

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный институт педагогических измерений»



ФИПИ

СОГЛАСОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНИВАНИЮ РАЗВЕРНУТЫХ ОТВЕТОВ УЧАСТНИКОВ ОГЭ по ФИЗИКЕ в 2026 году

Демидова Марина Юрьевна,

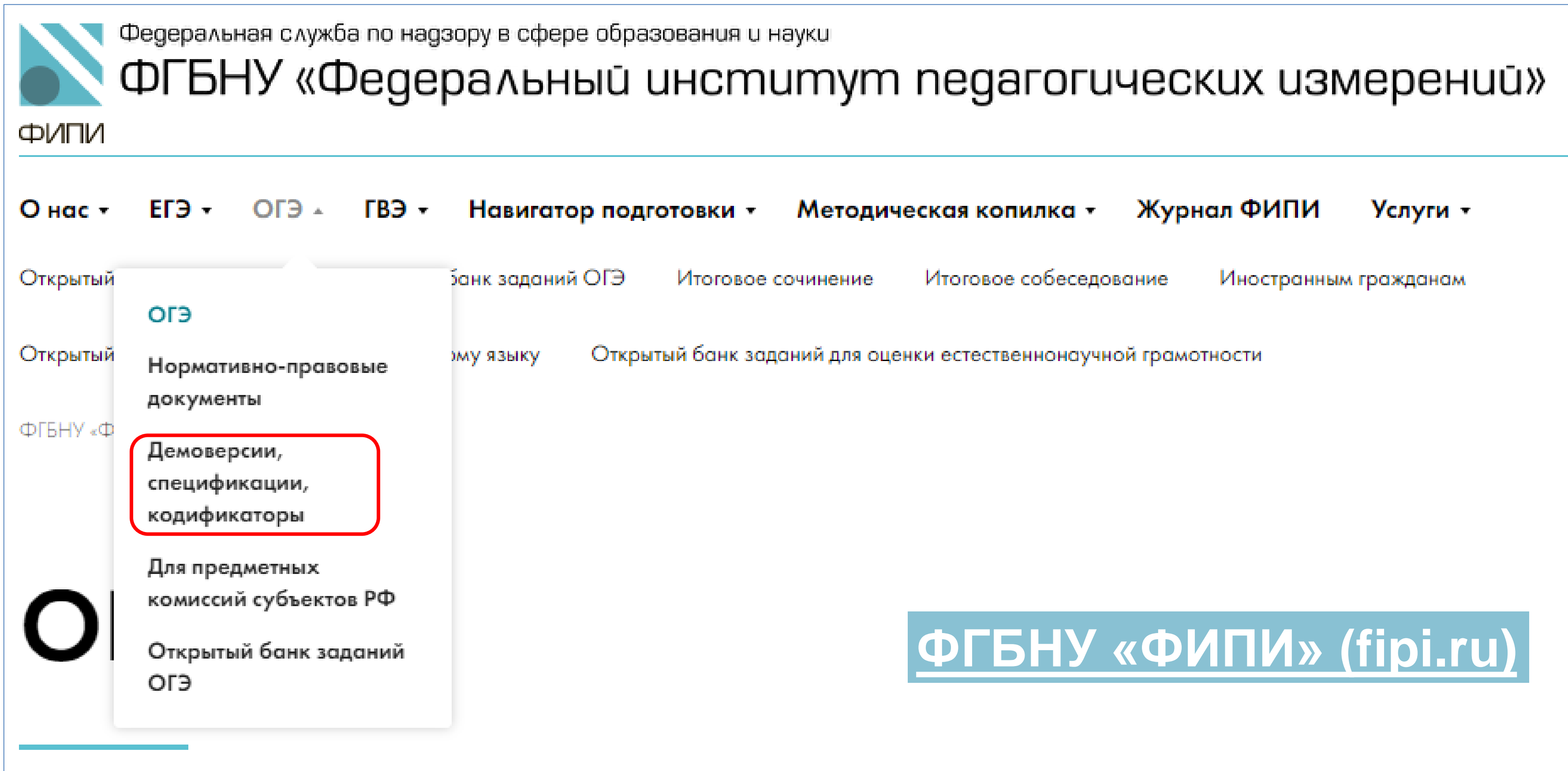
д.пед.н., председатель комиссии по разработке контрольных измерительных материалов, используемых при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования по физике

Камзеева Елена Евгеньевна, к.ф.-м.н., член комиссии по разработке контрольных измерительных материалов, используемых при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования по физике

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ



Документы, регламентирующие структуру и содержание ОГЭ по физике



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»
ФИПИ

О нас ▾ ЕГЭ ▾ **ОГЭ ▾** ГВЭ ▾ Навигатор подготовки ▾ Методическая копилка ▾ Журнал ФИПИ Услуги ▾

Открытый банк заданий ОГЭ Итоговое сочинение Итоговое собеседование Иностранным гражданам

Открытый банк заданий по русскому языку Открытый банк заданий для оценки естественнонаучной грамотности

ФГБНУ «Ф

ОГЭ

Нормативно-правовые документы

Демоверсии, спецификации, кодификаторы

Для предметных комиссий субъектов РФ

Открытый банк заданий ОГЭ

ФГБНУ «ФИПИ» (fipi.ru)

Документы, регламентирующие структуру и содержание ОГЭ по физике. Кодификатор



Раздел 1. Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования по ФИЗИКЕ

Таблица 1.1

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования
1	Познавательные УУД
1.1	Базовые логические действия
1.1.1	Выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений)

Таблица 1.2

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования на основе ФГОС 2021 г.	Метапредметный результат	Обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2010 г.
8	Умение решать расчётные задачи (на базе 2–3 уравнений), используя законы и формулы, связывающие физические величины, в частности, записывать краткое условие задачи, выявлять недостающие данные, выбирать законы и формулы, необходимые для её решения, использовать справочные данные, проводить расчёты и оценивать реалистичность полученного значения физической величины; умение определять размерность физической величины, полученной при решении задачи	МП 1.1.6	

1.1.6	Самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев)
-------	---

Раздел 2. Перечень элементов содержания, проверяемых на основном государственном экзамене по ФИЗИКЕ

Таблица 2.1

Код	Проверяемый элемент содержания	В программе какого класса изучается	Наличие данного элемента содержания в кодификаторе ОГЭ прошлых лет
1	МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ		
1.1	Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Относительность движения	7, 9	+
1.2	Равномерное и неравномерное движение. Средняя скорость. Формула для вычисления средней скорости: $v = \frac{S}{t}$	7, 9	+
1.3	Равномерное прямолинейное движение. Зависимость координаты тела от времени в случае равномерного прямолинейного движения: $x(t) = x_0 + v_x t.$ Графики зависимости от времени для проекции скорости, проекции перемещения, пути, координаты при равномерном прямолинейном движении	7, 9	+

- Перечислено то содержание, которое может войти в проверку
- Запись формул в исходном виде при оформлении решения расчетных задач

Документы, регламентирующие структуру и содержание ОГЭ по физике. Спецификация

В таблице 1 приведена информация о соответствии заданий КИМ ОГЭ федеральной рабочей программе¹.

Таблица 1
Соответствие заданий КИМ ОГЭ школьной программе

№ задания	Проверяемый элемент содержания в школьной программе 7–9 классов (базовый уровень)
1-5	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления, квантовые явления. Кл. 7, п. 153.3.1–153.5; кл. 8, п. 153.4.1; 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.5
6	Механические явления. Кл. 7, п. 153.3.3–153.5.5; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.2
7	Механические явления. Кл. 7, п. 153.3.3–153.5.5; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.2
8	Тепловые явления. Кл. 7, п. 153.3.2; кл. 8, п. 153.4.1
9	Электромагнитные явления. Кл. 8, п. 513.4.2; кл. 9, п. 153.5.3–153.5.4
10	Электромагнитные явления. Кл. 8, п. 513.4.2; кл. 9, п. 153.5.3–153.5.4
11	Квантовые явления. Кл. 9, п. 153.5.5
12	Механические явления, тепловые явления. Кл. 7, п. 153.3.2–153.3.5; кл. 8, п. 153.4.1; кл. 9, п. 153.5.1, 153.5.2
13	Электромагнитные явления, квантовые явления. Кл. 8, п. 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.3–153.5.5
14	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления, квантовые явления. Кл. 7, п. 153.3.2–153.3.5; кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.5
15	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления. Кл. 7, п. 153.3.1–153.5; кл. 8, п. 153.4.1, 513.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.4
16	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления, квантовые явления. Кл. 7, п. 153.3.1–153.5; кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.4
17	Механические явления, электромагнитные явления. Кл. 7, п. 153.3.3–153.3.5; кл. 8, п. 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.4
18	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления, квантовые явления. Кл. 7, п. 153.3.2–153.3.5; кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.5
19–22	Механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления. Кл. 7, п. 153.3.2–153.3.5; кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2; кл. 9, п. 153.5.1–153.5.4

- Характеристика структуры и содержания КИМ ОГЭ
- Распределение заданий КИМ ОГЭ по содержанию, проверяемым результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования, уровням сложности
- Дополнительные материалы и оборудование
- Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом
- Условия проведения работы (требования к специалистам)
- Обобщённый план варианта КИМ ОГЭ 2026 года по ФИЗИКЕ (Приложение 1)
- Перечень комплектов лабораторного оборудования (Приложение 2)
- ИНСТРУКЦИЯ по правилам безопасности труда для участников при проведении экзамена в кабинете физики

Обобщённый план работы. Задания с развёрнутым ответом



№ задания	Требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы	Коды проверяемых элементов содержания	Коды проверяемых требований к предметным результатам	Уровень сложности	Максимальный первичный балл за задание	Примерное время выполнения задания (мин.)
17	Проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами (экспериментальное задание на реальном оборудовании)	1, 3	5	В	3	30
<i>Работа с текстами физического содержания</i>						
18	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач	1–4	11	П	2	15
<i>Решение задач</i>						
19	Объяснять физические процессы и свойства тел	1–3	7, 10	П	2	12
20	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины	1–3	8	П	3	15
21	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины	1-3	8	В	3	20
22	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины (комбинированная задача)	1–3	8	В	3	20

1. Механические явления
2. Тепловые явления
3. Электромагнитные явления
4. Квантовые явления

16 баллов из 39
(41%)

Государственный выпускной экзамен (в письменной форме)



Обобщённый план варианта экзаменационных материалов
ГВЭ-9 2026 года по ФИЗИКЕ (письменная форма)

Задания с развернутым ответом

Уровни сложности задания: Б – базовый; П – повышенный.

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания
1	Физические понятия (явление, физическая величина, единица величины) и их примеры. Физические величины и их единицы. Физические величины и приборы для измерения	Б	2
2	Равномерное и равноускоренное движение. Движение по окружности	Б	1
3	Законы Ньютона. Сила трения, сила упругости, сила тяжести	Б	1
4	Закон сохранения механической энергии. Механические колебания и волны. Звук	Б	1
5	Давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плотность вещества	Б	1
6	Механические явления (комплексный анализ физических процессов)	Б	2
7	Тепловые явления	Б	1
8	Тепловые явления (анализ изменения физических величин в процессах, установление соответствия между величинами и формулами)	Б	2
9	Электризация тел. Сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников	Б	1
10	Работа и мощность электрического тока, закон Джоуля – Ленца	Б	1
11	Магнитное поле. Элементы оптики ² . Электромагнитные волны	Б	1
12	Электромагнитные явления (анализ изменения физических величин в процессах, установление соответствия между величинами и формулами)	Б	2
13	Строение атома. Состав атомного ядра. Ядерные реакции	Б	1
14	Владение основами знаний о методах научного познания	Б	1

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания
15	Качественная задача (механические, тепловые или электромагнитные явления)	П	2
16	Расчётная задача (механические, тепловые или электромагнитные явления)	П	3

Всего заданий – 16;

из них по типу заданий: с кратким ответом – 14; с развернутым ответом – 2;

по уровню сложности: Б – 14; П – 2.

Максимальный балл за работу – 23.

Общее время выполнения работы – 2 часа 30 минут (150 минут).

Задания с развернутым ответом

Для ответов на задания 17–22 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (17, 18 и т.д.), а затем ответ на него.

Полный ответ на задания 18 и 19 должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развернутое, логически связанное обоснование.

Для заданий 20–22 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

I. Обобщенные критерии оценивания для экспериментальных заданий (17):

- 1) – на косвенные измерения и
- 2) – на исследование зависимостей.

II. Обобщенные критерии оценивания для качественных задач (18, 19):

- 1) – качественные задачи первого типа и
- 2) – качественные задачи второго типа.

III. Обобщенные критерии оценивания для расчетных задач (20, 21, 22)

Экспериментальное задание 17

№ задания	Требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы	Коды проверяемых элементов содержания	Коды проверяемых требований к предметным результатам	Уровень сложности	Максимальный первичный балл за задание	Примерное время выполнения задания (мин.)
17	Проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами (экспериментальное задание на реальном оборудовании)	1, 3	5	В	3	30

- 1. Механические явления
- 3. Электромагнитные явления

Владение основами методов научного познания с учётом соблюдения правил безопасного труда:

наблюдение физических явлений: умение самостоятельно собирать экспериментальную установку из данного набора оборудования по инструкции, описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы;

проведение прямых и косвенных измерений физических величин: умение планировать измерения, самостоятельно собирать экспериментальную установку по инструкции, вычислять значение величины и анализировать полученные результаты с учётом заданной погрешности результатов измерений;

проведение несложных экспериментальных исследований; самостоятельно собирать экспериментальную установку и проводить исследование по инструкции, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, учитывать погрешности, делать выводы по результатам исследования

Экспериментальное задание 17. Спецификация

12. Условия проведения работы (требования к специалистам)

Экзамен проводится в кабинетах физики. При необходимости можно использовать другие кабинеты, отвечающие требованиям безопасного труда при выполнении экспериментальных заданий экзаменационной работы.

На экзамене в каждой аудитории присутствует специалист по проведению инструктажа и обеспечению лабораторных работ, который проводит перед экзаменом инструктаж по технике безопасности и следит за соблюдением правил безопасного труда во время работы экзаменуемых с лабораторным оборудованием. Примерная инструкция по технике безопасности приведена в Приложении 3.

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. Критерии проверки выполнения экспериментального задания требуют использования в рамках ОГЭ стандартизированного лабораторного оборудования. Перечень комплектов оборудования для выполнения экспериментальных заданий составлен на основе типовых наборов для фронтальных работ по физике. Состав этих наборов/комплектов отвечает требованиям надёжности и требованиям к конструированию экспериментальных заданий банка экзаменационных заданий ОГЭ. Номера и описание оборудования, входящего в комплекты, приведены в Приложении 2.

При отсутствии в пунктах проведения экзамена каких-либо приборов и материалов оборудование может быть заменено на аналогичное с другими характеристиками. В целях обеспечения объективного оценивания выполнения экспериментального задания 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.

Экспериментальное задание 17. Спецификация.

Приложение 2

Перечень комплектов оборудования

Перечень комплектов оборудования для выполнения экспериментального задания составлен на основе типовых наборов для фронтальных работ по физике.

Особенность комплектов состоит в том, что один комплект предназначен для выполнения целой серии экспериментальных заданий. Поэтому для одного конкретного задания комплекты **избыточны** по сравнению с номенклатурой оборудования, необходимого для его выполнения.

Задания 17 для КИМ ОГЭ 2026 г. разрабатываются **только** на базе комплектов оборудования **№ 1, № 2, № 3, № 4 и № 6**. (Задания с использованием комплектов № 5 и № 7 будут вводиться в КИМ ОГЭ в последующие годы.)

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.

Экспериментальное задание 17. Спецификация.

Приложение 2

Комплект № 1	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики ⁽¹⁾
• весы электронные	предел измерения не менее 200 г
• измерительный цилиндр (мензурка)	предел измерения 250 мл ($C = 2$ мл)
• стакан	прозрачные стенки, высота не менее 120 мм, диаметр не менее 50 мм
• 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	$V = (34,0 \pm 0,7) \text{ см}^3, m = (95 \pm 2) \text{ г}$
• НИТЬ	

- (1) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта № 1 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:
- измерение средней плотности вещества (цилиндры № 1–4), архимедовой силы (цилиндры № 2–4);
 - исследование зависимости архимедовой силы от объёма погружённой части тела (цилиндр № 3) и от плотности жидкости, независимости выталкивающей силы от массы тела (цилиндры № 1 и 2).

ОСНОВНОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН - 2020

Дополнительный бланк ответов №2

Лист № _____ Резерв-3

Регион _____ Код предмета _____ Название предмета _____ Номер КИМ _____

0 3 Ф И З И К А

Перепишите значения полей "Регион", "Код предмета", "Название предмета", "Номер КИМ" из Бланка ответов №1. Отвечая на задания с развернутым ответом, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы. Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете. Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! Данный бланк использовать только после заполнения основного бланка ответов № 2. Заполнять гелевой ручкой черными чернилами.

Комплект №1	Комплект №2	Комплект №4	Комплект №5	Комплект №7
<p>Весы: <input type="checkbox"/> электронные <input type="checkbox"/> рычажные</p> <p>Мензурка: предел измерения _____ мл $C =$ _____ мл</p> <p>Динамометр №1: предел измерения _____ Н $C =$ _____ Н</p> <p>Динамометр №2: предел измерения _____ Н $C =$ _____ Н</p> <p>Цилиндр №1 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p> <p>Цилиндр №2 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p> <p>Цилиндр №3 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p> <p>Цилиндр №4 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p>	<p>рычажные</p> <p>$C =$ _____ мл</p> <p>$C =$ _____ Н</p> <p>$C =$ _____ Н</p> <p>$m =$ _____ г</p> <p>$m =$ _____ г</p> <p>$m =$ _____ г</p> <p>Динамометр №1: предел измерения _____ Н $C =$ _____ Н</p> <p>Динамометр №2: предел измерения _____ Н $C =$ _____ Н</p> <p>Пружины: жесткость пружины 1 _____ Н/м; жесткость пружины 2 _____ Н/м</p> <p>Грузы: грузы №1, №2, №3 массой по _____ г; груз №4 массой по _____ г; груз №5 массой по _____ г; груз №6 массой по _____ г</p> <p>Брусok массой _____ г</p> <p>Направляющие: коэффициент трения направляющей «А» _____; коэффициент трения направляющей «Б» _____</p>	<p>Собирающие линзы: фокусное расстояние линзы 1 _____ мм; фокусное расстояние линзы 2 _____ мм</p> <p>Полуцилиндр: показатель преломления _____</p>	<p>Грузы массой по _____ г</p> <p>Брусok массой _____ г</p> <p>Пружины: жесткость пружины 1 _____ Н/м; жесткость пружины 2 _____ Н/м</p>	<p>Динамометр: предел измерения _____ Н $C =$ _____ Н</p> <p>Грузы массой по _____ г</p> <p>Мензурка: предел измерения _____ мл $C =$ _____ мл</p> <p>Цилиндр №1 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p> <p>Цилиндр №2 $V =$ _____ см^3 $m =$ _____ г</p>

Экспериментальное задание 17. Спецификация

Экспериментальное задание 17 проверяет:

1) *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 и фокусного расстояния собирающей линзы; электрического сопротивления резистора; работы 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; 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.

Требования к рисунку экспериментальной установки. Пример

Используя весы, мензурку, стакан с водой, цилиндр № 1, соберите экспериментальную установку для измерения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр № 1. Абсолютная погрешность измерения массы тела составляет $\pm 0,1$ г. Абсолютная погрешность измерения объёма тела равна ± 2 см³.

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 выполнения	
1. Схема экспериментальной установки для определения объёма тела:	
$V = V_2 - V_1$	
2. $\rho = \frac{m}{V}$.	
3. $m = (195,0 \pm 0,1)$ г; $V = (26 \pm 2)$ мл = (26 ± 2) см ³ .	
4. $\rho = 7,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 7500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.	
Указание экспертам	
Численные значения прямых измерений массы и объёма должны попасть в интервалы $m = (195 \pm 3)$ г, $V = (25 \pm 5)$ см ³	

Требования к рисунку экспериментальной установки. Пример

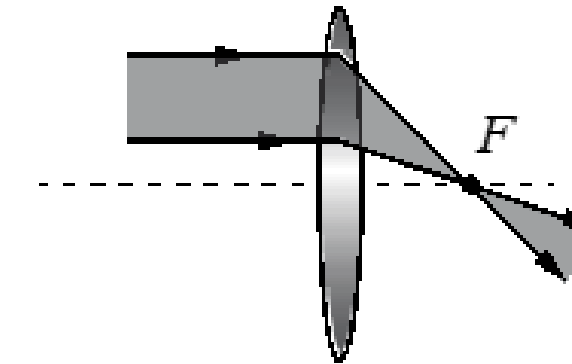
Используя собирающую линзу 1, экран, линейку, соберите экспериментальную установку для определения оптической силы линзы. В качестве источника света используйте свет от удалённого окна. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна ± 2 мм.

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

1. Схема экспериментальной установки (изображение удалённого источника света (окна) формируется практически в фокальной плоскости):



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

3. Расстояние между линзой и экраном $F = (98 \pm 2)$ мм.

$$4. D = \frac{1}{0,098} \approx 10 \text{ дптр.}$$

Указание экспертам

Измерение фокусного расстояния считается верным, если попадает в интервал $F = (100 \pm 10)$ мм

Прямые измерения (материалы учебника, 7 кл.)

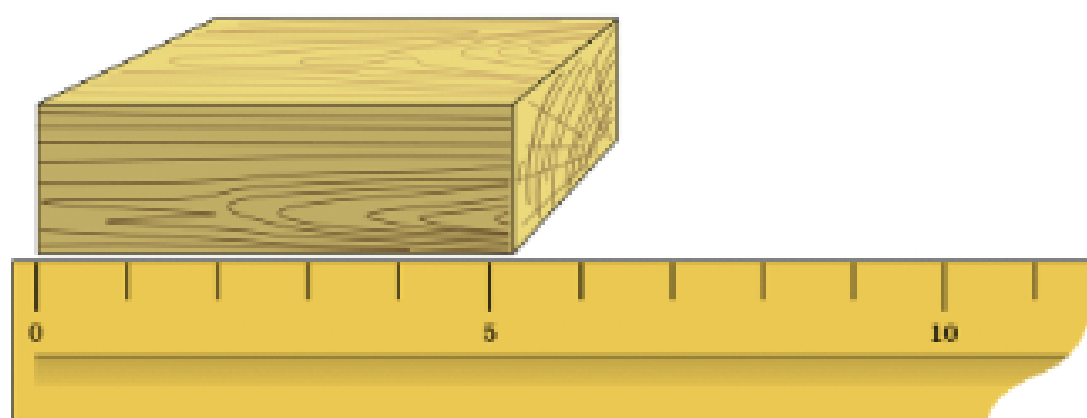
Измерим длину деревянного бруска с помощью демонстрационной линейки. Для этого прежде всего определим цену деления шкалы линейки (рис. 14, а), она равна 1 см. Левый конец бруска совместим с 0, правый его конец окажется между штрихами 5 и 6, но ближе к штриху с числом 5. В таком случае измеренное значение длины бруска считают равным 5 см. При этом мы допускаем неточность и определяем длину бруска с некоторой *погрешностью*.

Абсолютной погрешностью называют отклонение результата измерения от истинного значения физической величины.

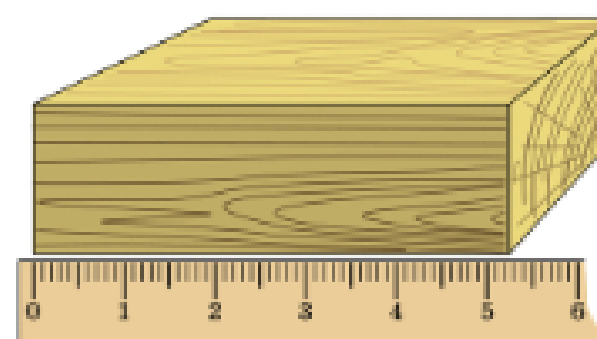
При записи результатов измерения величин с учётом абсолютной погрешности пользуются формулой

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

где A — измеряемая величина, a — результат измерений, Δa — абсолютная погрешность измерения (Δ — греческая буква «дельта»). То есть



а)



б)

Рис. 14. Измерение длины бруска с помощью линейки: а — демонстрационной; б — ученической

Можно ли повысить точность измерения? Измерим длину бруска линейкой с ценой деления шкалы 1 мм (рис. 14, б). Получим значение 52 мм. При этом абсолютная погрешность измерения $\Delta l = 0,5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм} = 1 \text{ мм}$.

Запишем с учётом абсолютной погрешности результаты измерений, выполненных обеими линейками:

$$l_1 = 5 \text{ см} \pm 1 \text{ см} = (5 \pm 1) \text{ см};$$
$$l_2 = 52 \text{ мм} \pm 1 \text{ мм} = (52 \pm 1) \text{ мм} = (5,2 \pm 0,1) \text{ см}.$$

При оценивании детских ответов принимаем также записи типа:

$$l = 5,2 \text{ см} \pm 1 \text{ мм};$$
$$l = 52 \pm 1 \text{ мм}$$

Запись прямых измерений с учётом заданной погрешности

Принцип прямых измерений: точность прямых измерений не может превышать точность прибора.

При проведении прямых измерений учащийся ориентируется на заданную в задании погрешность.

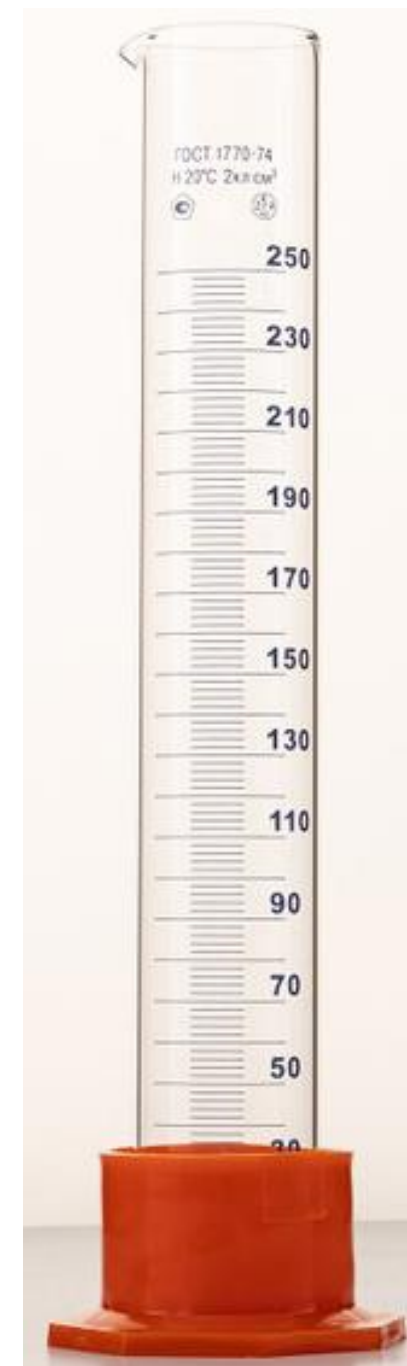
Пример 1. (измерение силы, динамометр 5 Н, $C=0,1$ Н, заданная погрешность $\pm 0,1$ Н)



С помощью динамометра учащийся измеряет силу. Стрелка прибора показывает между 1,0 Н и 1,1 Н. **Как записать результат?**

Заданная погрешность результата прямых измерений указывает на те цифры результата, которые являются достоверными: $F = (1,0 \pm 0,1)$ Н; $F = (1,1 \pm 0,1)$ Н; принимаем $F = (1 \pm 0,1)$ Н.
Но $F = 1,05 \pm 0,1$ Н (ошибка!)

Пример 2. (измерение объёма цилиндра, мензурка 250 мл, $C=2$ мл, заданная погрешность ± 2 мл)



С помощью измерительного цилиндра учащийся измеряет объём цилиндра. Начальный объём воды равен 100 мл. При погружении цилиндра уровень воды попадает посередине между штрихами 124 и 126 мл.

Как записать результат ?

$$V = (24 \pm 2) \text{ см}^3;$$

$$V = (26 \pm 2) \text{ см}^3;$$

$$V = (25 \pm 2) \text{ см}^3 \text{ (принимаем!)}$$

Запись косвенного измерения

Принцип косвенных измерений: производя вычисления на основании результатов измерений, нет никакого смысла вести вычисления дальше того предела точности, который обеспечивается точностью определения непосредственно измерявшихся величин.

Таким образом, погрешность результата прямых измерений позволяет определить те цифры результата косвенного измерения, которые являются достоверными.

Но оценка погрешности косвенного измерения не изучается и, соответственно, не проверяется в 9 классе, поэтому результат косвенного измерения (вычисления с помощью калькулятора) принимается как условно верный без округления!

Пример: $\rho = 7,80324 \text{ г/см}^3$

Типы экспериментальных заданий

Косвенные измерения

Используя брусок с крючком, динамометр № 2, грузы № 1 и № 2, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с двумя грузами и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную Б. Абсолютная погрешность измерения силы равна $\pm 0,1$ Н.

В бланке ответов № 2:

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

Исследование зависимостей

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 экспериментальной установки, указав способ измерения силы трения скольжения;
- 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.

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

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. 2. Запись формулы. 3. Результаты прямых измерений с указанием абсолютной погрешности измерения. 4. Значение косвенного измерения. Указание экспертам Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верным.

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: ...); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: ...); 4) полученное правильное числовое значение искомой величины	3
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Схема оценивания

Шаг 1. Проверяем правильность записи прямых измерений:

- Запись неверная для одного или двух прямых измерений – 0 баллов
- Запись верная для обоих прямых измерений – проверяем правильность других элементов ответа (1, 2, 4) – может быть 1, 2 или 3 балла

Схема оценивания экспериментального задания на исследование зависимостей

В бланке ответов:
 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
 2) с учетом абсолютной погрешности укажите результаты измерения ... для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
 3) сформулируйте вывод о зависимости

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

Схема оценивания

Шаг 1. Проверяем правильность записи прямых измерений:

- Запись неверная для двух прямых измерений и более – 0 баллов
- Ошибка в записи только для одного прямого измерения, верный рисунок – 1 балл
- Запись верная для всех прямых измерений – проверяем правильность других элементов ответа (1, 3) – может быть 1, 2 или 3 балла

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) результаты трёх измерений ... с учётом абсолютной погрешности измерений; 3) сформулированный правильный вывод	3
Представлены верные результаты трёх измерений ... с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из элементов ответа (1 или 3) присутствует ошибка; ИЛИ один из элементов ответа (1 или 3) отсутствует	2
Представлены верные результаты трёх измерений ... с учётом абсолютной погрешности измерений, но в элементах ответа 1 и 3 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Сделан рисунок экспериментальной установки и приведены результаты измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из них допущена ошибка	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Тренировочная работа 1

Задание 17-1

Используя штатив с держателем, пружину № 2 со шкалой (или линейку), динамометр № 1 и груз № 6, 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 ± 2 мм, а абсолютная погрешность измерения веса груза равна $\pm 0,02$ Н.

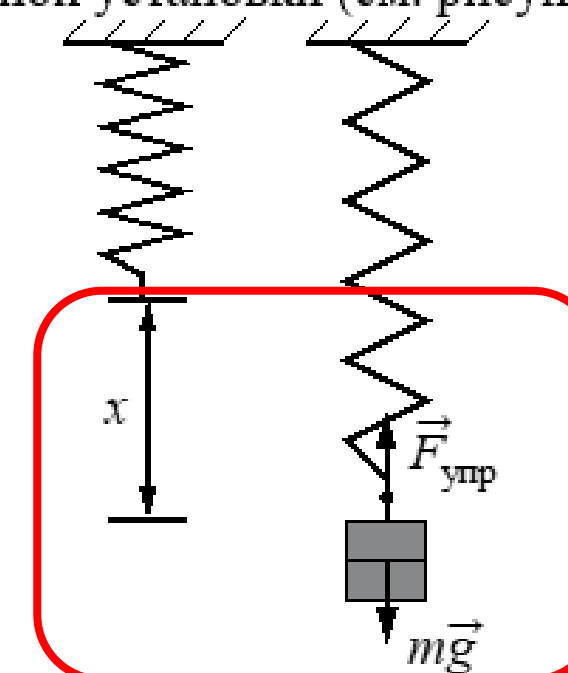
В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки, указав способы измерения удлинения пружины и силы упругости;
- 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.

Комплект № 2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• 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 ± 2) Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость (10 ± 2) Н/м
• три груза, обозначить № 1, № 2 и № 3	массой по (100 ± 2) г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить № 4, № 5 и № 6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: № 4 массой (60 ± 1) г, № 5 массой (70 ± 1) г и № 6 массой (80 ± 1) г или набор отдельных грузов
• линейка и транспортир	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями

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. $x = (80 \pm 2)$ мм; $P = (0,80 \pm 0,02)$ Н.

