температуры фиксированной массы, в которую опущен нагретый цилиндр.

28. Измерение количества теплоты, отданного нагретым цилиндром, после опускания его в воду комнатной температуры.

29. Измерение относительной влажности воздуха.

30. Измерение удельной теплоты плавления льда.

31. Исследование изменения температуры воды при различных условиях.

31. Исследование явления теплообмена при смешивании холодной и горячей воды.

32. Исследование процесса испарения.

### Раздел 3. Электромагнитные явления.

33. Измерение электрического сопротивления резистора. (есть в ОГЭ-2024)
34. Измерение мощности электрического тока. (есть в ОГЭ-2024)
35. Измерение работы электрического тока. (есть в ОГЭ-2024)
36. Исследование зависимости силы тока, возникающего в проводнике (резисторы, лампочка), от напряжения на концах проводника. (есть в ОГЭ-2024)
37. Исследование зависимости сопротивления от длины проводника.
38. Исследование зависимости сопротивления проводника от площади его поперечного сечения.
39. Исследование зависимости сопротивления проводника от удельного сопротивления.
40. Проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении проводников (резисторы и лампочка).
41. Проверка правила для силы электрического тока при параллельном соединении проводников (резисторы и лампочка).
42. Измерение оптической силы собирающей линзы. (есть в ОГЭ-2024)
43. Измерение фокусного расстояния собирающей линзы (по свойству равенства размеров предмета и изображения, когда предмет расположен в двойном фокусе). (есть в ОГЭ-2024)
44. Измерение показателя преломления стекла.
45. Исследование свойства изображения, полученного с помощью собирающей линзы. (есть в ОГЭ-2024)
46. Исследование изменения фокусного расстояния двух сложенных линз.
47. Исследование зависимости угла преломления светового луча от угла падения на границе «воздух – стекло».

- *Обязательным является запись прямых измерений с учётом абсолютной погрешности!!!*
- Максимальный балл за выполнение задания – 3 балла.
- При анализе результатов экзамена экспериментальное задание считается выполненным верно, если экзаменуемый набрал 2 или 3 балла.
- Рекомендуемое примерное время выполнения – 30 минут.

**Внимание!**

В материалах для экспертов примеры возможных ответов на экспериментальные задания приведены в соответствии с рекомендуемыми характеристиками оборудования, указанными в описании комплектов. При использовании элементов оборудования с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в перечень комплектов перед проведением экзамена и довести информацию о внесённых изменениях до сведения экспертов, проверяющих задания с развёрнутым ответом.

**Ученику следует написать фразу:**

**На данном оборудовании я не могу провести измерение...** (далее от меня вопрос если я не смогла выставить на сопротивление 2 ток 0.3... что я пишу ? )

**Схема оценивания экспериментального задания на проверку умения  
проводить косвенные измерения физических величин**

<b>Характеристика оборудования</b>
При выполнении задания используется комплект оборудования №__ (перечисляется состав соответствующего комплекта оборудования).  <b>Внимание!</b> При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания
<b>Образец возможного выполнения</b>
1. <i>Схема экспериментальной установки.</i> 2. <i>Запись формулы.</i> 3. <i>Результаты прямых измерений с указанием абсолютной погрешности измерения.</i> 4. <i>Значение косвенного измерения.</i>  <b>Указание экспертам</b> Оценка границ интервала, где может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верным

<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины ( <i>в данном случае: указывается формула</i> ); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений ( <i>в данном случае: указываются физические величины</i> ); 4) полученное правильное значение искомой величины	3

**Схема оценивания экспериментального задания на проверку умения  
проводить исследование зависимости одной физической величины от другой**

**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект оборудования №\_\_  
(перечисляется состав соответствующего комплекта оборудования)

**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания

**Образец возможного выполнения**

1. *Схема экспериментальной установки или описание способа исследования.*
2. *Результаты прямых измерений с указанием абсолютной погрешности измерения.*
3. *Формулировка вывода.*

**Указание экспертам**

Оценка границ интервала, где может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верны

**Содержание критерия**

**Баллы**

- Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:
- 1) рисунок экспериментальной установки или описание способа исследования;
  - 2) результаты прямых измерений с учётом абсолютной погрешности измерений (*в данном случае: указываются физические величины*)
  - 3) сформулированный правильный вывод

3

### 3. Материалы для практических занятий экспертов по проверке и оценке

#### заданий с развёрнутым ответом

#### Пример 1 (экспериментальное задание на проверку умения проводить косвенные измерения физических величин)

Используя штатив с держателем, пружину № 1 со шкалой (или линейку), динамометр № 2 и грузы № 1 и № 2, соберите экспериментальную установку для измерения жёсткости пружины. Определите жёсткость пружины, подвесив к ней груз. Для измерения веса грузов воспользуйтесь динамометром. Абсолютная погрешность измерения удлинения пружины составляет  $\pm 2$  мм, а абсолютная погрешность измерения веса грузов равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта жёсткости пружины;
- 3) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите числовое значение жёсткости пружины.

