

Особенности подготовки школьников к экспериментальным турам олимпиад по физике



Тихонов Павел Сергеевич
Центр педагогического мастерства (Москва),
соавтор УМК «Физика»

Особенности экспериментальных олимпиадных задач

- Отсутствует возможность использования учебников, помощи преподавателя и т.д.
- Работа планируется полностью самостоятельно.
- Нестандартный подход к использованию оборудования и решению задачи в целом.
- Время на выполнение работы ограничено.



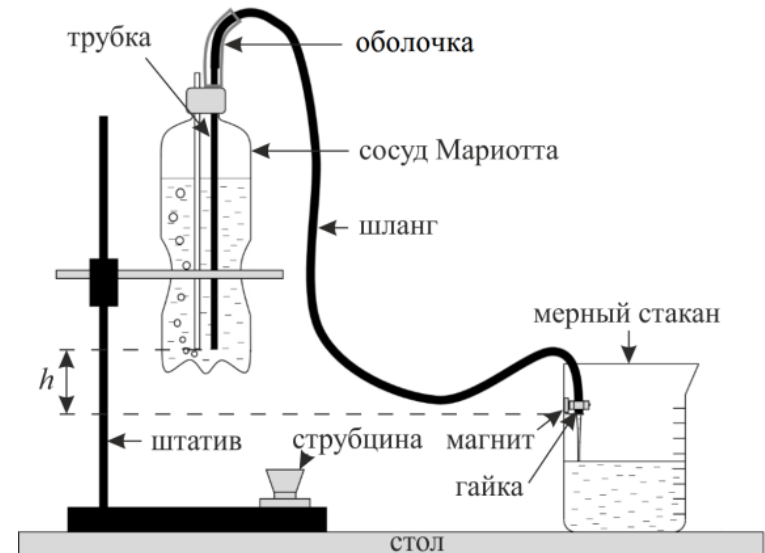
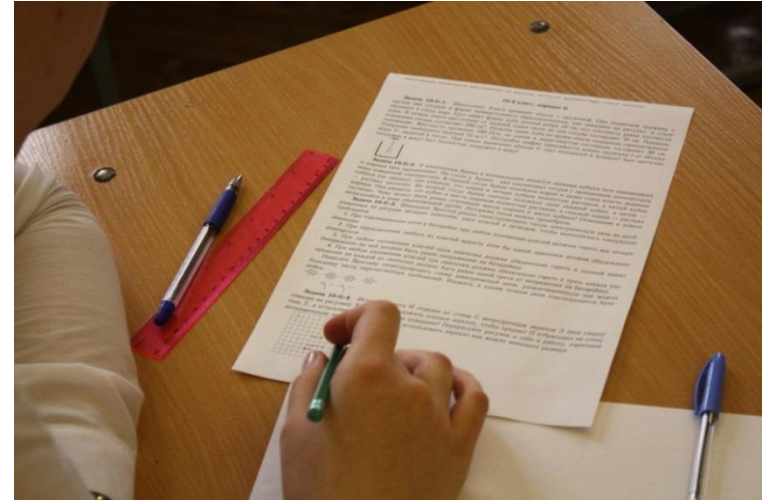
Основные этапы выполнения задачи

- Изучение теоретических основ задачи.
- Сборка экспериментальной установки.
- Проведение пробного эксперимента.
- Проведение измерений.
- Обработка результатов измерений.
- Оценка погрешностей.
- Формулирование итогового результата.



Оформление работы

- Отчёт не должен содержать излишеств.
- Подробному словесному описанию следует предпочесть схему или рисунок.
- В описании следует уделить особое внимание описанию использованных «оригинальных» приёмов.



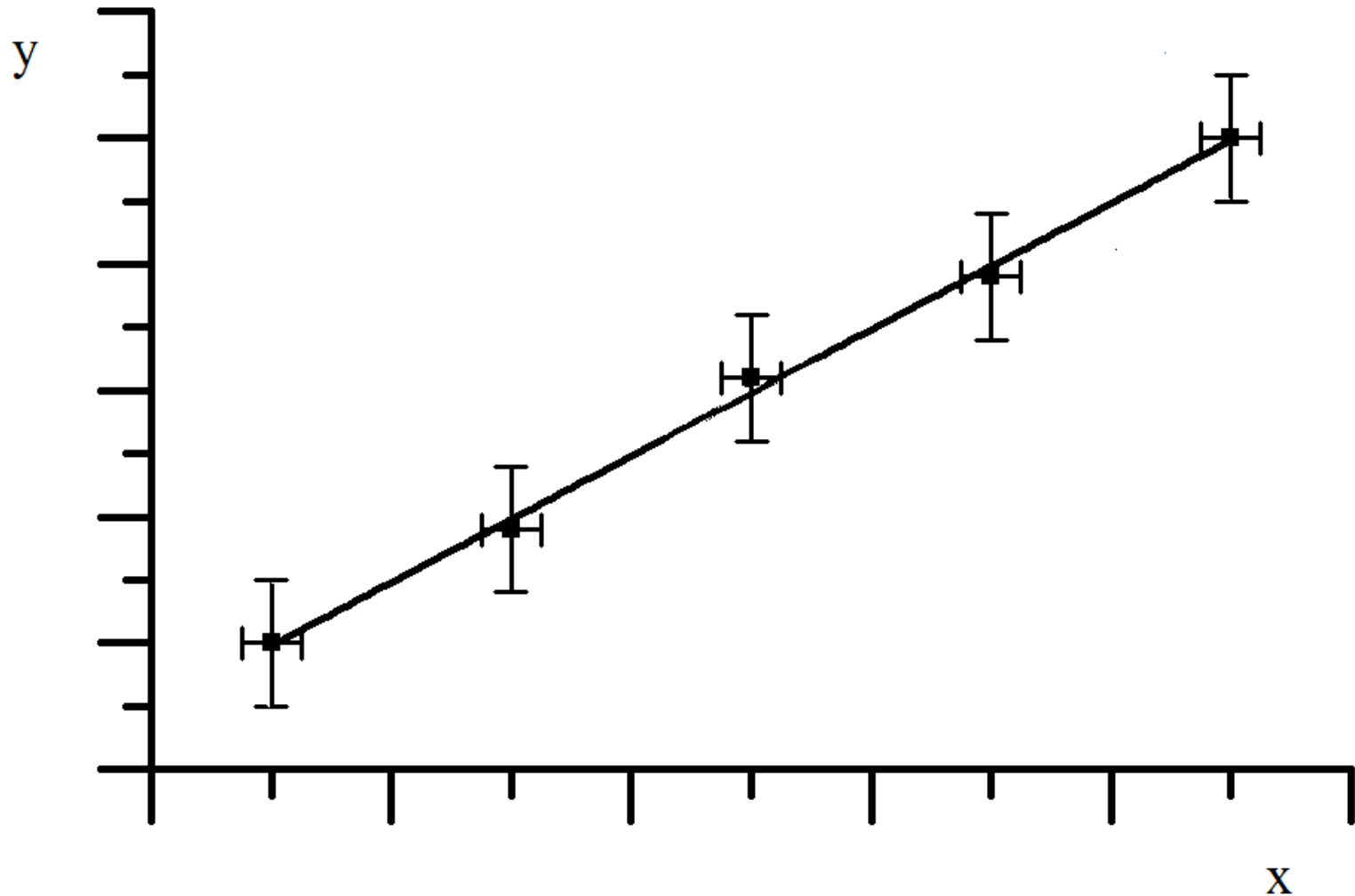
Быстрая оценка погрешностей: среднее значение

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(x_1 - x_{\text{ср}})^2 + (x_2 - x_{\text{ср}})^2 + \dots + (x_N - x_{\text{ср}})^2}{N(N - 1)}}$$

$$\sigma_x \approx \frac{|x_1 - x_{\text{ср}}| + |x_2 - x_{\text{ср}}| + \dots + |x_N - x_{\text{ср}}|}{N}$$