4. $k = 0,8 : 0,08 = 10$ Н/м.

Указание экспертам

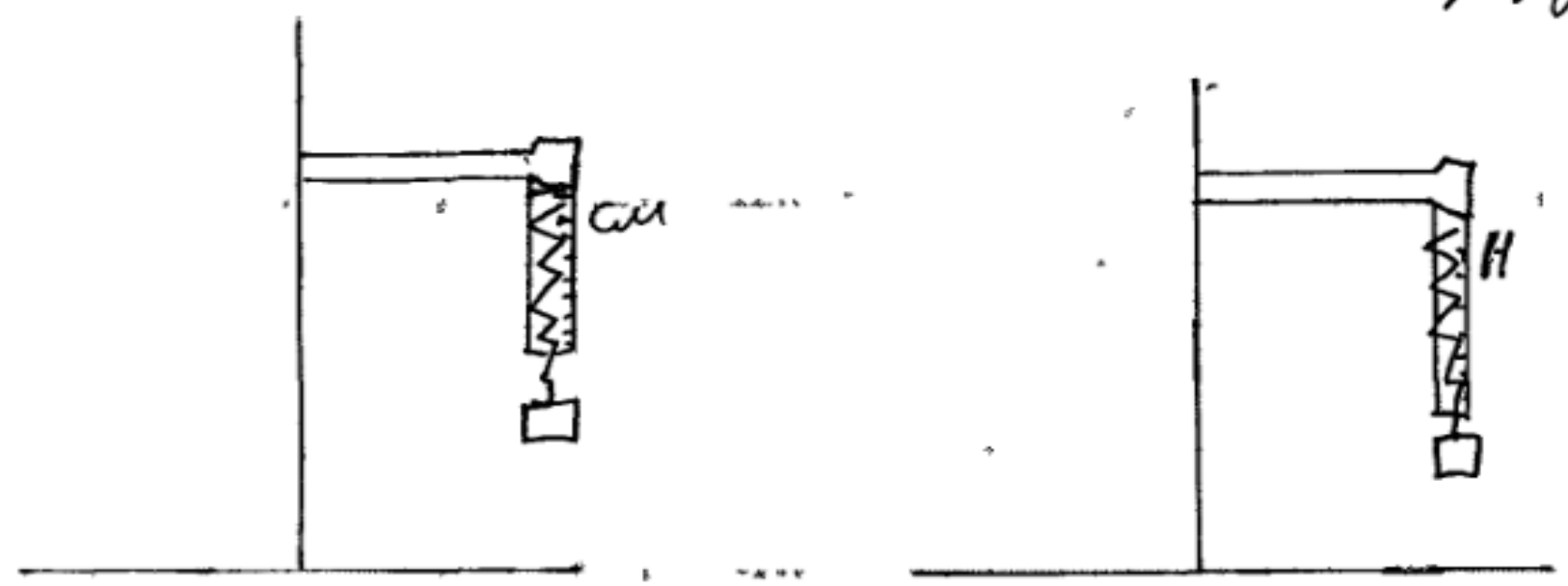
Измерение считается верным, если x приведено в пределах от 77 до 83 мм, а P – в пределах от 0,74 до 0,86 Н

Пример 1

Динамометр № 1:	
предел измерения	<u>1</u> Н $C = \underline{0,02}$ Н
Динамометр № 2:	
предел измерения	<u>5</u> Н $C = \underline{0,1}$ Н
Пружины:	
жесткость пружины 1	<u>50 ± 2</u> Н/м
жесткость пружины 2	<u>10 ± 2</u> Н/м
Грузы:	
грузы №1, №2, №3 массой по	<u> </u> г
грузы №4 массой по	<u>60 ± 1</u> г
грузы №5 массой по	<u>40 ± 1</u> г
грузы №6 массой по	<u>80 ± 1</u> г
Брусоч массой	<u>50 ± 5</u> г

Лабораторная работа - N17.
 1. Использовался комплект оборудования N28

1.



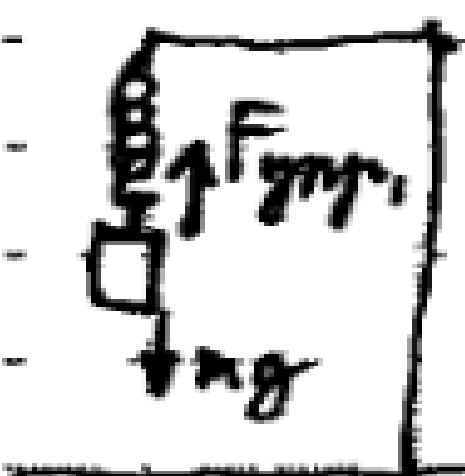
$$2. F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow k = \frac{F_{\text{упр}}}{x} \quad F_{\text{упр}} = P$$

$$3. X = (0,082 \pm 0,002) \text{ м}$$

$$P = (8 \pm 0,02) \text{ Н}$$

$$4. F_{\text{упр}} = 8 \text{ Н} \quad k = \frac{8}{0,082} = 97,5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Пример 2

1) 

2) $K = \frac{F_{спр}}{\Delta l}; F_{спр} = mg = P$

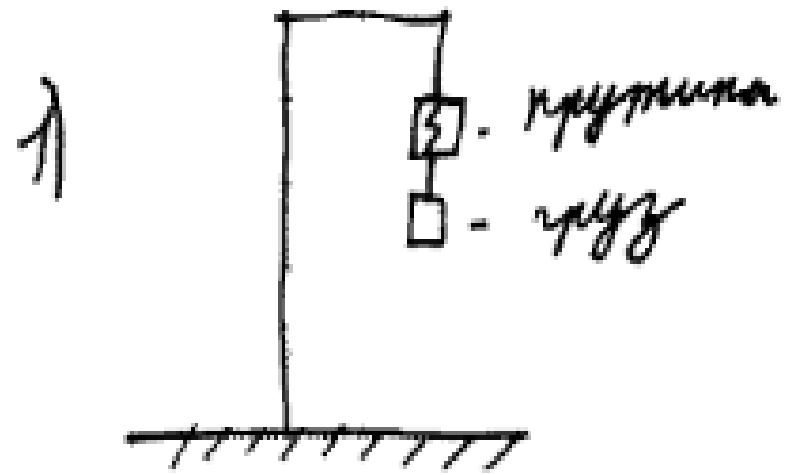
3) $K = (1 \pm 0,02 \text{ Н})$
 $(0,025 \pm 0,002 \text{ м}) \#$

4) $K = \frac{1}{0,025} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Динамометр № 1:			
предел измерения	<u>1</u> Н	C =	<u>0,02</u> Н
Динамометр № 2:			
предел измерения	<u>5</u> Н	C =	<u>0,1</u> Н
Пружины:			
жесткость пружины 1			<u>50</u> Н/м
жесткость пружины 2			<u>40</u> Н/м
Грузы:			
грузы №1, №2, №3 массой по			<u>100</u> г
грузы №4 массой по			<u>кел</u> г
грузы №5 массой по			<u>кел</u> г
грузы №6 массой по			<u>кел</u> г

Пример 3

Лабораторная работа № 17



$$2) F_{\text{упр}} = k \Delta l$$

$$3) \Delta l = (10 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см})$$

$$P = (1 \text{ Н} \pm 0,02 \text{ Н})$$

$$4) F_{\text{упр}} = k \Delta l$$

$$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{1}{10} = 0,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ: $k = 0,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Динамометр № 1:			
предел измерения	<u>1</u>	Н	$C = \frac{0,02}{1} \text{ Н}$
Динамометр № 2:			
предел измерения	<u>5</u>	Н	$C = \frac{0,1}{5} \text{ Н}$
Пружины:			
жесткость пружины 1	<u>50</u>	Н/м	
жесткость пружины 2	<u>40</u>	Н/м	
Грузы:			
грузы №1, №2, №3 массой по	<u>100</u>	г	
грузы №4 массой по	<u>кег</u>	г	
грузы №5 массой по	<u>кег</u>	г	
грузы №6 массой по	<u>кег</u>	г	

Задание 17-2

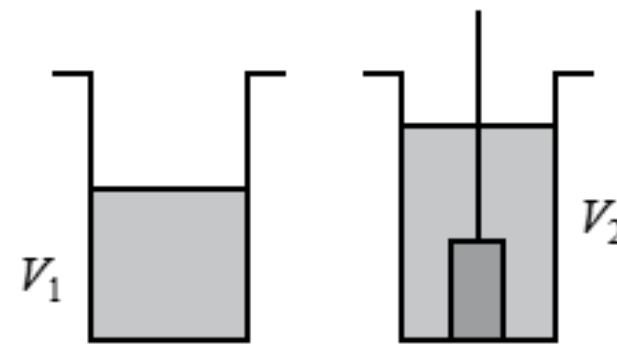
Используя весы, мензурку, стакан с водой, цилиндр № 1, соберите экспериментальную установку для измерения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр № 1. Абсолютная погрешность измерения массы тела составляет $\pm 0,1$ г. Абсолютная погрешность измерения объёма тела равна ± 2 см³.

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 выполнения

1. Схема экспериментальной установки для определения объёма тела:



$$V = V_2 - V_1$$

$$2. \rho = \frac{m}{V}.$$

$$3. m = (195,0 \pm 0,1) \text{ г}; V = (26 \pm 2) \text{ мл} = (26 \pm 2) \text{ см}^3.$$

$$4. \rho = 7,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 7500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

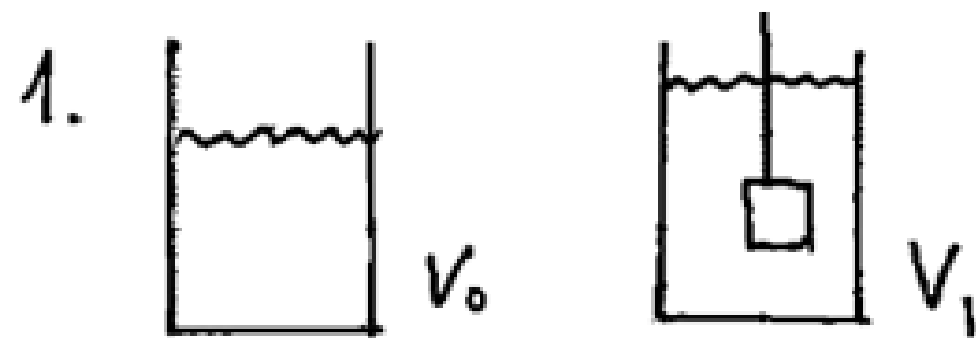
Комплект № 1

элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• 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	$V = (34,0 \pm 0,7) \text{ см}^3, m = (95 \pm 2) \text{ г}$

е экспертам

ые значения прямых измерений массы и объёма должны попасть
алы $m = (195 \pm 3) \text{ г}$, $V = (25 \pm 5) \text{ см}^3$

Пример 1



2. $\rho = \frac{m}{V_{\text{об.}}}$

3. $m_{\text{ц.}} = 196,6 \text{ г.} \pm 1 \text{ г.}$

$V_{\text{ц.}} = V_1 - V_0 = 222_{\pm 2}^{\text{мл.}} - 200_{\pm 2}^{\text{мл.}} = 22_{\pm 2}^{\text{мл.}} \text{ см}^3 \pm 2 \text{ см}^3$

4. $\rho_{\text{ц.}} = \frac{m_{\text{ц.}}}{V_{\text{ц.}}} = \frac{196,6}{22} \approx 8,9 \text{ г/см}^3$

Весы:	<input checked="" type="checkbox"/> электронные	<input type="checkbox"/> рычажные
Мензурка:	предел измерения <u>250</u> мл	C = <u>2</u> мл
Динамометр № 1:	предел измерения <u>1</u> Н	C = <u>0,02</u> Н
Динамометр № 2:	предел измерения <u>5</u> Н	C = <u>0,1</u> Н
Цилиндр № 1:	V = <u>25,0 ± 0,3</u> см ³	m = <u>195 ± 2</u> г
Цилиндр № 2:	V = <u>25,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>70 ± 2</u> г
Цилиндр № 3:	V = <u>56,0 ± 1,8</u> см ³	m = <u>66 ± 2</u> г
Цилиндр № 4:	V = <u>34,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>95 ± 2</u> г

Пример 2

Весы:	<input checked="" type="checkbox"/> электронные	<input type="checkbox"/> рычажные
Мензурка:	предел измерения <u>250</u> мл	C = <u>2</u> мл
Динамометр № 1:	предел измерения <u>1</u> Н	C = <u>0,02</u> Н
Динамометр № 2:	предел измерения <u>5</u> Н	C = <u>0,1</u> Н
Цилиндр № 1:	V = <u>25,0 ± 0,3</u> см ³	m = <u>195 ± 2</u> г
Цилиндр № 2:	V = <u>25,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>70 ± 2</u> г
Цилиндр № 3:	V = <u>56,0 ± 1,8</u> см ³	m = <u>66 ± 2</u> г
Цилиндр № 4:	V = <u>34,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>95 ± 2</u> г

№ комплекта оборудования - 1

1) *возв* → *мензурка*

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

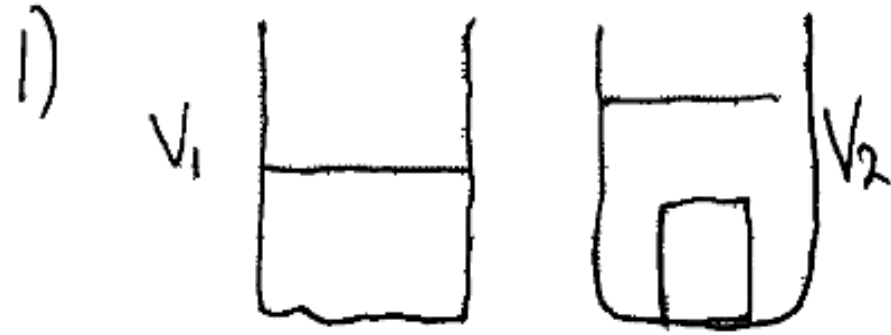
3) $m_{\text{фр}} = \frac{195,6 \pm 0,12}{(25 \pm 2) \text{ см}^3} \Rightarrow \rho_{\text{фр}} \approx 7,824 \approx 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Ответ: $7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

с округлением по правилу

Пример 3

Задача номер 17 используется комплект №1А



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

3) $m = (195,0 \pm 0,1) / 2$

$V = V_2 - V_1$

$V_1 = (100 \pm 2) \text{ см}^3$

$V_2 = (124 \pm 2) \text{ см}^3$

$V = 124 - 100 = 24 \text{ см}^3$

4) $\rho = \frac{195,2}{24 \text{ см}^3} = 8,125 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Весы:	<input checked="" type="checkbox"/> электронные	<input type="checkbox"/> рычажные
Мензурка:		
предел измерения	<u>250</u> мл	C = <u>2</u> мл
Динамометр № 1:		
предел измерения	<u>1</u> Н	C = <u>0,02</u> Н
Динамометр № 2:		
предел измерения	<u>5</u> Н	C = <u>0,1</u> Н
Цилиндр № 1:	V = <u>25,0 ± 0,3</u> см ³	m = <u>195 ± 2</u> г
Цилиндр № 2:	V = <u>25,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>70 ± 2</u> г
Цилиндр № 3:	V = <u>56,0 ± 1,8</u> см ³	m = <u>66 ± 2</u> г
Цилиндр № 4:	V = <u>34,0 ± 0,7</u> см ³	m = <u>95 ± 2</u> г

Задание 17-3

Используя собирающую линзу 1, экран, линейку, соберите экспериментальную установку для определения оптической силы линзы. В качестве источника света используйте свет от удалённого окна. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна ± 2 мм.

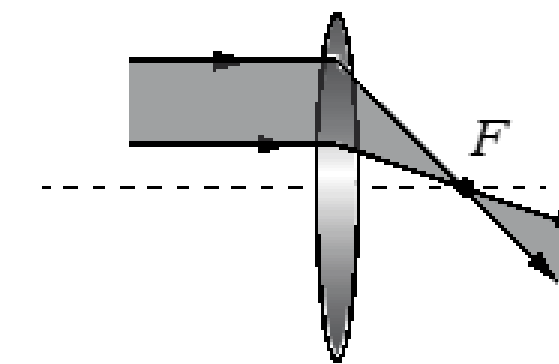
В бланке ответов № 2:

- 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.