Комплект № 2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• штатив лабораторный с держателем для динамометра	
• динамометр 1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр 2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(50 \pm 2)$ Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(10 \pm 2)$ Н/м
• три груза, обозначить № 1, № 2 и № 3	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить № 4, № 5 и № 6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: № 4 массой $(60 \pm 1)$ г, № 5 массой $(70 \pm 1)$ г и № 6 массой $(80 \pm 1)$ г или набор отдельных грузов
• линейка и транспортир	длиной 300 мм, с миллиметровыми делениями
• брусок с крючком и нитью	масса бруска $m = (50 \pm 5)$ г
• направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить: «А» и «Б»	поверхность «А» – приблизительно 0,2 поверхность «Б» – приблизительно 0,6; или две направляющие с разными коэффициентами трения

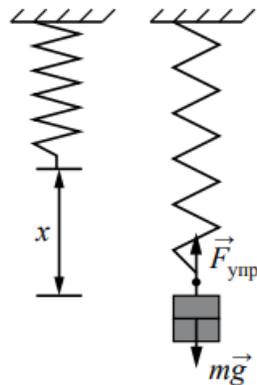
#### Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки (см. рисунок).

2.  $F_{\text{упр}} = mg = P$ ;  $F_{\text{упр}} = kx$ , следовательно,  $k = \frac{P}{x}$ .

3.  $x = (40 \pm 2)$  мм       $P = (2,0 \pm 0,1)$  Н.

4.  $k = 2 : 0,04 = 50$  Н/м.



Указание экспертам

Измерение считается верным, если  $x$  приведено в пределах от 38 до 42 мм, а  $P$  – в пределах от 1,8 до 2,2 Н

#### Пример 1.1 (3 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.

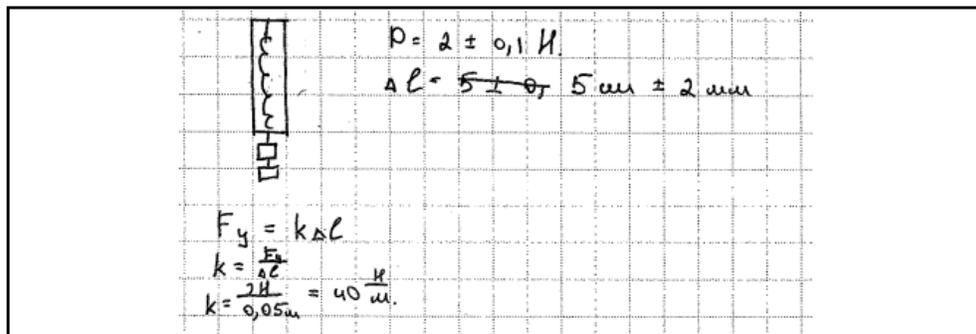
1)

2)  $F_{\text{упр}} = kx$   
 $k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$

3)  $P = 2 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$   
 $x = 0,05 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$

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

Пример 1.2 (2 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.



$P = 2 \pm 0,1 \text{ Н}$   
 $\Delta l = 5 \pm 0,5 \text{ см} \pm 2 \text{ мм}$

$F_y = k \Delta l$   
 $k = \frac{P}{\Delta l}$   
 $k = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

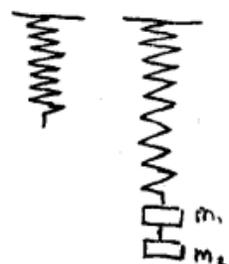
**Комментарий:** в решении рассматриваются две силы, но отсутствует обоснование равенства по модулю силы упругости  $F_y$  и веса тела  $P$  (что могло быть дано на рисунке или отдельной строкой).

Пример 1.3 (2 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.

$$F_{\text{упр}} = R \Delta l \quad F_m = 2 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н} \quad R = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$
$$R = \frac{F_{\text{упр}}}{\Delta l} \quad \Delta l = 0,05 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$$
$$F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}} = mg$$

**Комментарий:** в приведённом ответе отсутствует рисунок экспериментальной установки.

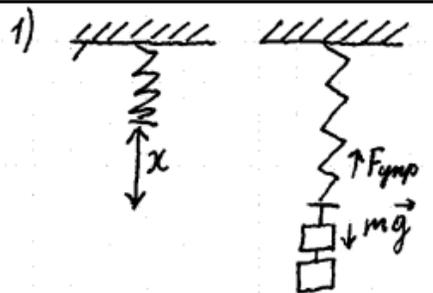
Пример 1.4 (0 баллов). В комплекте оборудования была пружина 50 Н/м.


$$F = k \Delta l \quad F = 2 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$$
$$k = \frac{F}{\Delta l} \quad \Delta l = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$
$$k = \frac{2 \text{ Н}}{0,04 \text{ м}} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ:  $50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

**Комментарий:** в данном варианте только одно из прямых измерений указано с учётом абсолютной погрешности.

Пример 1.5 (0 баллов). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.



