

Система лабораторных работ по механике и электродинамике при подготовке к ГИА

Альбина Александровна Булатова
соавтор УМК «Физика»,
учитель физики высшей квалификационной категории
ГБОУ Школа № 1517
г. Москва



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ



УМК «Физика» 7–9 классы,
10–11 классы (базовый и углублённый уровни)
Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова,
И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина
Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»





**Тетради для лабораторных работ
для 7 – 9 и 10 – 11 классов**

Основная школа. Механика

7 класс

- 1) Измерение времени протекания физического процесса
- 2) Изучение измерительных приборов и инструментов. Проведение измерений. Конструирование измерительного прибора
- 3) Измерение размеров малых тел и длины кривой
- 4) Исследование равномерного движения тела
- 5) Измерение массы тела
- 6) Измерение плотности твёрдых тел и жидкостей
- 7) Конструирование динамометра и измерение сил
- 8) Исследование трения скольжения
- 9) Изучение выталкивающей силы (силы Архимеда)
- 10) Условия плавания тел в жидкости
- 11) Условие равновесия рычага. Нахождение и сравнение моментов сил

Основная школа. Механика

9 класс

- 1) Исследование равноускоренного движения без начальной скорости
- 2) Исследование зависимости скорости тела от пройденного пути при равноускоренном движении
- 3) Сложение сил
- 4) Применение второго закона Ньютона для нахождения равнодействующей
- 5) Исследование силы трения скольжения
- 6) Изучение колебаний нитяного маятника. Измерение ускорения свободного падения
- 7) Изучение колебаний пружинного маятника

Средняя школа. Механика

10 класс

- | |
|---|
| 1) Изучение движения тела, брошенного горизонтально |
| 2) Измерение жёсткости пружины |
| 3) Измерение коэффициента трения с помощью наклонной плоскости.
Конструирование наклонной плоскости с заданным КПД |
| 4) Определение начальной кинетической энергии и начального импульса
тела по тормозному пути |
| 5) Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы
трения скольжения |
| 6) Изучение колебаний нитяного маятника. Измерение ускорения свободного
падения |
| 7) Изучение колебаний пружинного маятника |

Итого работ по механике:
18 - в основной школе и 7 – в средней школе

Лабораторные работы (независимо от тематической принадлежности) делятся на следующие типы:

- прямые измерения;
- косвенные измерения;
- наблюдение явлений;
- исследования;
- проверка гипотез;
- конструирование технических устройств.

Любая рабочая программа должна предусматривать выполнение лабораторных работ всех указанных типов. Выбор тематики и числа работ каждого типа зависит от особенностей рабочей программы и УМК.

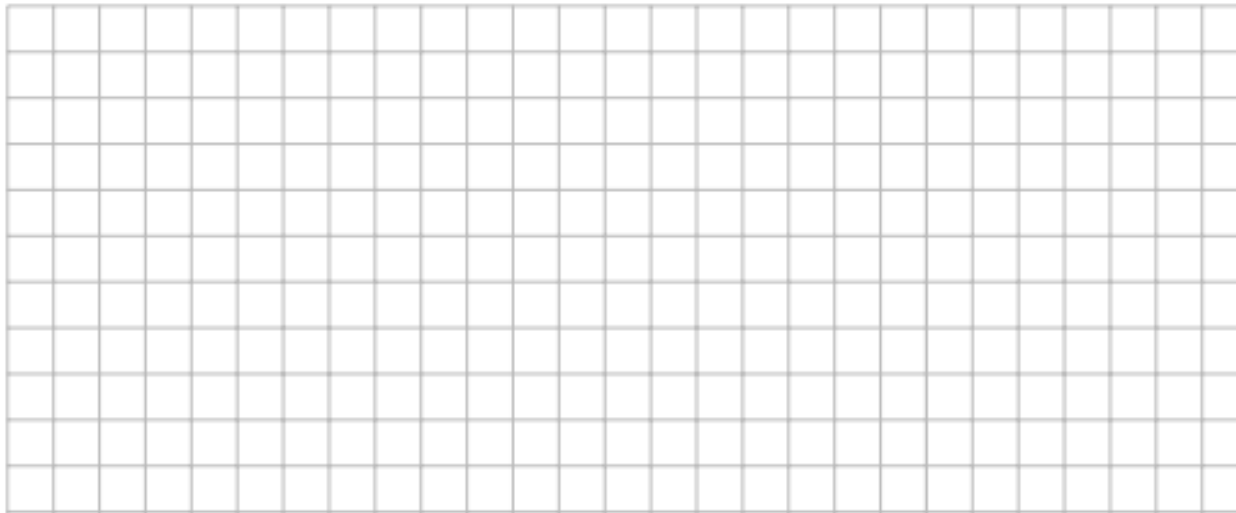
На что обращаем внимание?

- 1) **Цель** работы ставят **сами** обучающиеся.

Лабораторная работа № 3

Сложение сил

Цель работы:



На что обращаем внимание?