Комплект № 4	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок, позволяющий ступенчато менять выходное напряжение от 1,5 В до 7,5 В
• 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 не менее 700 мм
• держатель экрана с впрессованными магнитами	устанавливается на оптическую скамью

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки (изображение удалённого источника света (окна) формируется практически в фокальной плоскости):



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

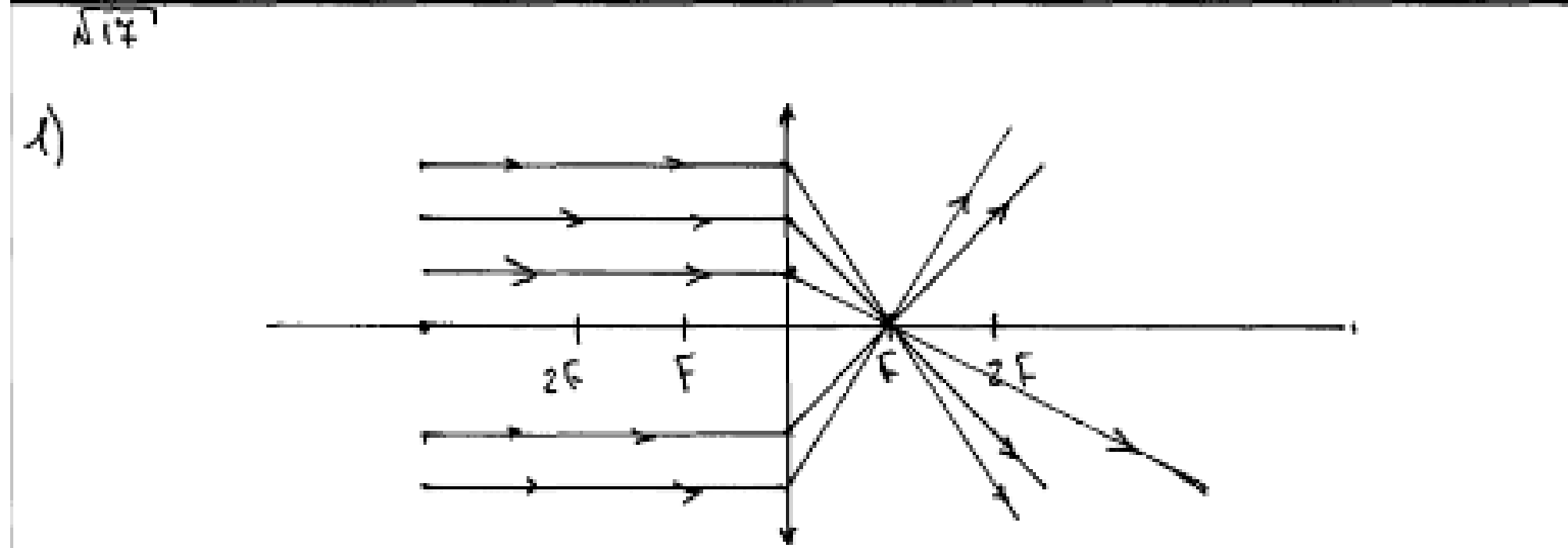
3. Расстояние между линзой и экраном $F = (98 \pm 2)$ мм.

$$4. D = \frac{1}{0,098} \approx 10 \text{ дптр.}$$

Указание экспертам

Измерение фокусного расстояния считается верным, если попадает в интервал $F = (100 \pm 10)$ мм

Пример 1



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

3) $F = (3,5 \pm 0,2) \text{ см} = (0,035 \pm 0,002) \text{ м}$

4) ~~$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,035} \approx 28,57 \text{ дптр}$~~

$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,035} \approx 28,57 \text{ дптр}$

КОМПЛЕКТ № 4	
Собирающие линзы	
фокусное расстояние линзы 1	<u>40</u> мм
фокусное расстояние линзы 2	<u>25</u> мм
Полуцилиндр	
показатель преломления	<u>1,46</u>

Пример 2

КОМПЛЕКТ № 4

Собирающие линзы

фокусное расстояние линзы 1

40 мм

фокусное расстояние линзы 2

25 мм

Полуцилиндр

показатель преломления

1,46

N 17

1)

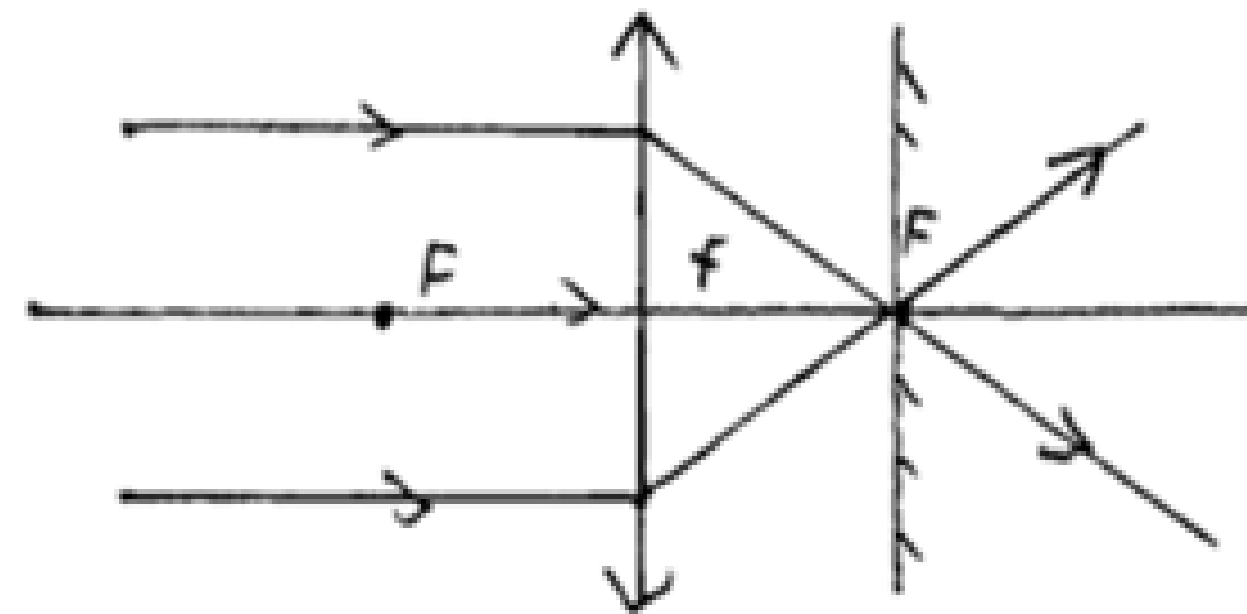
2) $D = +\frac{1}{F}$

3) $f = F$

$$f = (40 \pm 2) \text{ мм} = (0,04 \pm 0,002) \text{ м}$$

$$F = (0,04 \pm 0,002) \text{ м}$$

4) $D = \frac{1}{0,04} = 25 \text{ м}$



Пример 3

Собирающие линзы

фокусное расстояние линзы 1

$$\frac{100}{\text{мм}}$$

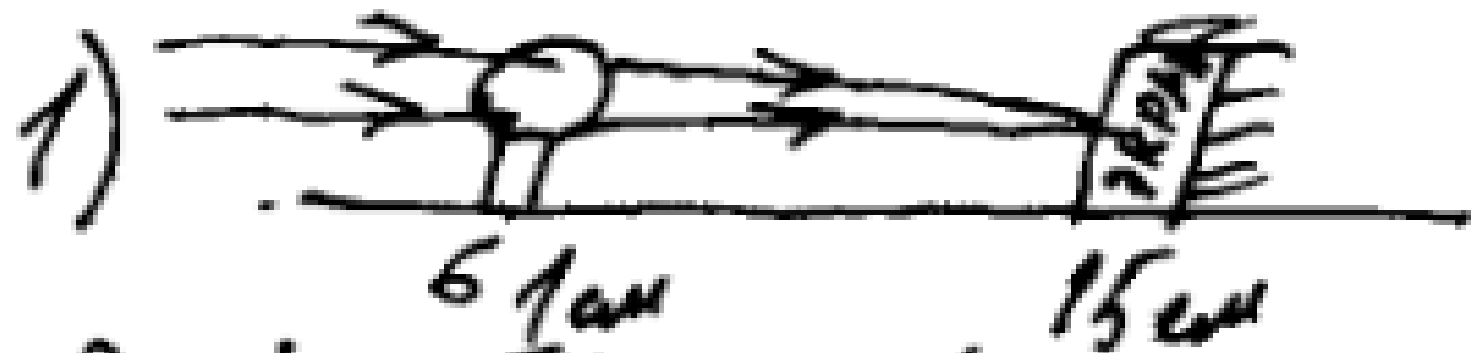
фокусное расстояние линзы 2

$$\frac{600}{\text{мм}}$$



ФИПИ

17. Камера №4



2) $d = \frac{1}{F}$

3) $F(9,0 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см})$

4) $d = \frac{1}{9} \approx 0,11 \text{ дптр}$

Ответ: 0,11

Задание 17- 4

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , 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 – $\pm 0,1$ В.

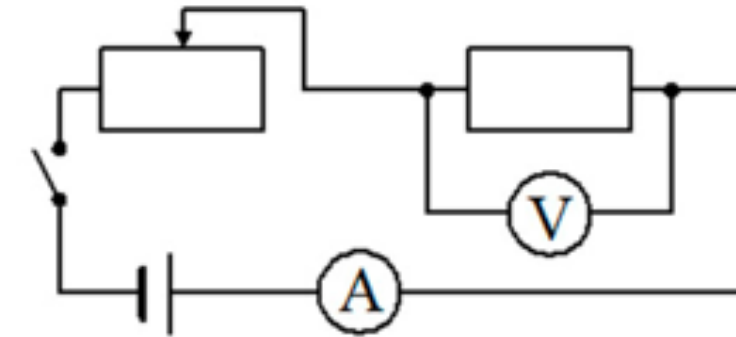
В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи, равную 0,3 А, 0,4 А и 0,5 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;
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

Комплект № 3	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок, позволяющий ступенчато менять выходное напряжение от 1,5 В до 7,5 В
• 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 R_1	сопротивление $(4,7 \pm 0,5)$ Ом
• резистор, обозначить R_2	сопротивление $(5,7 \pm 0,6)$ Ом
• резистор, обозначить R_3	сопротивление $(8,2 \pm 0,8)$ Ом

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



2.

№	I (А)	U (В)
1	$0,30 \pm 0,02$	$1,7 \pm 0,1$
2	$0,40 \pm 0,02$	$2,3 \pm 0,1$
3	$0,50 \pm 0,02$	$2,9 \pm 0,1$

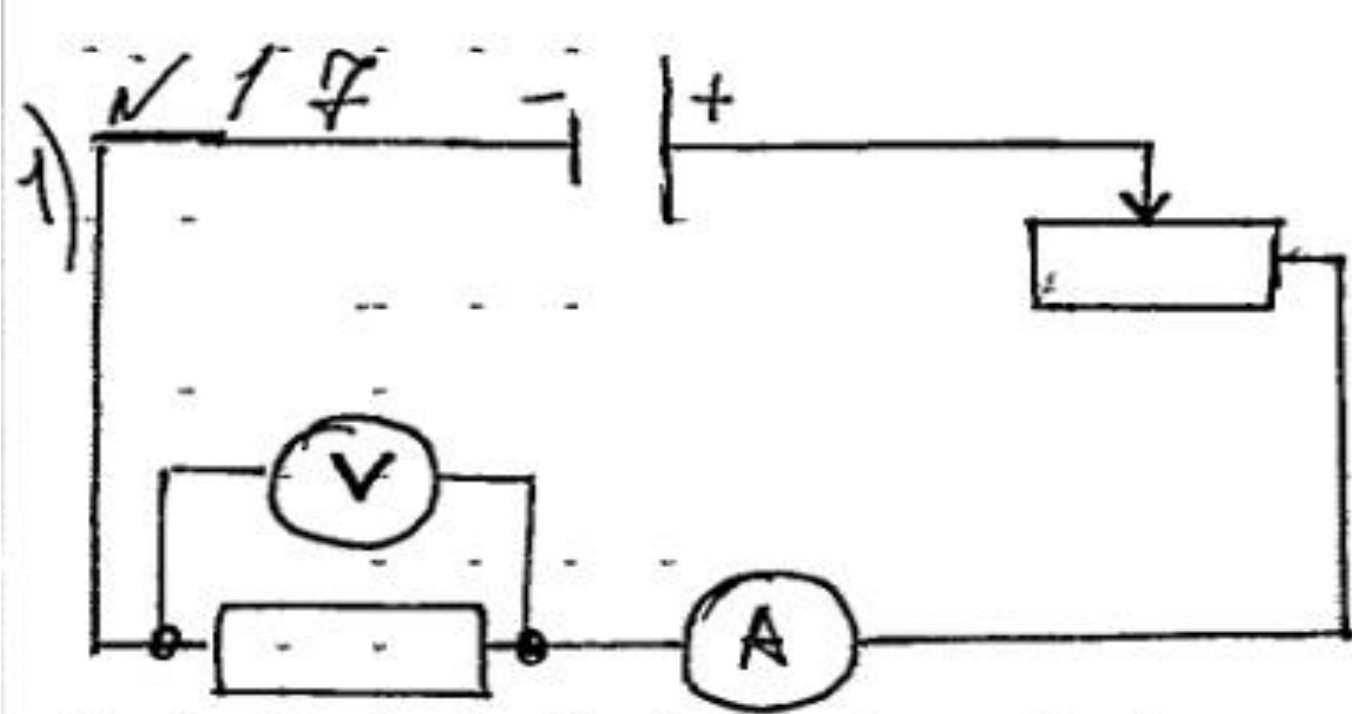
3. Вывод: при увеличении силы тока в проводнике напряжение, возникающее на концах проводника, также увеличивается.

Указание экспертам

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

Пример 1

Источник тока	<u>4,5</u>	В		
Вольтметр:				
предел измерения	<u>0-3</u>	В	C = <u>0,1</u>	В
предел измерения	<u>0-6</u>	В	C = <u>0,2</u>	В
Амперметр:				
предел измерения	<u>0-3</u>	А	C = <u>0,1</u>	А
предел измерения	<u>0-0,6</u>	А	C = <u>0,02</u>	А
Резисторы:				
сопротивление резистора R1			<u>4,7 ± 0,5</u>	Ом
сопротивление резистора R2			<u>5,7 ± 0,6</u>	Ом
сопротивление резистора R3			<u>8,2 ± 0,8</u>	Ом
Реостат:				
сопротивление реостата			<u>10</u>	Ом



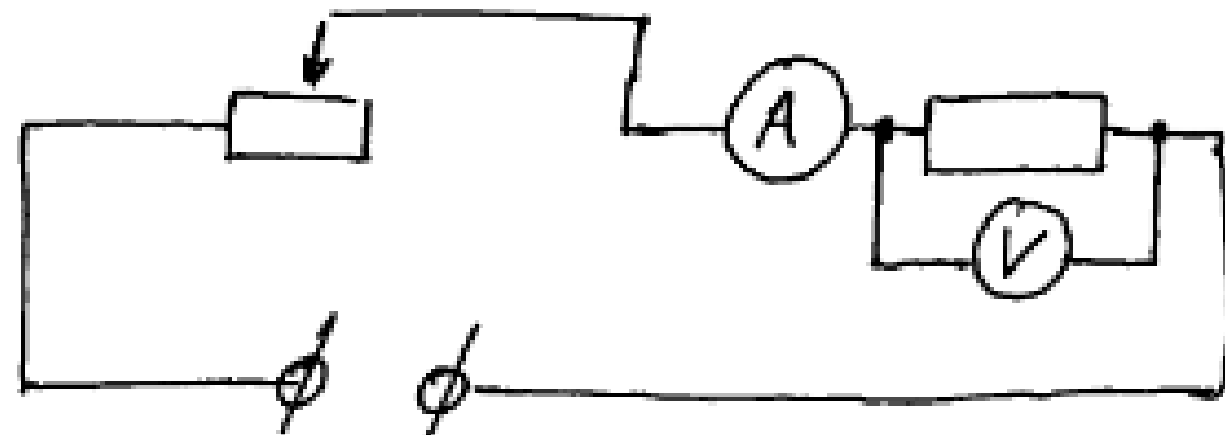
2)

N	I(A)	U(B)
1	0,3 ± 0,02	1,5 ± 0,2
2	0,4 ± 0,02	2 ± 0,2
3	0,5 ± 0,02	2,5 ± 0,2

Вывод: при увеличении силы тока в резисторе напряжение на его концах возрастает.

Пример 2

17.



N	I (A)	U (В)
1	$0,2 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$
2	$0,3 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$
3	$0,4 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$

Вывод: при увеличении в проводнике
 вывод: при увеличении силы тока в провод-
 нике напряжение возникшее на концах провод-
 нике увеличивается.

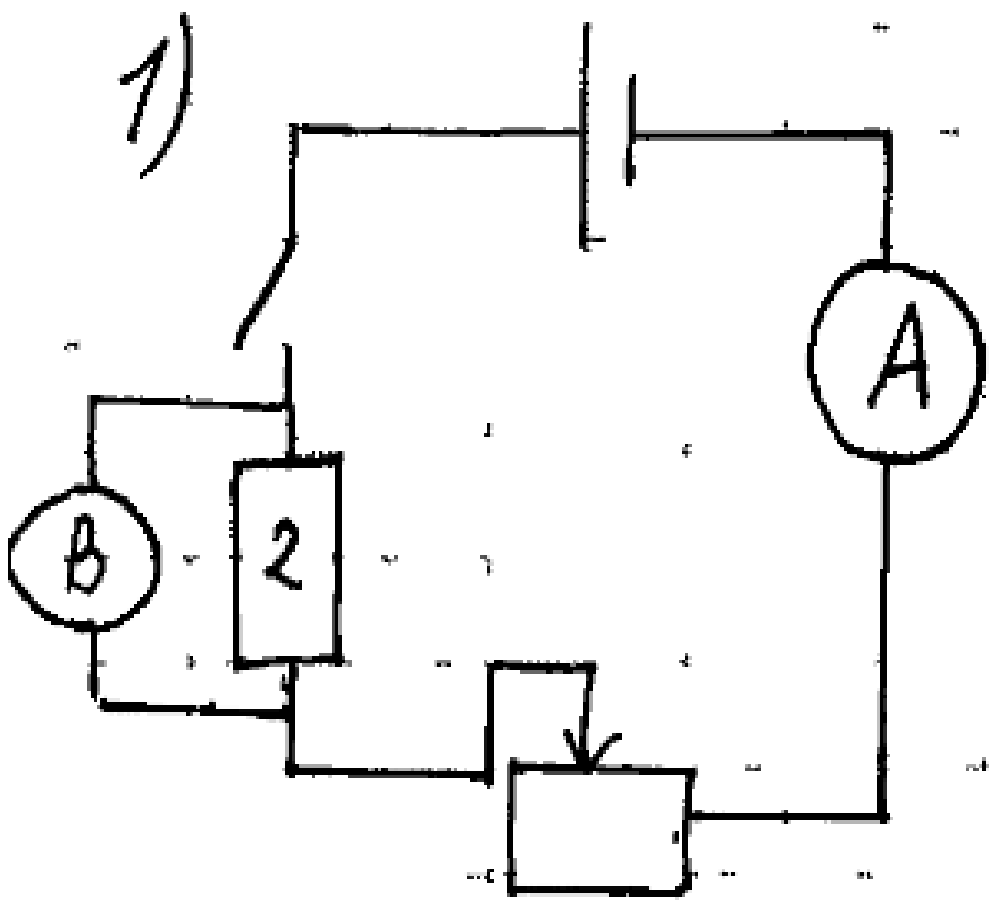
Источник тока	<u>4,5</u>	В	
Вольтметр:			
предел измерения	<u>0-3</u>	В	C = <u>0,1</u> В
предел измерения	<u>0-6</u>	В	C = <u>0,2</u> В
Амперметр:			
предел измерения	<u>0-3</u>	А	C = <u>0,1</u> А
предел измерения	<u>0-0,6</u>	А	C = <u>0,02</u> А
Резисторы:			
сопротивление резистора R1			<u>4,7 ± 0,5</u> Ом
сопротивление резистора R2			<u>5,7 ± 0,6</u> Ом
сопротивление резистора R3			<u>8,2 ± 0,8</u> Ом
Реостат:			
сопротивление реостата			<u>10</u> Ом

Пример 3



Источник тока	<u>1,5 ÷ 7,5</u> В	
Вольтметр:		
предел измерения	<u>3</u> В	C = <u>0,1</u> В
предел измерения	<u>6</u> В	C = <u>0,2</u> В
Амперметр:		
предел измерения	<u>3</u> А	C = <u>0,1</u> А
предел измерения	<u>0,6</u> А	C = <u>0,02</u> А
Резисторы:		
сопротивление резистора R1		<u>(7 ± 0,7)</u> Ом
сопротивление резистора R2		<u>(10 ± 1)</u> Ом
сопротивление резистора R3		_____ Ом
Реостат:		
сопротивление реостата		<u>10</u> Ом

17.



2)

I, A	<u>0,30 ± 0,02</u>	<u>0,40 ± 0,02</u>	<u>0,50 ± 0,02</u>
U, В	<u>3,2 ± 0,1</u>	<u>4,3 ± 0,1</u>	<u>5,4 ± 0,1</u>

3) Чем больше напряжение, тем больше сила тока.

Качественные задачи 18 и 19

<i>Работа с текстами физического содержания</i>	
18	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач
<i>Решение задач</i>	
19	Объяснять физические процессы и свойства тел

18 – задание на применение информации, данной в тексте (с возможным привлечением базовых предметных знаний)

19 – задача (на учебном или практико-ориентированном контексте)

Общие подходы к построению заданий:

- 1) Дать краткий ответ на поставленный вопрос.
- 2) Сформулировать обоснование.

Общие подходы к построению критериев оценивания

Типы качественных задач

Примеры качественных задач 1-го типа
(краткий ответ предполагает выбор более чем
из двух возможных ответов)

- ✓ В стакан, к дну которого приморожен кубик льда, наливают воду. Изменится ли (и если изменится, то как) уровень воды в стакане, когда подтаяв, лед всплывет? Ответ поясните.
- ✓ Дима рассматривает красные розы через зеленое стекло. Какого цвета будут казаться ему розы? Объясните наблюдаемое явление.
- ✓ Если выстрелить из мелкокалиберной винтовки в варёное яйцо, то в яйце образуется отверстие. Что произойдёт, если выстрелить в сырое яйцо? Ответ поясните.

Примеры качественных задач 2-го типа
(краткий ответ предполагает выбор одного из
двух возможных ответов)

- ✓ Слышит ли летчик звук работы реактивного двигателя, если самолет летит со сверхзвуковой скоростью, а двигатель находится позади пилота? Ответ поясните.
- ✓ Можно ли услышать грохот мощных процессов, происходящих на Солнце? Ответ поясните.
- ✓ Имеются деревянный и металлический шарики одинакового объёма. Какой из шариков в 40-градусную жару на ощупь кажется холоднее? Ответ поясните.

Обобщенные критерии оценивания

Примеры качественных задач 1-го типа
(краткий ответ предполагает выбор более чем
из двух возможных ответов)

Примеры качественных задач 2-го типа
(краткий ответ предполагает выбор одного из
двух возможных ответов)

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование некорректно или отсутствует. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Для согласования корректности и достаточности обоснования необходимо выделить **обязательные элементы** обоснования



Задание 18-1

Форма Земли

О форме и размерах Земли люди имели достаточно реальные представления ещё до начала нашей эры. Так, древнегреческий философ Аристотель (384–322 гг. до н.э.) полагал, что Земля имеет шарообразную форму, а в качестве доказательства приводил округлость формы земной тени во время лунных затмений, поскольку только шар при освещении с любой стороны всегда даёт круглую тень.

В 1735 г. Французская академия наук снарядила одну экспедицию к экватору, другую – к Северному полярному кругу. Если Земля имеет приплюснутую у полюсов форму, то дуга меридиана размером в 1° должна удлиняться при приближении к полюсам. Оставалось измерить длину дуги в 1° на разном расстоянии от экватора.

После сравнения результатов работы экспедиций выяснилось, что полярный градус (дуга по меридиану) длиннее экваториального, что подтвердило гипотезу Ньютона о форме Земли. Причину «сплюснутости» Земли учёные связывают с её вращением вокруг своей оси.

В наше время искусственные спутники Земли позволяют определить величину силы тяжести в разных местах над поверхностью земного шара с такой точностью, которой нельзя было достигнуть никаким другим способом. Это, в свою очередь, позволяет внести дальнейшие уточнения в наши знания о размерах и форме Земли. **Согласно современным данным из-за вращения вокруг своей оси Земля немного сжата вдоль оси вращения.** Полярный радиус ($R_{\text{поляр}}$) Земли короче экваториального ($R_{\text{экватор}}$) примерно на 21 км, то есть всего на $1/300$ экваториального радиуса. Форма Земли, таким образом, очень мало отличается от шара (см. рисунок 1).

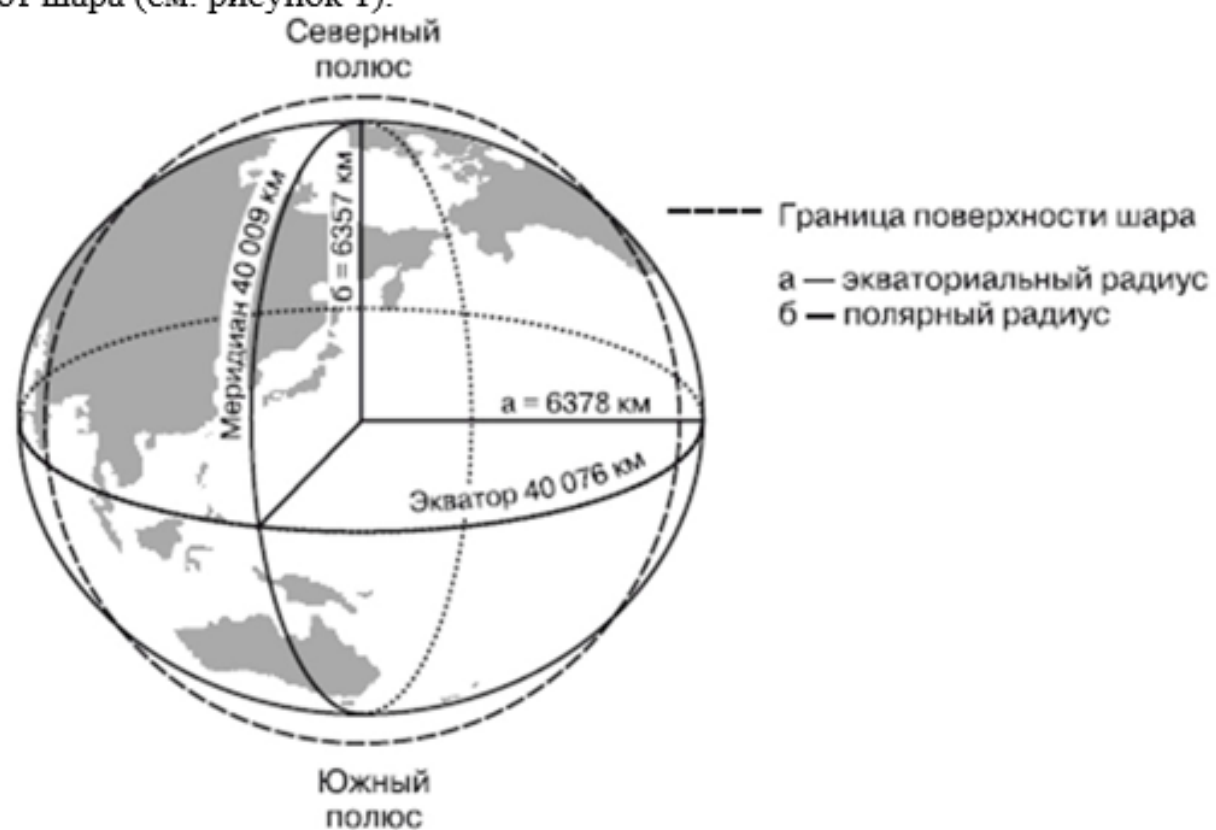


Рисунок 1

18. В таблице представлены некоторые характеристики планет земной группы Солнечной системы. Какая из планет – Земля или Венера – имеет более сжатую у полюсов форму? С чем это может быть связано? Ответ поясните данными из таблицы.

Планета	Средняя скорость орбитального движения, км/с	Средняя плотность, г/см ³	$\frac{R_{\text{экват}} - R_{\text{поляр}}}{R_{\text{экват}}}$	Период вращения вокруг оси, дней	Масса, 10^{24} кг
Меркурий	47,9	5,43	0	58,6	0,3322
Венера	35,0	5,24	0	243,0	4,8690
Земля	29,8	5,515	0,003354	1,0	5,9742
Марс	24,1	3,94	0,006476	1,03	0,64191

Образец возможного ответа

1. Земля имеет более сжатую у полюсов форму.
2. В отличие от Земли у Венеры экваториальный и полярный радиусы равны. Степень сжатия связана с угловой скоростью вращения планет вокруг своей оси. Угловая скорость вращения Венеры меньше (в соответствии с таблицей период вращения вокруг оси у Венеры в 243 раза больше).

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит сравнение экваториального и полярного радиусов планет и указание на связь степени сжатия планеты с угловой скоростью её вращения/с периодом вращения вокруг оси (на основании данных таблицы и текста)

Задание 18-1



18. В таблице представлены некоторые характеристики планет земной группы Солнечной системы. Какая из планет – Земля или Венера – имеет более сжатую у полюсов форму? С чем это может быть связано? Ответ поясните данными из таблицы.

Планета	Средняя скорость орбитального движения, км/с	Средняя плотность, г/см ³	$\frac{R_{\text{экват}} - R_{\text{поляр}}}{R_{\text{экват}}}$	Период вращения вокруг оси, дней	Масса, 10 ²⁴ кг
Меркурий	47,9	5,43	0	58,6	0,3322
Венера	35,0	5,24	0	243,0	4,8690
Земля	29,8	5,515	0,003354	1,0	5,9742
Марс	24,1	3,94	0,006476	1,03	0,64191

Ответ:

Земля имеет более сжатую у полюсов форму.

Элементы обоснования:

1) У Земли экваториальный радиус больше полярного. У Венеры эти радиусы равны.

2) Сжатие планеты у полюсов связано с вращением планет вокруг оси. У Земли период вращения меньше.

Образец возможного ответа

1. Земля имеет более сжатую у полюсов форму.

2. В отличие от Земли у Венеры экваториальный и полярный радиусы равны. Степень сжатия связана с угловой скоростью вращения планет вокруг своей оси. Угловая скорость вращения Венеры меньше (в соответствии с таблицей период вращения вокруг оси у Венеры в 243 раза больше).

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит сравнение экваториального и полярного радиусов планет и указание на связь степени сжатия планеты с угловой скоростью её вращения/с периодом вращения вокруг оси (на основании данных таблицы и текста)

Пример 1

Задача N. 18.

Объем: 5 минут

Объем: 5 минут и объем большого сектора
орбитального графика и при этом можно
плотность и массу ρ и ρ Земли и за ρ
станция у планеты у планеты осуществляется
является наклонное движение ρ и ρ Земли
из за ρ и ρ в результате оно будет
равно.

Пример 2

№ 18.

Земля имеет более сжатую форму у полюсов.
Это связано с тем, что полярный радиус Земли
короче экваториального, ~~поэтому~~

Пример 3

№ 18

Земля имеет более сплюснутую форму чем Венера так как у Земли экваториальный радиус больше чем полярный а у Венеры они равны так как в идеальной форме экваториальные и полярные радиусы равны.

Задание 18-2

Качественная задача 2 типа

Фотолюминесценция

Некоторые вещества при освещении электромагнитным излучением сами начинают светиться. Такое свечение, или люминесценция, отличается важной особенностью: свет люминесценции имеет иной спектральный состав, чем свет, вызвавший свечение. **Наблюдения показывают, что свет люминесценции характеризуется большей длиной волны, чем возбуждающий свет.** Например, если пучок фиолетового света направить на колбочку с раствором красителя флуоресцеина, то освещённая жидкость начинает ярко люминесцировать зелёно-жёлтым светом.

Некоторые тела сохраняют способность светиться некоторое время после того, как освещение их прекратилось. Такое послесвечение может иметь различную длительность: от долей секунды до многих часов. Принято называть свечение, исчезающее с прекращением освещения, флуоресценцией, а свечение, имеющее заметную длительность после прекращения освещения, – фосфоресценцией.

Явление люминесценции характеризуется крайне высокой чувствительностью: достаточно иногда 10^{-10} г светящегося вещества, например, в растворе, чтобы обнаружить это вещество по характерному свечению. Это свойство лежит в основе люминесцентного анализа, который позволяет обнаружить ничтожно малые примеси и судить о загрязнениях или процессах, приводящих к изменению исходного вещества.

18. Два одинаковых кристалла, имеющих свойство фосфоресцировать в жёлтой части спектра, были предварительно освещены: первый – красными лучами, второй – синими лучами. Для какого из кристаллов можно будет наблюдать послесвечение? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. Для второго кристалла можно наблюдать послесвечение.
2. Длина волны возбуждающего света должна быть меньше длины волны света фосфоресценции. Лучи синего цвета имеют меньшую длину волны по сравнению с лучами жёлтого цвета, а лучи красного цвета – большую длину волны.

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит сравнение длин волн для синего и красного света с длиной волны для жёлтого света и указание на условие возникновения свечения

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

Задание 18-2

18. Два одинаковых кристалла, имеющих свойство фосфоресцировать в жёлтой части спектра, были предварительно освещены: первый – красными лучами, второй – синими лучами. Для какого из кристаллов можно будет наблюдать послесвечение? Ответ поясните.

Ответ:

Для второго кристалла.

Элементы обоснования:

1) Длина волны возбуждающего света должна быть меньше длины волны света фосфоресценции (из текста).

2) Длина лучей синего цвета меньше длины лучей жёлтого света./ Длина лучей красного цвета больше длины лучей жёлтого света.

Образец возможного ответа

1. Для второго кристалла можно наблюдать послесвечение.
2. Длина волны возбуждающего света должна быть меньше длины волны света фосфоресценции. Лучи синего цвета имеют меньшую длину волны по сравнению с лучами жёлтого цвета, а лучи красного цвета – большую длину волны.

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит сравнение длин волн для синего и красного света с длиной волны для жёлтого света и указание на условие возникновения свечения

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Пример 1

№18

1. Для второго кристалла
2. Свет наименее длинный характеризуется большей длиной волны, чем возмущающий свет. Это верно только для второго кристалла (у синих лучей длина волны ^{меньше} больше, чем у желтых, а у красных длина волны больше, чем у желтых). Значит последовательное наблюдение будет наблюдаться только у второго кристалла.

Пример 2

№18.

Для кристалла, который был предварительно освещен широким пучком, можно будет наблюдать послесвечение, потому что свет люминесцирует характеризуется большей длиной волны, чем возбуждающий свет.

Пример 3

18. После свечения можно будет наблюдать для первого кристалла.

Свет люминесценции характеризуется большей длиной волны, чем возбуждающий свет. Так как длина волны красного цвета больше длины волны синего, то после свечения можно наблюдать у первого кристалла.

Задание 18-3

Полиморфные превращения металлов

Металлы представляют собой поликристаллические тела, состоящие из большого числа мелких (10^{-1} – 10^{-5} см) хаотично ориентированных по отношению друг к другу кристаллов.

Многие металлы (в том числе железо) в зависимости от температуры могут существовать в разных кристаллических формах или, как их называют, в разных полиморфных модификациях. В результате полиморфного превращения атомы кристаллического тела, имеющего решётку одного типа, перестраиваются таким образом, что образуется кристаллическая решётка другого типа (см. рисунок 1).

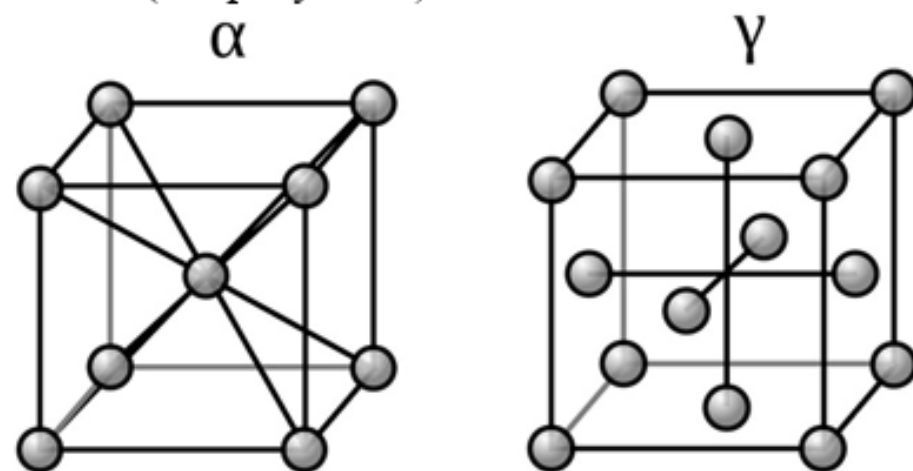


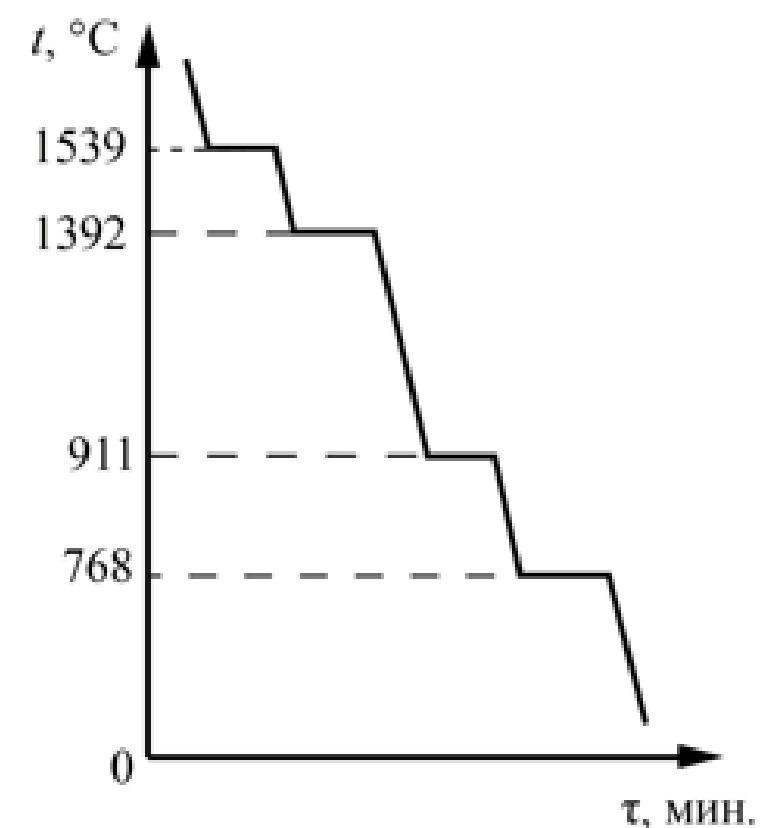
Рисунок 1. Примеры полиморфных модификаций железа (α -железо и γ -железо)

Полиморфное превращение – обратимый процесс; он происходит как при нагреве, так и при охлаждении твёрдого тела. Вновь образующиеся полиморфные модификации – следствие возникновения центров кристаллизации и роста кристаллов, подобно кристаллизации из жидкого состояния.

Превращение одной полиморфной формы в другую при нагреве чистого металла сопровождается поглощением тепла и происходит при постоянной температуре (аналогично процессу плавления). В процессе охлаждения происходит выделение тепла при той же температуре, что и во время нагрева. Температура, при которой происходит переход из одного типа кристаллической решётки в другой, носит название температуры полиморфного превращения.

Так как полиморфные модификации вещества отличаются внутренней структурой, то свойства их различны.

18. На рисунке представлен график зависимости температуры от времени в процессе охлаждения железа. Первоначально железо находилось в жидком состоянии; температура плавления железа равна $1539\text{ }^{\circ}\text{C}$. Скорость отвода тепла в процессе охлаждения оставалась постоянной. Сколько полиморфных превращений кристаллического железа наблюдалось в процессе охлаждения? Ответ поясните.



Образец возможного ответа

1. Три полиморфных превращения.
2. При полиморфных превращениях идёт перестройка кристаллической решётки, что на графике отражается как горизонтальная «ступенька». Горизонтальная «ступенька» при $1539\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответствует процессу перехода железа из жидкой фазы в кристаллическую, остальные три перехода (при $1392\text{ }^{\circ}\text{C}$, $911\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $768\text{ }^{\circ}\text{C}$) – полиморфные превращения.

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит указание на то, что полиморфное превращение происходит при определенной температуре (из текста), и описание ступенек на графике охлаждения

Задание 18-3

Качественная задача 1 типа

Ответ:

Три полиморфных превращения.

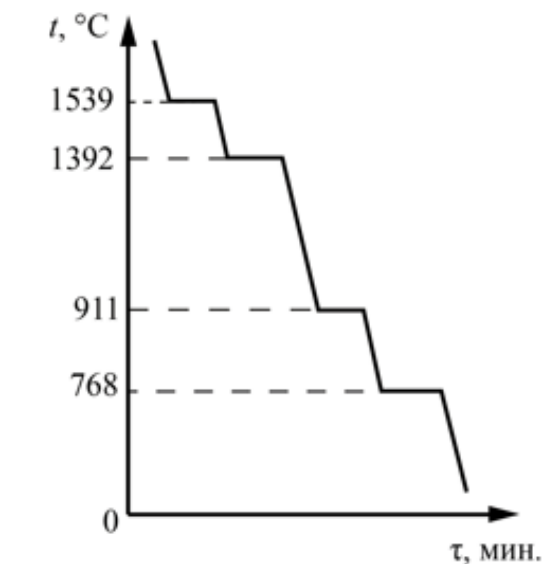
Элементы обоснования:

1) На графике зависимости температуры от времени нагревания полиморфные превращения выглядят как «ступеньки» (горизонтальные участки).

2) Один из горизонтальных участков (при 1539 °С) соответствует процессу кристаллизации.

© все права защищены

18. На рисунке представлен график зависимости температуры от времени в процессе охлаждения железа. Первоначально железо находилось в жидком состоянии; температура плавления железа равна 1539 °С. Скорость отвода тепла в процессе охлаждения оставалась постоянной. Сколько полиморфных превращений кристаллического железа наблюдалось в процессе охлаждения? Ответ поясните.



Образец возможного ответа

1. Три полиморфных превращения.
2. При полиморфных превращениях идёт перестройка кристаллической решётки, что на графике отражается как горизонтальная «ступенька». Горизонтальная «ступенька» при 1539 °С соответствует процессу перехода железа из жидкой фазы в кристаллическую, остальные три перехода (при 1392 °С, 911 °С и 768 °С) – полиморфные превращения.
Примечание: обоснование является достаточным, если содержит указание на то, что полиморфное превращение происходит при определенной температуре (из текста), и описание ступенек на графике охлаждения

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование некорректно или отсутствует. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

Пример 1

№ 18

Наблюдается 3 полиморфных превращения, так как на графике была 3 раза температура полиморфного превращения кристаллического железа, а первое полиморфное превращение было из жидкого в кристаллическое.

Пример 2

18.

13.

2) обратимся к таблице: на ней мы можем увидеть 3 взаимных преобразования
уже арташичного языка.

Задание 18-4

Качественная задача 1 типа

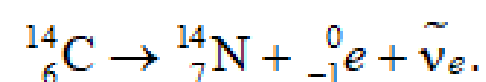
Радиоуглеродный анализ

Каким образом ученые определяют возраст археологических находок? Существуют различные методы, один из которых – метод радиоуглеродного анализа, когда возраст материалов определяется с помощью измерения содержания в них радиоактивного изотопа углерода С-14.

В атмосфере присутствуют три изотопа углерода: стабильные С-12 (около 98,89 %) и С-13 (около 1,11 %), а также микроскопическое количество радиоактивного изотопа С-14 (0,0000000001 %). Изотоп С-14 образуется в процессе бомбардировки земной атмосферы космическими лучами в результате следующей реакции:



В организмах всех живых существ соотношение изотопов С-12, С-13 и С-14 равно атмосферному соотношению этих изотопов и поддерживается скоростью их метаболизма. После того как организм умирает, прекращается обмен углеродом с внешней средой. Содержание изотопа углерода С-14 в организме начинает уменьшаться в результате радиоактивного распада:



Период полураспада изотопа С-14 составляет примерно 5730 лет. Это означает, что через 5730 лет в образце остаётся половина от первоначального количества С-14.

18. Масса радиоактивного изотопа углерода ${}^{14}_6\text{C}$ в останках мамонта, найденного в Сибири, составляет 0,25 массы этого изотопа в живых организмах. Чему примерно равен возраст мамонта? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. Примерно 11 460 лет / примерно 11 тыс. лет.
2. Период полураспада – это время, в течение которого распадается половина начального числа радиоактивных атомов. Период полураспада изотопа С-14 составляет 5730 лет. Следовательно, $\frac{1}{4}$ часть изотопа останется через время, равное двум периодам.

Примечание: обоснование является достаточным, если приведены расчёты/оценки с использованием значения периода полураспада изотопа углерода С-14

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование некорректно или отсутствует. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2



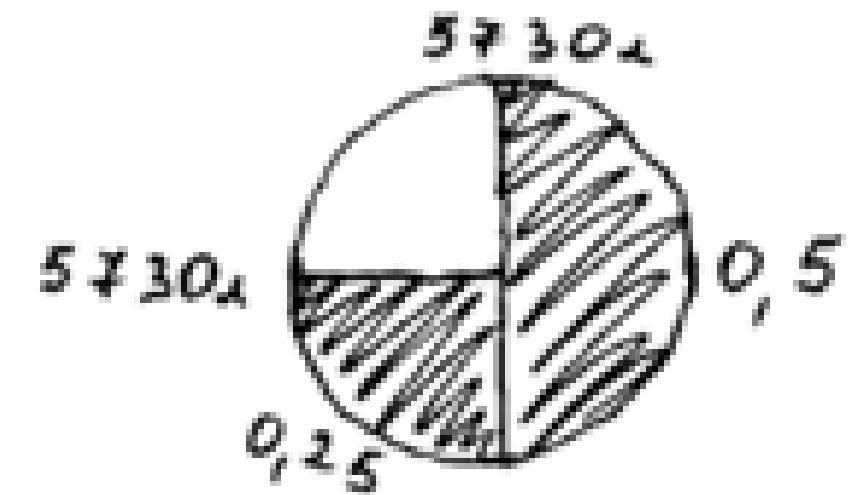
Пример 1

$\Sigma_{0,18}$

Так как 0,25 это $\frac{1}{4}$, то

намотку примерно 11460 лет

$$5730 + 5730 = 11460 \text{ лет}$$



Пример 2

№18. Возраст мамонта составляет примерно 22.920 лет.

Поскольку как организм умирает, прекращается обмен углеродом с внешней средой. Через 5730 лет в образце остаётся половина от первоначального количества ^{14}C , а масса радиоактивной части углерода ^{14}C в останках мамонта составляет 0,25.

Пример 4

№18
Примерно 11460 лет.

Задание 19-1

Качественная задача 2 типа (учебная ситуация)

Два спиртовых термометра – большой и маленький – сделаны из одинакового материала. Большой термометр значительно тяжелее и содержит, соответственно, бóльшую массу спирта. Термометры опустили в два одинаковых небольших стаканчика с одновременно налитым в них кипятком и дождались установления теплового равновесия в системе термометр – вода. Одинаковую ли температуру покажут термометры? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

- 1 Термометры покажут разную температуру.
2. При установлении теплового равновесия (при выравнивании температур) в системе термометр – вода в случае большого термометра последний будет забирать большее количество теплоты на своё нагревание. Температура, которую покажет маленький термометр, будет выше той, которую покажет большой термометр.

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит верное сравнительное описание процесса установления теплового равновесия для двух термометров

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Пример 1

Задание №19

Нет, так как в большом термометре масса спирта больше, чем в маленьком, и на его нагревание понадобится больше энергии, поэтому он нагреется на меньшую температуру.

Пример 2

№ 19

Ответ: Нет, термометры покажут разные температуры

Пояснение: Термометр измеряющий большую массу спирта, ~~будет~~^{будет} показывать большую температуру, тк объем при нагреве увеличивается, значит где больше масса, там больше объем, и следовательно показывает большую температуру

Задание 19-2

Качественная задача 2 типа (учебная ситуация)

Ответ:

Свинцовое.

Элементы обоснования:

- 1) Так как тела имеют одинаковую массу и падают с одинаковой высоты, то имеют одинаковую механическую (потенциальную) энергию ($E=mgh$).
- 2) В момент удара механическая энергия переходит во внутреннюю/тела получают одинаковое количество теплоты ($E = Q$).
- 3) Полученное количество теплоты равно $Q = cm\Delta t$. У свинца удельная теплоёмкость меньше, поэтому изменение температуры будет больше.