1)  $F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$

2)  $F_{\text{упр}} = 2 \text{ Н}; x = 0,05 \text{ м}$

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

**Комментарий:** результаты обоих прямых измерений представлены без указания абсолютных погрешностей.

**Пример 2 (экспериментальное задание на проверку умения проводить исследование зависимости одной физической величины от другой)**

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный  $R_3$ , соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютную погрешность измерения силы тока принять равной  $\pm 0,02$  А; напряжения – равной  $\pm 0,1$  В.

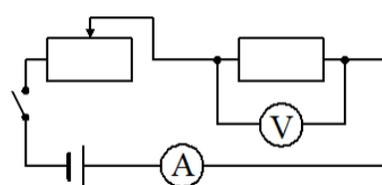
В бланке ответов:

- нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи 0,1 А, 0,2 А и 0,3 А, измерьте в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора и укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

**Образец возможного выполнения**

1. Схема экспериментальной установки:



2.

№	$I$ (А)	$U$ (В)
1	$0,10 \pm 0,02$	$0,8 \pm 0,1$
2	$0,20 \pm 0,02$	$1,6 \pm 0,1$
3	$0,30 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,1$

3. Вывод: при увеличении силы тока в проводнике напряжение, возникающее на концах проводника, также увеличивается.

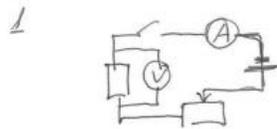
**Указание экспертам**  
Значения измерений напряжения принять верными, если они укладываются в границы  $\pm 0,3$  В

**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект оборудования № 3 в следующем составе.

Комплект № 3	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
• вольтметр двухпредельный	предел измерения 3 В, $C = 0,1$ В; предел измерения 6 В, $C = 0,2$ В
• амперметр двухпредельный	предел измерения 3 А, $C = 0,1$ А; предел измерения 0,6 А, $C = 0,02$ А
• резистор, обозначить R1	сопротивление $(4,7 \pm 0,5)$ Ом
• резистор, обозначить R2	сопротивление $(5,7 \pm 0,6)$ Ом
• резистор, обозначить R3	сопротивление $(8,2 \pm 0,8)$ Ом
• набор проволочных резисторов $\rho l S$	резисторы обеспечивают проведение исследования зависимости сопротивления от длины, площади поперечного сечения и удельного сопротивления проводника
• лампочка	номинальное напряжение 4,8 В, сила тока 0,5 А
• переменный резистор (реостат)	сопротивление 10 Ом
• соединительные провода, 10 шт.	
• ключ	

**Пример 2.1 (3 балла). В комплекте оборудования был резистор 8,2 Ом.**



*Измерения*  
 $I_1 = (0,1 \pm 0,02) \text{ А}$      $U_1 = (0,9 \pm 0,1) \text{ В}$   
 $I_2 = (0,2 \pm 0,02) \text{ А}$      $U_2 = (1,7 \pm 0,1) \text{ В}$   
 $I_3 = (0,3 \pm 0,02) \text{ А}$      $U_3 = (2,6 \pm 0,1) \text{ В}$

*Вывод: сила тока прямо пропорциональна напряжению на резисторе.*

**Комментарий:** представлено полностью верное выполнение задания.

# Практикум

---

- Перейдем теперь к рассмотрению основного материала — текстов заданий открытого банка ФИПИ.

## Комплект оборудования №1: описание методик выполнения экспериментов, их результатов и образцы оформления работ

На основе комплекта №1 составлены экспериментальные задания на определение плотности (4 задания), силы Архимеда (3 задания) и установление зависимости силы Архимеда от объема погруженной части тела (1 задание). При формировании

### Экспериментальное задание на реальном оборудовании (комплект оборудования №1)

Комплект № 1	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики <sup>(1)</sup>
• весы электронные	предел измерения не менее 200 г
• измерительный цилиндр (мензурка)	предел измерения 250 мл ( $C = 2$ мл)
• стакан	
• динамометр № 1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр № 2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• поваренная соль, палочка для перемешивания	
• цилиндр стальной; обозначить № 1	$V = (25,0 \pm 0,3) \text{ см}^3$ , $m = (195 \pm 2) \text{ г}$
• цилиндр алюминиевый; обозначить № 2	$V = (25,0 \pm 0,7) \text{ см}^3$ , $m = (70 \pm 2) \text{ г}$
• пластиковый цилиндр; обозначить № 3	$V = (56,0 \pm 1,8) \text{ см}^3$ , $m = (66 \pm 2) \text{ г}$ , имеет шкалу вдоль образующей с ценой деления 1 мм, длина не менее 80 мм
• цилиндр алюминиевый; обозначить № 4	$V = (34,0 \pm 0,7) \text{ см}^3$ , $m = (95 \pm 2) \text{ г}$

**Первая линия заданий:** определение плотности твердого тела.

**Пример.** Используя весы, мензурку, стакан с водой, цилиндр № 2, соберите экспериментальную установку для измерения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр № 2. Абсолютная погрешность измерения массы тела составляет  $\pm 0,1$  г. Абсолютная погрешность измерения объёма тела равна  $\pm 2$  см<sup>3</sup>.

*В бланке ответов № 2:*

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки для определения объёма тела;
- 2) запишите формулу для расчёта плотности;
- 3) укажите результаты измерения массы цилиндра и его объёма с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение плотности материала цилиндра.