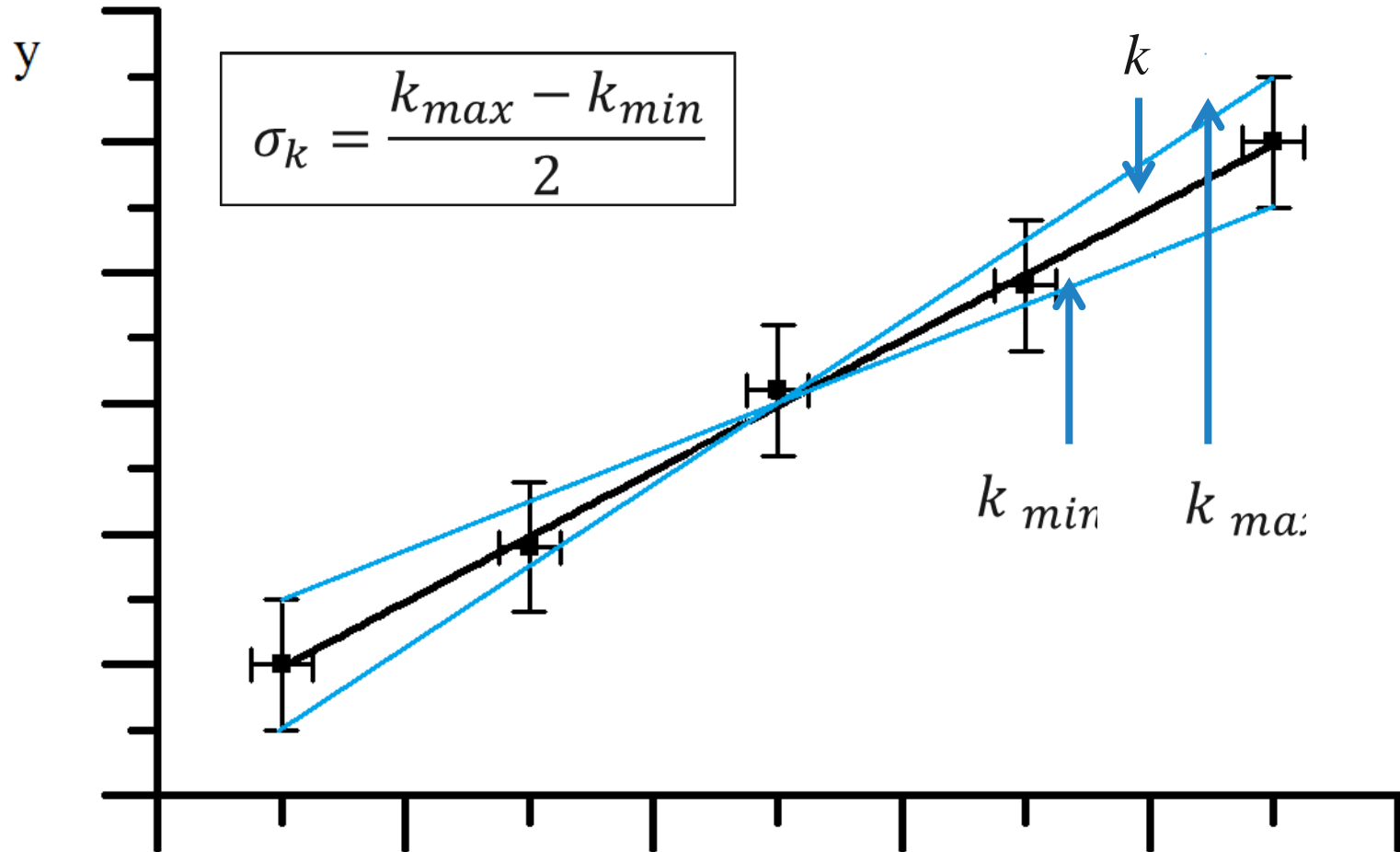
Быстрая оценка погрешностей

$$y = kx + m; \quad \sigma_y, \sigma_x; \quad \sigma_k - ?$$



Быстрая оценка погрешностей

$$y = kx + m; \quad \sigma_y, \sigma_x; \quad \sigma_k - ?$$



Пример экспериментальной задачи

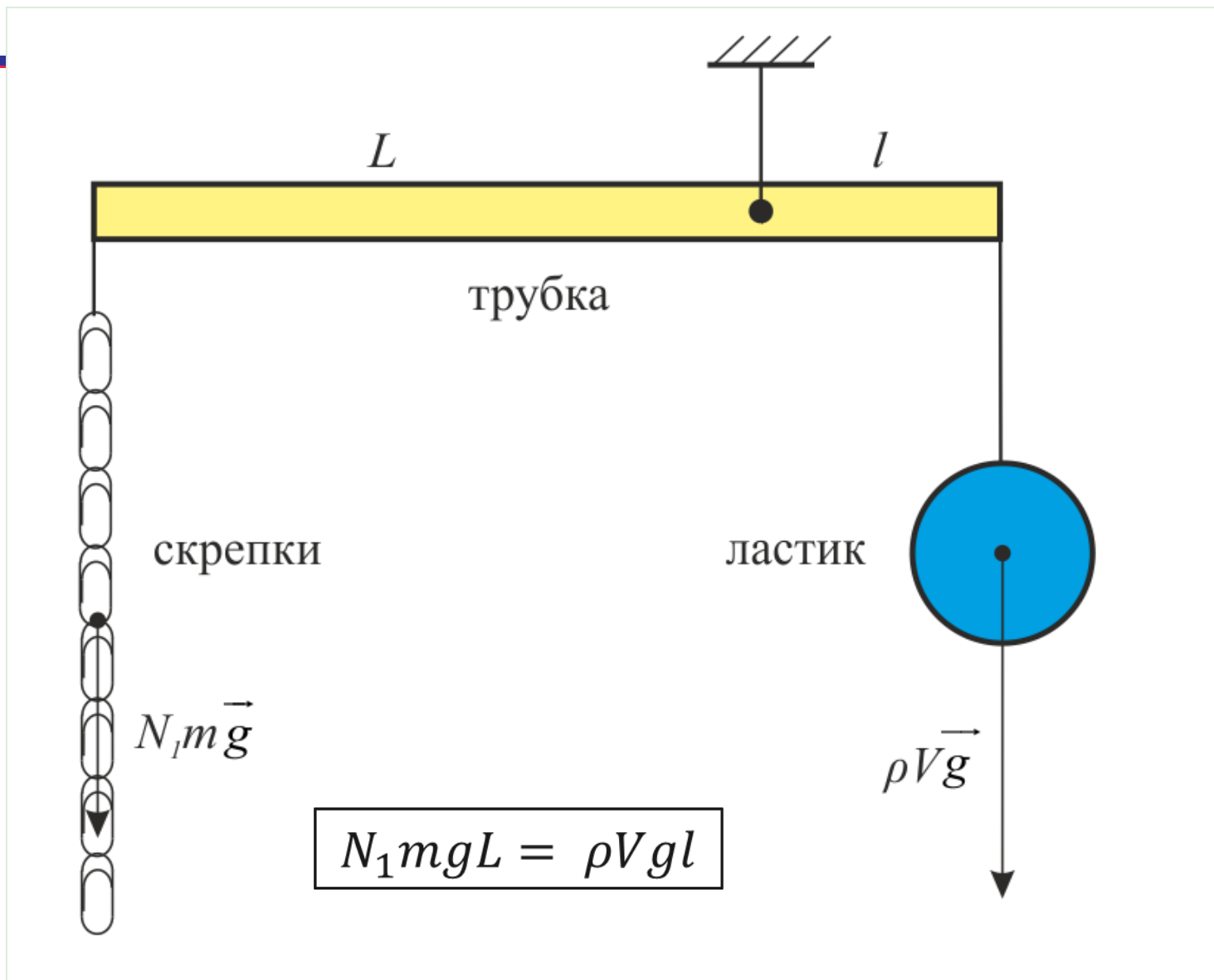
Задание: Определите плотность груза.

Опишите предпринятые действия, которые привели к увеличению точности результата эксперимента.

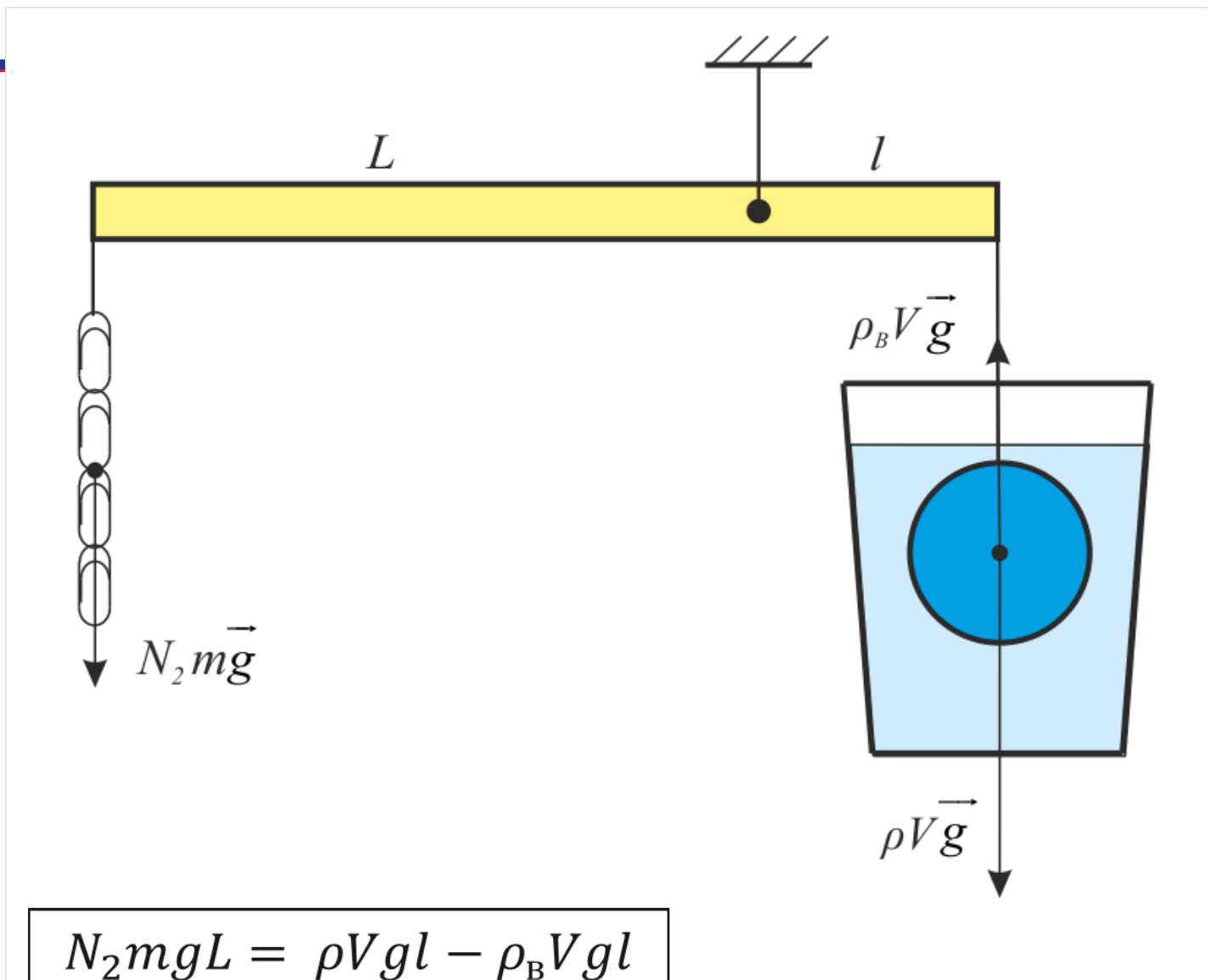
Плотность воды: $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$.

Оборудование: Неоднородная трубка, нить, одинаковые скрепки (50 штук), исследуемый груз (ластик), стакан объёмом 0,5 л с водой, салфетки для поддержания чистоты на рабочем месте, ножницы по требованию.

Выполнение задачи



Выполнение задачи



Выполнение задачи

$$\left. \begin{aligned} N_1 mgL &= \rho V gl \\ N_2 mgL &= \rho V gl - \rho_B V gl \end{aligned} \right\} \rho = \rho_B \frac{N_1}{N_1 - N_2}.$$

$$\sigma_\rho = \rho \sqrt{\left(\frac{2\sigma_N}{N_1 - N_2} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_N}{N_1} \right)^2}.$$

Увеличение числа использованных скрепок должно повысить точность измерений.

Выполнение задачи

$$\left. \begin{aligned} N_1 mgL &= \rho V gl \\ N_2 mgL &= \rho V gl - \rho_B V gl \end{aligned} \right\} \rho = \rho_B \frac{N_1}{N_1 - N_2}.$$

$$N_1 = 50 \pm 1,$$

$$N_2 = 16 \pm 1.$$

$$\rho = 1,47 \pm 0,09 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}.$$

Пример экспериментальной задачи

Задание: измерьте коэффициент теплообмена для стакана с водой и коэффициент полезного действия процесса передачи тепла от свечи к стакану.