- 2) Для лабораторной работы предлагаем ученикам **избыточный набор** лабораторного оборудования.
- 3) **Оборудование**, изображённое в тетрадах для лабораторных работ, **может отличаться** от предлагаемого учителем в классе.

Прочитайте в учебнике описание работы и повторите § 15, п. 1. Из предложенного **оборудования** (рис. 1) выберите то, что понадобится вам, чтобы измерить коэффициент трения скольжения (отметьте выбранные приборы и материалы галочками в квадратах).

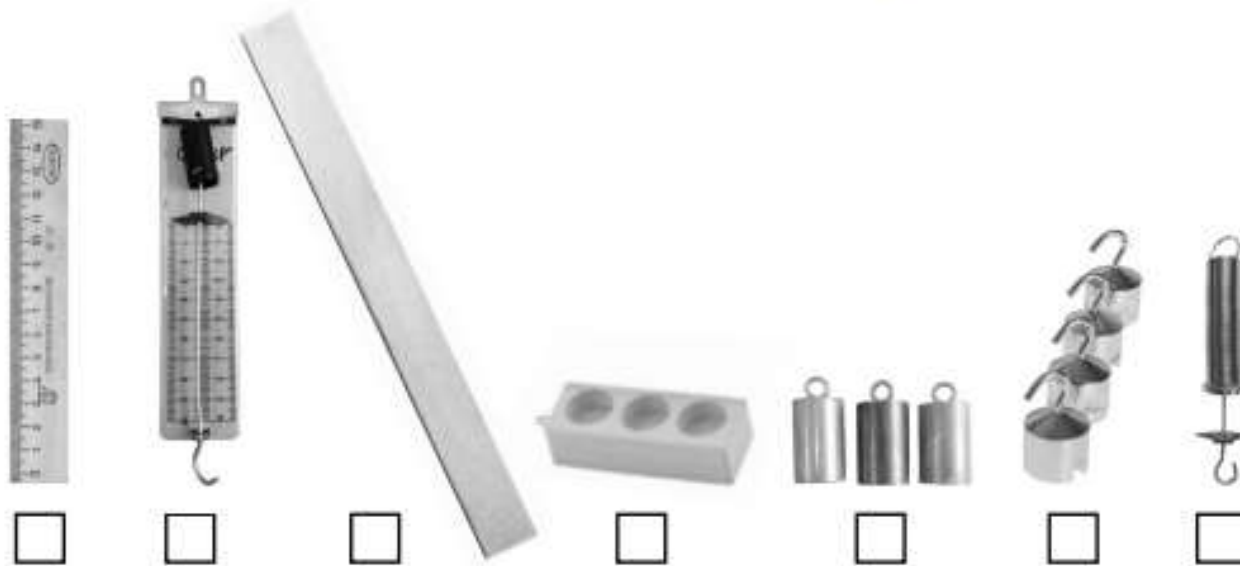


Рис. 1

На что обращаем внимание?

- 2) Для лабораторной работы предлагаем ученикам **избыточный набор** лабораторного оборудования.
- 3) **Оборудование**, изображённое в тетрадях для лабораторных работ, **может отличаться** от предлагаемого учителем в классе.

Прочитайте описание работы в учебнике и повторите § 10, п. 3, § 11, п. 1, 2. Из предложенного **оборудования** (рис. 1) выберите то, что понадобится вам, чтобы собрать простейшую электрическую цепь и измерить силу тока в лампочке и напряжение на ней (отметьте выбранные приборы и материалы галочками в квадратах).



Рис. 1

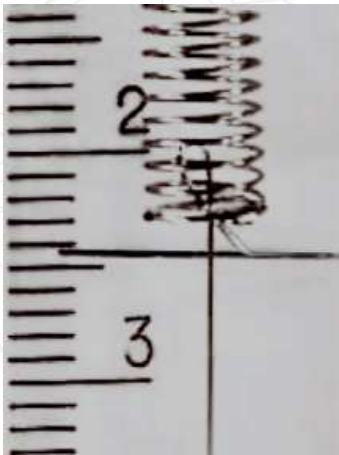
Прочитайте описание работы в учебнике и повторите § 7, п. 1. Напишите, какое **оборудование** понадобится вам для выполнения работы:

[illegible]

На что обращаем внимание?

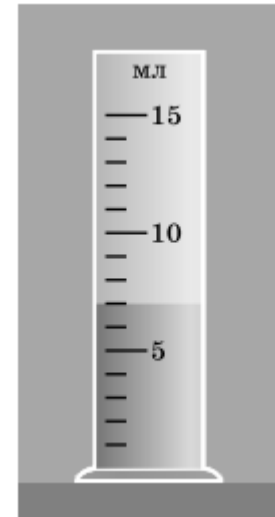
- 4) В основной школе результаты прямых измерений записываем с учётом погрешности, которую ученикам сообщает учитель.
- 5) Во всех наших учебниках есть раздел «Погрешности измерений».