**Образец возможного ответа.**

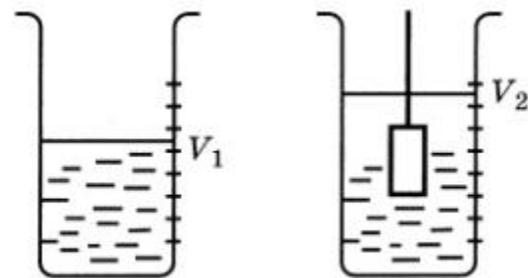
1. Схема экспериментальной установки

2. Формула для вычисления плотности  $\rho = \frac{m}{V}$ .

3.  $m = (70 \pm 1)$  г.

$V = V_2 - V_1 = (25 \pm 2)$  мл =  $(25 \pm 2)$  см<sup>3</sup>.

4.  $\rho = \frac{70}{25} = 2,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .



**Вторая линия заданий:** нахождение выталкивающей силы (силы Архимеда).

**Пример.** Используя динамометр № 1, стакан с водой, цилиндр № 2, соберите экспериментальную установку для определения выталкивающей силы (силы Архимеда), действующей на цилиндр, полностью погружённый в воду. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,02$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта выталкивающей силы;
- 3) укажите результаты прямых измерений силы с учётом абсолютной погрешности измерений;
- 4) запишите значение выталкивающей силы.

**Образец возможного ответа.**

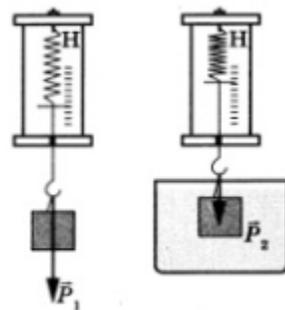
1. Схема экспериментальной установки

$$2. P_1 = mg; P_2 = mg - F_{\text{выт}}; F_{\text{выт}} = P_1 - P_2.$$

$$3. P_1 = (0,70 \pm 0,1) \text{ Н},$$

$$P_2 = (0,45 \pm 0,1) \text{ Н}.$$

$$4. F_{\text{выт}} = 0,70 - 0,45 = 0,25 \text{ Н}.$$



**Третья линия заданий:** исследование зависимости выталкивающей силы от объема погруженной части тела.

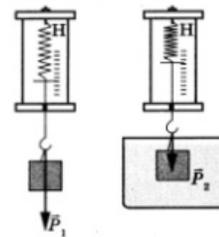
**Пример.** Используя динамометр 1, цилиндр № 3, сосуд с водой, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости выталкивающей силы от объема погруженной части тела. Для этого последовательно погрузите цилиндр в воду на 1/4 часть объема, на 1/2 часть объема и полностью. Для каждого погружения измерьте выталкивающую силу. Абсолютную погрешность измерения веса цилиндра с помощью динамометра принять равной  $\pm 0,02$  Н, абсолютную погрешность измерения выталкивающей силы принять равной  $\pm 0,04$  Н.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки для измерения выталкивающей силы и запишите формулу для расчёта выталкивающей силы;
- 2) для каждого погружения укажите в таблице результаты измерений веса цилиндра в воздухе и веса цилиндра в воде, а также выталкивающей силы;
- 3) сформулируйте вывод о зависимости выталкивающей силы от объема погруженной части тела.

**Образец возможного ответа.**

1. Схема экспериментальной установки



$P_1 = mg$ ;  $P_2 = mg - F_{\text{выт}}$ ;  $F_{\text{выт}} = P_1 - P_2$ . Объем погруженной части цилиндра прямо пропорционален глубине погружения. Длина цилиндра 80 мм. Для погружения цилиндра на 1/4 часть объема, его нужно погрузить на 1/4 часть длины (20 мм), для погружения на 1/2 часть объема, его нужно погрузить на 1/2 часть длины (40 мм).

2. Таблица результатов

Глубина погружения цилиндра $h$ , мм	Вес цилиндра в воздухе $P_1$ , Н	Вес цилиндра в воде $P_2$ , Н	Выталкивающая сила $F_{\text{выт}}$ , Н
20	$0,66 \pm 0,02$	$0,54 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,04$
40		$0,42 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,04$
80		$0,18 \pm 0,02$	$0,48 \pm 0,04$

3. Вывод: архимедова сила увеличивается при увеличении объема погруженной части тела в жидкость.