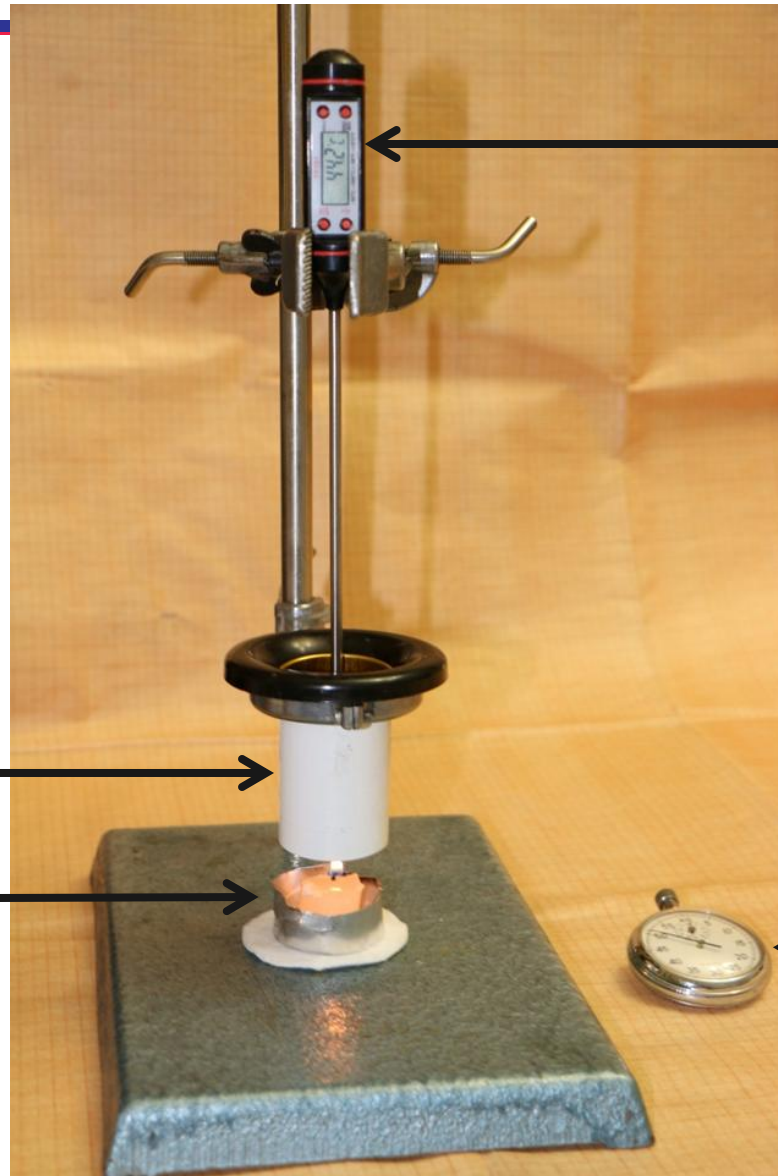
Удельная теплоёмкость алюминия $c = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Удельная теплота сгорания парафина:

$$q = 45,8 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}.$$

Оборудование: парафиновая свеча, алюминиевый стакан, штатив с лапкой и кольцом, термометр, секундомер, весы, вода.

Экспериментальная установка



Термометр

Стакан с водой

Свеча

Секундомер

Выполнение задачи

Запишем уравнение теплового баланса:

$$N\Delta t = C\Delta T + \alpha(T - T_0)\Delta t$$

Истинная мощность свечи определяется из уравнения:

$$W\Delta t = q\Delta m$$

Выполнение задачи

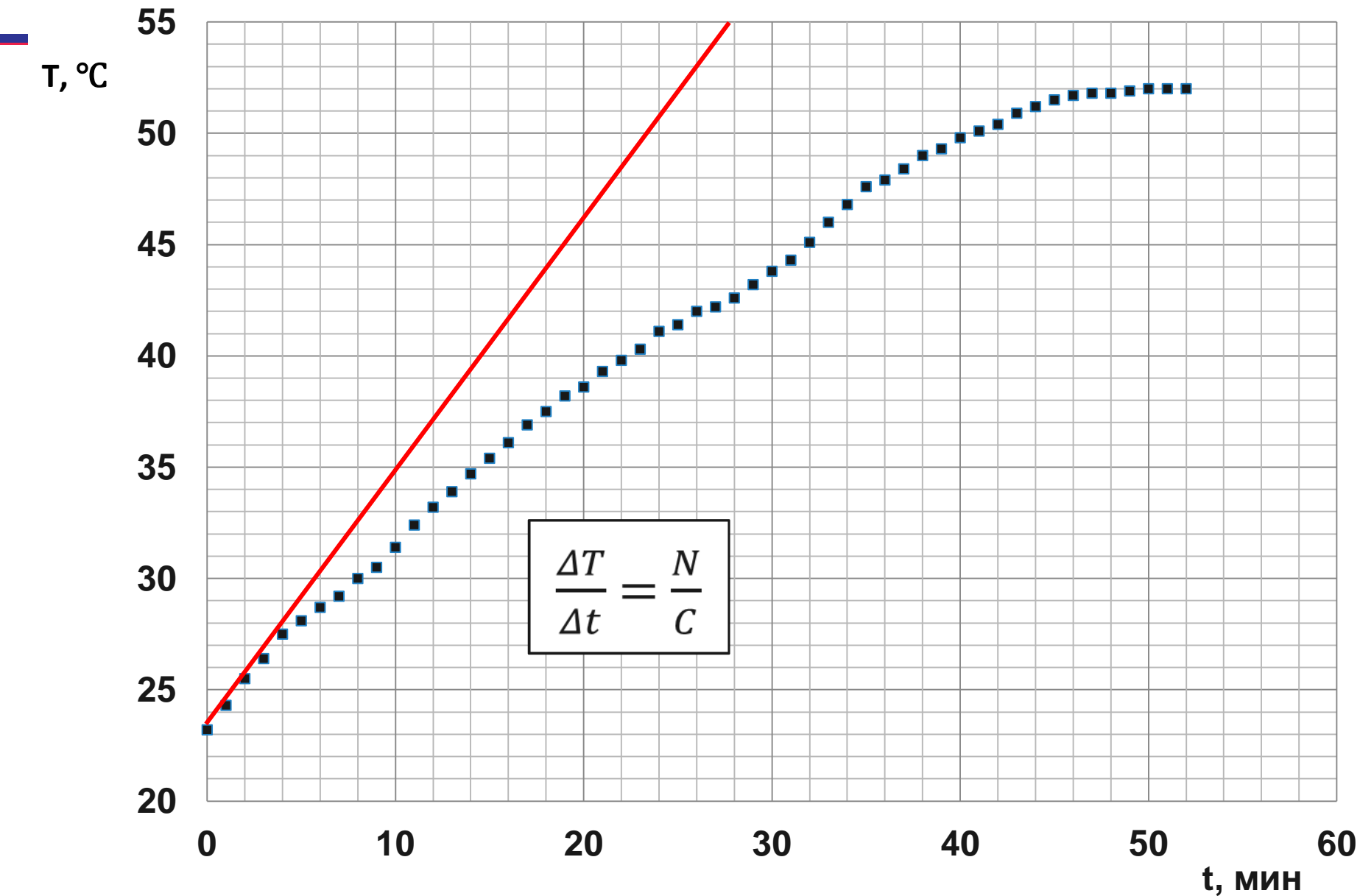
Уравнение теплового баланса:

$$N\Delta t = C\Delta T + \alpha(T - T_0)\Delta t$$

При $t \rightarrow 0$ ($T \rightarrow T_0$):

$$\frac{N}{C} = \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

График зависимости T(t)



Выполнение задачи

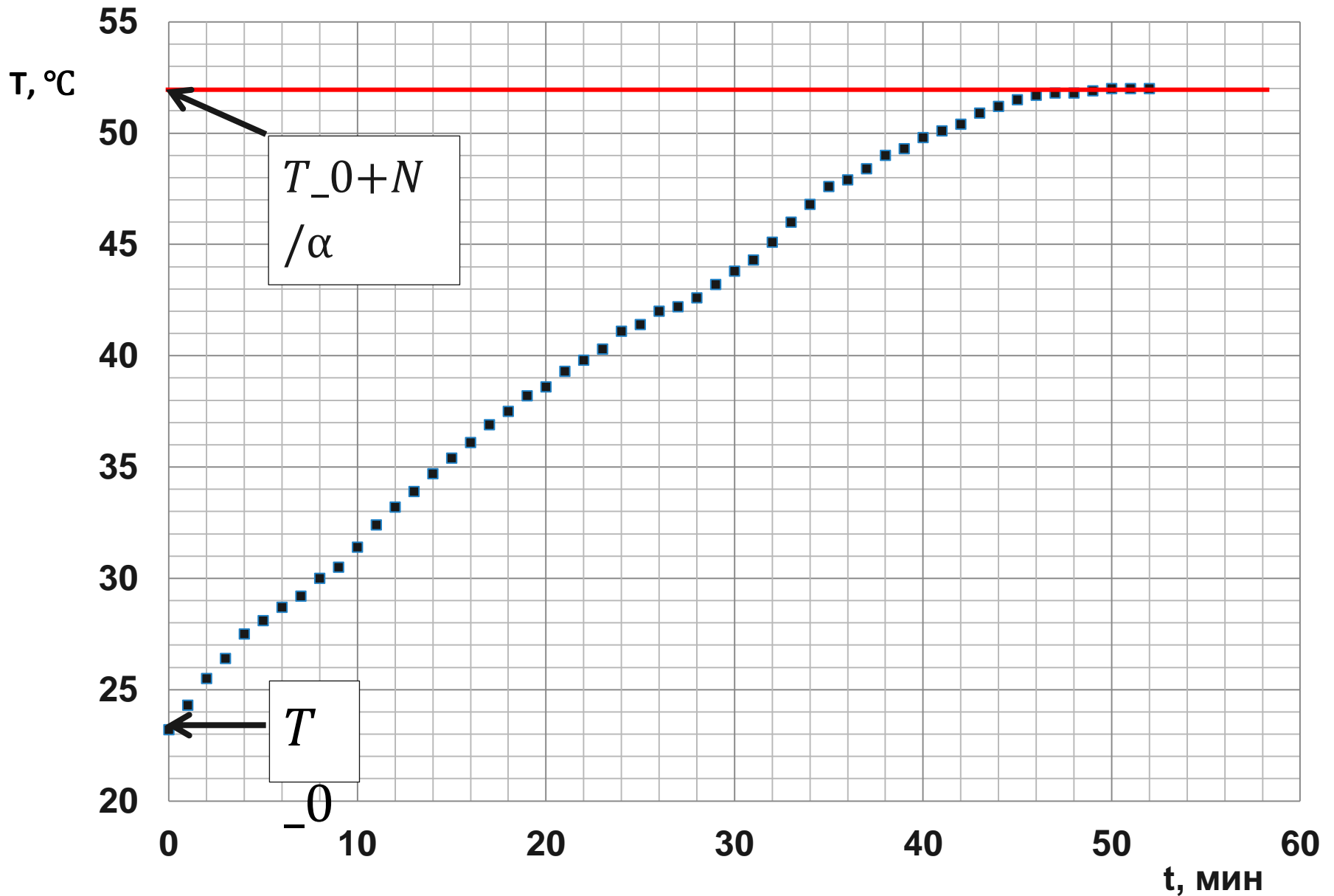
Уравнение теплового баланса:

$$N\Delta t = C\Delta T + \alpha(T - T_0)\Delta t$$

При $t \rightarrow \infty$:

$$T = T_0 + \frac{N}{\alpha}$$

График зависимости $T(t)$



Выполнение задачи

Истинная мощность свечи определяется из уравнения:

$$W\Delta t = q\Delta m$$

Коэффициент полезного действия η :

$$\eta = \frac{N}{W}$$



Результаты

Эффективная мощность свечи:

$$N = 9,1 \pm 0,8 \text{ Вт.}$$

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha = 0,32 \pm 0,03 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}.$$

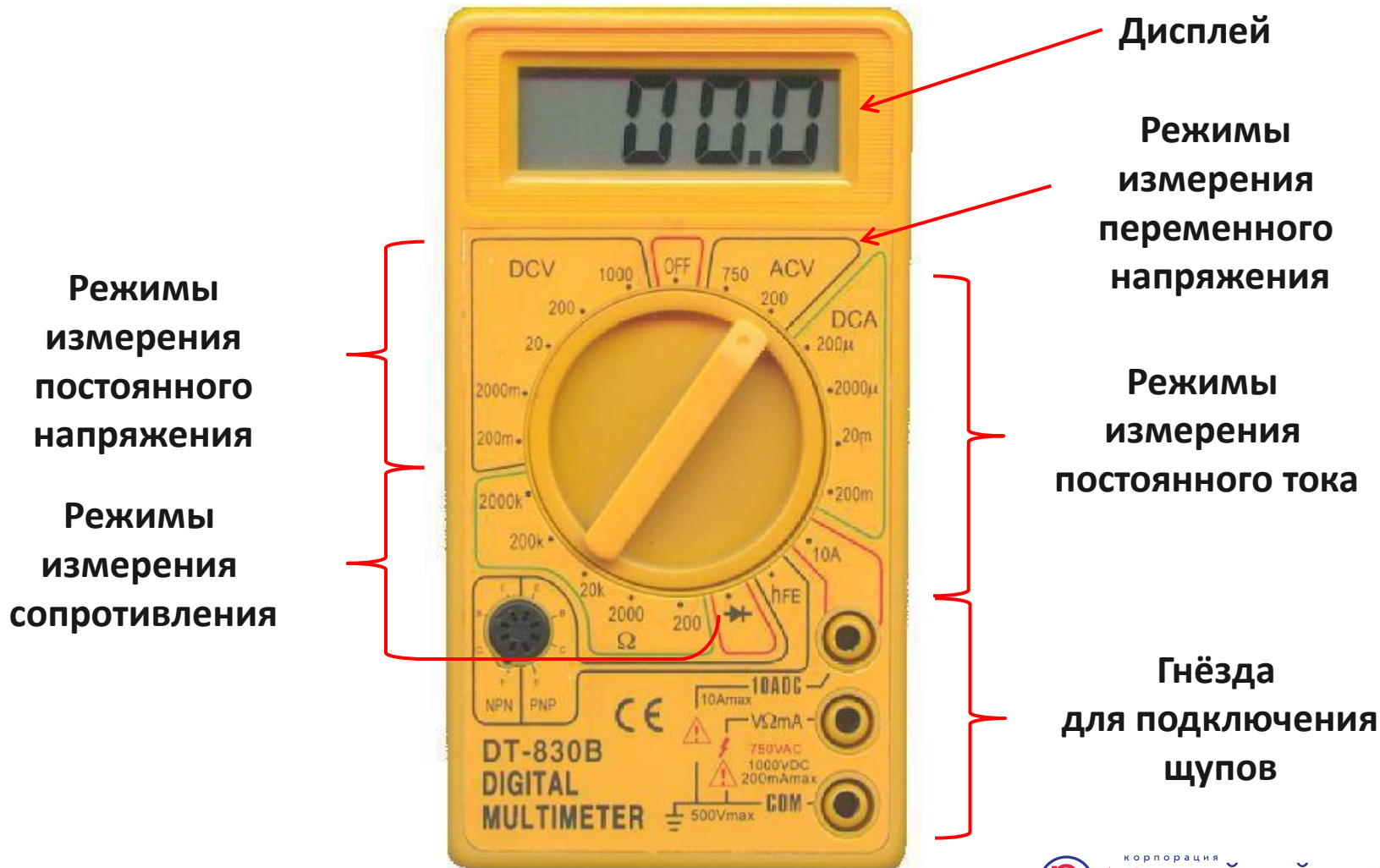
Истинная мощность:

$$W = 33,8 \pm 2,1 \text{ Вт.}$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta = 0,3 \pm 0,1.$$

Умение работать с цифровым мультиметром – – важное качество участника олимпиады.



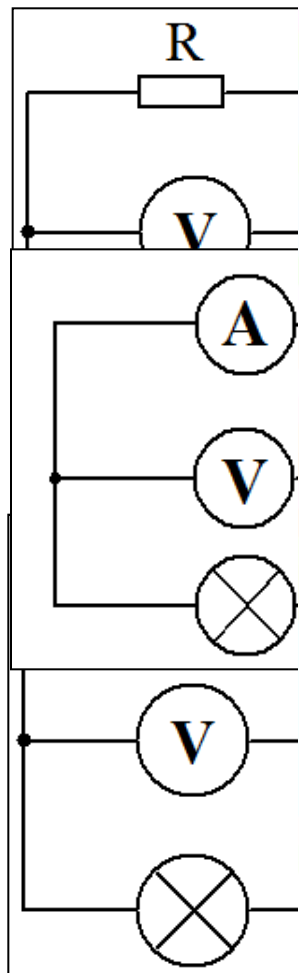
Пример экспериментальной задачи

Задание: Пользуясь «скрытыми» свойствами мультиметров, исследуйте вольт-амперную характеристику лампочки. Постройте соответствующий график.

Оборудование: 2 мультиметра, 2 одинаковые лампы накаливания, соединительные провода, батарейка.

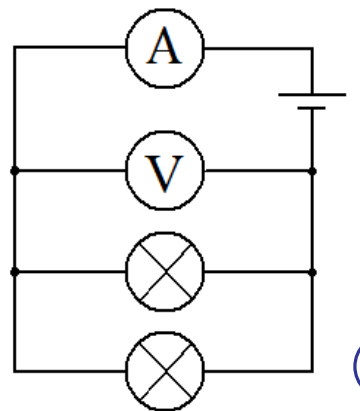
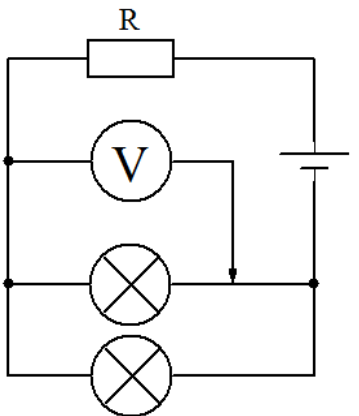
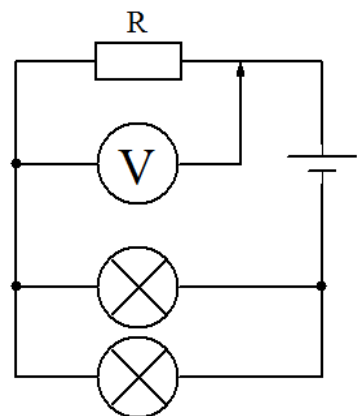
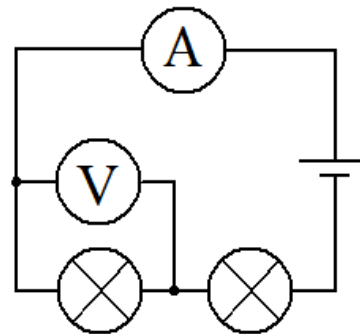
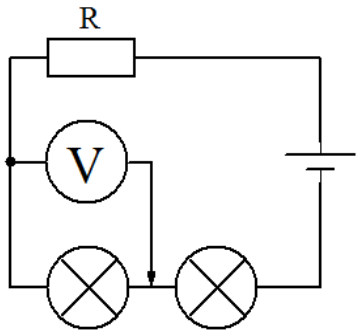
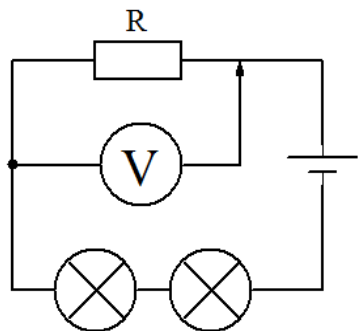
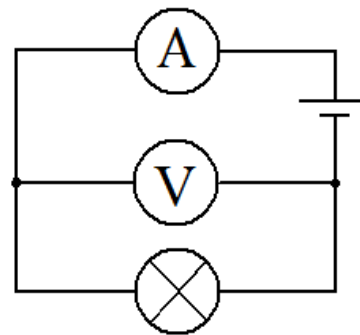
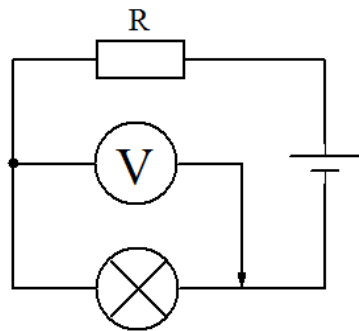
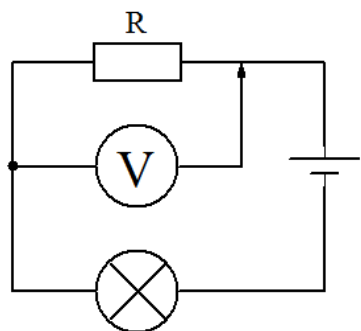
Выполнение задачи

Измерим внутреннее сопротивление мультиметра.