Пример: измерение веса тела



$$P = (2,4 \pm 0,1) \text{ Н}$$

Пример: измерение объёма жидкости

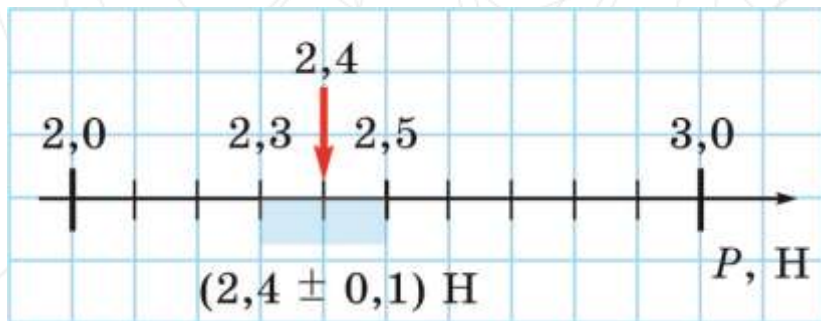
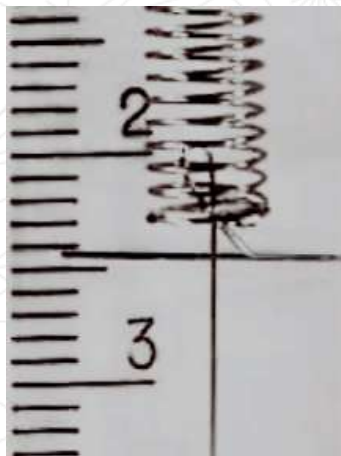


$$V = (7 \pm 1) \text{ мл}$$

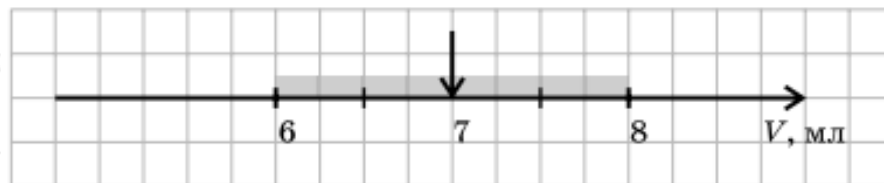
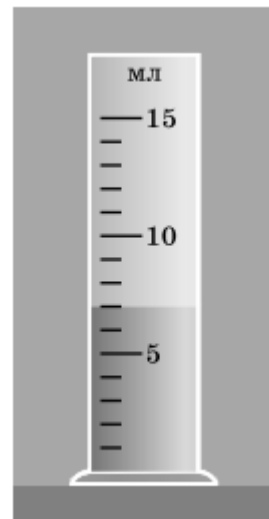
На что обращаем внимание?

- 6) Результаты измерения с учетом погрешности откладываются на числовой оси.

Пример: измерение веса тела



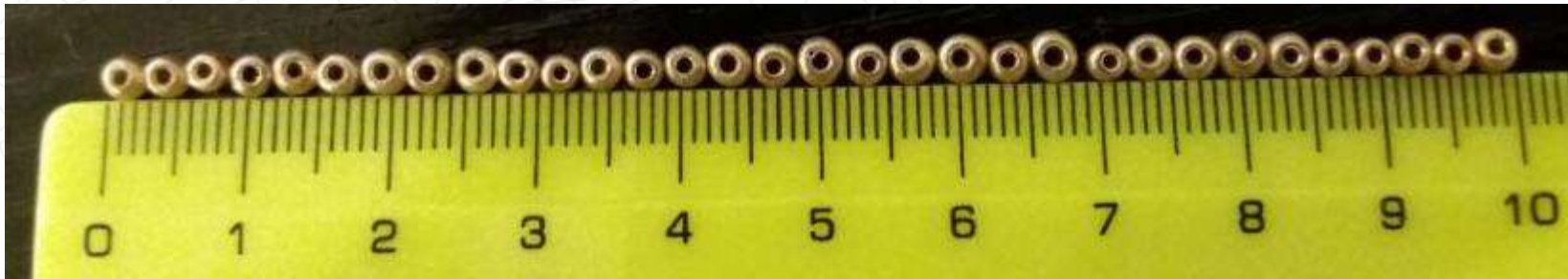
Пример: измерение объёма жидкости



На что обращаем внимание?

7) Уделяем внимание методу рядов

Пример. На рисунке приведена фотография, иллюстрирующая измерение диаметра бисеринки методом рядов. Запишите, чему равен диаметр бисеринки, с указанием абсолютной погрешности измерения.

