



Организационно-методическое обеспечение подготовки и проведения
оценивания развёрнутых ответов ГИА по физике:

1 часть

нормативные основы работы предметной комиссии;

организация работы предметной комиссии;

решение типичных проблемных ситуаций оценивания развернутых ответов.

2 часть

Структура и содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ по
физике. Кодификатор. Спецификация. Содержательные характеристики
заданий.

3 часть

Алгоритмы принятия решения экспертом при оценивании заданий с
развернутым ответом. Оценивание решения задания с развернутым ответом
на 2 балла в ЕГЭ. Расчетные задачи на 3 балла в КИМ ОГЭ и на 2 балла в
КИМ ЕГЭ в одинаковых темах.



Состав ПК по каждому учебному предмету формируется из лиц, отвечающих следующим общим требованиям:





В период организации и проведения ГИА распределение функций между экспертами ПК осуществляется в зависимости от статуса, присвоенного эксперту по результатам квалификационного испытания: ведущий эксперт, старший эксперт, основной эксперт:

Ведущие эксперты	Старшие эксперты	Основные эксперты
Председатели и заместители председателей ПК		
Осуществление руководства подготовкой и / или подготовкой экспертов на региональном уровне		
Участие в проведении третьей проверки		
Рассмотрение апелляций		
Проведение перепроверки экзаменационных работ участников ГИА, инициированной органами исполнительной власти		
Участие в проведении первой и второй проверки		
Участие в межрегиональных перекрестных проверках		

Методические рекомендации по формированию и организации работы предметных комиссий субъекта Российской Федерации при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (Приложение 9 к письму Рособрнадзора от 25.12.15 № 01-311/10-01), раздел 2, п. 14; раздел 3.

Виды проверок, осуществляющиеся предметными комиссиями субъектов РФ

При основной
обработке и проверке
работ ЕГЭ

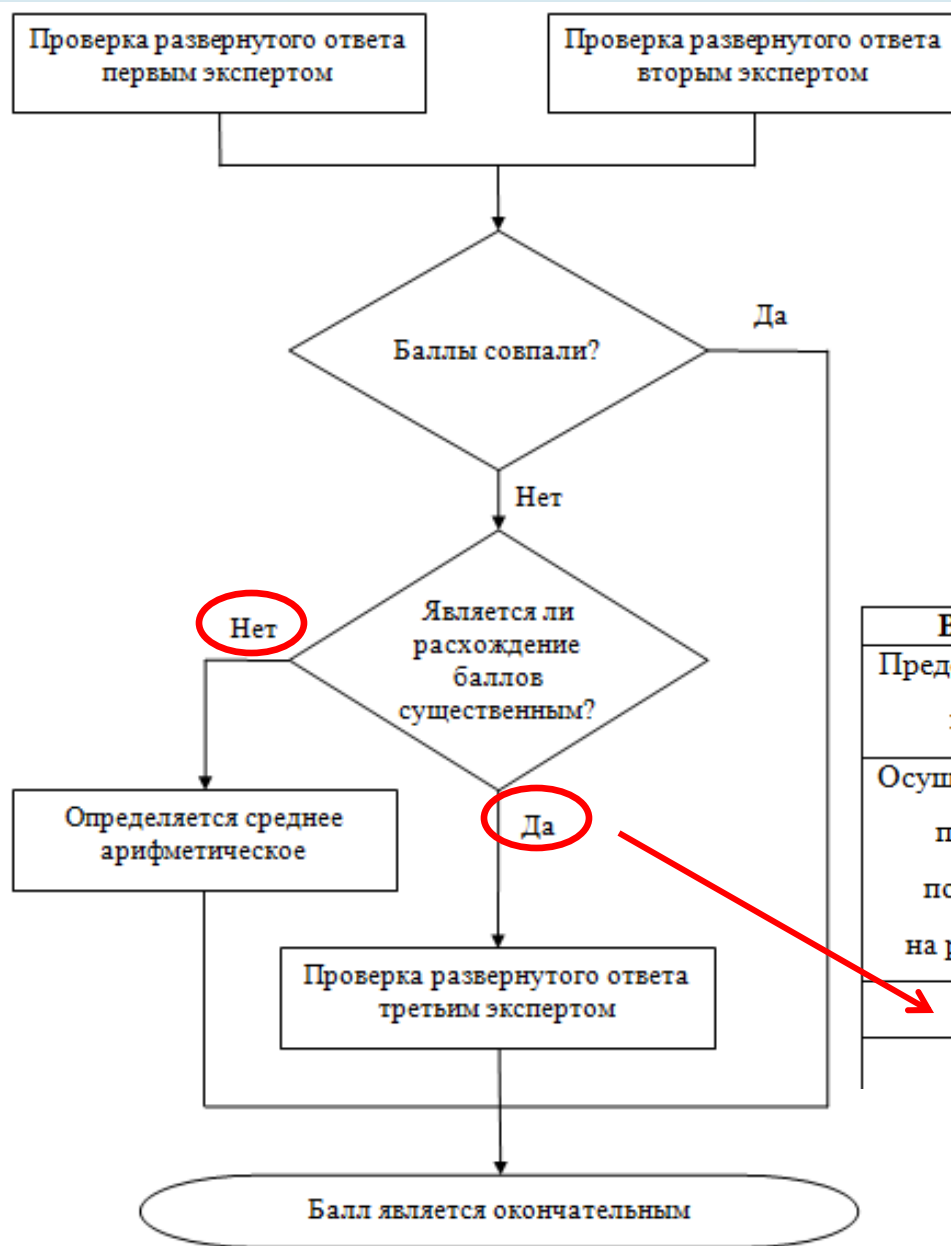
- **Первая-вторая** проверки
- **Третья проверка** при наличии существенного расхождения в оценивании при проведении 1-2 проверок
- Проведение межрегиональных перекрестных проверок
- **Проверки устных ответов** участников экзамена

Проверки при рассмотрении апелляций

Выборочные перепроверки регионального и федерального уровней



ФИПИ



Ведущие эксперты	Старшие эксперты
Председатели и заместители председателей ПК	
Осуществление руководства подготовкой и / или подготовка экспертов на региональном уровне	
Участие в проведении третьей проверки	
Рассмотрение апелляций	

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



ФИПИ

Структура и содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике

Общие подходы к отбору содержания и структуры КИМ ЕГЭ по физике

- Содержание экзаменационной работы определяется ФГОС:
 - ✓ Вся экзаменационная работа соответствует стандарту углубленного уровня
 - ✓ Минимальная граница соответствует стандарту базового уровня
- Дифференциация выпускников по уровню учебной подготовки по физике (как основное назначение КИМ ЕГЭ)
- Объективность результатов (процедура экзамена, компьютерная проверка и проверка специально подготовленными экспертами по единым критериям)
- Учет технологических рамок процедуры (бланковая технология определяет расположение заданий с учетом их формы)

Общие подходы к отбору содержания и структуры КИМ ЕГЭ по физике

Проверка разных видов деятельности:

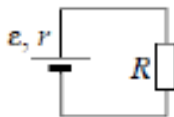
- применение изученных понятий, моделей, величин и законов для описания физических процессов;
- анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин;
- методологические умения;
- умение решать качественные и расчетные задачи различных типов.

Проверка содержания всего курса физики СОО:

- содержатся задания по всем разделам школьного курса физики, приоритет отдается наиболее значимым элементам содержания
- по каждому разделу представлены задания разных уровней сложности (Б, П, В)
- количество заданий по разделу пропорционально учебному времени на изучение данного раздела

Кодификатор элементов содержания

- ❑ Соответствие ФГОС (углубленный и базовый уровни изучения предмета)
- ❑ Детализация, введение формул

	3.2.5	Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. $\varepsilon = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$
	3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $\varepsilon = IR + Ir$, откуда $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$. 
	3.2.7	Параллельное соединение проводников: $I = I_1 + I_2 + \dots$, $U_1 = U_2 = \dots$, $\frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ Последовательное соединение проводников: $U = U_1 + U_2 + \dots$, $I_1 = I_2 = \dots$, $R_{\text{послед}} = R_1 + R_2 + \dots$
	3.2.8	Работа электрического тока: $A = IUt$ Закон Джоуля–Ленца: $Q = I^2 R t$

Кодификатор требований к уровню подготовки выпускников

Группы заданий по проверке следующих умений:

- Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей. Использовать графическое представление информации
- Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы
- Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики
- Определять показания измерительных приборов. Планировать эксперимент, отбирать оборудование
- Решать качественные и расчетные задачи



Спецификация. Обобщенный план

Линия заданий – один вид деятельности

Группы вариантов:

❑ В одной группе:

- один элемент для линии заданий
- равенство – фасетные задания

Но- мер зада- ния	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы	Код прове- ряемого требования	Код контроли- руемого элемента содержания (по кодификатору)	Уро- вень слож- ности	Макс. балл за за- дание
Часть 1					
1	Применять при описании физичес- ких процессов и явлений величины и законы	1, 2	1.1.5, 1.1.6	Б	1

❑ Разные группы:

- охват кодификатора
- в одной линии в разных группах – разные ЭС
- выравнивание с вариантами другой группы в целом по варианту

5	Анализировать физические процессы (явления), используя основные поло- жения и законы, изученные в курсе физики	3	1	П	2
---	---	---	---	---	---

Элементы содержания

Пример характеристик задания

КЭС	1.3.5 Сила Архимеда	Контролируемый элемент содержания
Умение	Планирование эксперимента, отбор оборудования	
Уровень сложности	Б (базовый)	
Инф	таблица	

23

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошного шариков, сделанных из разного материала, различного объема (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30 см ³	сталь
2	вода	20 см ³	дерево
3	керосин	20 см ³	дерево
4	подсолнечное масло	30 см ³	сталь
5	вода	30 см ³	дерево

В ответ запишите номера выбранных установок.