## Комплект оборудования №2: описание методик выполнения экспериментов, их результатов и образцы оформления работ

На основе комплекта №2 составлены экспериментальные задания на исследование зависимости силы трения от силы нормального давления (2 задания), нахождение коэффициента трения (5 заданий), нахождение жесткости пружины (6 заданий), определение работы силы трения (8 заданий) и исследование зависимости силы упругости от степени растяжения пружины (1 задание). При формировании материала

### Экспериментальное задание на реальном оборудовании (комплект оборудования №2)

Комплект № 2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики <sup>(2)</sup>
• штатив лабораторный с держателями	
• динамометр 1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр 2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(50 \pm 2)$ Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(10 \pm 2)$ Н/м
• три груза, обозначить № 1, № 2 и № 3	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить № 4, № 5 и № 6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: № 4 массой $(60 \pm 1)$ г, № 5 массой $(70 \pm 1)$ г и № 6 массой $(80 \pm 1)$ г или набор отдельных грузов
• линейка и транспортир	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями
• брусок с крючком и нитью	масса бруска $m = (50 \pm 5)$ г
• направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить «А» и «Б»	поверхность «А» – приблизительно 0,2; поверхность «Б» – приблизительно 0,6

**Первая линия заданий:** исследование зависимости силы трения от силы нормального давления.

**Пример.** Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр № 1 с пределом измерения, равным 1 Н, для измерения силы трения и динамометр № 2 с пределом измерения, равным 5 Н, для измерения силы нормального давления, набор из трёх грузов, направляющую рейку А, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы трения скольжения между кареткой и поверхностью горизонтальной рейки от силы нормального давления. Определите силу трения скольжения, помещая на каретку поочерёдно один, два и три груза. Для определения веса каретки с грузом(-ами) воспользуйтесь динамометром. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра № 1 принять равной  $\pm 0,02$  Н, а динамометра № 2 принять равной  $\pm 0,1$  Н.

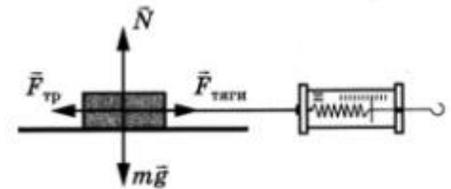
В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок или описание экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты измерений веса каретки с грузом(-ами) и силы трения скольжения с учётом погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки от силы нормального давления

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2. При равномерном движении бруска  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}}$ .

При подвешивании бруска к динамометру  $P = mg$ . При движении бруска по горизонтальной поверхности  $N = mg$ , следовательно  $P = N$ .



№ п.п.	$F_{\text{тр}}, \text{ Н}$	$N, \text{ Н}$
1	$0,30 \pm 0,02$	$1,5 \pm 0,1$
2	$0,50 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,1$
3	$0,70 \pm 0,02$	$3,5 \pm 0,1$

Вывод: при увеличении силы нормального давления сила трения скольжения, действующая между бруском и поверхностью, также увеличивается.

**Вторая линия заданий:** определение жесткости пружины.

**Пример.** Используя штатив с держателем, пружину № 1 со шкалой (или линейку), динамометр № 2 и груз № 1, соберите экспериментальную установку для измерения жёсткости пружины. Определите жёсткость пружины, подвесив к ней груз. Для измерения веса груза воспользуйтесь динамометром. Абсолютная погрешность измерения удлинения пружины составляет  $\pm 2$  мм, абсолютная погрешность измерения веса груза равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта жёсткости пружины;
- 3) укажите результаты измерения веса груза и удлинения пружины с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение жёсткости пружины

**Образец возможного выполнения задания**

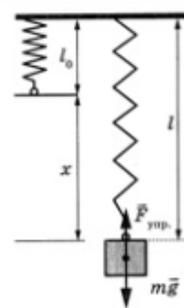
1. Схема экспериментальной установки

$$2. F_{\text{упр}} = mg = P, F_{\text{упр}} = kx, k = \frac{F_{\text{упр}}}{x} = \frac{P}{x}$$

$$3. x = (20 \pm 2) \text{ мм } (0,020 \pm 0,002) \text{ м.}$$

$$P = (1,0 \pm 0,1) \text{ Н.}$$

$$4. k = \frac{1,0}{0,02} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



**Третья линия заданий:** определение коэффициента трения.

**Пример.** Используя брусок с крючком, динамометры № 1 и № 2, груз № 1, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с грузом и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную А. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра № 1 равна  $\pm 0,02$  Н, а при помощи динамометра № 2 равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения при движении бруска с грузом по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение коэффициента трения скольжения.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки

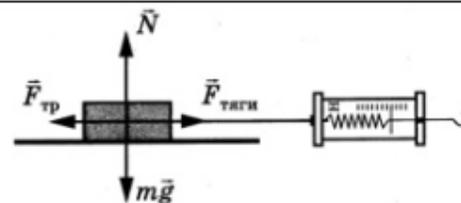
2. При равномерном движении бруска  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}}$ .

При подвешивании бруска к динамометру  $P = mg$ . При движении бруска по горизонтальной поверхности  $N = mg$ , следовательно  $P = N$ . Модуль силы трения  $F_{\text{тр}} = \mu N$ ,  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}$

3.  $P = (1,5 \pm 0,1)$  Н

$F_{\text{тяги}} = (0,30 \pm 0,02)$  Н.