Два тела, имеющие одинаковую температуру и массу – одно медное, другое свинцовое – упали на Землю с одинаковой высоты. Какое из тел нагрелось при ударе о Землю до более высокой температуры? Ответ поясните. Изменением внутренней энергии Земли и сопротивлением воздуха пренебречь.

Образец возможного ответа

1. Свинцовое.
2. При падении на землю потенциальная энергия тел превратилась во внутреннюю энергию. Потенциальная энергия тела зависит от его массы и высоты относительно Земли ($E = mgh$). Поскольку тела обладали одинаковой потенциальной энергией, то и их внутренняя энергия изменилась на одну и ту же величину. Так как удельная теплоёмкость меди больше, чем свинца, то свинцовое тело нагрелось до более высокой температуры ($E = Q = cm\Delta t$).

Примечание: обоснование является достаточным, если содержит сравнительное описание закона сохранения и превращения энергии для двух падающих тел и применение формулы для количества теплоты при нагревании тела

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0



Пример 1

№ 19

Ответ: свинцовое тело нагрелось до более высокой температуры. Пояснение: Поскольку массы тел и высоты, с которых падают тела равны, то и механическая энергия тел при падении и ^{в момент} соприкосновения с землей будет равна. При ударе о землю часть энергии тел пойдет на их нагревание, по закону сохранения энергии. Поскольку же энергии тел равны, то и ^{количество} теплота, выделившаяся при падении равна. Количество теплоты ^{находится по формуле} $Q = m c \Delta t$, где m - масса тела, c - удельная теплоемкость, Δt - изменение температуры тела. Исходя из формулы изменение температуры пропорционально количеству теплоты и обратнопропорционально ^{удельной} теплоемкости на массу тела. Поскольку изменение температуры равно $\frac{t_k - t_n}{c}$, где t_n - начальная температура тела, а t_k - конечная температура тела. Поскольку начальные температуры тел и удельная теплоемкость тел равны, то нагретая тело до большей температуры тело с меньшей ^{удельной} удельной теплоемкостью. Теплоемкость свинца меньше удельной теплоемкости меди, ~~но~~ свинцовое тело нагрелось до более высокой температуры.

Пример 2

№19.

Ответ: Свинцовое тело.

Пояснение: Если сравнить удельную теплоемкость меди и свинца, то можно заметить, что на нагревание 1 кг свинца на 1°C требуется $= 130\text{ Дж}$, а на 1 кг меди на 1°C требуется $= 400\text{ Дж}$, так как масса и начальная температура тел одинаковы, следовательно после удара о землю свинцовое тело нагреется до более высокой температуры.

Пример 3

№19.

Так как два тела имеют одинаковую массу и ~~падают~~ падают на Землю с одинаковой высоты, то они имеют одинаковую энергию: $Q_1 = Q_2$.

$$c_{\text{ст.}} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} ; c_{\text{мед.}} = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} ; m_1 = m_2$$

$$Q = cm\Delta t$$

$$Q_1 = c_{\text{ст.}} \cdot m_1 \cdot \Delta t_1$$

$$Q_2 = c_{\text{мед.}} \cdot m_2 \cdot \Delta t_2$$

$$\Delta t_1 = \frac{Q_1}{c_{\text{ст.}} \cdot m_1} = \frac{Q_1}{130 m_1}$$

$$\Delta t_2 = \frac{Q_2}{c_{\text{мед.}} \cdot m_2} = \frac{Q_2}{400 m_2}$$

$$\frac{Q_1}{130 m_1} > \frac{Q_2}{400 m_2} \Rightarrow \text{стальное тело нагрелось сильнее.}$$

Расчётные задачи

20	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины	1–3	П	3
21	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины	1-3	В	3
22	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины (комбинированная задача)	1–3	В	3

В качестве расчетных задач предлагается только одна комбинированная задача (№ 22). Задачи № 20 и № 21 различаются уровнем сложности и могут базироваться на материале любого из разделов (механические, тепловые или электромагнитные явления).

План решения расчетных задач

- ✓ **Работа с условием задачи:** запись «Дано».
- ✓ **Обоснование физической модели:** представление рисунка, если это необходимо для понимания физической ситуации, указание на то, какие явления или процессы рассматриваются, какие закономерности можно использовать для решения задачи и чем можно пренебречь, чтобы ситуация отвечала выбранной модели.
- ✓ **Запись всех необходимых для решения задачи законов и формул;** описание используемых физических величин, которые не вошли в «Дано».
- ✓ **Проведение математических преобразований и расчетов, получение ответа.**
- ✓ **Проверка ответа** одним из выбранных способов.



ОГЭ

Обобщенные критерии оценивания

Для заданий 20–22 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

В настоящее время при решении заданий с развернутым ответом не требуется записи каких-либо комментариев об используемых законах или формулах и проверки полученного ответа «в общем виде» по единицам измерения входящих в нее величин.

Требования критерия для выставления 2-х баллов:

верно записаны все уравнения и формулы, необходимые для решения задачи выбранным способом.

Требования критерия для выставления 1 балла:

верно записано не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: <i>перечисляются необходимые формулы и законы</i>);</p> <p>3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
Максимальный балл	3

Расчетные задачи.

Основания для снижения оценки на 1 балл

Ошибка в записи краткого условия (Дано): ошибка в единицах величин (отсутствие единиц), переводе в СИ, ошибка в определении исходных данных по графику, рисунку, таблице или запись отсутствует. При этом дополнительные условия, которые следуют из текста задачи, или необходимые для решения дополнительные справочные данные допускается включать не в краткое условие, а по ходу решения задачи.

Какое количество воды можно нагреть от начальной температуры $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ до температуры кипения, если сжечь 168 г керосина? Считать, что вся энергия, выделяющаяся при сгорании топлива, расходуется на нагревание воды.

Возможный вариант решения	
<i>Дано:</i> $m_2 = 168\text{ г} = 0,168\text{ кг}$ $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ $q = 4,6\cdot 10^7\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1\cdot m_1\cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q\cdot m_2$ $m_1 = \frac{qm_2}{c_1\Delta t} = \frac{4,6\cdot 10^7\cdot 0,168}{4200\cdot 80} = 23\text{ кг}$
$m_1 = ?$	<i>Ответ:</i> $m_1 = 23\text{ кг}$

Возможный вариант решения	
<i>Дано:</i> $m_2 = 168\text{ г} = 0,168\text{ кг}$ $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1\cdot m_1\cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q\cdot m_2$ $c_1 = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ $q = 4,6\cdot 10^7\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ $m_1 = \frac{qm_2}{c_1\Delta t} = \frac{4,6\cdot 10^7\cdot 0,168}{4200\cdot 80} = 23\text{ кг}$
$m_1 = ?$	<i>Ответ:</i> $m_1 = 23\text{ кг}$

<i>Дано:</i> $m_2 = 168\text{ г} = 0,168\text{ кг}$ $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1\cdot m_1\cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q\cdot m_2$ $m_1 = \frac{qm_2}{c_1\Delta t} = \frac{4,6\cdot 10^7\cdot 0,168}{4200\cdot 80} = 23\text{ кг}$
$m_1 = ?$	<i>Ответ:</i> $m_1 = 23\text{ кг}$

Расчетные задачи.

Основания для снижения оценки на 1 балл

Ошибка в ответе: арифметическая ошибка или ошибка в единицах. При этом при решении задачи по действиям в промежуточных вычислениях отсутствие указания на единицу величины не считается ошибкой.

Возможный вариант решения	
<i>Дано:</i> $m_2 = 168 \text{ г} = 0,168 \text{ кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ $q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q \cdot m_2$ $m_1 = \frac{qm_2}{c_1 \Delta t} = \frac{4,6 \cdot 10^7 \cdot 0,168}{4200 \cdot 80} = 23$
$m_1 = ?$	<i>Ответ:</i> $m_1 = 23$

Возможный вариант решения	
<i>Дано:</i> $m_2 = 168 \text{ г} = 0,168 \text{ кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ $q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q \cdot m_2$ $m_1 = \frac{qm_2}{c_1 \Delta t} = 23 \text{ кг}$
$m_1 = ?$	<i>Ответ:</i> $m_1 = 23 \text{ кг}$

Отсутствие математических преобразований (т. е. промежуточных этапов между первоначальной системой уравнений и окончательным ответом) может служить основанием для снижения оценки на 1 балл. Однако допускается вербальное указание на проведение преобразований без их алгебраической записи с предоставлением исходных уравнений и результата этого преобразования.

Расчетные задачи. Оценивание

Правильное решение с опиской , не повторяющейся в ходе решения и не влияющей на получение правильного ответа	Оценка не снижается
Решение, отличное от авторского (альтернативное решение)	Эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании обобщенных критериев оценивания
Решение задачи, которой ученик «подменил» авторскую задачу	Решение оценивается в «0» баллов вне зависимости от полноты и правильности записей
В решении задачи верно или неверно записаны утверждения, законы или формулы, которые затем не использовались в ходе решения задачи	Ошибки в этих записях не влияют на оценивание и не являются основанием для снижения оценки
Обозначения физических величин , не описанные в тексте задачи, решении и не введенные на рисунке	Отсутствие указаний не снижает оценку. Однако если в решении одно и то же обозначение используется для разных величин, то оценка снижается на один балл – до двух баллов.

Расчетные задачи. Оценивание

Обозначения физических величин, не описанные в тексте задачи, решении и не введенные на рисунке

Отсутствие указаний не снижает оценку. Однако если в решении одно и то же обозначение используется для разных величин, то оценка снижается на один балл – до двух баллов.

<p><i>Дано:</i></p> $m_2 = 168 \text{ г} = 0,168 \text{ кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ $L = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
$m_1 = ?$

Какое количество воды можно нагреть от начальной температуры $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ до температуры кипения, если сжечь 168 г керосина? Считать, что вся энергия, выделяющаяся при сгорании топлива, расходуется на нагревание воды.

Возможный вариант решения	
<p><i>Дано:</i></p> $m_2 = 168 \text{ г} = 0,168 \text{ кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ $q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t, \Delta t = t_2 - t_1$ $Q_2 = q \cdot m_2$ $m_1 = \frac{q m_2}{c_1 \Delta t} = \frac{4,6 \cdot 10^7 \cdot 0,168}{4200 \cdot 80} = 23 \text{ кг}$
$m_1 = ?$	<p>Ответ: $m_1 = 23 \text{ кг}$</p>

Расчетные задачи. Оценивание

Обозначения физических величин, не описанные в тексте задачи, решении и не введенные на рисунке

Отсутствие указаний не снижает оценку. Однако если в решении одно и то же обозначение используется для разных величин, то оценка снижается на один балл – до двух баллов.

Определите массу железной проволоки площадью поперечного сечения 2 мм^2 , из которой изготовлен реостат, включённый в сеть, если напряжение на его концах 24 В , а сила тока 4 А .

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u> $S = 2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ $U = 24 \text{ В}$ $I = 4 \text{ А}$ $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ $\rho = 0,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} = 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$</p>	<p>$m = \rho V = \rho l S$ $R = \frac{U}{I}; R = \frac{24}{4} = 6 \text{ Ом}$ $R = \rho \frac{l}{S}$ $l = \frac{RS}{\rho}; l = \frac{6 \cdot 2}{0,1} = 120 \text{ м}$ $m = 7800 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 1,872 \text{ кг}$</p>
<p>$m = ?$</p>	<p>Ответ: $m = 1,872 \text{ кг}$</p>

1	МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ		
1.1	Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Относительность движения	1.5	Свободное падение. Формулы, описывающие свободное падение тела по вертикали (движение тела вниз или вверх относительно поверхности Земли). Графики зависимости от времени для проекции ускорения, проекции скорости и координаты при свободном падении тела по вертикали
1.2	Равномерное и неравномерное движение. Средняя скорость. Формула для вычисления средней скорости: $v = \frac{S}{t}$	1.6	Скорость равномерного движения тела по окружности. Направление скорости. Формула для вычисления скорости через радиус окружности и период обращения: $v = \frac{2\pi R}{T}$ Центростремительное ускорение. Направление центростремительного ускорения. Формула для вычисления ускорения: $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$ Формула, связывающая период и частоту обращения: $\nu = \frac{1}{T}$
1.3	Равномерное прямолинейное движение. Зависимость координаты тела от времени в случае равномерного прямолинейного движения: $x(t) = x_0 + v_x t$ Графики зависимости от времени для проекции скорости, проекции перемещения, пути, координаты при равномерном прямолинейном движении	1.7	Масса. Плотность вещества. Формула для вычисления плотности: $\rho = \frac{m}{V}$
1.4	Зависимость координаты тела от времени в случае равноускоренного прямолинейного движения: $x(t) = x_0 + v_{0x}t + a_x \cdot \frac{t^2}{2}$ Формулы для проекции перемещения, проекции скорости и проекции ускорения при равноускоренном прямолинейном движении: $s_x(t) = v_{0x} \cdot t + a_x \cdot \frac{t^2}{2},$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x \cdot t,$ $a_x(t) = \text{const},$ $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x s_x.$ Графики зависимости от времени для проекции ускорения, проекции скорости, проекции перемещения, координаты при равноускоренном прямолинейном движении	1.8	Сила – векторная физическая величина. Сложение сил
		1.9	Явление инерции. Первый закон Ньютона
		1.10	Второй закон Ньютона: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ Сонаправленность вектора ускорения тела и вектора силы, действующей на тело
		1.11	Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона: $\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = -\vec{F}_{1 \rightarrow 2}$
		1.15	Импульс тела – векторная физическая величина. $\vec{p} = m\vec{v}$ Импульс системы тел. Изменение импульса. Импульс силы
		1.16	Закон сохранения импульса для замкнутой системы тел: $\vec{p} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const}.$ Реактивное движение
		1.17	Механическая работа. Формула для вычисления работы силы: $A = F s \cos \alpha.$ Механическая мощность: $N = \frac{A}{t}$
		1.18	Кинетическая и потенциальная энергия. Формула для вычисления кинетической энергии: $E_k = \frac{mv^2}{2}.$ Теорема о кинетической энергии. Формула для вычисления потенциальной энергии тела, поднятого над Землёй: $E_p = mgh$
		1.19	Механическая энергия: $E = E_k + E_p.$ Закон сохранения механической энергии. Формула для закона сохранения механической энергии в отсутствие сил трения: $E = \text{const}.$ Превращение механической энергии при наличии силы трения

При работе с формулами, помещенными в кодификатор следует иметь в виду, что учащиеся не обязаны писать эти формулы в точном соответствии с записью в кодификаторе. Например, возможна запись формулы для частного случая применения физического закона или формулы.

Пример 1

2.8	Нагревание и охлаждение тел. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость: $Q = cm(t_2 - t_1)$
2.9	Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + \dots = 0$

Кодификатор



$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}}$ Если теплообмен происходит в системе тел, которая не обменивается энергией с окружающей средой, то количество теплоты, отданное одними телами системы, равно количеству теплоты, полученному другими её телами.

$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}}$

Данное уравнение является математическим выражением закона сохранения энергии при теплообмене и называется *уравнением теплового баланса*.

Учебник

Как вы уже знаете, количество теплоты, получаемое телом массой m при нагревании от температуры t_1 до температуры t_2 , вычисляют по формуле:

$Q = cm(t_2 - t_1),$

где c — удельная теплоёмкость вещества тела.

Если тело охлаждается, то его конечная температура t_2 будет меньше начальной температуры t_1 . В этом случае тело отдаёт количество теплоты

$Q = cm(t_1 - t_2).$

Пример 2

1.16	Закон сохранения импульса для замкнутой системы тел: $\vec{p} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const.}$ Реактивное движение
------	--

Кодификатор

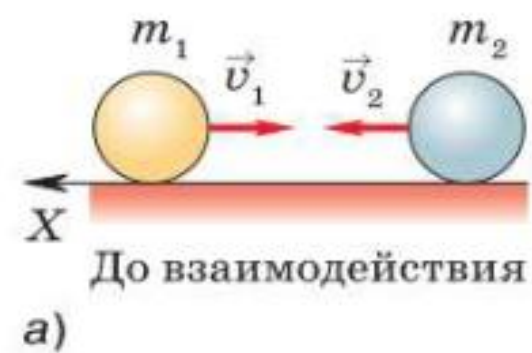


Учебник: теория на примере двух шаров и пример решения задачи

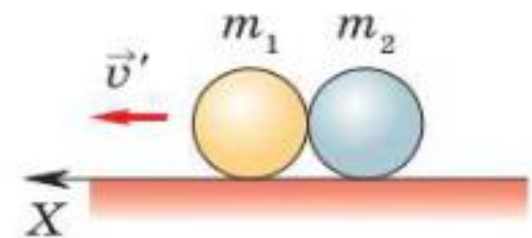
$$\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

$$m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2.$$

$$m_1v'_{1x} + m_2v'_{2x} = m_1v_{1x} + m_2v_{2x}.$$



До взаимодействия
а)



После взаимодействия
б)

Рис. 82

Пример. Два тела массами 2 и 4 кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу с одинаковой скоростью 2 м/с. После удара тела продолжили движение вместе. С какой скоростью и в каком направлении стали двигаться тела?

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 4 \text{ кг}$$

$$v_1 = v_2 = v = 2 \text{ м/с}$$

v' — ?

Решение:

Будем считать тела материальными точками. Инерциальную систему отсчёта свяжем с Землёй. Ось X направим в сторону движения тела большей массы (рис. 82, а).

Трения в системе нет, поэтому систему тел можно считать замкнутой.

Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}'.$$

Предположим, что тела после столкновения стали двигаться в направлении, в котором двигалось тело большей массы до столкновения (рис. 82, б). С учётом направления оси X закон сохранения импульса для проекций скоростей будет выглядеть так:

$$-m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'.$$

Пример 3

Кодификатор

3.6	Постоянный электрический ток. Действия электрического тока. Сила тока. Напряжение. $I = \frac{q}{t}$ $U = \frac{A}{q}$
3.8	Закон Ома для участка электрической цепи: $I = \frac{U}{R}$
3.10	Работа и мощность электрического тока. $A = U \cdot I \cdot t; P = U \cdot I$

$$A = Uq$$

$$A = UIt = I^2Rt = U^2t/R$$

$$P = UI = I^2R = U^2/R$$

Задача 20-2

Брусок массой 1,8 кг движется со скоростью $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ по гладкой горизонтальной поверхности. Навстречу бруску летит пуля массой 9 г, которая пробивает брусок насквозь и вылетает из него со скоростью $500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. При этом брусок останавливается. Чему равна скорость пули до встречи с бруском?

Возможный вариант решения

<p>Дано:</p> <p>$m = 9 \text{ г} = 0,009 \text{ кг}$</p> <p>$v_2 = 500 \text{ м/с}$</p> <p>$M = 1,8 \text{ кг}$</p> <p>$u_1 = 2 \text{ м/с}$</p> <p>$u_2 = 0$</p> <p>$v_1 = ?$</p>	<p>$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const}; \vec{p} = m\vec{v}$</p> <p>$m v_1 - M u_1 = m v_2$</p> <p>$v_1 = \frac{m v_2 + M u_1}{m}$</p> <p>Подставляя значения физических величин, получим:</p> <p>$v_1 = \frac{0,009 \cdot 500 + 1,8 \cdot 2}{0,009} = 900 \text{ м/с}$</p> <p>Ответ: $v_1 = 900 \text{ м/с}$</p>
--	---

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения импульса (применительно к данной задаче); формула для импульса тела);</p> <p>3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу с указанием единиц измерения величины, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3

ЗСИ

1.16	Закон сохранения импульса для замкнутой системы тел: $\vec{p} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{const.}$ Реактивное движение
------	--



Учебник: теория на примере двух шаров и пример решения задачи

$$\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

$$m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2.$$

$$m_1 v'_{1x} + m_2 v'_{2x} = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}.$$

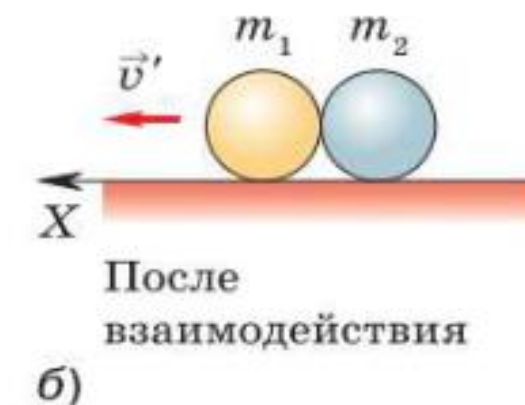
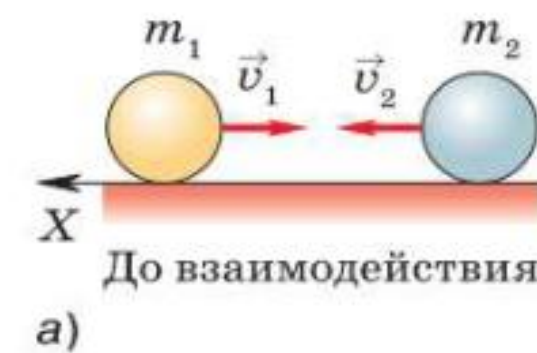


Рис. 82

Пример. Два тела массами 2 и 4 кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу с одинаковой скоростью 2 м/с. После удара тела продолжили движение вместе. С какой скоростью и в каком направлении стали двигаться тела?

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 4 \text{ кг}$$

$$v_1 = v_2 = v = 2 \text{ м/с}$$

$v' = ?$

Решение:

Будем считать тела материальными точками. Инерциальную систему отсчёта свяжем с Землёй. Ось X направим в сторону движения тела большей массы (рис. 82, а).

Трения в системе нет, поэтому систему тел можно считать замкнутой.

Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'.$$

Предположим, что тела после столкновения стали двигаться в направлении, в котором двигалось тело большей массы до столкновения (рис. 82, б). С учётом направления оси X закон сохранения импульса для проекций скоростей будет выглядеть так:

$$-m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'.$$

Пример 1

№ 20

Дано

$$m_{\delta} = 1,8 \text{ кг}$$

$$m_{\eta} = 9 \text{ г} = 0,009 \text{ кг}$$

$$v_{\delta} = 2 \text{ м/с}$$

$$v_{\eta} = 0 \text{ м/с}$$

$$v_{\eta} = 500 \text{ м/с}$$

$v_{\delta\eta} = ?$

Решение

по ЗСД:

$$p_1 + p_2 = p_1 + p_2$$

$$p = mv$$

$$m_{\delta} v_{\delta} + m_{\eta} v_{\eta} = m_{\delta} v_1 + m_{\eta} v_1$$

$$1,8 \cdot 2 + 0,009 v_{\eta} = 1,8 \cdot 0 + 0,009 \cdot 500$$

$$3,6 + 0,009 v_{\eta} = 4,5$$

$$0,009 v_{\eta} = 0,9$$

$$v_{\eta} = 100 \text{ м/с}$$

Ответ: 100 м/с

Пример 2

№ 20
Дано:
 $m_1 = 0.009 \text{ кг}$
 $m_2 = 1.8 \text{ кг}$
 $v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $v_1' = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $v_2' = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_1 = ?$

Решение:

Абсолютно упругий удар:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_1 v_1' - m_2 v_2'$$

$$v_1 = \frac{m_1 v_1' - m_2 v_2' + m_2 v_2}{m_1}$$

$$v_1 = \frac{0.009 \cdot 500 - 1.8 \cdot 0 + 1.8 \cdot 2}{0.009} = 900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Пример 3

№20.

Дано:

$$m_1 = 1,8 \text{ кг}$$

$$v_{01} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

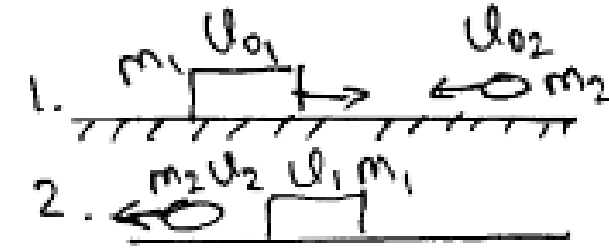
$$v_1 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m_2 = m_2 = 0,009 \text{ кг}$$

$$v_2 = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Решение:

1. Т.к. по условию отсутствует сила трения, можем применить закон сохранения импульса



2. Введем ОХ влево:

В проекции на ОХ:

$$1. \begin{cases} p_{01} = -m_1 v_{01} \\ p_{02} = m_2 v_{02} \end{cases} \quad 2. \begin{cases} p_1 = m_1 v_1 \\ p_2 = m_2 v_2 \end{cases}$$

$v_{02} = ?$

Где p_{01}, p_{02} - начальный импульс тел,

p_1, p_2 - конечный импульс тел.

По закону сохранения импульса:

$$p_{01} + p_{02} = p_1 + p_2 \rightarrow \text{см. на шаг 4}$$

$$-m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_1 v_{01}$$

$$v_{02} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_1 v_{01}}{m_2}$$

$$v_{02} = \frac{1,8 \cdot 0 + 0,009 \cdot 500 + 1,8 \cdot 2}{0,009} = \frac{0,009 \cdot 500 + 1,8 \cdot 2}{0,009}$$

$$= \frac{4,5 + 3,6}{0,009} = \frac{8,1}{0,009} = 900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Задача 20-3

Водитель автобуса, движущегося по прямой улице со скоростью $15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, увидел красный сигнал светофора и нажал на педаль тормоза. После этого автобус начал двигаться равноускоренно и через 10 секунд после начала торможения остановился. Какой путь прошёл автобус за это время?

Возможный вариант решения	
<p>Дано:</p> <p>$v_0 = 15 \text{ м/с}$</p> <p>$v_1 = 0$</p> <p>$t = 10 \text{ с}$</p> <p>$S = ?$</p>	$\left. \begin{aligned} v_1 &= v_0 - at \\ S &= v_0 t - \frac{at^2}{2} \end{aligned} \right\}$ <p>Учитывая, что $v_1 = 0$, получим</p> $S = \frac{v_0 t}{2} = \frac{15 \cdot 10}{2} = 75 \text{ м}$ <p>$S = 75 \text{ м}$</p> <p><i>Ответ: $S = 75 \text{ м}$</i></p>

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении: формулы для скорости и перемещения при равноускоренном прямолинейном движении</i>);</p> <p>3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу с указанием единиц измерения величины, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3

Задача 20-3

Водитель автобуса, движущегося по прямой улице со скоростью $15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, увидел красный сигнал светофора и нажал на педаль тормоза. После этого автобус начал двигаться равноускоренно и через 10 секунд после начала торможения остановился. Какой путь прошёл автобус за это время?

Возможный вариант решения	
Дано:	
$v_0 = 15 \text{ м/с}$ $v_1 = 0$ $t = 10 \text{ с}$ $S = ?$	$\left. \begin{aligned} v_1 &= v_0 - at \\ S &= v_0 t - \frac{at^2}{2} \end{aligned} \right\}$ <p>Учитывая, что $v_1 = 0$, получим</p> $S = \frac{v_0 t}{2} = \frac{15 \cdot 10}{2} = 75 \text{ м}$ $S = 75 \text{ м}$
	Ответ: $S = 75 \text{ м}$

1.4	<p>Зависимость координаты тела от времени в случае равноускоренного прямолинейного движения:</p> $x(t) = x_0 + v_{0x}t + a_x \cdot \frac{t^2}{2}.$ <p>Формулы для проекции перемещения, проекции скорости и проекции ускорения при равноускоренном прямолинейном движении:</p> $s_x(t) = v_{0x} \cdot t + a_x \cdot \frac{t^2}{2},$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x \cdot t,$ $a_x(t) = \text{const},$ $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x s_x.$
-----	---

$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$	$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$
$\left. \begin{aligned} v &= v_0 + at \\ S &= v_0 t + \frac{at^2}{2} \end{aligned} \right\}$	$\left. \begin{aligned} v &= v_0 - at \\ S &= v_0 t - \frac{at^2}{2} \end{aligned} \right\}$

Задача 20-3.

Альтернативное решение

№20.

Дано: $v = 15 \text{ м/с}$
 $t = 10 \text{ с}$
 $S = ?$

Решение:
 Изобразим график $v(t)$.

$S = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{15 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с}}{2} = 75 \text{ м}$

Ответ: $S = 75 \text{ м}$

В решении: наличие графика и формулы для площади прямоугольного треугольника!

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формулы для скорости и перемещения при равноускоренном прямолинейном движении); 3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу с указанием единиц измерения величины, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записано и использовано не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Пример 1

Дано:
 $v = 15 \frac{м}{с}$
 $t = 10 \text{ сек.}$

Найти:
 S

№20
Решение:
 $S = v \cdot t$
 $S = 15 \frac{м}{с} \cdot 10 \text{ сек} = 150 \text{ м}$

Ответ. 150 м

Пример 2

20. Дано:

$$v_0 = 15 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 0 \text{ м/с}$$

$$t = 10 \text{ с.}$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 15}{10} = -1,5 \text{ м/с}^2$$

$$S = \frac{0 - 225}{-1,5 \cdot 2} = \frac{-225}{-3} = 75 \text{ м.}$$

Ответ: 75 м.

Пример 3

№ 70
Дано:
 $V = 15 \text{ м/с}$
 $t = 10 \text{ с}$
 $S = ?$
Ответ: 75 м

Решение:

$V(\text{м/с})$

$t(\text{с})$

15

10

S

$\Rightarrow S = \frac{15 \cdot 10 \text{ с}}{2} = 75 \text{ м}$

Задача 22-4

Ударная часть молота массой 10 т свободно падает с высоты 2,5 м на стальную деталь. Какую массу имеет стальная деталь, если после 32 ударов она нагрелась на 20 °С? На нагревание расходуется 25% энергии молота.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u></p> <p>$M = 10\,000\text{ кг}$ $h = 2,5\text{ м}$ $g = 10\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $c = 500\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{С}}$ $\eta = 25\% = 0,25$ $n = 32$ $(t_2 - t_1) = 20\text{ }^\circ\text{С}$</p>	$\eta = \frac{Q}{E}$ $E = M \cdot g \cdot h \cdot n$ $Q = c \cdot m (t_2 - t_1)$ $m = \frac{Mghn\eta}{c(t_2 - t_1)}$ $m = \frac{10000 \cdot 10 \cdot 2,5 \cdot 32 \cdot 0,25}{500 \cdot 20} = 200\text{ кг}$
$m = ?$	Ответ: $m = 200\text{ кг}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении: формула для расчёта количества теплоты при нагревании, формула для расчёта потенциальной энергии, формула для расчета КПД процесса</i>);</p> <p>3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу с указанием единиц измерения величины, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записано и использовано не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <u>одной</u> из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Пример 1

Дано:
 $m_1 = 10^4 \text{ кг}$
 $h = 2,5 \text{ м}$
 $n = 32$
 $\Delta t = 20^\circ \text{C}$
 $\eta = 25\% = 0,25$
 $c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

$m_g = ?$

Решение:

$$\eta = \frac{Q_{\text{нагр}}}{E_{\text{мех}}}; E_{\text{мех}} = n E_1 = n m_1 g h.$$

$$Q_{\text{нагр}} = c m_g \Delta t$$

$$\eta = \frac{c m_g \Delta t}{n m_1 g h}; m_g = \frac{\eta \cdot n \cdot m_1 g h}{c \Delta t}$$

$$m_g = \frac{0,25 \cdot 32 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 2,5}{500 \cdot 20} = 200 \text{ кг}$$

Ответ: 200 кг.

Пример 2

№22 Решение

$$c_{\text{стали}} = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$$

$$A_1 = E_{\text{пот}} = mgh$$

$$A_1 = 40000 \cdot 2,5 \cdot 10 = 2500000 \text{ Дж}$$

$$A = N \cdot A_1 = 32 \cdot 250000 = 8000000 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{н}} = 25\% \text{ от } A = 2000000 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{н}} = cm \Delta t \Rightarrow m = \frac{Q_{\text{н}}}{c \Delta t} = \frac{2000000}{500 \cdot 20} = 200 \text{ кг}$$

Пример 3

№22
Дано:
 $m_1 = 10 \text{ Т}$
 $h = 2,5 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $N = 32$
 $t = 20^\circ \text{C}$
 $\alpha = 25\%$
 $c_2 = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

 $m_2 = ?$

c_1
 10000 кг

Решение:

$$1) \eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\%$$

$$2) \eta = 100 - \alpha = 100 - 25 = 75\%$$

$$3) A_{\text{к}} = Q = c_2 m_2 \Delta t$$

$$4) A_{\text{з}} = E_{\text{п}} \cdot N = m_1 \cdot g \cdot h \cdot N$$

$$5) \eta = \frac{c_2 m_2 \Delta t}{m_1 g \cdot h \cdot N} \cdot 100\% = \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot g \cdot h \cdot N}{c_2 \cdot \Delta t \cdot 100} =$$

$$= \frac{75 \cdot 10000 \cdot 10 \cdot 2,5 \cdot 32}{500 \cdot 20 \cdot 100}$$

$$= 600 \text{ кг}$$

От: $m_2 = 600 \text{ кг}$