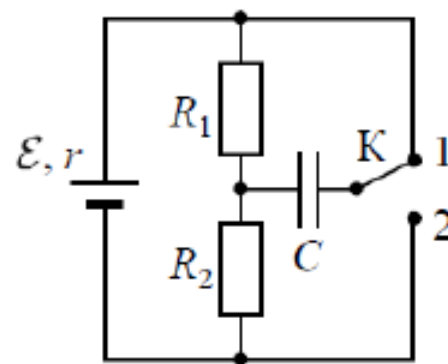
Ответ:

--	--

Пример характеристик задания

КЭС	3.2 Законы постоянного тока
умение	Решение расчетных задач
Уровень сложности	В (высокий)
Инф	Схема

В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $C = 0,2 \text{ мкФ}$, ключ К длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа К в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$. Найдите ЭДС источника $\mathcal{E}$.





Задание 1.

Какое минимальное число заданий по разделу «Механика» может содержаться в экзаменационной работе?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 12
- ☐ 2. 10
- ☐ 3. 8
- ☐ 4. 5



Задание 2.

Какое максимальное число заданий по разделу «Электродинамика» может содержаться в экзаменационной работе?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 5
- ☐ 2. 7
- ☐ 3. 9
- ☐ 4. 10



Задание 3.

Сколько заданий с записью ответа в виде набора цифр содержится в КИМ ЕГЭ по физике?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 11
- ☐ 2. 9
- ☐ 3. 7
- ☐ 4. 6



Задание 4.

Сколько первичных баллов можно получить за правильное выполнение всех заданий базового уровня сложности?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 32
- ☐ 2. 30
- ☐ 3. 26
- ☐ 4. 22



Задание 5.

Сколько первичных баллов можно получить за правильное выполнение всех заданий с развернутым ответом?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 15
- ☐ 2. 16
- ☐ 3. 17
- ☐ 4. 20



Задание 6.

Какие из перечисленных ниже элементов содержания могут проверяться в линии заданий №12?

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1. Закон сохранения электрического заряда
- ☐ 2. Закон Ома для участка цепи
- ☐ 3. Сила Ампера
- ☐ 4. Сила Лоренца
- ☐ 5. Закон электромагнитной индукции Фарадея
- ☐ 6. Правило Ленца
- ☐ 7. Самоиндукция
- ☐ 8. Энергия магнитного поля катушки с током

**Задание 7.**

Во сколько баллов будет оценен ответ экзаменуемого на задание 5, если из двух верных элементов ответа указаны два и дополнительно записан неверный элемент ответа?

Выберите один ответ:

- ☐ 1. 0 баллов
- ☐ 2. 1 балл
- ☐ 3. 2 балла
- ☐ 4. 3 балла

**Задание 8.**

Каким требованиям должен отвечать эксперт предметной комиссии? Выберите все верные ответы.

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1. наличие высшего профессионального образования
- ☐ 2. наличие положительных результатов квалификационного испытания
- ☐ 3. наличие педагогического образования
- ☐ 4. наличие опыта работы в ОО не менее 5 лет
- ☐ 5. наличие документа о ДПО ПК по оцениванию образцов экзаменационных работ
- ☐ 6. наличие опыта работы в ОО не менее 3 лет
- ☐ 7. наличие опыта экспертной проверки работ в региональных процедурах оценки качества образования
- ☐ 8. наличие справки о прохождении входного контроля базовых предметных знаний



Задание 9.

Какие виды проверок могут осуществляться основным экспертом предметной комиссии?
Выберите все верные ответы.

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1. перепроверка экзаменационных работ по инициативе ОИВа субъекта РФ
- ☐ 2. межрегиональная перекрестная проверка экзаменационных работ
- ☐ 3. первая и вторая проверки экзаменационных работ
- ☐ 4. третья проверка экзаменационных работ
- ☐ 5. рассмотрение апелляций



Задание 11.

Укажите КЭС, проверяемое умение и уровень сложности предложенного задания

Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия рычага под действием двух сил: $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, плечи которых равны соответственно l_1 и l_2 . Он внёс результаты измерений в таблицу.

F_1 , Н	l_1 , м	F_2 , Н	l_2 , м
?	0,4	20	1,2

Определите модуль силы $\vec{F}_1$, если рычаг находится в равновесии. Массой рычага пренебречь.

Ответ: _____ Н.

Ответ:Код КЭС: Проверяемое умение: Уровень сложности:



Задание 16.

Укажите КЭС, проверяемое умение и уровень сложности предложенного задания

Как изменятся при α -распаде радиоактивного изотопа висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$ массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

Ответ:

Код КЭС:

Проверяемое умение:

Уровень сложности:



Задание 22.

Укажите КЭС, проверяемое умение и уровень сложности предложенного задания

Однородный деревянный шар массой $m = 1,6$ кг лежит в сосуде с водой, касаясь дна и не касаясь стенок сосуда, так, что половина шара находится в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на дно сосуда с силой $F = 6$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шар.

Ответ:

Код КЭС:

Проверяемое умение:

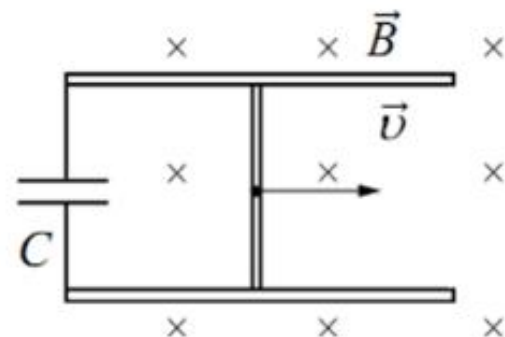
Уровень сложности:



Задание 23.

Укажите КЭС, проверяемое умение и уровень сложности предложенного задания

По двум горизонтально расположенным параллельным проводящим рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением, замкнутым на конденсатор ёмкостью $C = 100$ мкФ, поступательно и равномерно скользит проводящий стержень. Расстояние между рельсами $l = 1$ м. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок, вид сверху). Энергия электрического поля конденсатора через достаточно большой промежуток времени от начала движения $W = 50$ мкДж. Какова скорость движения стержня? Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.



Ответ:

Код КЭС:

Проверяемое умение:

Уровень сложности:

Оценивание №№22, 23 (расчетные задачи на 2 балла)

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех элементов решения:

- *Исходные формулы и законы (кодификатор);*
- *Обозначения физических величин (рисунок);*
- *Математические преобразования и расчеты;*
- *Правильный числовой ответ, размерность.*

Рисунок в оптике
В 2025 году

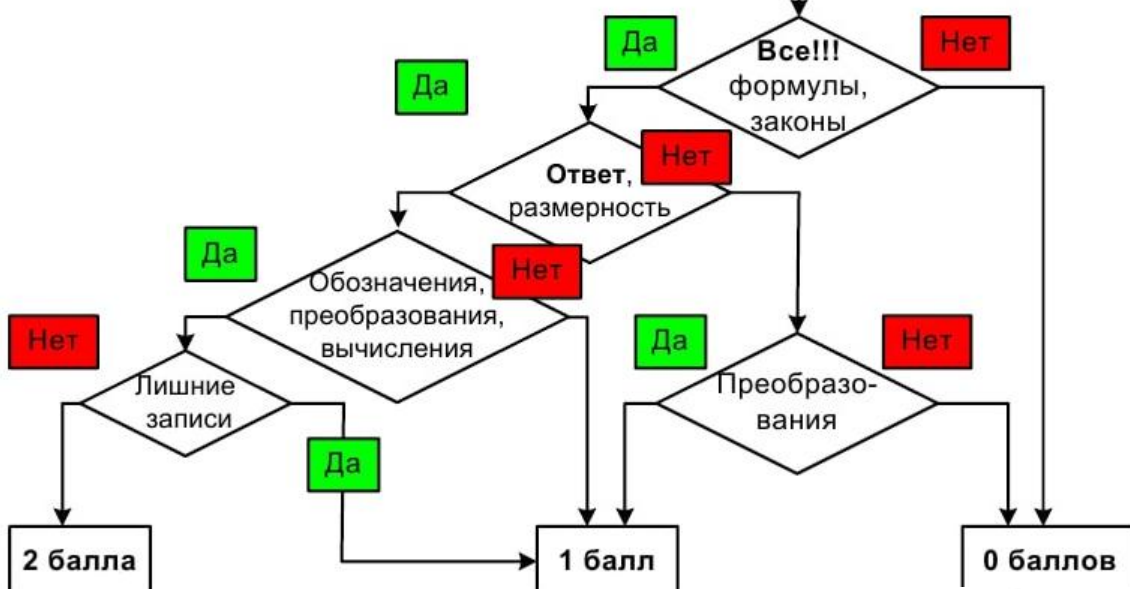
В чём разница?