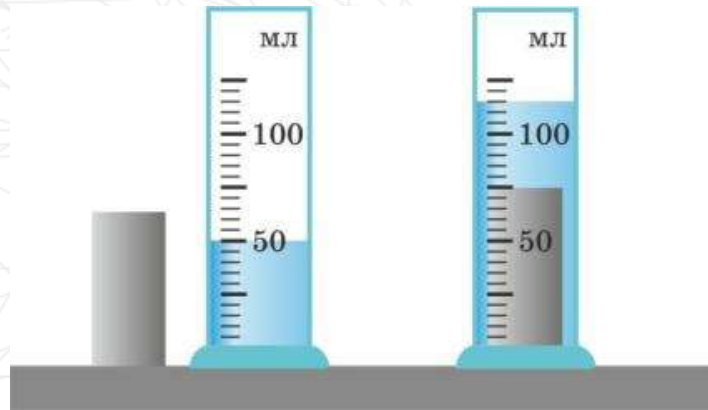


$$\begin{aligned} N &= 32 \\ l &= 10 \text{ см} \end{aligned} \Rightarrow d = \frac{10 \text{ см}}{32} \approx 0,313 \text{ см} = 3,13 \text{ мм}; \quad \Delta d = \frac{1 \text{ мм}}{32} \approx 0,03 \text{ мм}$$

$$d = (3,13 \pm 0,03) \text{ мм}$$

На что обращаем внимание?

- 8) При проведении косвенных измерений, требующих сложения и вычитания, погрешности измерений *складывают* как при *сложении*, так и при *вычитании* измеренных значений



Пример:

В измерительный цилиндр с погрешностью прямого измерения 5 мл налили воду объёмом $V_1 = (50 \pm 5)$ мл.

В воду опустили тело, объём которого требуется измерить. Суммарный объём воды и тела $V_2 = (115 \pm 5)$ мл.

Результат измерения объёма цилиндра

$$V_0 = (115 \pm 5) \text{ мл} - (50 \pm 5) \text{ мл} = (65 \pm 10) \text{ мл}.$$

На что обращаем внимание?

- 8) При проведении косвенных измерений, требующих сложения и вычитания, погрешности измерений *складывают* как при *сложении*, так и при *вычитании* измеренных значений

Пример: **Лабораторная работа**
Изучение выталкивающей силы (силы Архимеда)

1. Установление соотношения между силой Архимеда и весом вытесненной телом жидкости.

$$F_1 = (1,9 \pm 0,1) \text{ Н}$$

$$F_2 = (1,6 \pm 0,1) \text{ Н}$$

$$F_{\text{арх}} = F_1 - F_2 = (0,3 \pm 0,2) \text{ Н}$$

$$V_1 = (130 \pm 2) \text{ см}^3$$

$$V_2 = (154 \pm 2) \text{ см}^3$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = (24 \pm 4) \text{ см}^3$$

$$P = \rho g \Delta V = 0,24 \text{ Н}$$



На что обращаем внимание?

- 9) При проведении лабораторных работ используем не только стрелочные приборы, но и электронные датчики



На что обращаем внимание?

- 10) При исследовании зависимости одной физической величины от другой учим наносить результаты измерений на координатную плоскость

Пояснительные примеры

В таблице представлены результаты измерений силы упругости и удлинения пружины (с указанием погрешности) при подвешивании к данной пружине грузов разной массы.

$F, \text{ Н}$	0	$1,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$
$x, \text{ см}$	0	$1,0 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$

Нанесём результаты измерения силы упругости и удлинения на координатную плоскость $F(x)$ (рис. 3).

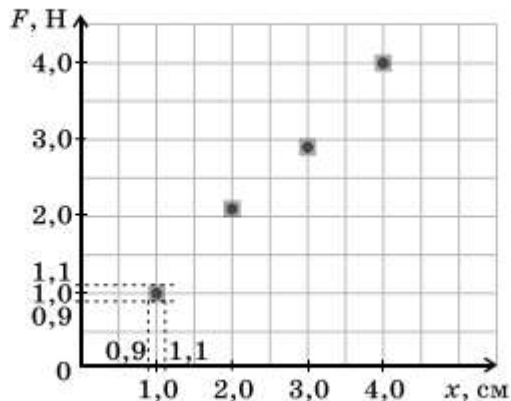


Рис. 3

Затем с помощью прозрачной линейки проведём отрезок, проходящий через начало координат и наилучшим образом проходящий через построенные прямоугольники (рис. 4).

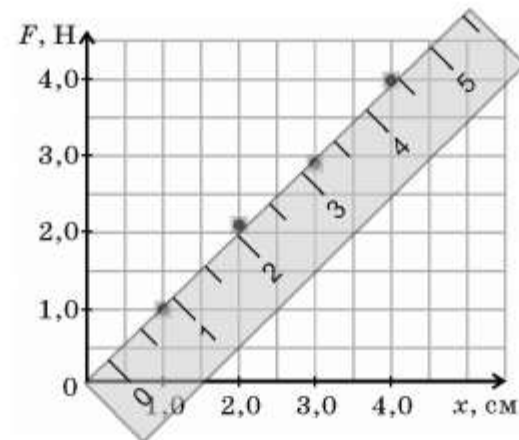


Рис. 4

На что обращаем внимание?

- 11) В средней школе погрешности прямых и косвенных измерений обучающиеся рассчитывают сами. **Для расчёта погрешностей косвенных измерений** рекомендуем использовать **метод границ**.

Для оценки погрешностей косвенных измерений можно использовать *метод границ*. В этом случае с помощью формулы, по которой вычисляют величину A , находят её минимальное значение $A_{\min}$ и максимальное значение $A_{\max}$ с учётом погрешностей измерений всех величин. Тогда абсолютная погрешность измерения $\Delta A = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2}$,

а среднее значение $A_{\text{ср}} = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$. Рассмотрим пример.

Пример:

4. При косвенном измерении плотности вещества ρ были получены следующие результаты прямых измерений: $m = (53 \pm 1) \text{ г}$; $V = (20 \pm 2) \text{ см}^3$.
- а) Запишите формулу, выражающую ρ через m и V .
 - б) Вычислите $\rho_{\min}$, $\rho_{\max}$, $\Delta \rho$ и $\rho_{\text{ср}}$.
 - в) Вычислите относительную погрешность измерения плотности.
 - г) Запишите результат измерения с указанием абсолютной и относительной погрешностей.
 - д) Нанесите результат измерения на числовую ось.
 - е) Сделайте вывод: противоречат ли результаты измерений гипотезе о том, что рассматриваемое тело изготовлено из алюминия?

На что обращаем внимание?

- 11) В средней школе погрешности прямых и косвенных измерений обучающиеся рассчитывают сами. **Для расчёта погрешностей косвенных измерений** рекомендуем использовать **метод границ**.

Пример: **Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути**

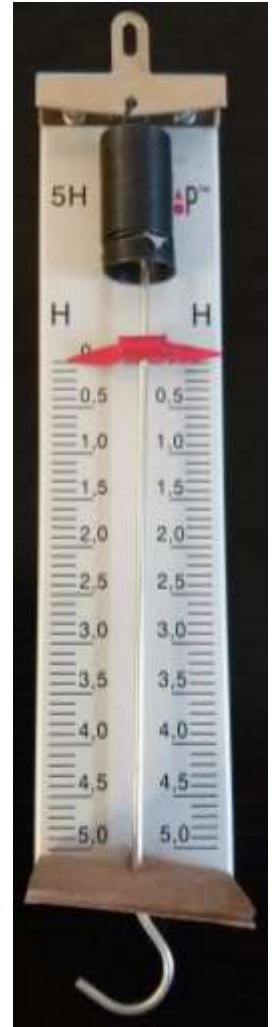
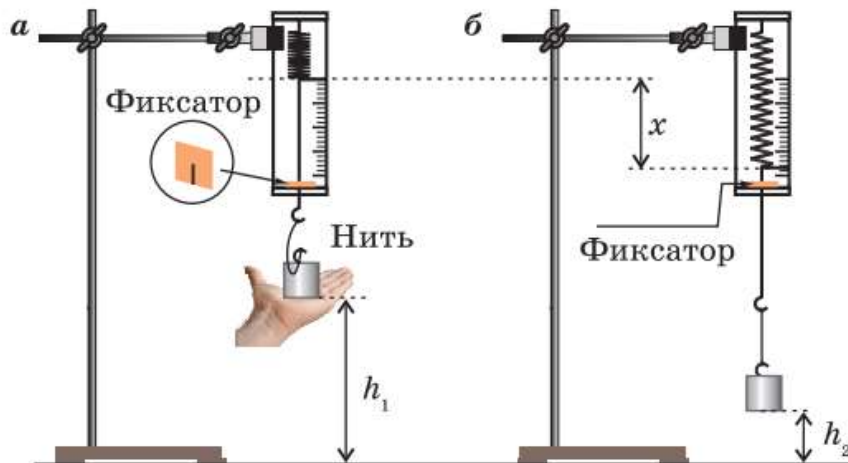
Цель работы: найти изменение механической энергии, обусловленное действием силы трения скольжения.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр с фиксатором, груз, прочная нить, измерительная лента или линейка с миллиметровыми делениями.

Подготовка к работе

1. Изучите описание работы.

*2. Запишите в тетради вывод всех формул, используемых в работе (см. § 16, 18).



Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути

№

$P, \text{ Н}$	$h_1, 10^{-2} \text{ м}$	$h_2, 10^{-2} \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$x, 10^{-2} \text{ м}$
$1,0 \pm 0,1$	$28,0 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}} x_{\text{max}}}{2} = \frac{4,5 \cdot 7,1 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,16 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}} x_{\text{min}}}{2} = \frac{4,3 \cdot 6,9 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,15 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{ср}} = \frac{(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} + (\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}}}{2} = 0,16 \text{ Дж}$$

$$\Delta(\Delta E_{\text{пр}}) = \frac{(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} - (\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}}}{2} = 0,01 \text{ Дж}$$

$$\Delta E_{\text{пр}} = (0,16 \pm 0,01) \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} = P_{\text{max}} (h_2_{\text{max}} - h_1_{\text{min}}) = 1,1 \cdot (3,6 - 27,9) \cdot 10^{-2} = -0,27 \text{ Дж}$$