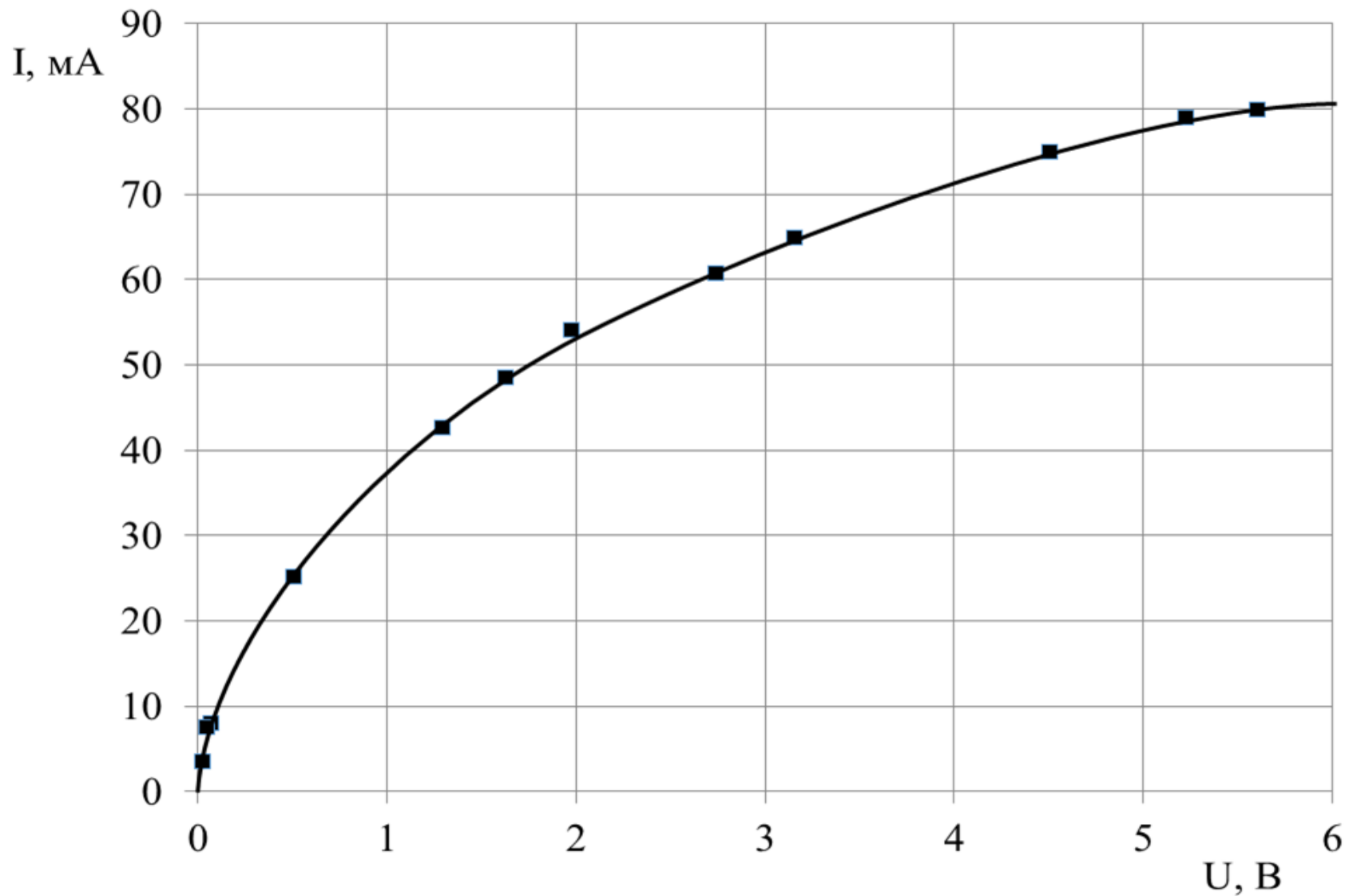
Диапазон	R , Ом	σ_R , Ом
200 мкА	1000	1
2 мА	100	1
20 мА	11,0	0,1
200 мА	5,0	0,1
10 А	1,0	0,1

Схемы подключения



Результат эксперимента

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания

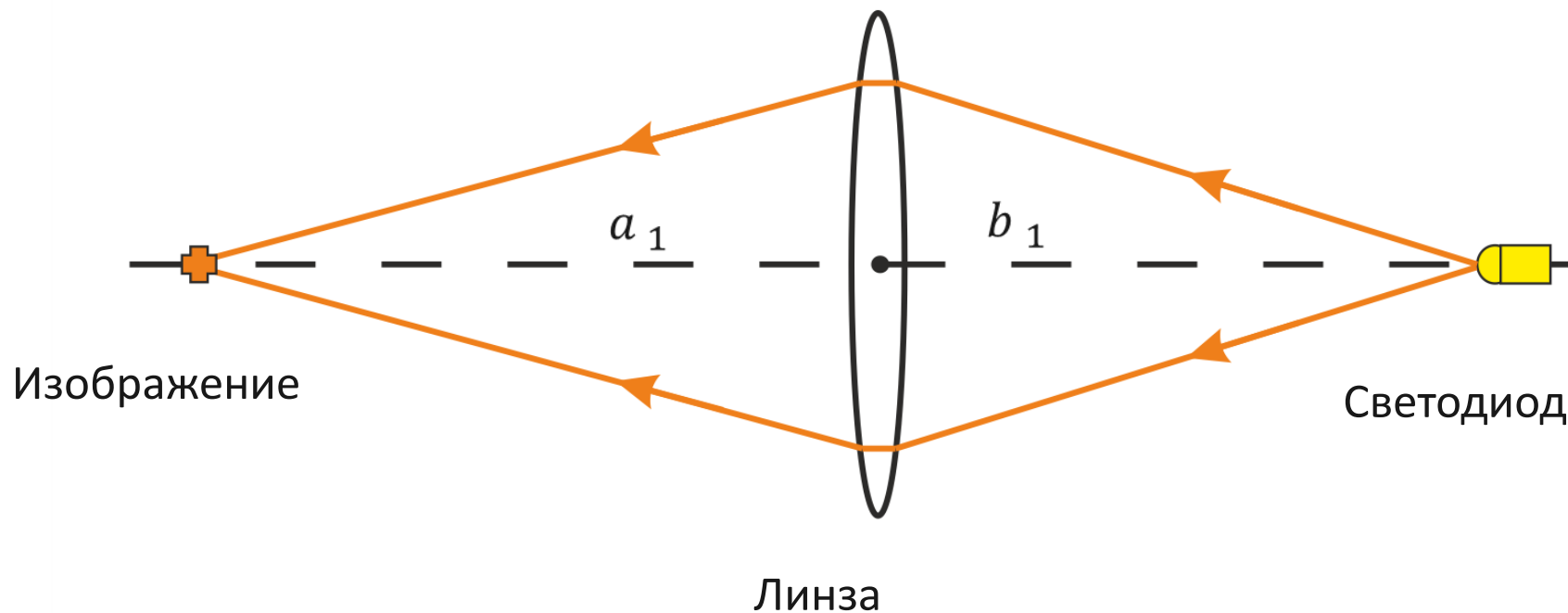


Пример экспериментальной задачи

Задание: Определите фокусное расстояние, радиус кривизны и показатель преломления линзы.

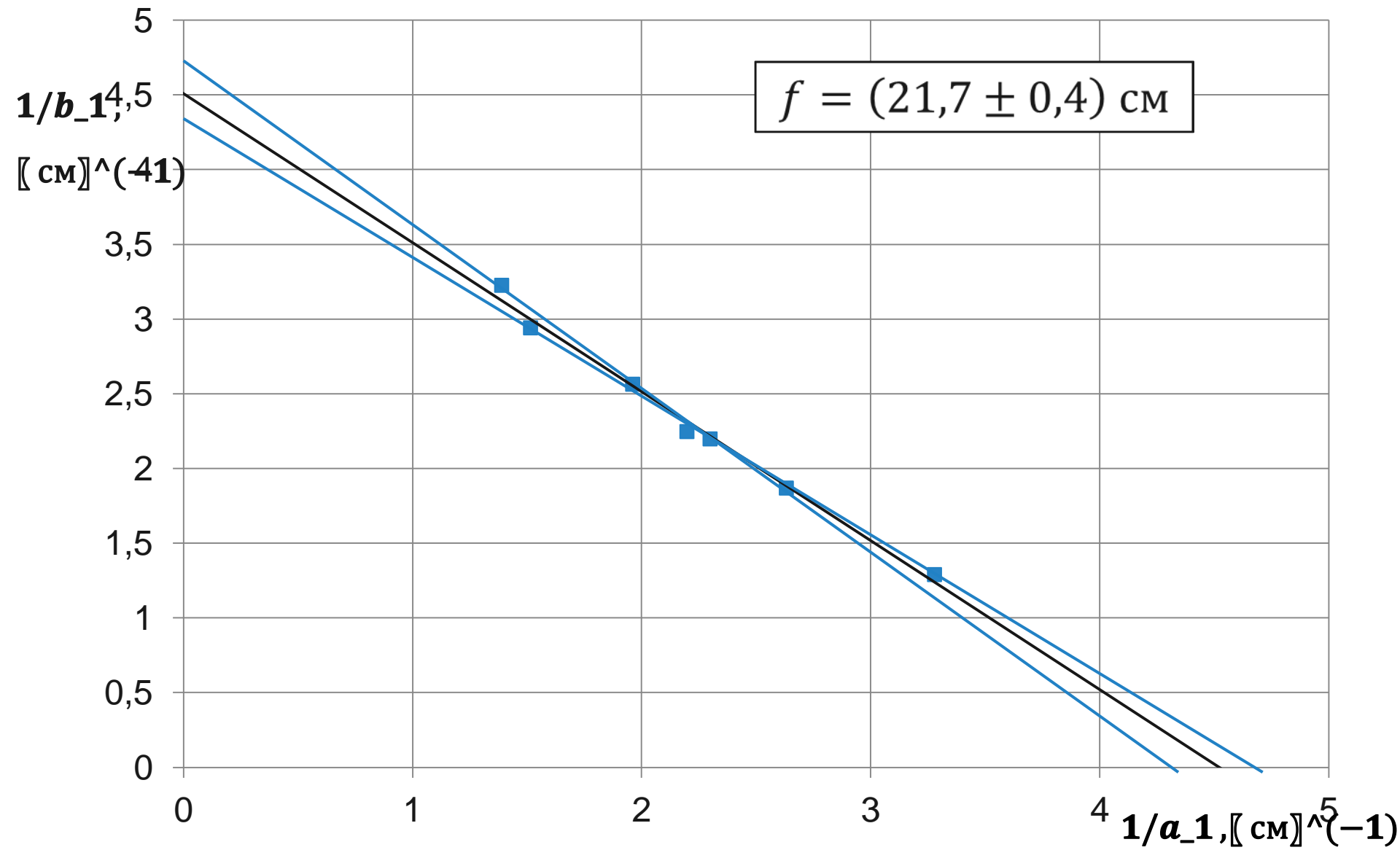
Оборудование: измерительная лента, светодиод с батареей, симметричная двояковыпуклая линза, 2 зубочистки, пластилин.