4.  $\mu = \frac{0,30}{1,5} = 0,2$



**Четвертая линия заданий:** исследование зависимости силы упругости от степени растяжения пружины.

**Пример.** Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину 1, динамометр № 2 с пределом измерения, равным 5 Н, линейку, и набор из трёх грузов по 100 г каждый, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины. Определите растяжение пружины, подвешивая к ней поочерёдно один, два и три груза. Для определения веса груза(-ов) воспользуйтесь динамометром. Абсолютную погрешность измерения растяжения пружины с помощью линейки принять равной  $\pm 2$  мм, абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов:

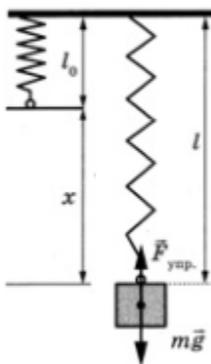
- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) с учётом абсолютной погрешности укажите результаты измерения веса груза(-ов), удлинения пружины для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, степени растяжения пружины.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2. При подвешивании бруска к динамометру  $F_{\text{упр}} = mg = P$

№ п.п.	$F_{\text{упр}}$ , Н	$x$ , мм
1	$1,0 \pm 0,1$	$20 \pm 2$
2	$2,0 \pm 0,1$	$40 \pm 2$
3	$3,0 \pm 0,1$	$60 \pm 2$

3. Вывод: при увеличении растяжения пружины сила упругости, возникающая в пружине, увеличивается.



**Пятая линия заданий:** определение работы силы трения скольжения.

**Пример.** Используя брусок с крючком, динамометр № 2, грузы № 1 и № 2, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы трения скольжения между бруском с двумя грузами и поверхностью рейки при перемещении бруска на расстояние 16 см. Используйте поверхность рейки, обозначенную Б. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 0,2$  см.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта работы силы трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения модуля перемещения бруска с грузами и силы трения скольжения при движении каретки с грузами по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерения;
- 4) запишите значение работы силы трения скольжения.

**Образец возможного выполнения задания**

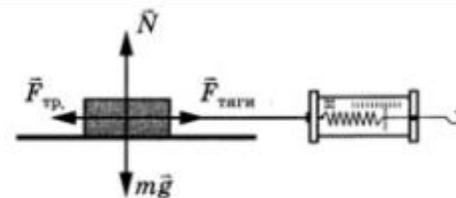
1. Схема экспериментальной установки

2. При равномерном движении бруска  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}}$ .

$$A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}s = -F_{\text{тяги}}s.$$

3.  $F_{\text{тяги}} = (0,5 \pm 0,1)$  Н;  $s = (16,0 \pm 0,2)$  см =  $(0,160 \pm 0,002)$  м.

$$4. A_{\text{тр}} = -0,5 \cdot 0,16 = -0,08 \text{ Дж.}$$



## Комплект оборудования №3: описание методик выполнения экспериментов, их результатов и образцы оформления работ

На основе комплекта №3 составлены экспериментальные задания на исследование зависимости силы электрического тока от напряжения на концах проводника (8 заданий), нахождение мощности тока (4 задания), нахождение работы электрического тока (4 задания), определение электрического сопротивления резистора или лампочки (7 заданий). При формировании материала для подготовки, авторы

### Экспериментальное задание на реальном оборудовании (комплект оборудования №3)

Комплект № 3	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики <sup>(3)</sup>
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
• вольтметр двухпредельный	предел измерения 3 В, $C = 0,1$ В; предел измерения 6 В, $C = 0,2$ В
• амперметр двухпредельный	предел измерения 3 А, $C = 0,1$ А; предел измерения 0,6 А, $C = 0,02$ А
• резистор, обозначить $R1$	сопротивление $(4,7 \pm 0,5)$ Ом
• резистор, обозначить $R2$	сопротивление $(5,7 \pm 0,6)$ Ом
• резистор, обозначить $R3$	сопротивление $(8,2 \pm 0,8)$ Ом
• набор проволочных резисторов $\rho/S$	резисторы обеспечивают проведение исследования зависимости сопротивления от длины, площади поперечного сечения и удельного сопротивления проводника
• лампочка	номинальное напряжение 4,8 В, сила тока 0,5 А
• переменный резистор (реостат)	сопротивление 10 Ом
• соединительные провода, 10 шт.	
• ключ	

**Первая линия заданий:** исследование зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

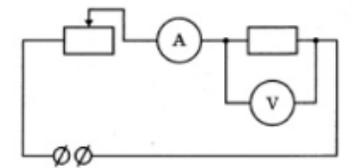
**Пример.** Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R<sub>3</sub>, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютную погрешность измерения силы тока принять равной  $\pm 0,02$  А, напряжения –  $\pm 0,2$  В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи, равную 0,2 А, 0,3 А и 0,4 А, и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2. Таблица значений



№ п.п.	$I, \text{A}$	$U, \text{В}$
1	$0,20 \pm 0,02$	$1,6 \pm 0,1$
2	$0,30 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,1$
3	$0,40 \pm 0,02$	$3,4 \pm 0,1$

3. Вывод: при увеличении напряжения на концах проводника, сила тока в проводнике увеличивается.