Оценивание №№24-26 (расчетных задач)

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех (пяти) элементах решения:

- *Исходные формулы и законы (кодификатор);*
- *Обозначения физических величин;*
- *Рисунок с указанием сил (если требуется);*
- *Математические преобразования и расчеты;*
- *Правильный числовой ответ, размерность.*

Алгоритм принятия решения экспертом
при оценивании расчетных задач №№ 22, 23

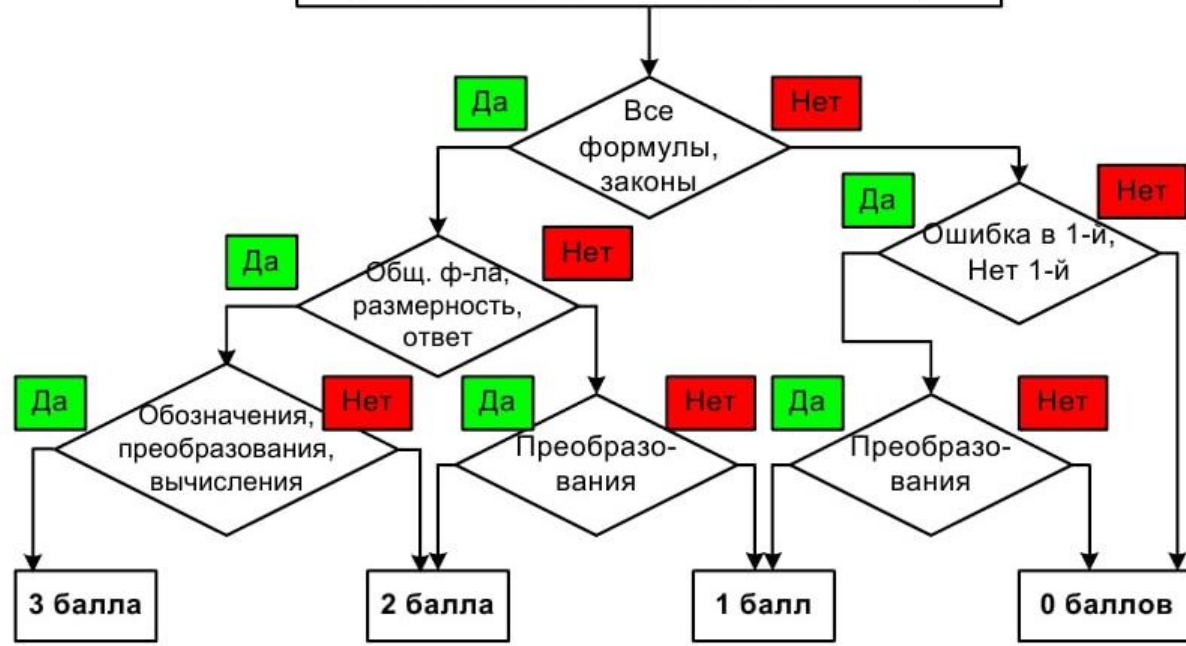


Кратко:

Ошибка, связанная с пониманием законов и принципов физики – 2 балла

Ошибки оформления, математические, отсутствие единиц в ответе, лишние записи и т.п. – 1 балл.

Алгоритм принятия решения экспертом
при оценивании расчетных задач №№ 24, 25



Обобщенная схема оценивания заданий 22,23

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются необходимые законы и формулы</i> II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), <u>приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</u> IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

Обобщенная схема оценивания заданий 22,23

ФИПИ

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

1

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

1.1

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

1.2

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

1.3

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

1.4

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла

0

Максимальный балл

2

Задача №22 Пример - 1



ФИПИ

25

Два велосипедиста стартуют одновременно по велодорожке в одном направлении, причём в момент старта второй находится позади первого на расстоянии 9 м от него. После старта они движутся прямолинейно и равноускоренно в одном направлении. Ускорение первого составляет 1 м/с^2 , второго равно 3 м/с^2 . Найдите время, через которое второй велосипедист догонит первого.

Возможное решение

1. Выберем инерциальную систему отсчёта «велодорожка», расположив ось OX по скорости движения велосипедистов, выбрав за начало отсчёта положение первого велосипедиста.

2. Запишем закон движения каждого велосипедиста в выбранной системе отсчёта с учётом того, что они оба начинают движение с нулевой начальной скоростью:

– для первого велосипедиста:

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2;$$

– для второго велосипедиста:

$$x_2 = x_0 + \frac{1}{2} a_2 t^2,$$

где a_1 и a_2 – ускорения первого и второго велосипедистов соответственно, а $x_0 = -9$ м – начальная координата второго велосипедиста.

3. В момент, когда второй велосипедист догонит первого, их координаты становятся равны. Время найдём, решив уравнение и подставив в него исходные данные:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} a_1 t^2 &= x_0 + \frac{1}{2} a_2 t^2, \text{ откуда} \\ t &= \sqrt{\frac{2x_0}{a_1 - a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (-9)}{1 - 3}} = 3 \text{ с.} \end{aligned}$$

Ответ: $t = 3$ с



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для определения координаты при равноускоренном движении для двух случаев, условие встречи</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2



Примеры решения

№25.

Дано:

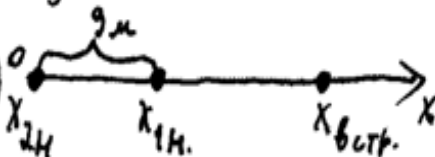
$$X_{1н} = 9 \text{ м}$$

$$a_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Решение:

$$\vec{a_1} \quad \vec{a_2}$$



$$t_{\text{встр.}} = ?$$

$$X_{\text{встр.}} = X_1 = X_2$$

$$X_1 = X_{1н} + \frac{a_1 t_{\text{встр.}}^2}{2} ; X_2 = \frac{a_2 t_{\text{встр.}}^2}{2}$$

$$X_{1н} + \frac{a_1 t_{\text{встр.}}^2}{2} = \frac{a_2 t_{\text{встр.}}^2}{2} \cdot 2$$

$$2X_{1н} + a_1 t_{\text{встр.}}^2 = a_2 t_{\text{встр.}}^2$$

$$2X_{1н} = (a_2 - a_1) \cdot t_{\text{встр.}}^2$$

$$t_{\text{встр.}}^2 = \frac{2X_{1н}}{a_2 - a_1}$$

Ответ: 3 с.

$$t_{\text{встр.}} = \sqrt{\frac{2X_{1н}}{a_2 - a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9}{3 - 1}} = 3 \text{ с.}$$



Альтернативное решение: относительное ускорение

Дано
 $S = 9 \text{ м}$
 $a_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $a_2 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Решение ^{N25}
Т.к. два велосипедиста движутся прямолинейно и равноускоренно, но можно найти их ~~общее~~ ускорение, с которым второй догоняет первого.
 $a = a_2 - a_1 = 3 - 1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Расстояние между велосипедистами = 9 м.
По формуле $S = V_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ Найдем время, за которое велосипедисты пройдут расстояние между ними.
 $V_0 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $S = \frac{at^2}{2}$

$$S = \frac{2t^2}{2}$$
$$9 = t^2 \quad t = 3 \text{ с.} \quad \text{Ответ: } 3 \text{ с.}$$



Пусть I велосипедист проехал x м, а II - $(x+9)$ м. По условию движение равномерное и прямолинейное $\Rightarrow x = V_0 t + \frac{at^2}{2}$,
т.к. они только начинают движение $\Rightarrow V_0 = 0$ м/с.

$$\text{Для I: } x = \frac{at^2}{2} = \frac{1 \cdot t^2}{2} = \frac{t^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{Для II } x+9 = \frac{at^2}{2} *$$

$$2x+18=at^2$$

$$2x+18=3t^2$$

$$\text{Получаем: } \begin{cases} x = \frac{t^2}{2} \\ 2x+18=3t^2 \end{cases} \quad \begin{cases} 2x=t^2 \\ 2x+18=3t^2 \end{cases} \quad \begin{cases} 6x=3t^2 \\ 2x+18=3t^2 \end{cases} \quad \begin{cases} 6x=2x+18 \\ 6x=3t^2 \end{cases}$$

$$6x-2x=18$$

$$4x=18 \Rightarrow x=4,5 \text{ м, значит } x_2=4,5+9=13,5 \text{ м}$$

$$\text{Подставим } x=4,5 \text{ в } (1): 4,5 = \frac{t^2}{2} \Rightarrow t=3 \text{ с}$$

Ответ: 3с

№25 Дано:

$$S = 9 \mu$$

$$a_1 = 1 \mu / c^2$$

$$a_2 = 3 \mu / c^2$$

$$t = ?$$

Решение:

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_3}$$

теперь заменим

$v - v_0$ на Δv .