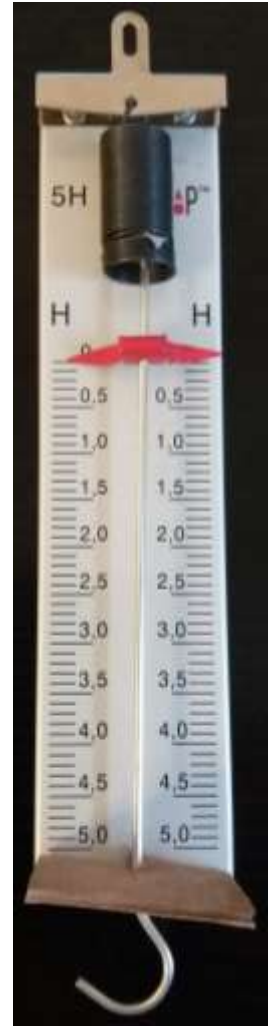
$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}} = P_{\text{min}} (h_2_{\text{min}} - h_1_{\text{max}}) = 0,9 \cdot (3,4 - 28,1) \cdot 10^{-2} = -0,22 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{ср}} = \frac{(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} + (\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}}}{2} = -0,25 \text{ Дж}$$

$$\Delta(\Delta E_{\text{гр}}) = \frac{(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} - (\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}}}{2} = -0,03 \text{ Дж}$$

$$\Delta E_{\text{гр}} = -(0,25 \pm 0,03) \text{ Дж}$$

$$A_{\text{тр}} = \Delta E_{\text{мех}} = -(0,09 \pm 0,02) \text{ Дж}$$



На что обращаем внимание?

12) Лабораторные работы усложняются постепенно (не только при переходе из основной школы в среднюю).

1) Измерение времени протекания физического процесса

2) Изучение измерительных приборов и инструментов. Проведение измерений. Конструирование измерительного прибора

3) Измерение размеров малых тел и длины кривой

4) Исследование равномерного движения тела

5) Измерение массы тела

6) Измерение плотности твёрдых тел и жидкостей

7) Конструирование динамометра и измерение сил

8) Исследование трения скольжения

9) Изучение выталкивающей силы (силы Архимеда)

10) Условия плавания тел в жидкости

11) Условие равновесия рычага. Нахождение и сравнение моментов сил

На что обращаем внимание?

12) Лабораторные работы усложняются постепенно (не только при переходе из основной школы в среднюю).

Постоянный ток. 8 класс

- 1) Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения
- 2) Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления
- 3) Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен
- 4) Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания
- 5) Изучение последовательного соединения проводников
- 6) Изучение параллельного соединения проводников
- 7) Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия электрического тока и нахождение КПД электрического нагревателя

Постоянный ток. 10 класс

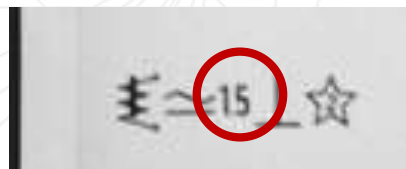
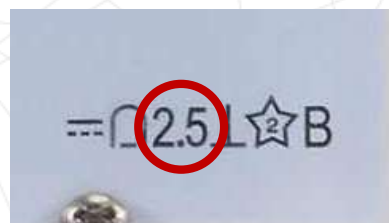
- 1) Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания
- 2) Мощность тока в проводниках при последовательном и параллельном соединении
- 3) Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе



Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

Класс точности

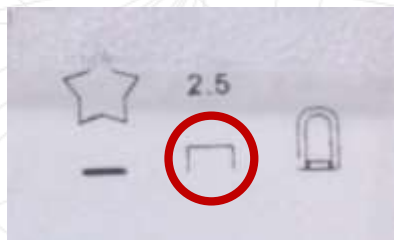
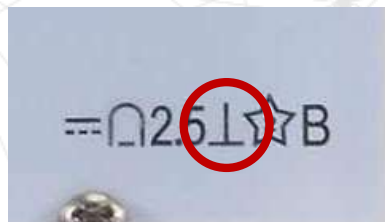
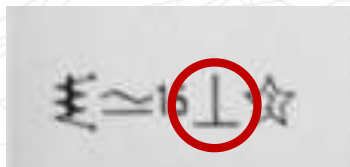


Нужен для расчёта абсолютной погрешности прибора (инструментальной погрешности)

$$\Delta_{\text{прибора}} = \frac{\gamma \cdot \text{Предел измерения прибора}}{100}$$

Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

Положение шкалы прибора
(вертикальное или горизонтальное)

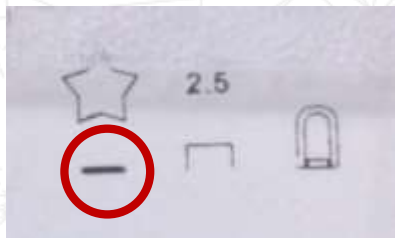


Положение шкалы прибора
под углом к горизонту



Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

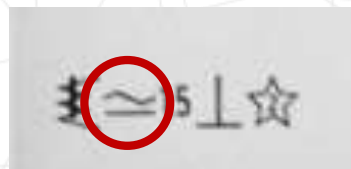
Измерение постоянного тока



Измерение переменного тока



Измерение постоянного и переменного тока



Лабораторная работа «Изучение последовательного соединения проводников» (8 класс)

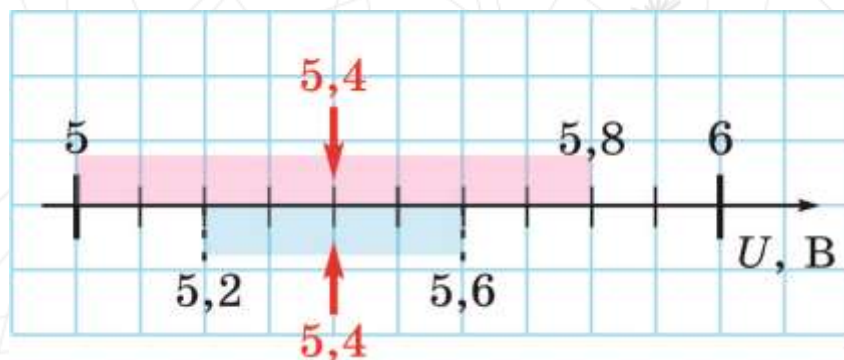
$$U_1 = (2,8 \pm 0,2) \text{ В};$$

$$U_2 = (2,6 \pm 0,2) \text{ В};$$

$$U_{\text{изм}} = (5,4 \pm 0,2) \text{ В}$$

$$U_{\text{расч}} = (5,4 \pm 0,4) \text{ В}$$

Обратите внимание на то, что при проведении косвенных измерений, требующих сложения и вычитания, погрешности измерений *складываются* как при *сложении*, так и при *вычитании* измеренных значений.

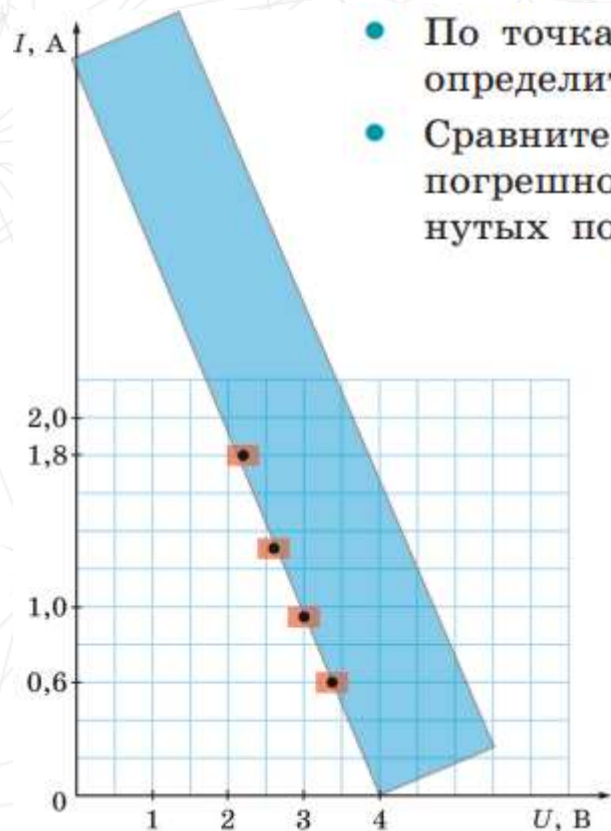


При нанесении результатов измерений на числовую ось (с учётом погрешностей) видим, что интервалы значений $U_{\text{расч}}$ и $U_{\text{изм}}$ частично перекрываются. Следовательно опыт подтверждает, что $U = U_1 + U_2$.

Лабораторная работа

«Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» (10 класс)

$I, \text{ A}$	$1,80 \pm 0,05$	$1,30 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,05$
$U, \text{ В}$	$2,4 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$



- По точкам пересечения проведённой прямой с осями координат определите значения $\mathcal{E}$ и r . Запишите полученные результаты.
- Сравните полученное вами значение ЭДС источника (с учётом погрешностей измерений) с показанием вольтметра при разомкнутых полюсах источника. Сделайте соответствующий вывод.

$$U_{\text{разомкн}} = (4,0 \pm 0,2) \text{ В}$$

Вспомним о ЕГЭ:

$$\begin{cases} U_1 + I_1 r = \mathcal{E} \\ U_2 + I_2 r = \mathcal{E} \end{cases}$$

На что обращаем внимание?

13) В тетрадах для лабораторных работ содержатся **тренировочные задания**.

2. На рисунке 2 изображены схемы электрических цепей. Обведите прямоугольником схему, на которой амперметр и вольтметр включены в электрическую цепь правильно. Запишите краткое обоснование своего выбора.

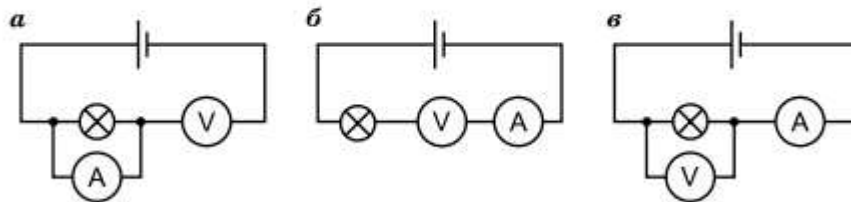


Рис. 2

2. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых источника тока, резистора, ключа, амперметра, реостата и соединительных проводов. На рисунке 2 изображён реостат в начале опыта.



Рис. 2

Во время эксперимента ползунок реостата передвигают влево. Запишите под каждой буквой выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответах могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) Сопротивление реостата	1) увеличивается;
Б) Сопротивление резистора	2) уменьшается;
В) Сила тока в цепи	3) не изменяется.

На что обращаем внимание?

13) В тетрадах для лабораторных работ содержатся **тренировочные задания**.

2. На каких рисунках (рис. 2) резисторы соединены последовательно? Обведите правильные схемы прямоугольниками. Примите, что, как обычно, сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

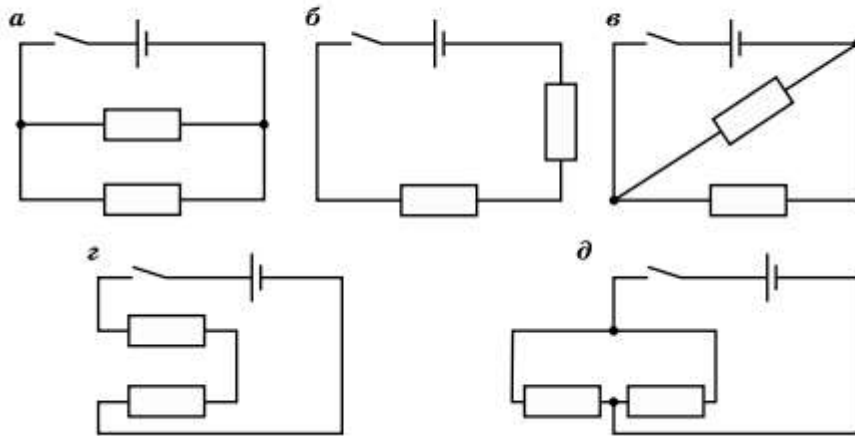


Рис. 2

Тренировочные задания

Задание 1. Изобразите на рисунке 1 силы, действующие на тела 1 и 2, плавающие в воде.

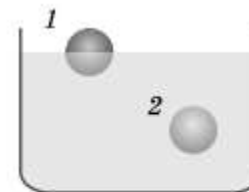


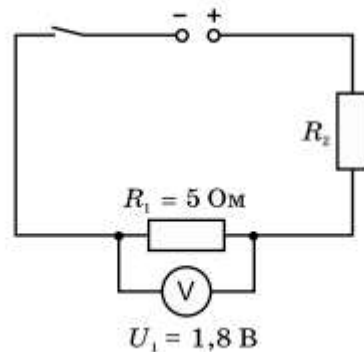
Рис. 1

На что обращаем внимание?

13) В тетрадях для лабораторных работ содержатся **дополнительные задания**.

Дополнительные задания

1. Чему равна сила тока в резисторе R_2 (рис. 3)? Чему равно напряжение на концах второго резистора, если его сопротивление равно 2 Ом? Приведите все необходимые расчёты.



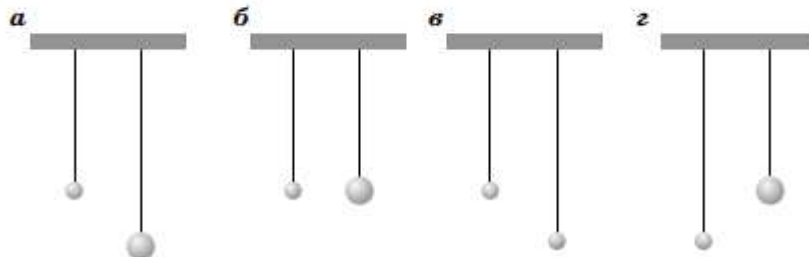
Дополнительные задания

1. Погрузите сырое яйцо в высокий стакан с водой. Доливая в стакан насыщенный раствор соли, наблюдайте за поведением яйца. Объясните наблюдаемое явление.

[illegible]

Дополнительные задания

1. Ученику на опыте необходимо установить, зависит ли период колебаний нитяного маятника от массы груза. Какую пару маятников (рис. 2) он должен взять, чтобы получить ответ на этот вопрос? Шарики изготовлены из одного и того же вещества. Обведите выбранную пару рамкой.



Ждём Вас на наших вебинарах!

До новых встреч!

Альбина Александровна Булатова

ГБОУ Школа № 1517

г. Москва

bualbina@yandex.ru