**Вторая линия заданий:** нахождение работы электрического тока.

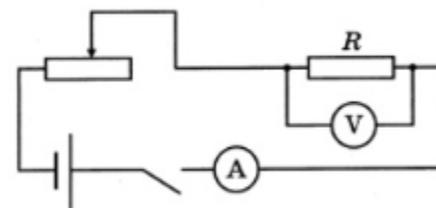
**Пример.** Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R2, соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе R2. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А. Определите работу электрического тока за 8 минут. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна  $\pm 0,02$  А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна  $\pm 0,2$  В.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2.  $A = UIt$
3.  $I = (0,5 \pm 0,1)$  А,  $U = (2,8 \pm 0,2)$  В,  
 $t = 8 \text{ мин} = 480 \text{ с.}$
4.  $A = 2,8 \cdot 0,5 \cdot 480 = 672 \text{ Дж.}$



**Третья линия заданий:** определение сопротивления резистора или лампочки.

**Пример.** Определите электрическое сопротивление резистора  $R_2$ . Для этого соберите экспериментальную установку, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный  $R_2$ . При помощи реостата установите в цепи силу тока  $0,4$  А. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна  $\pm 0,02$  А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна  $\pm 0,1$  В.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта электрического сопротивления;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение электрического сопротивления.

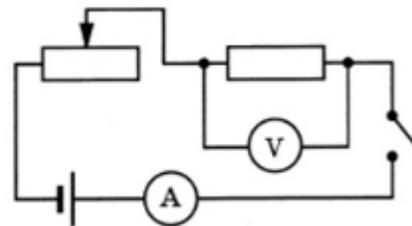
**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки

$$2. R = \frac{U}{I}$$

$$3. I = (0,4 \pm 0,1) \text{ А}, U = (2,3 \pm 0,2) \text{ В}$$

$$4. R = \frac{2,3}{0,4} = 5,8 \text{ Ом.}$$



**Четвертая линия заданий:** нахождение мощности электрического тока

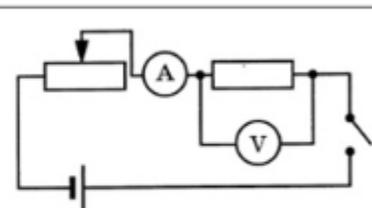
**Пример.** Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R2, соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе R2 при силе тока 0,7 А. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна  $\pm 0,1$  А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна  $\pm 0,2$  В.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта мощности электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение мощности электрического тока.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2.  $P = U \cdot I$
3.  $I = (0,7 \pm 0,1)$  А,  $U = (4,0 \pm 0,2)$  В
4.  $P = 4,0 \cdot 0,7 = 2,8$  Вт.



## Комплект оборудования №4: описание методик выполнения экспериментов, их результатов и образцы оформления работ

На основе комплекта №4 составлены экспериментальные задания на исследование свойств изображения, полученного с помощью линзы (10 заданий), нахождение оптической силы линзы (2 задания). При формировании материала для подготовки,

**Экспериментальное задание на реальном оборудовании (комплект оборудования №4)**

Комплект № 4	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики <sup>(4)</sup>
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
• собирающая линза 1	фокусное расстояние $F_1 = (100 \pm 10)$ мм
• собирающая линза 2	фокусное расстояние $F_2 = (50 \pm 5)$ мм
• рассеивающая линза 3	фокусное расстояние $F_3 = - (75 \pm 5)$ мм
• линейка	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями
• экран	
• направляющая	(оптическая скамья)
• слайд «Модель предмета»	
• осветитель	обеспечивает опыты с линзами и возможность получения узкого пучка для опыта с полуцилиндром
• полуцилиндр	диаметр $(50 \pm 5)$ мм, показатель преломления примерно 1,5
• планшет на плотном листе с круговым транспортиром	на планшете обозначено место для полуцилиндра

**Первая линия заданий:** исследование свойств изображения.

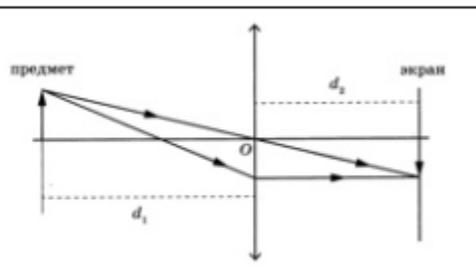
**Пример.** Используя осветитель с моделью предмета, направляющую, линзу 1 и экран, соберите оптическую установку для изучения свойств изображения, полученного с помощью собирающей линзы 1. Получите изображение предмета, расположенного на расстоянии 15 см от линзы. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки, указав ход лучей в линзе;
- 2) укажите результаты измерения расстояния от предмета до линзы и расстояния от линзы до изображения с учётом абсолютной погрешности измерения;
- 3) сформулируйте вывод о свойствах изображения (мнимое или действительное, уменьшенное или увеличенное, прямое или перевернутое).

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2.  $d_1 = (15,0 \pm 0,2)$  см,  $d_2 = (30,0 \pm 0,2)$  см.
3. Свойства изображения: перевернутое, действительное, увеличенное.



**Вторая линия заданий:** определение оптической силы линзы.

**Пример.** Используя собирающую линзу, экран, линейку, соберите экспериментальную установку для определения оптической силы линзы. В качестве источника света используйте свет от удалённого окна. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки, указав ход лучей в линзе;
- 2) запишите формулу для расчёта оптической силы линзы;
- 3) укажите результат измерения фокусного расстояния линзы с учётом абсолютной погрешности измерения;
- 4) запишите значение оптической силы линзы.