Получается

$$a_3 = \frac{\Delta v}{t} \Rightarrow t = \frac{\Delta v}{a_3}$$

$$t = \frac{6 \frac{\mu}{c}}{2 \frac{\mu}{c^2}} = 3c$$

$$a_3 = a_2 - a_1; a_3 = 3 \frac{\mu}{c^2} - 1 \frac{\mu}{c^2} = 2 \frac{\mu}{c^2}$$

$v^2 - v_0^2$ можно представить как Δv^2 , тогда:

$$S = \frac{\Delta v^2}{2a_3} \Rightarrow \Delta v^2 = S \cdot 2 \cdot a_3;$$

$$\Delta v^2 = 9 \mu \cdot 2 \cdot 2 \frac{\mu}{c^2} = 36 \frac{\mu}{c}$$

$$\Delta v = 6 \frac{\mu}{c}$$

Ответ: $t = 3c$

1.2

или

1.3

Решение необоснованным подбором

№ 25

Дано:

$$S_2 = S + g \text{ м}$$

$$S_1 = S \text{ м}$$

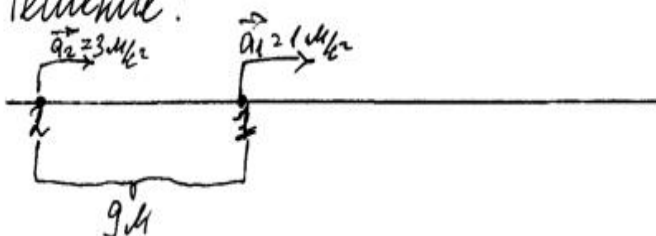
$$a_2 = 3 \text{ м/с}^2$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$t_2 = ? \text{ с}$$

Решение:



Уравнение равноускоренного движения:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_0 t = 0 ; S = \frac{at^2}{2}$$

$t_1 = t_2$; т.к. старт одновременен.

Пусть тела движутся 3 с.

Тогда $S_1 = \frac{1 \cdot 3^2}{2} = \frac{1 \cdot 9}{2} = 4,5 \text{ м}$

$$S_2 = \frac{3 \cdot 3^2}{2} = \frac{3 \cdot 9}{2} = 13,5 \text{ м}$$

$$S = 13,5 - 4,5 = 9 \text{ м (это является разницей)}$$

Ответ: 3 с.

1.3

№25.

Дано

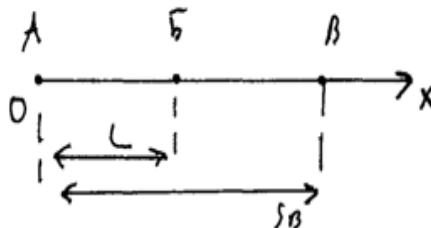
$$L = 9 \text{ м}$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 3 \text{ м/с}^2$$

t - ?

Решение.



Запишем формулы равноускор. перем.

$$S_x = x_0 + v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$v_{01} = v_{02} = 0 \text{ м/с, т.к. начальные}$$

усл. со скорости.

$$S_{B1} = S_{B2}$$

$$S_{B1} = L + \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$S_{B2} = \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow$$

$$x_{01} = L,$$

$$x_{02} = 0 \text{ м};$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$\frac{a_2 t^2}{2} = L + \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$a_2 t^2 - a_1 t^2 = 2L$$

$$t^2 = \frac{2L}{a_2 - a_1}$$

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a_2 - a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9}{3 - 1}} = \sqrt{9} = 3 \text{ с}$$

м. А: скорость 2
векторов.

м. Б: скорость 1 век.

м. В: скорость 1 и 2
век.

1.1

Равноускоренное прямолинейное движение:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

~ 25

Дано:

$$s = 9 \text{ м}$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$a_2 = 3 \text{ м/с}^2$$

$$t = ?$$



$$s_1 = v_0 + \frac{a_1 t^2}{2} + \Delta s$$

$$s_2 = v_0 + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$s_1 = s_2$$

$$v_0 + \frac{a_1 t^2}{2} + \Delta s = v_0 + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$\frac{a_1 t^2}{2} - \frac{a_2 t^2}{2} = -\Delta s$$

$$a_1 t^2 - a_2 t^2 = -2\Delta s$$

$$t^2 = -\frac{2\Delta s}{a_1 - a_2} = -\frac{2 \cdot 9 \text{ м}}{(1 - 3) \text{ м/с}^2} = 9$$

$$t = 3 \text{ с} ; \text{ Ответ } 3 \text{ с.}$$

Задача №22 Пример - 3

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение

Так как вода и лёд находятся в тепловом равновесии, то и до опускания болта, и после его нагревания температура в сосуде $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Согласно уравнению теплового баланса количество теплоты, выделившееся при замерзании воды, было затрачено на нагревание болта:

$0,2m \cdot r = cm_1(t_0 - t)$, где m – масса воды в сосуде, m_1 – масса болта, c – удельная теплоёмкость болта, r – удельная теплота плавления льда, t – начальная температура болта.

$$\text{Получим: } m = \frac{cm_1(t_0 - t)}{0,2r} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 40}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,05 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 0,05 \text{ кг}$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>условие теплового равновесия воды и льда, формулы для расчёта количества теплоты при нагревании и кристаллизации, уравнение теплового баланса</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

Примеры решения

ФИПИ

Дано:
 $m = 165 \text{ г} = 0,165 \text{ кг}$
 $t_1 = -40^\circ\text{C}$
 $m_n = 0,2 \text{ м}_0$
 $c = 500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
 $m = ?$

t_1 - начальная температура льда
 m_n - масса превратившейся воды
 m - масса воды изначально
 c - удельная теплоемкость
 материала льда

Решение

Т.к. вода и лед находятся в тепловом равновесии
 $\Rightarrow$ температура в калориметре $t_0 = 0^\circ\text{C}$

После теплового обмена еще осталась вода $\Rightarrow$
 температура в калориметре осталась равной t_0
 Запишем уравнение теплового баланса

$Q_1 + Q_2 = 0$ (1), где Q_1 - тепло кристаллизации воды
 Q_2 - тепло нагревания льда

$Q_1 = -\gamma_n m_n$, где γ_n - удельная теплота крист. воды
 $= 3,310^5 \text{ Дж/кг}$

$Q_2 = c m (t_0 - t_1)$ Подставим Q_1 и Q_2 в (1)

$$-\gamma_n m_n + c m (t_0 - t_1) = 0 \Rightarrow \gamma_n m_n = c m (t_0 - t_1)$$

$$m_n = \frac{c m (t_0 - t_1)}{\gamma_n}$$

$$m_n = \frac{500 \cdot 0,165 (0 - (-40))}{3,310^5}$$

Температуру подставим в $^\circ\text{C}$
 т.к. изменение темп. по К
 равно изменению по $^\circ\text{C}$

$$m_n = \frac{82,5 \cdot 40}{3,310^5} = 0,01 \text{ кг} \Rightarrow m_0 = \frac{m_n}{0,2} = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ кг}$$

Ответ: $m_0 = 0,05 \text{ кг}$



Дано. калориметр, вода, лёд,

$m_{\delta} = 165 \text{ г} = 0,165 \text{ кг}$

$t_{\delta} = -40^{\circ}\text{C}$

$\frac{\Delta m_{\text{в}}}{m_{\text{в}0}} = \frac{1}{5}$

$C_{\delta} = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$

$t_0 = 0^{\circ}\text{C}$

$m_{\text{в}0} - ?$

$\Delta m_{\text{в}}$ - масса воды, превратившейся в лёд;

$m_{\text{в}0}$ - начальная масса воды;

$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

1) $Q_{\text{н}\delta} = C_{\delta} \cdot m_{\delta} \cdot \Delta t, \Delta t = t_k - t_{\delta}$

$Q_{\text{к}} = \lambda \cdot \Delta m_{\text{в}} = \frac{1}{5} \lambda m_{\text{в}0},$

$C_{\delta} m_{\delta} \Delta t = \frac{1}{5} \lambda m_{\text{в}0} \Rightarrow m_{\text{в}0} = \frac{5 C_{\delta} m_{\delta} \Delta t}{\lambda}$

$m_{\text{в}0} = \frac{5 \cdot 500 \cdot 0,165 \cdot (0 - (-40))}{3,3 \cdot 10^5} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 50 \text{ г}$

$[m_{\text{в}0}] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{Дж}} = \text{кг}$

Ответ: $m_{\text{в}0} = 50 \text{ г}$

Решение. 1) до опускания болта и после установления теплового равновесия в калориметре есть вода и лёд, следовательно:

$t_0 = t_k = 0^{\circ}\text{C}$, тогда
(t_k - конечная температура)

$Q_{\text{н}\delta} = Q_{\text{к}}$, где

$Q_{\text{н}\delta}$ - количество теплоты, понесённое для нагревания болта до 0°C ,

$Q_{\text{к}}$ - количество теплоты, понесённое для кристаллизации воды (массой $\Delta m_{\text{в}}$)