Выполнение задачи



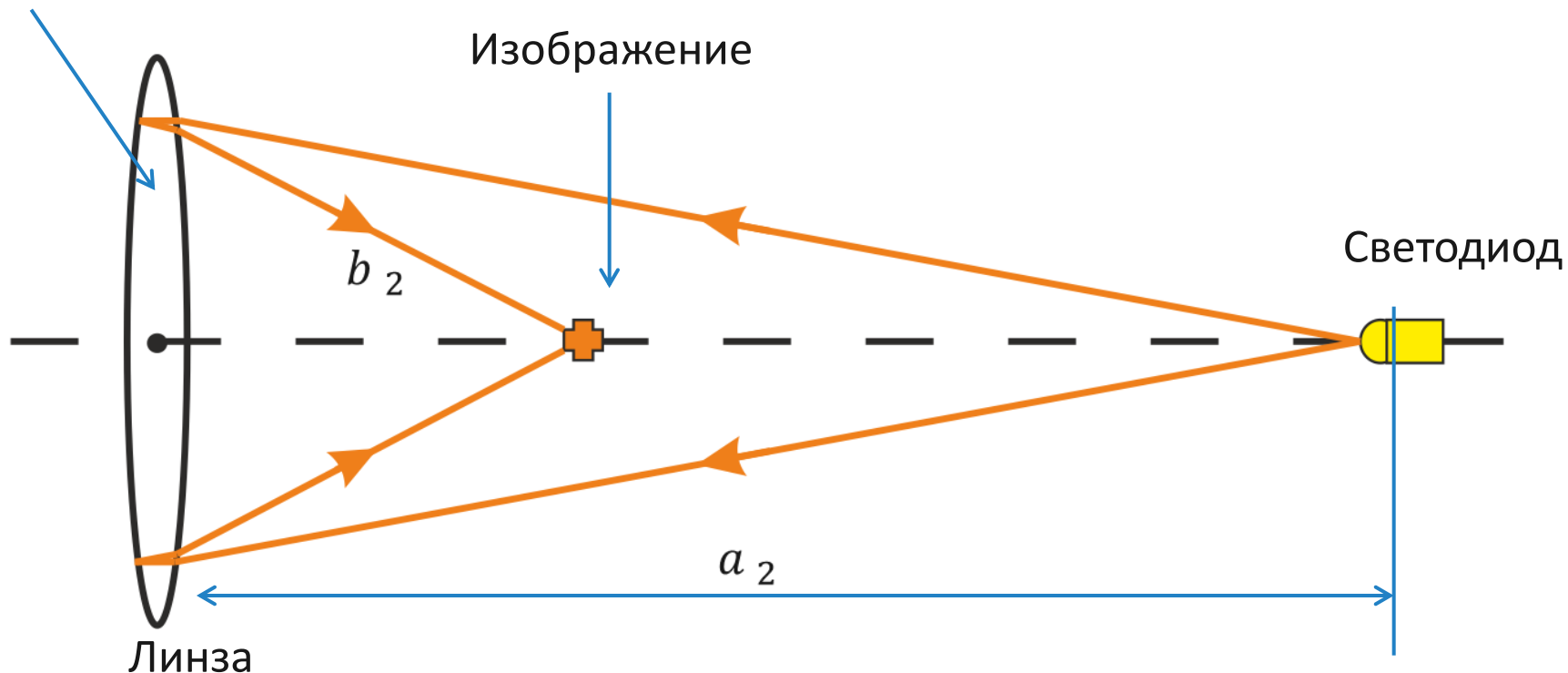
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1}$$

Выполнение задачи



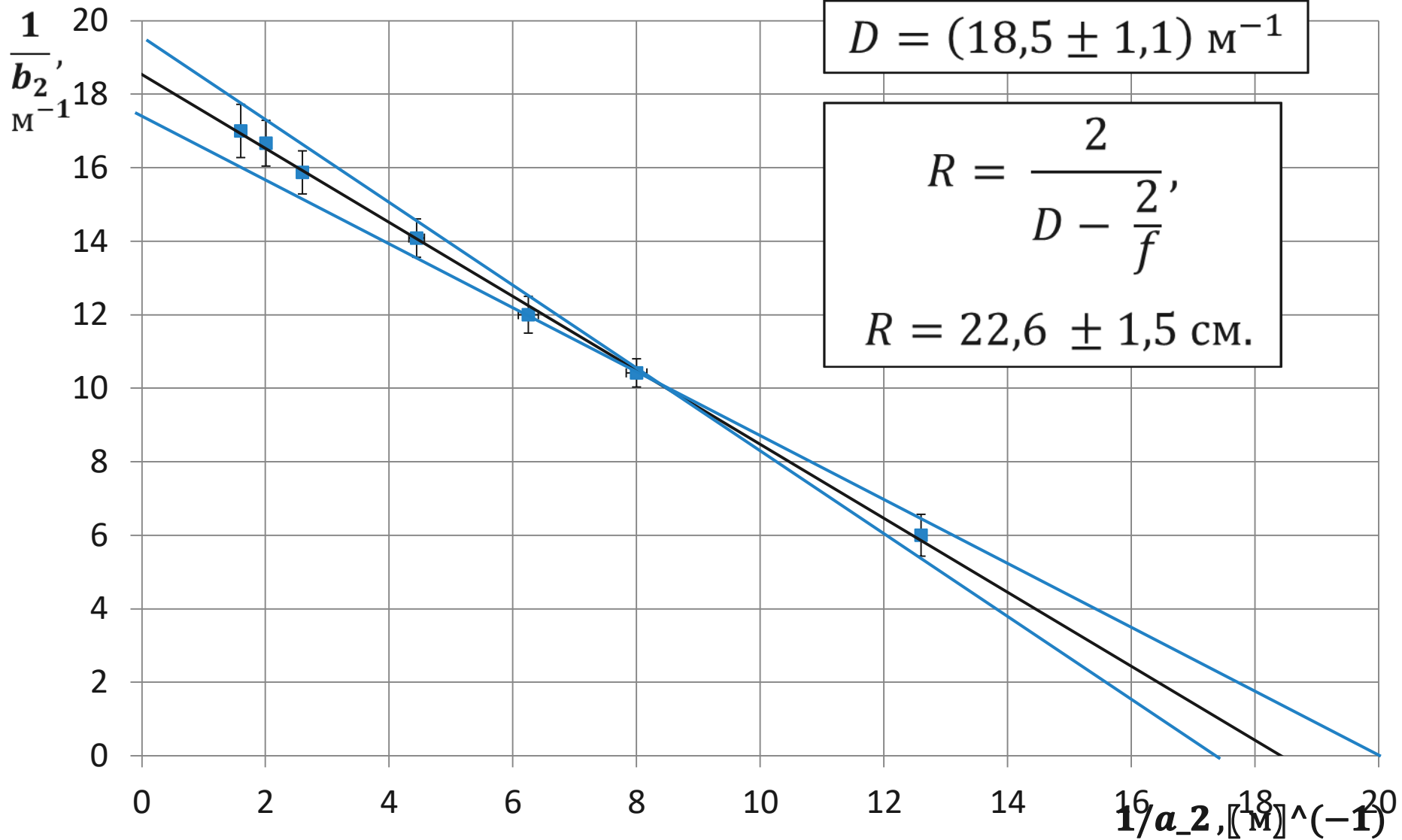
Выполнение задачи

Сферическое зеркало



$$D = \frac{1}{f} + \frac{2}{R} + \frac{1}{f} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2}$$

Выполнение задачи



Выполнение задачи

Фокусное расстояние f линзы связано с радиусами R_1 и R_2 кривизны ее поверхностей:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

$$R_1 = R_2 = R,$$

$$n = 1 + \frac{R}{2f},$$

$$n = 1,54 \pm 0,04.$$

Критерии оценивания

Критерий	Баллы	Макс. балл
Определение фокусного расстояния F линзы. (2 балла)		
Записана формула тонкой линзы при формировании изображения линзой		1
Кол-во измерений: ≥ 5 ≥ 3	2 1	2
Построен график зависимости $1/b_1(1/a_1)$. На графике: - оси подписаны и оцифрованы, выбран корректный масштаб; - нанесены все точки в соответствии с таблицей данных; - проведена аппроксимирующая прямая.	+ 1 + 1 + 1	3

Критерии оценивания

Определение радиуса R кривизны линзы. (2 балла)		
Записана формула тонкой линзы при формировании изображения лупой.		1
Кол-во измерений:		
≥ 5	2	2
≥ 3	1	
Построен график зависимости $1/b_2(1/a_2)$. На графике:		3
- оси подписаны и оцифрованы, выбран корректный масштаб;	+ 1	
- нанесены все точки в соответствии с таблицей данных;	+ 1	
- проведена аппроксимирующая прямая.	+ 1	
Вычисление показателя преломления n . (2 балла)		
Вычислено значение n :		
$n \in [1.42; 1.48]$	2	2
$n \in [1.4; 1.5]$	1	
Оценка погрешностей		1
Итого		15

Литература: методические рекомендации

- Семенов М.В., Старокуров Ю.В., Якута А.А. «Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах высокого уровня по физике»
- Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. «Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах»
- Слободянюк А.И. «Физическая олимпиада: экспериментальный тур»

Литература: олимпиадные задачи

- Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. «Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах»
- Власов А.И. Учевядов А.В. «Физический практикум»
- Козел С.М., Слободянин В.П. «Всероссийские олимпиады по физике 1992-2001»
- Слободецкий И.Ш., Орлов В.А. «Всесоюзные олимпиады по физике»
- Кабардин О.Ф., Орлов В.А. «Международные физические олимпиады школьников»

Литература: обработка результатов эксперимента

- Замятнин М.Ю. «Культура построения графиков»
- Митин И.В., Русаков В.С. «Анализ и обработка экспериментальных данных».
- Ананьева Н.Г. «Графическое оформление результатов эксперимента».