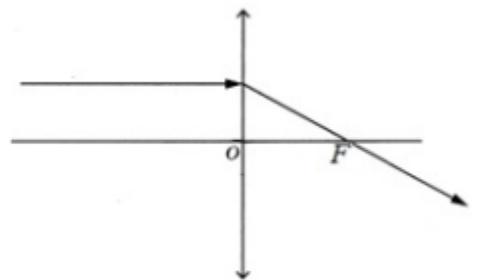
**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки

2.  $D = \frac{1}{F}$

3.  $F = (50 \pm 2)$  мм =  $(0,050 \pm 0,002)$  м

4.  $D = \frac{1}{0,05} = 20$  дптр.



## Комплект оборудования №6: описание методик выполнения экспериментов, их результатов и образцы оформления работ

На основе комплекта №4 составлены экспериментальные задания на исследование свойств изображения, полученного с помощью линзы (10 заданий), нахождение оптической силы линзы (2 задания). При формировании материала для подготовки,

### Экспериментальное задание на реальном оборудовании (комплект оборудования №6)

Комплект № 6	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики <sup>(6)</sup>
• штатив лабораторный с держателями	
• рычаг	длина не менее 40 см, с креплениями для грузов
• блок подвижный	
• блок неподвижный	
• нить	
• три груза	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• динамометр	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• линейка	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями
• транспортир	

**Первая линия заданий:** нахождение работы силы упругости при равномерном подъёме грузов с использованием неподвижного блока.

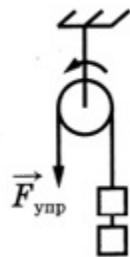
**Пример.** Используя штатив с держателем, неподвижный блок, нить, два груза и динамометр, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы упругости при равномерном подъёме грузов с использованием неподвижного блока. Определите работу, совершаемую силой упругости при подъёме двух соединённых вместе грузов на высоту 10 см. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 0,2$  см.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта работы силы упругости;
- 3) укажите результаты прямых измерений силы упругости и пути с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы силы упругости.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2.  $A = F_{\text{упр}} \cdot s$
3.  $F_{\text{упр}} = (2,0 \pm 0,1) \text{ Н}; s = 0,1 \text{ м}$
4.  $A = 2,0 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ Дж.}$



**Вторая линия заданий:** нахождение работы силы упругости при равномерном подъёме грузов с использованием подвижного блока.

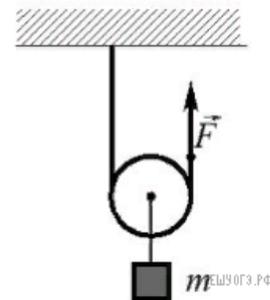
**Пример.** Используя штатив с муфтой, подвижный блок, нить, 3 груза и динамометр, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы упругости при подъёме трёх грузов с использованием подвижного блока. Определите работу, совершаемую силой упругости при подъёме грузов на высоту 8 см. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 0,2$  см.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта работы силы упругости;
- 3) укажите результаты прямых измерений силы упругости и пути с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы силы упругости.

**Решение.**

1. Схема экспериментальной установки:



2. Работа силы упругости равна  $A = F_{упр} \cdot 2h$ , так как подвижный блок дает выигрыш в расстоянии в 2 раза.
3. Сила упругости равна  $F_{упр} = (1,5 \pm 0,1)$  Н; высота подъема груза  $h = (0,080 \pm 0,002)$  м.
4. Работа силы упругости  $A = 1,5 \cdot 0,160 = 0,24$  Дж.

**Третья линия заданий:** исследования равновесия рычага.

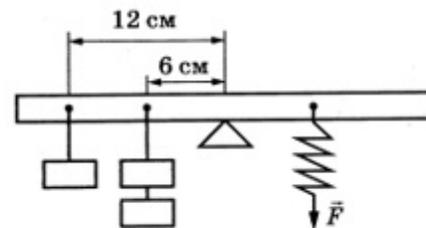
**Пример.** Используя рычаг, три груза, штатив и динамометр, соберите установку для исследования равновесия рычага. Три груза подвесьте слева от оси вращения рычага следующим образом: два груза на расстоянии 6 см и один груз на расстоянии 12 см от оси. Определите момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага на расстоянии 6 см от оси вращения рычага для того, чтобы он оставался в равновесии в горизонтальном положении. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) зарисуйте схему экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта момента силы;
- 3) укажите результаты измерений приложенной силы и длины плеча с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение момента силы.

**Образец возможного выполнения задания**

1. Схема экспериментальной установки
2.  $M = FL$
3.  $F = (4,0 \pm 0,1)$  Н,  $L = (0,060 \pm 0,002)$  м
4.  $M = 4 \cdot 0,06 = 0,24$  Н·м.



**Семинар –практикум**  
**«Успешность выполнения экспериментального задания**  
**ОГЭ по физике. Проблемы и пути решения».**

---