... ~~Qf~~ тепло, которое будет получено
до нагревания до 0°C

$$Q_f = c_f \cdot m_f \cdot \Delta T$$

выд. тепло воды, которая превратилось в лед

$$Q_b = 1 \cdot 0,2 \text{ т}$$

уменьши температурного балласта

$$Q_f = Q_b$$

$$c_f m_f \Delta T = 1 \cdot 0,2 \text{ т} \quad m = \frac{c_f \cdot m_f \cdot \Delta T}{0,2 \cdot 1} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 40}{0,2 \cdot 4,2 \cdot 10^3}$$

$$= 3,93 \text{ т} \quad \text{Ответ: } 3,93 \text{ т}$$

Дано

$$m_0 = 0,165 \text{ кг}$$

$$t_0 = -40^\circ \text{C}$$

$$c = 500 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$$

 $m_b = ?$

cu

$$273 \text{ K}$$

Решение.

 t_0 

x - лёд

- вода.

$$Q = cm\Delta t$$

$$t_1 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K.} - \text{вода со льдом.}$$

$$Q = \lambda m$$

$$Q = cm(0 - t_0).$$

$$Q = \lambda \cdot m_{\text{л.}}$$

$$cm(0 - t_0) = \lambda \cdot m_{\text{л.}}$$

$$500 \cdot 0,165 \cdot 40 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot m_{\text{л.}}$$

$$m_{\text{л.}} = 0,01 - \text{это } 10\% \text{ воды}$$

$$1000 = 10^5 m_{\text{л.}}$$

$$m_b = 0,01 \cdot 5 = 0,05.$$

$$0,01 = m_{\text{л.}}$$

1.4

№ 28.

Дано:

$m_1 = 0,165 \text{ кг}; m_2 = \frac{1}{5} m_1$
 $t_1 = -40^\circ\text{C}; m_2 = ?$
 $c_1 = 500 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$

Решение:

$Q_1 = c_1 m_1 t_1 = 500 \cdot 0,165 \cdot (-40) = -3300 \text{ Дж.}$ (сначала
неизвестна заданная величина).

m_2 - масса воды, $m_2 = \frac{1}{5} m_1$, где m_1 масса льда.
Изначально в калориметре установившаяся температура была положительной, а после
разрушения льда, т.е. изначальное $\Delta t = -40 - 0 = -40^\circ\text{C}$.

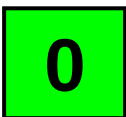
~~$(Q_{\text{н}} = c m \Delta t = 3,3 \cdot 10^5 \cdot m_2 \cdot t_1)$~~ $Q_{\text{набл}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$

$Q_{\text{об}} = Q_{\text{набл}} - Q_1 = 3,3 \cdot 10^5 - (-3,3 \cdot 10^3) = 6,6 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$

$m_2 = \frac{1}{2} m_1$, $m_1 = \frac{Q}{c \Delta t}$, $\frac{6,6 \cdot 10^5}{6,6 \cdot 10^5} = 33000 \text{ кг.}$

$= 33 \text{ кг.}$ $33 \cdot 0,2 = 6,6$

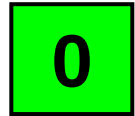
Ответ: 6,6 кг





28.
Дано:
 $m = 0,165 \text{ кг}$
 $t = -40^\circ\text{C}$
 $c_0 = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$
 $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$
 $m = ?$

Решение:
 $Q = c_0 m \Delta t$ $Q = 500 \cdot 0,165 \cdot (-40) = -3300$ (потерял Дж. вода)
 $Q = c m \Delta t$ $Q = c \frac{m}{5} \Delta t$
 $m = \frac{5Q}{c \Delta t}$ $m = \frac{5 \cdot (-3300)}{4200 \cdot (-40)} \approx 0,1 \text{ кг}$
Ответ: 100 г.





Задача №23 Пример - 1

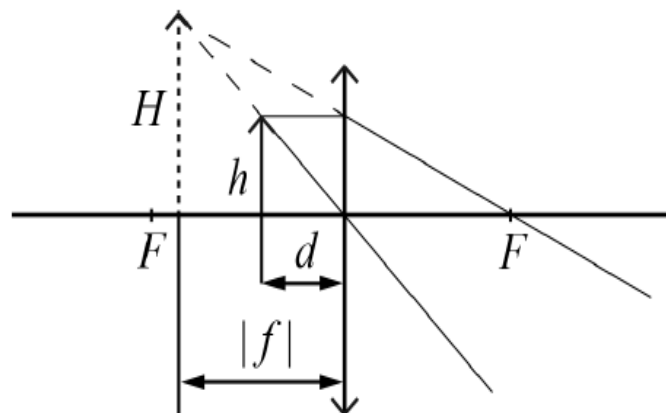
26

Собирающая линза даёт мнимое, увеличенное в 5 раз изображение предмета, которое находится на расстоянии 20 см от линзы. Постройте изображение предмета в линзе. Определите фокусное расстояние линзы.



Возможное решение

Построим изображение предмета в линзе, используя свойства луча, проходящего через главный оптический центр линзы, и луча, параллельного главной оптической оси.



По формуле линзы с учётом того, что изображение мнимое $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}$.

Увеличение линзы $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{|f|}{d}$. Следовательно, $d = \frac{|f|}{\Gamma}$.

Найдём фокусное расстояние линзы: $\frac{1}{F} = \frac{\Gamma - 1}{|f|}$; $F = \frac{20}{5 - 1} = 5 \text{ см}$.

Ответ: $F = 5 \text{ см}$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула линзы, формула увеличения линзы</i>); II) <u>построено изображение предмета в линзе</u>; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);	2
V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. <u>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</u> И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

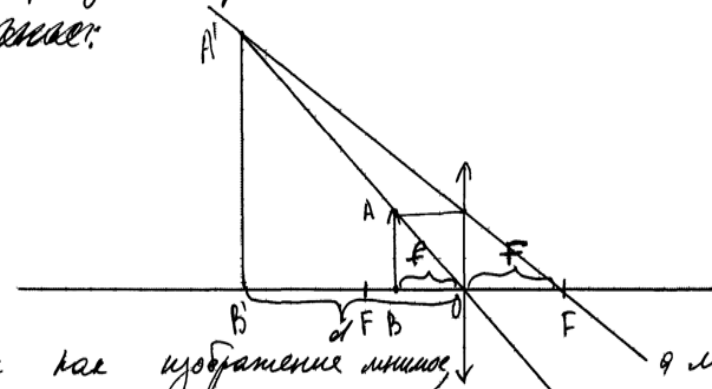


Примеры решения

№ 26.

Дано: k - коэффициент увеличения
 $k = 5$.

d - расстояние от изображения до линзы $d = 20 \text{ см}$.
Решение:
 f - расстояние от предмета до линзы
 F - фокусное расстояние.
Решаем:



так как изображение мнимое,
то предмет ~~будет~~ находится между F и линзой.
 $\Delta AOB \sim \Delta A'O B' \Rightarrow \frac{B'O}{BO} = k \Rightarrow \frac{d'}{d} = k \Rightarrow d' = k \cdot d$

$$0,2 \text{ м} = 5 \cdot f \Rightarrow f = 0,04 \text{ м}.$$

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{d-f}{d \cdot f}$$

$$F = \frac{d \cdot f}{d-f} = \frac{0,2 \text{ м} \cdot 0,04 \text{ м}}{0,2 \text{ м} - 0,04 \text{ м}} = \frac{0,008 \text{ м}^2}{0,16 \text{ м}} = 0,05 \text{ м}.$$

Ответ: $F = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}.$

Альтернативное геометрическое решение

№26	У	Решение
Дано $\frac{b_m}{c} = 5$ $d = 20 \text{ см}$ CF-7	0,2 м	по теореме Пифагора $S = \sqrt{b_m^2 + d^2}$ $\triangle ABC \sim \triangle CDE$ $k = 5$, k - коэффициент подобия $\Rightarrow \frac{AC}{EC} = 5$ $\triangle EKF \sim \triangle ABF \sim \triangle CFP$ $\frac{AC + CF}{EC + CF} = \frac{AB}{ED + DK} = \frac{20 + CF}{4 + CF} = \frac{AB}{ED + DK} = \frac{5AB}{AB + 5DK}$ $\frac{ED + DK}{ED} = \frac{EC + CF}{CF}$ $1 + \frac{DK}{ED} = \frac{4 + 1}{CF} \Rightarrow DK = \frac{4ED}{CF}$ $\frac{20 + CF}{4 + CF} = \frac{5AB}{AB + 20 \frac{ED}{CF}}$ $\frac{20 + CF}{4 + CF} = \frac{5CF}{CF + 4}$ $20 + CF = 5CF$ $20 = 4CF$ $CF = 5 \text{ см}$ Ответ 5 см

1.3

+

1.4

Задача 2.6

Дано:

$K = \frac{l_2}{l_1} = 5$ (увеличение,
~~увели~~ которое даёт линза,
 l_2 - длина предмета
 в изображении
 l_1 - длина предмета
 (мажоранта))

$d = 20$ см (расстояние
 предмета
 до линзы)

~~линза~~
 линза даёт мнимое
 изображение
 предмета, стоящего
 на расстоянии
 d от него