Источники в интернете

- <http://4ipho.ru/> (Сайт подготовки национальных команд России к Международной олимпиаде по физике IPhO и Международной естественнонаучной олимпиаде юниоров IJSO).
- <http://www.olphys.org> (сайт «Олимпиадная физика и астрономия» - информация о кружках подготовки школьников к олимпиадам по физике).

Олимпиадные курсы Центра педагогического мастерства:

<https://edu.olimpiada.ru/>

Программа повышения квалификации «Экспериментальный тур олимпиад по физике.»

<https://edu.olimpiada.ru/edu-data/plan/introduction-mechanics4/>



**Центр
Педагогического
Мастерства**

Программа повышения квалификации «Экспериментальный тур олимпиад по физике.».

<https://edu.olimpiada.ru/edu-data/plan/introduction-mechanics4/>

В данный момент доступны следующие модули:

- **Введение. Механика**
- **Тепловые явления и МКТ**

На стадии разработки модули:

- **Электричество и магнетизм**
- **Оптика**

Вопросы можно задавать по почте tiho33@ya.ru

УМК «ФИЗИКА 7 – 11» авторов Грачёва А.В. и др.

УМК «Физика» А.В. Грачёва и др. 7 – 9 класс



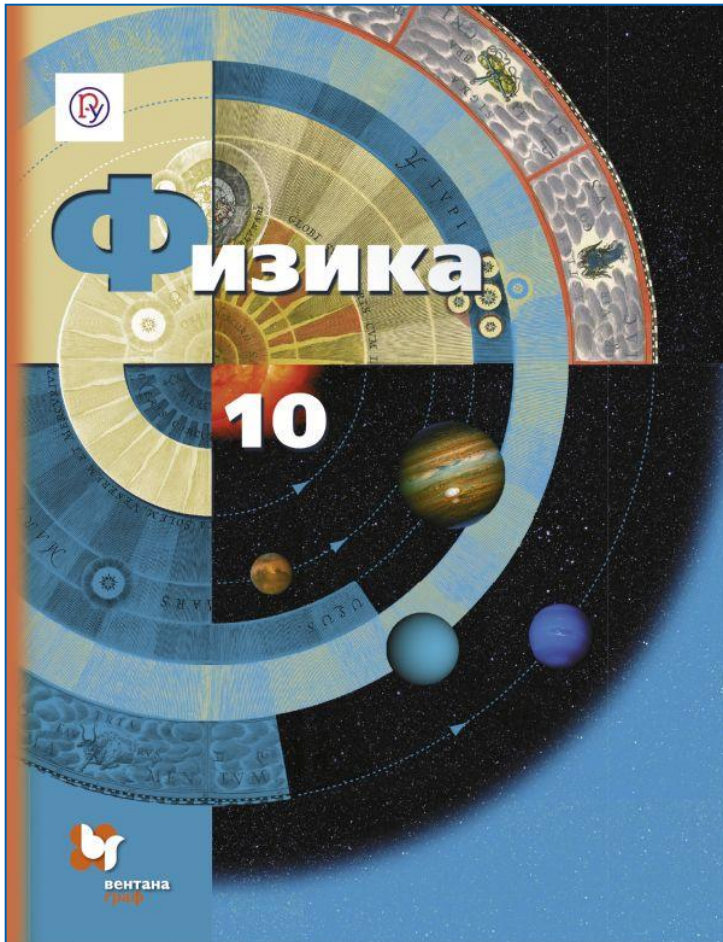
1.2.5.1.3.1



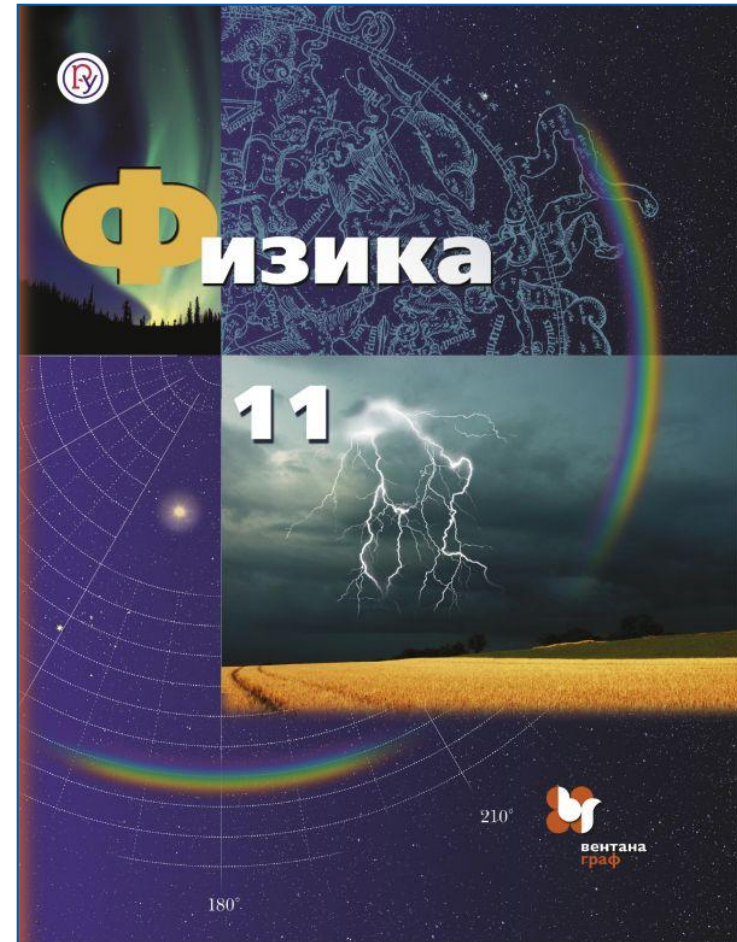
1.2.5.1.3.2



1.2.5.1.3.3



1.3.5.1.5.1



1.3.5.1.5.2

В свободном
доступе

[СКАЧАТЬ ЗДЕСЬ](#)



Физика

Рабочая программа
к линии УМК А. В. Грачёва

7-9

В свободном
доступе

[СКАЧАТЬ ЗДЕСЬ](#)



Физика

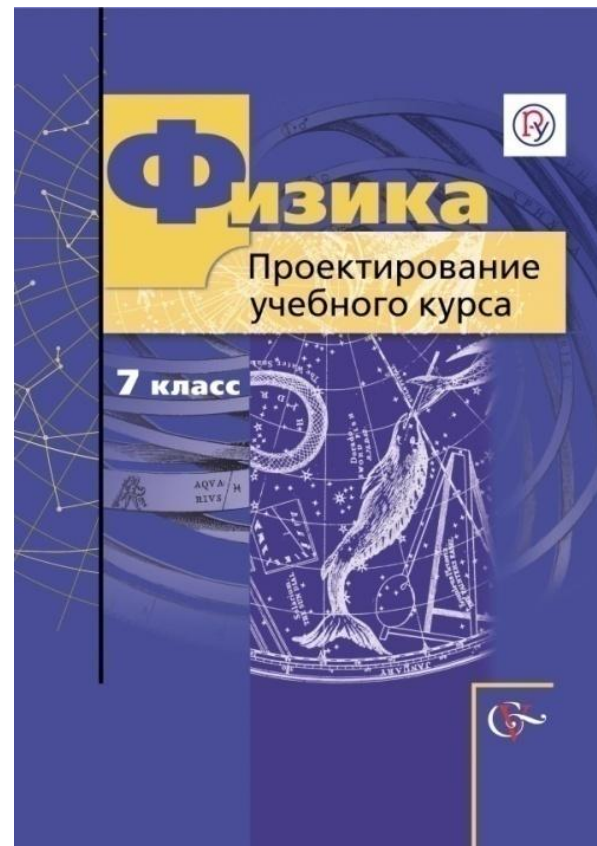
Рабочая программа
к линии УМК А.В. Грачёва

10-11



вентана
граф

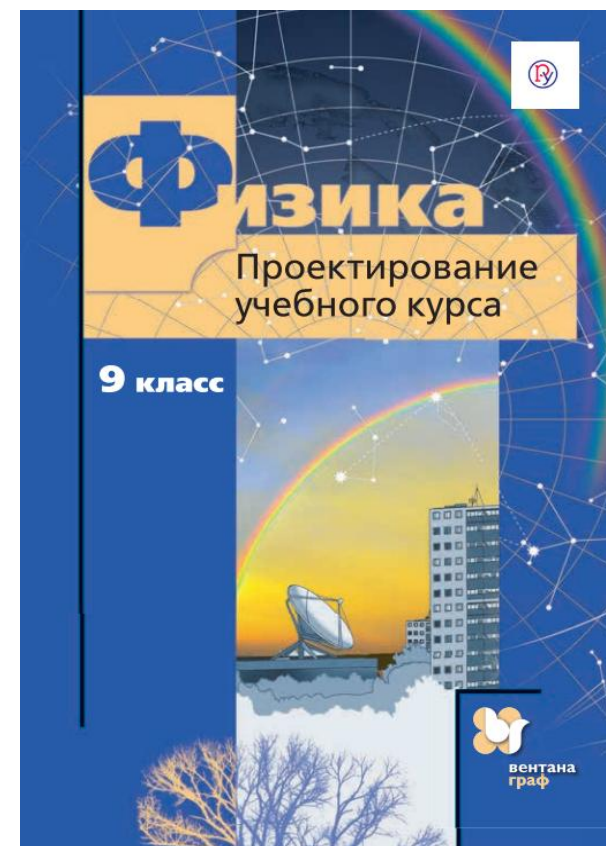
Методические пособия



[СКАЧАТЬ ЗДЕСЬ](#)



[СКАЧАТЬ ЗДЕСЬ](#)



[СКАЧАТЬ ЗДЕСЬ](#)