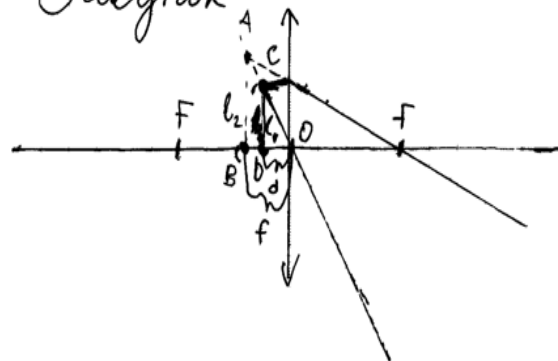
Найти:

F - фокусное
 расстояние

перпендикулярные главной оптической
 оси. $\Rightarrow \angle OCD = \angle OAB$, $\angle ODC = \angle OBA$, т.к.
 соответственные при $\parallel$ прямых. $\Rightarrow \triangle OAB \sim \triangle OCD$ по
 двум углам. $\Rightarrow \frac{OD}{OB} = \frac{CD}{AB} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{K} = \frac{1}{5}$

Решение:

Рисунок



Заметим, что т.к.
 линза даёт мнимое
 изображение, то $d < F$
 $\Rightarrow$ обозначим точки на
 рисунке буквами (A, B, C, D, O)
 $\Rightarrow$ получим два треугольника
 $\triangle AOB$ и $\triangle COD$ (углы
 $AB = l_2$, $CD = l_1$)

~~AB~~ $AB \parallel CD$, т.к.
 изображение и предмет

Реш. Заметим, что $OB = F$ - расстояние
 до изображения линзы.

$$\Rightarrow \frac{d}{F} = \frac{1}{5} \Rightarrow F = 5d$$

~~Реш. Заметим, что~~

$$F = \frac{1}{\frac{1}{d} - \frac{1}{5d}} = \frac{1}{\frac{1}{d} - \frac{1}{5d}} = \frac{1}{\frac{5-1}{5d}} = \frac{5d}{4} = \frac{5 \cdot 20}{4} = 25$$

т.к. изображение мнимое, то

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{5d} = \frac{1}{d} - \frac{1}{5d} = \frac{5-1}{5d} = \frac{4}{5d}$$

$$\Rightarrow F = \frac{5d}{4} = \frac{5 \cdot 20}{4} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ см}$$

Ответ: $F = 25$ см

№26 Дано:

$$\Gamma = 5$$

$$d = 20 \text{ см}$$

$$F = ?$$

$$f = ?$$

Решение:

$$\Gamma = \frac{|f|}{|d|} \Rightarrow |f| = \Gamma \cdot |d|$$

$$|f| = 5 \cdot 20 \text{ см} = 100 \text{ см}$$

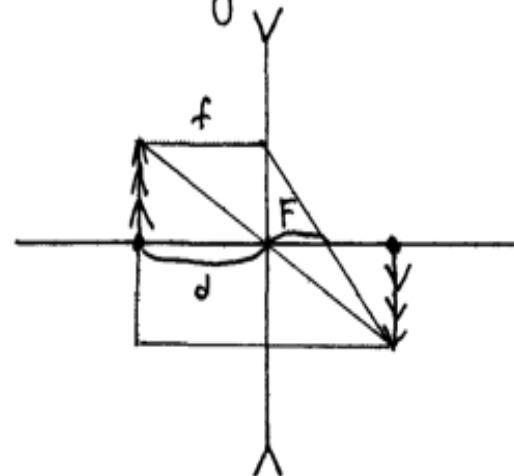
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

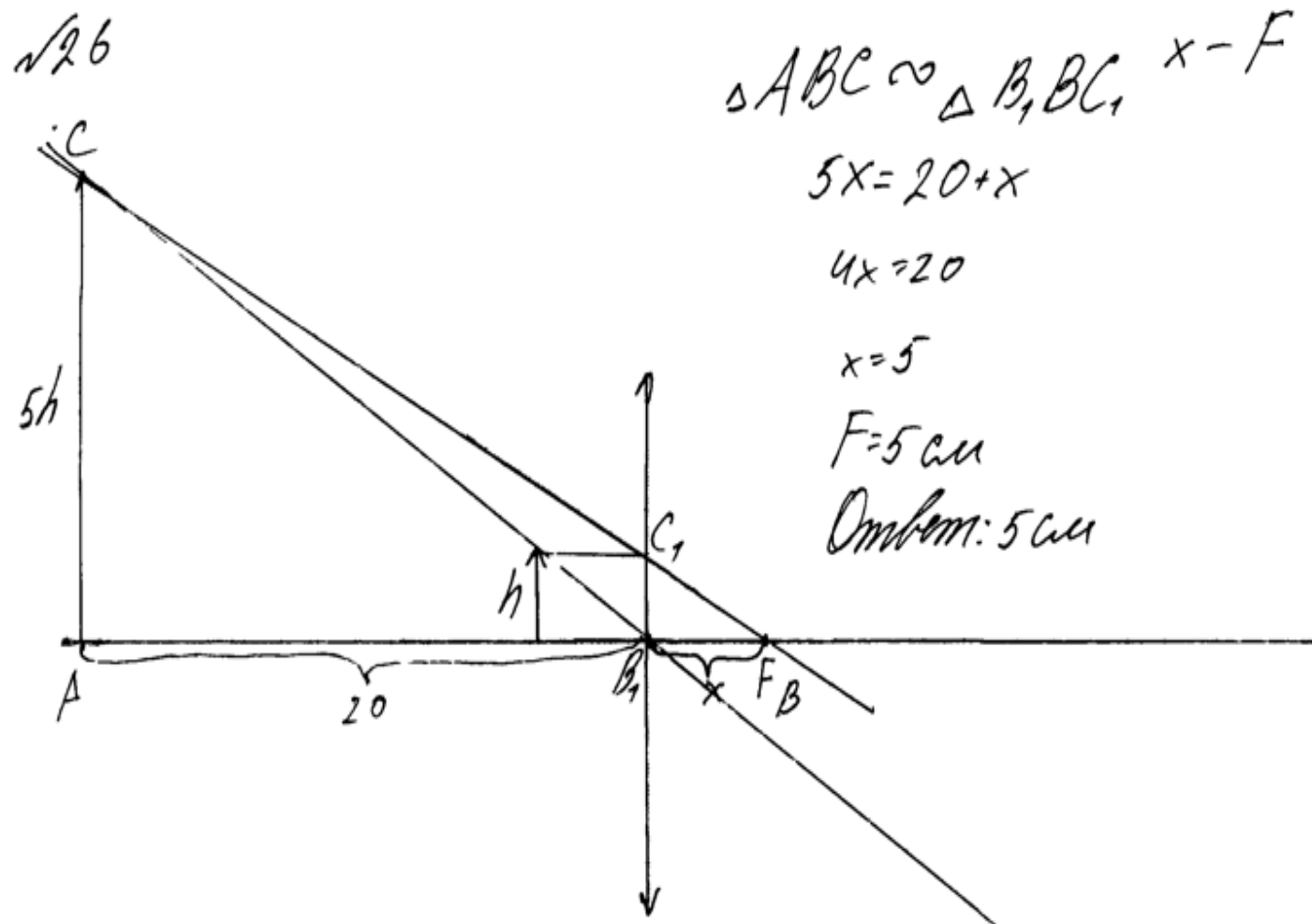
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{20} + \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{F} \approx \frac{1}{16,6}$$

$$F = 16,6 \text{ см}$$

Рисунок:

Ответ: $F = 16,6 \text{ см}$





Задания 23, 24 и 25

Расчётные задачи на ОГЭ

Критерии оценки выполнения задания	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 (<i>перечисляются соответствующие формулы и законы</i>); 3) выполнены 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



Задания 23, 24 и 25

Расчётные задачи на ОГЭ

Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.	2 2.1
ИЛИ	
Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.	2.2
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	2.3
Записано и использовано не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи.	1 1.1
ИЛИ	
Записаны все исходные формулы, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка	1.2
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Комментарии к обобщённой схеме оценивания расчётных задач

1. Если отсутствует запись краткого условия задачи, то максимальный балл не выставляется.
2. Если в работе допущена ошибка в определении исходных данных по графику, рисунку, таблице, но остальное решение выполнено полно и без ошибок, то максимальный балл не выставляется.
3. Если в решении задачи записаны утверждения, законы или формулы, которые затем не использовались в ходе решения, то ошибки в этих записях не влияют на оценивание и не являются основанием для снижения оценки.
4. В настоящее время при решении заданий с развёрнутым ответом не требуется записи каких-либо комментариев об используемых законах или формулах и проверки полученного ответа «в общем виде» по единицам измерения входящих в неё величин.
5. При решении задачи по действиям в ответах промежуточных вычислений отсутствие указания на единицу величины не считается ошибкой.
6. Отсутствие промежуточных этапов между первоначальной системой уравнений и окончательным ответом (т.е. математических преобразований) 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.



Возможны случаи, когда работа содержит:

А) правильное решение с опиской, не повторяющейся в ходе решения и не влияющей на получение правильного ответа.

В подобных случаях рекомендуем не обращать внимания на описки и оценивать работу так, будто описки нет. К опискам относятся те ошибки, которые исправлены в последующем решении, не повторяются в нем или, не влияя на логику решения, противоречат ей, являясь результатом невнимательности.

Б) решение, отличное от авторского (альтернативное решение).

Эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании обобщённых критериев оценивания.

В) решение задачи, которой ученик «подменил» авторскую задачу.

Если представлено решение другой задачи, в том числе определяется значение другой величины, то решение оценивается в «0» баллов вне зависимости от полноты и правильности записей.

Г) правильное решение с правильно записанными исходными формулами, корректно проведёнными алгебраическими преобразованиями и вычислениями, но с ошибкой в записи ответа.

В этом случае выставляется оценка «2».

Д) обозначения физических величин, не описанные в тексте задачи, решении и не введённые на рисунке.

На данный момент от экзаменуемых не требуется обязательной расшифровки используемых в решении обозначений. Поэтому 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. Подобная неаккуратность приравнивается к ошибке в преобразованиях.

Задание 23

В прямой никелиновой проволоке с площадью сечения 1 мм^2 сила постоянного тока равна 1 А . На каком расстоянии друг от друга находятся точки этой проволоки, напряжение между которыми равно 1 В ?

Возможный вариант решения

Дано:

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$$U = I \cdot R$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

$$l = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho} = \frac{1 \cdot 1}{1 \cdot 0,4} = 2,5 \text{ м}$$

$$l = ?$$

$$\text{Ответ: } l = 2,5 \text{ м}$$

Содержание критерия

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:

1) верно записано краткое условие задачи;
2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон Ома для участка цепи, формула для удельного электрического сопротивления);

3) выполнены 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

Пример 1

23.

Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$L = ?$

см

Решение:

$$R = \frac{\rho L}{S} \quad R = \frac{U}{I} \quad - \text{закон Ома}$$

приравняем:

$$\frac{U}{I} = \frac{\rho L}{S}$$

выразим L

$$L = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot I}$$

Находим L

$$L = \frac{1 \text{ В} \cdot 1 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1 \text{ А}} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: 2,5 м

Пример 2

ФИПИ

123. Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

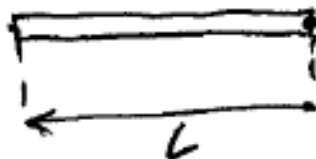
$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L = ?$$

Решение:



$$1) R = \frac{U}{I}, R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$\frac{U}{I} = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$2) L = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho}$$

$$3) L = \frac{1 \cdot 1}{1 \cdot 0,4} = 2,5 \text{ м} \quad \text{Ответ: } L = 2,5 \text{ м}$$

Пример 3

Задача 123.

Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$$r = 0,4 \frac{\text{А} \cdot \text{мм}^2}{\text{А}}$$

Найти:

$$l = ?$$

Решение:

Примечание: r — удельное электрическое сопротивление никелина.

$$R = \frac{U}{I} \quad \Rightarrow \quad \frac{U}{I} = r \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{U S}{I r} = \frac{1 \cdot 1}{0,4 \cdot 1} =$$

$$R = \frac{r l}{S} \quad = 2,5 \text{ м.}$$

Ответ: $l = 2,5 \text{ м.}$

Пример 4

Задача:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$L = ?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R}; R = \frac{U}{I}; R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$\frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{U}{I}; L = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot I}$$

$$L = \frac{1 \cdot 1}{0,4 \cdot 1} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: 2,5 м.

Пример 5

Задача 23

Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 1 \text{ В}$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$l = ?$

$$1) R = \frac{\rho l}{S}$$

$$l = \frac{R S}{\rho}$$

$$2) R = \frac{U}{I} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 1 \text{ Ом}$$

$$l = \frac{1 \cdot 1}{0,4} = 2,5 \text{ м}$$



Задание 24

Маленький свинцовый шарик объёмом $0,02 \text{ см}^3$ равномерно падает в воде. На какой глубине оказался шарик, если в процессе его движения выделилось количество теплоты, равное $12,42 \text{ мДж}$?

Возможный вариант решения	
<u>Дано:</u> $V_{\text{ш}} = 0,02 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$ $Q = 12,42 \text{ мДж} = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ $\rho_{\text{ш}} = 11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F_A + F_c = mg$, откуда $F_c = mg - F_A$. $A = F_c h$ $A = Q$ $Q = (mg - F_A)h$, где $F_A = \rho_{\text{в}} g V_{\text{ш}}$, а $m = \rho_{\text{ш}} V_{\text{ш}}$. $Q = V_{\text{ш}} g h (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})$, $h = \frac{Q}{V_{\text{ш}} g (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})}$; $h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot (11350 - 1000)} = 6 \text{ м}$
$h = ?$	Ответ: $h = 6 \text{ м}$
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: закон сохранения энергии, формула для расчёта массы тела по его объёму и плотности, второй закон Ньютона, формула для расчёта механической работы, формулы для силы тяжести и силы Архимеда);	3

Пример 1

ФИПИ

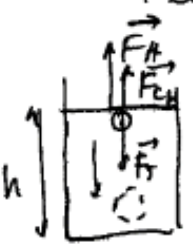
24. Дано: $V = 0,02 \text{ м}^3$ $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ $Q = 12,42 \text{ Дж}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $\rho_T = 11350 \text{ кг/м}^3$	Искать: $V = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$ $Q = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$	Решение: $A = Q \quad A = F \cdot s \quad F = F_{\text{тяги}} - F_A \quad F_{\text{тяги}} = mg$ $m = V \cdot \rho_T \quad F_A = \rho_0 \cdot g \cdot V \quad F = V \cdot g (\rho_T - \rho_0)$ $A = h \cdot V \cdot g \cdot (\rho_T - \rho_0)$ $h = \frac{A}{V \cdot g \cdot (\rho_T - \rho_0)}$ Находим h $h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}{2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (11350 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3)} = 6 \text{ м}$ Ответ: 6 м
h - ?	- м	

Пример 2

25) Дано:
 $R = 12,10 \text{ м}$

24) Дано:
 $V_m = 0,02 \text{ см}^3$
 $Q = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ дм}$
 $\rho_m = 11,35 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
 $h = ?$

Решение.



1) $Q\ell = A_m$
 $A_m = F_{ch} \cdot S \quad [S = h]$

2) По II з. Ньютона
 $\vec{F}_A + \vec{F}_{ch} + \vec{F}_T = m\vec{a}$
 ОХ: $F_A + F_{ch} - F_T = 0.$

$$F_A + F_{ch} = F_T$$

$$F_{ch} = F_T - F_A$$

$$F_{ch} = mg - \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_m = V_m \rho_{\text{ж}} g - \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_m$$

$$F_{ch} = V_m g (\rho_m - \rho_{\text{ж}})$$

$$F_{ch} = 0,02 \cdot 10 (11,35 - 1) = 2,07 \text{ Н.}$$

$$3) A_m = F_{ch} \cdot h \rightarrow h = \frac{A_m}{F_{ch}} \quad h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3} \text{ дм}}{2,07 \text{ Н}}$$

$$h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{2070 \cdot 10^{-3}} = 0,006 \text{ м} = 0,6 \text{ см}$$

Ответ: $h = 0,6 \text{ см.}$

Пример 3

ФИПИ

L-?

$$24) V = 0,02 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

$$Q = 12,42 \text{ мДж} = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

h

Ответ: ~~5,4 м~~ 5,4 м.

Условие: 2,5 м

$$Q = A = F_{\text{тяг}} h$$

$$\vec{F}_{\text{тяг}} = \vec{F}_{\text{тяг}} - \vec{F}_A$$

$$\rho_{\text{спиней}} = 11350 \text{ кг/м}^3$$

$$\vec{F}_{\text{тяг}} = m \cdot g$$

$$\vec{F}_A = \rho \cdot m \cdot V$$

$$m = \rho \cdot V = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 11350 = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$\vec{F}_{\text{тяг}} = m \cdot g = 2,27 \cdot 10^{-3}$$

$$\vec{F}_A = \rho \cdot m \cdot V = 2,27 \cdot 10^{-4} \cdot 11350 \cdot 2 \cdot 10^{-8} = 5,1 \cdot 10^{-8}$$

$$\vec{F}_{\text{тяг}} = 2,3 \cdot 10^{-3} \quad h = \frac{A}{F_{\text{тяг}}} = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{2,3 \cdot 10^{-3}} = 5,4 \text{ м}$$

Пример 4

Задача 124.

Дано:

$$V = 0,02 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{ж}} = 77350 \text{ кг/м}^3 = 77,35 \text{ т/м}^3$$

$$\rho_{\text{б}} = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ т/м}^3$$

$$Q = 12,42 \text{ кг} = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ т}$$

$$h = ?$$

Решение

рис 1:

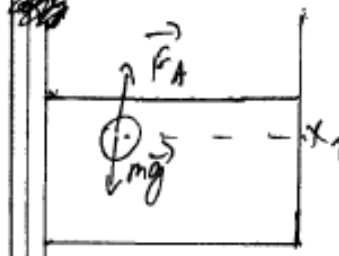
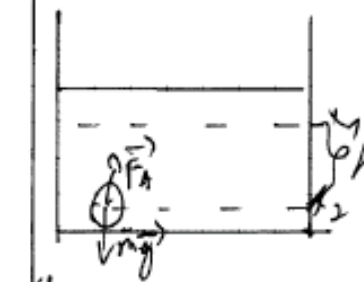


рис 2:



$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V, \quad m = \rho_{\text{б}} V$$

Из закона Ньютона

$$\vec{F}_p = m\vec{g} + \vec{F}_A$$

Проекция на Oy:

$$F_p = mg - F_A = mg - \rho_{\text{ж}} g V = V\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{ж}} g V$$

$$h \uparrow \Leftrightarrow Q \uparrow \Leftrightarrow F \uparrow \Rightarrow Q = h F_p$$

$$h = \frac{Q}{F_p} = \frac{Q}{V\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{ж}} g V} = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{0,02 \cdot 77,35 - 1 \cdot 10 \cdot 0,02} =$$

$$= 0,46 \text{ м}$$

Ответ: $h = 0,46 \text{ м}$.

Пример 5



ФИПИ

24) Дано:

$$V = 0,02 \text{ м}^3$$

$$\rho_c = 11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$A_c = 1242 \text{ мм}^2$$

$h = ?$

Решение:

$$\vec{F}_A + \vec{F}_c + \vec{F}_m = m\vec{a}$$

$$F_A = \rho_b g V \quad F_c = \frac{A_c}{h}$$

$$\rho_b g V + \frac{A_c}{h} = \rho_c V g$$

$$h = \frac{1242 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 10(11350 - 1000)}$$

Ответ: 0,6

$$F_m = mg$$

$$A_c = F_c \cdot h$$

$$h = \frac{A_c}{\rho_c \cdot V \cdot g - \rho_b \cdot V \cdot g}$$

$$h = \frac{124200}{2 \cdot 10350} = \frac{124200}{20700} = 0,6 \text{ м}$$

$$m = \rho_c \cdot V$$

СН:

$$2 \cdot 10^8 \text{ м}^3$$

$$1242 \cdot 10^5 \text{ мм}^2$$

Задание 25

В электрочайнике с сопротивлением нагревательного элемента 12,1 Ом находится некоторая масса воды при 20 °С. Электрочайник включили в сеть с напряжением 220 В и забыли выключить. Какова масса воды, находившейся в чайнике, если при КПД, равном 60%, через 11 мин. вода полностью выкипела?

Возможный вариант решенияДано:

$R = 12,1 \text{ Ом}$

$t_1 = 20 \text{ °С}$

$t_2 = 100 \text{ °С}$

$\tau = 11 \text{ мин.} = 660 \text{ с}$

$\eta = 60\% = 0,6$

$U = 220 \text{ В}$

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$

$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$m - ?$

$$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}}, \text{ где } A_{\text{полезн}} = Q = cm\Delta t + Lm$$

$$A_{\text{затр}} = \frac{U^2}{R} \tau$$

$$\eta = \frac{m(c\Delta t + L)R}{U^2 \tau}, \text{ где } \Delta t = t_2 - t_1$$

$$m = \frac{U^2 \tau \eta}{(c\Delta t + L)R} = \frac{220^2 \cdot 660 \cdot 0,6}{(4200 \cdot 80 + 2,3 \cdot 10^6) \cdot 12,1} \approx 0,6 \text{ кг}$$

Ответ: $m \approx 0,6 \text{ кг}$ **Содержание критерия****Баллы**

Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:

- 1) верно записано краткое условие задачи;
- 2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формула коэффициента полезного действия, формула работы электрического тока, формулы количества теплоты, необходимого для нагревания вещества и его кипения);

3

Пример 1

ФИПИ

25.

Дано:

$$R = 12,1 \text{ Ом}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$\eta = 60\%$$

$$\tau = 11 \text{ мин}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m = ?$$

См

$$= 660 \text{ Дж/кг}$$

- кг

Решение:

$$\eta = \frac{Q_n}{Q_{np}}$$

$$Q_n = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{np} = I^2 R \tau$$

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1)$$

$$Q_2 = m L$$

$$Q_{np} = \frac{U^2}{R} \cdot \tau$$

$$\eta = \frac{m(c(t_2 - t_1) + L)}{\frac{U^2}{R} \cdot \tau}$$

$$m = \frac{\frac{U^2}{R} \cdot \tau \cdot \eta}{c(t_2 - t_1) + L}$$

Находим m

$$m = \frac{(220 \text{ В})^2 \cdot 660 \text{ Дж/кг} \cdot 60\%}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot (100^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 0,6 \text{ кг}$$

Ответ: 0,6 кг

Пример 2

Р5] Дано:

$$R = 12,1 \text{ Ом}$$

$$t_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$t = 100^\circ\text{C} \quad | \quad \Delta t = 80^\circ\text{C}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$\eta = 60\% = 0,6$$

$$\gamma = 660 \text{ Дж/кг}$$

$$m_f = ?$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Решение:

$$1) \quad \eta = \frac{A_n}{A_3}$$

$$A_n = Q_{\text{нб}} + Q_{\text{перв.}}$$

$$A_3 = A_{\text{ток}}^6$$

$$2) \quad A_n = cm_f \Delta t + L m_f$$

$$A_3 = I U t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$$3) \quad \eta = \frac{(cm_f \Delta t + L m_f) \cdot R}{U^2 \cdot \gamma}$$

$$m_f = \frac{U^2 \cdot \gamma \cdot \eta}{(c \Delta t + L) \cdot R} \quad m_f = \frac{10 \cdot 220^2 \cdot 660 \cdot 0,6}{(4200 \cdot 80 + 2,3 \cdot 10^6) \cdot 12,1}$$

$$= \frac{400 \cdot 660 \cdot 6}{10^3 (42,5 + 2,3 \cdot 10^3)} = \frac{10^3 \cdot 4 \cdot 66 \cdot 6}{10^3 (4,25 + 2,3 \cdot 10^3)} \approx 0,6 \text{ кг}$$

Ответ: $m_f = 0,6 \text{ кг}$.

Пример 3

ФИПИ

№ 25) $R = 12,1 \text{ Ом}$

$t_1 = 20^\circ \text{C}$; $V = 220 \text{ В}$

$\eta = 60\%$; $T = \text{мин} = 660 \text{ с}$

m

$$Q_{\text{затрач}} = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = \frac{V^2 \cdot t}{R} = \frac{220^2 \cdot 660}{12,1} = 2640000 \text{ Дж}$$

$$\frac{Q_{\text{полезное}}}{Q_{\text{затрач}}} \cdot 100\% = \eta \quad Q_{\text{полезное}} = \frac{\eta \cdot Q_{\text{затрач}}}{100\%} = 1584000 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{полезное}} = Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{пар}}$$

$$Q_{\text{полез}} = cm\Delta t + Lm$$

$$1584000 = m(cm\Delta t + L)$$

$$m = \frac{1584000}{230000 + 336000} = \frac{1584000}{566000} = 2,7985... \approx 2,8 \text{ кг}$$

Ответ: 2,8 кг.

Пример 4

ФИПИ

Задача 125.

Дано:

$$R = 12,1 \text{ Ом}$$

$$\lambda = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$\eta = a = 60\% = 0,6$$

$$\tau = 71 \text{ мин.}$$

$$C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

Найти:
 $m = ?$

Решение:

$$P_{\text{вх}} = \frac{U^2}{R}$$

$$P_{\text{н}} \tau = Q = cm \Delta t + \lambda m$$

$$P_{\text{вх}} a = P_{\text{н}}$$

$$\Rightarrow \frac{U^2 a}{R} = \frac{m(C(t_2 - t_1) + \lambda)}{\tau}$$

$$\Downarrow$$

$$m = \frac{U^2 a \tau}{R(C(t_2 - t_1) + \lambda)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{220^2 \cdot 0,6 \cdot 71}{12,1 \cdot (4200(100 - 20) + 2,3 \cdot 10^6)} =$$

$$= 0,01 \text{ кг} = 10 \text{ г.}$$

$$\text{Ответ: } m = 10 \text{ г.}$$

Пример 5



ФИПИ

25) Дано: Сх. Решение

$$C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$R = 12,1 \text{ Ом}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$U = 200 \text{ В}$$

$$\eta = 0,6$$

$$\tau = 11 \text{ мин}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$L = 23 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m = ?$$

$$\eta = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{U^2}{R} \cdot \tau \quad Q = Q_1 + Q_2 \quad Q_1 = C m (t_2 - t_1) \quad Q_2 = L m$$

$$\eta = \frac{Q \cdot (C m (t_2 - t_1) + L m)}{U^2 \cdot \tau}$$

$$m = \frac{U^2 \cdot \tau \cdot \eta}{R \cdot (C (t_2 - t_1) + L)}$$

$$660 \text{ с} \quad m = \frac{48400 \cdot 660 \cdot 0,6}{12,1 (4200 (100 - 20) + 23 \cdot 10^6)} = \frac{19.166400}{12,1 \cdot 2636000} = \frac{19166400}{31895600} \approx 0,6 \text{ кг}$$

Ответ: 0,6 кг