Рабочие тетради 7 класс



ПОСМОТРЕТЬ

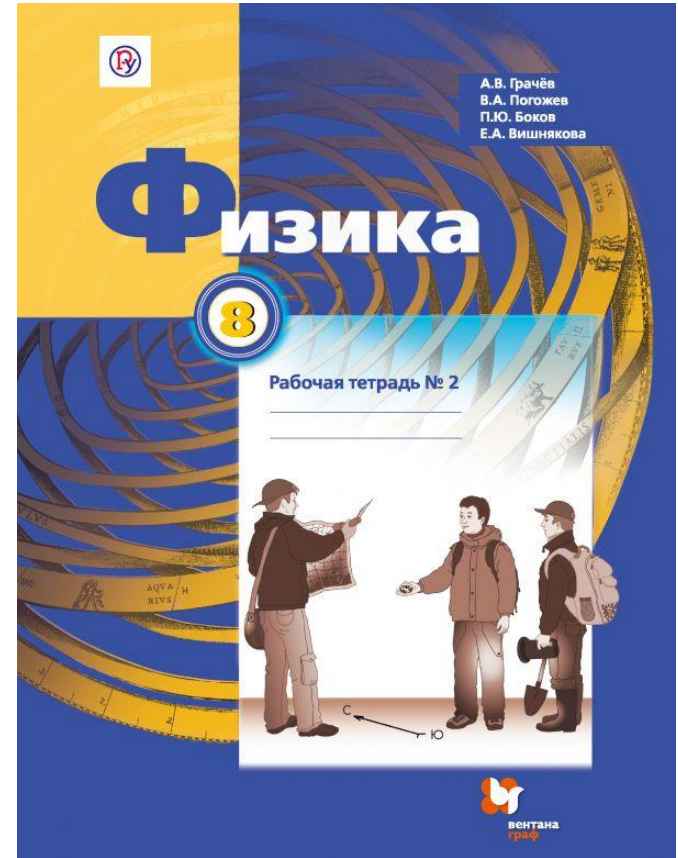


ПОСМОТРЕТЬ

Рабочие тетради 8 класс



ПОСМОТРЕТЬ



ПОСМОТРЕТЬ

Рабочие тетради 9 класс

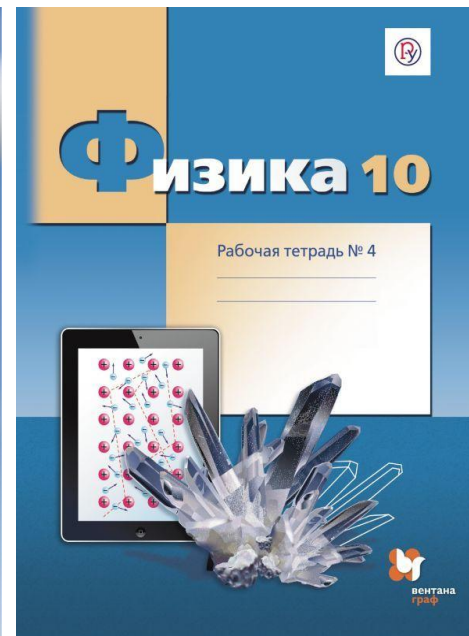
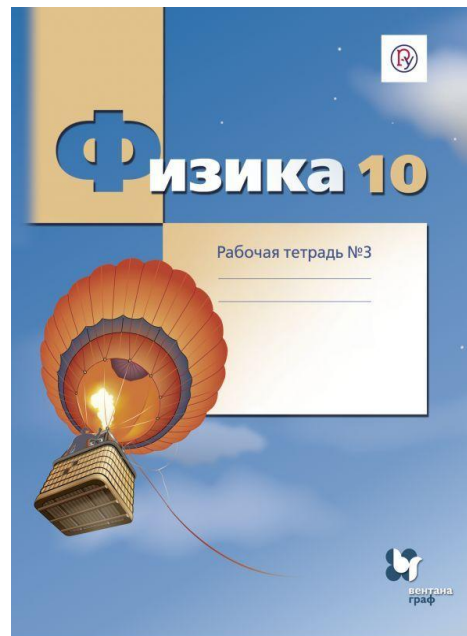
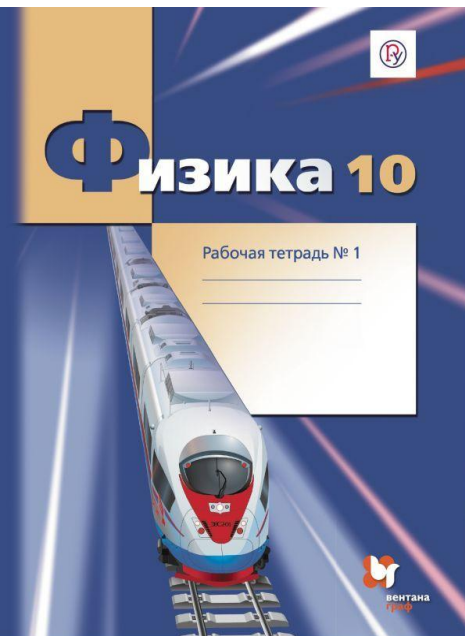


ПОСМОТРЕТЬ

ПОСМОТРЕТЬ

ПОСМОТРЕТЬ

Рабочие тетради 10 класс



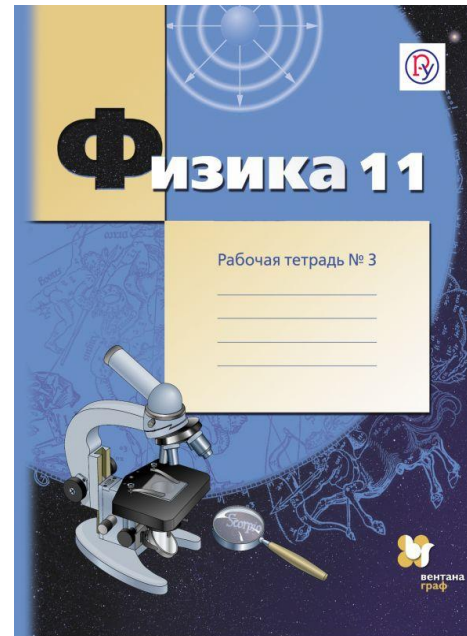
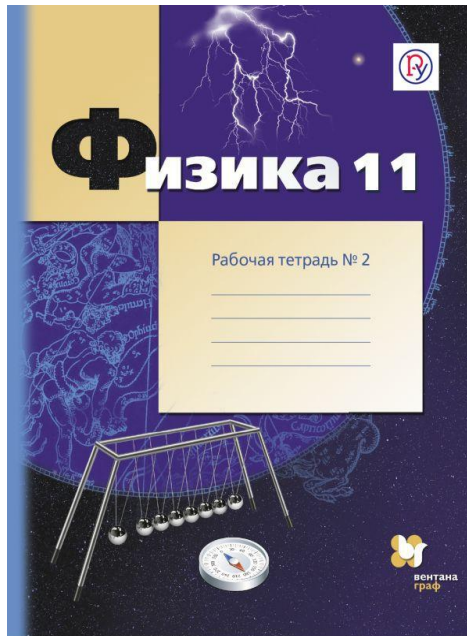
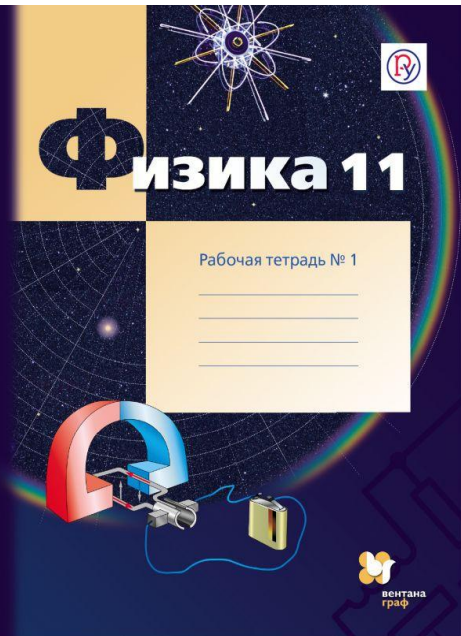
[ПОСМОТРЕТЬ](#)

[ПОСМОТРЕТЬ](#)

[ПОСМОТРЕТЬ](#)

[ПОСМОТРЕТЬ](#)

Рабочие тетради 11 класс



[ПОСМОТРЕТЬ](#) [ПОСМОТРЕТЬ](#) [ПОСМОТРЕТЬ](#) [ПОСМОТРЕТЬ](#)

Тетради для лабораторных работ



ПОСМОТРЕТЬ



ПОСМОТРЕТЬ



ПОСМОТРЕТЬ

Тетради для лабораторных работ



ПОСМОТРЕТЬ



ПОСМОТРЕТЬ

Электронная форма учебника

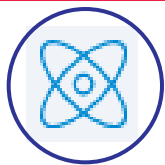


Бесплатно получить электронные формы учебников можно на сайте <https://lecta.rosuchebnik.ru/>

по промо-кодам:

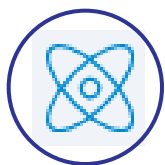
UMK2019
5books

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ВЕБИНАРЫ



Алгоритмические подходы к решению задач по физике

<https://rosuchebnik.ru/material/algoritmicheskie-podhody-k-resheniyu-zadach-po-fizike-na-primere/>
<https://www.youtube.com/watch?v=CxmekQwta1Q>



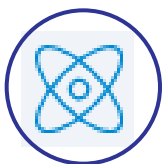
Методика решения задач по механическим и электромагнитным колебаниям

<https://rosuchebnik.ru/material/trudnye-voprosy-ege-po-fizike-metodika-resheniya-zadach-po-mekhaniches/>



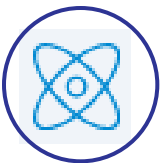
О систематизации физических знаний

<https://rosuchebnik.ru/material/fizika-kak-edinaya-sistema-znaniy-/>



Методологические принципы построения курса физики

<https://rosuchebnik.ru/material/metodologicheskie-printsipy-postroeniya-kursa-fiziki1/>



Лабораторные работы по физике

<https://rosuchebnik.ru/material/tetrad-dlya-laboratornykh-rabot-po-fizike-nash-effektivnyy-pomoshchnik/>

rosuchebnik.ru, rosuchebnik.pf

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45,
info@rosuchebnik.ru

Нужна методическая поддержка?

Методический центр
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)
metod@rosuchebnik.ru

Хотите купить?



Цифровая среда школы
lecta.rosuchebnik.ru



Отдел продаж
sales@rosuchebnik.ru

Хотите продолжить общение?



youtube.com/user/drofapublishing



fb.com/rosuchebnik



vk.com/ros.uchebnik



ok.ru/rosuchebnik

По всем вопросам можно обращаться:



Опаловский Владимир Александрович,
методист по физике и астрономии корпорации
«Российский учебник»

Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru