

Изменения в КИМ ОГЭ 2021

**Васильева Ирина Васильевна,
учитель высшей квалификационной категории, к.п.н.,
Председатель ПК ГИА-9 по физике, Председатель
Ассоциации учителей физики города Москвы**

Изменения в КИМ ОГЭ-2021

Предметный результат	2019	2020	2021
	Количество заданий		
Использование понятийного аппарата курса физики	17	14	14
Методологические умения (проведение измерений и опытов)	3	3	3
Понимание принципа действия технических устройств, вклада ученых в развитие науки	-	1	1
Работа с текстом физического содержания	3	3	2
Решение расчетных и качественных задач	3	4	5
ИТОГО заданий:	26	25	25
Максимальный балл:	40	43	45

Методологические умения

№	Предметный результат	Уровень сложности	Макс. балл
15	Проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, правильно составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, проводить серию измерений	Б	1
16	Анализировать отдельные этапы проведения исследования на основе его описания: делать выводы на основе описания исследования, интерпретировать результаты наблюдений и опытов	П	2
17	Проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами (экспериментальное задание на реальном оборудовании)	В	3

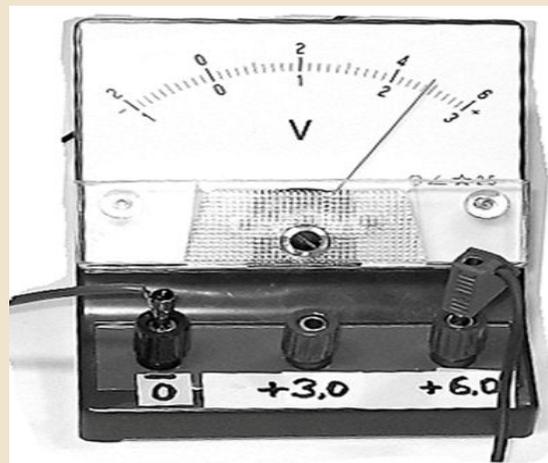
№ 15: Методологические умения

Текст задания

Рисунок, фотография

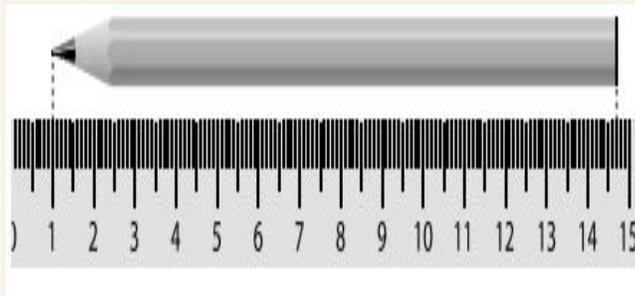
Варианты ответа

Запишите результат измерения электрического напряжения (см. рисунок), учитывая, что **погрешность измерения равна цене деления вольтметра**



- ✓ $(2,4 \pm 0,2) \text{ В}$
- ✓ $(2,4 \pm 0,1) \text{ В}$
- ✓ $(4,8 \pm 0,2) \text{ В}$
- ✓ $(4,8 \pm 0,1) \text{ В}$

Чему равна длина карандаша (см. рисунок)? **Погрешность измерения равна двойной цене деления**



- 1) $(14,7 \pm 0,1) \text{ см}$
- 2) $(14,7 \pm 0,2) \text{ см}$
- 3) $(13,7 \pm 0,1) \text{ см}$
- 4) $(13,7 \pm 0,2) \text{ см}$

№ 16: Методологические умения

16 Ученик провёл эксперимент по изучению электрического сопротивления металлического проводника, причём в качестве проводника он использовал никелиновые и фехральевые проволоки разной длины и толщины.

Результаты экспериментальных измерений площади поперечного сечения S и длины l проволоки, а также электрического сопротивления R представлены в таблице.

№ опыта	Материал	S , мм ²	l , м	R , Ом
1	никелин	0,4	2	2,0
2	никелин	0,8	8	4,0
3	никелин	0,8	4	2,0
4	фехраль	0,4	2	6,0

Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих проведённым измерениям. Укажите их номера.

- 1) При увеличении длины проводника его электрическое сопротивление увеличивается.
- 2) Электрическое сопротивление проводника увеличивается при увеличении толщины проводника.
- 3) Электрическое сопротивление проводника зависит от материала, из которого изготовлен проводник.
- 4) Электрическое сопротивление проводника уменьшается при увеличении площади поперечного сечения проводника.
- 5) Удельное электрическое сопротивление никелина больше, чем фехраля.

Ответ:

16 Используя две катушки, одна из которых подсоединена к источнику тока, а другая замкнута на амперметр, ученик изучал явление электромагнитной индукции. На рис. 1 представлена схема эксперимента, а на рис. 2 – показания амперметра для момента замыкания цепи с катушкой 1 (1), для установившегося постоянного тока, протекающего через катушку 1 (2), и для момента размыкания цепи с катушкой 1 (3).

Рис. 1

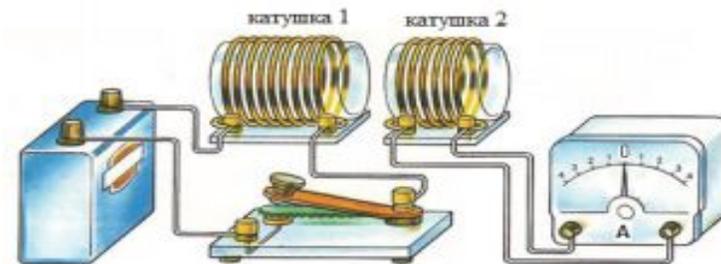
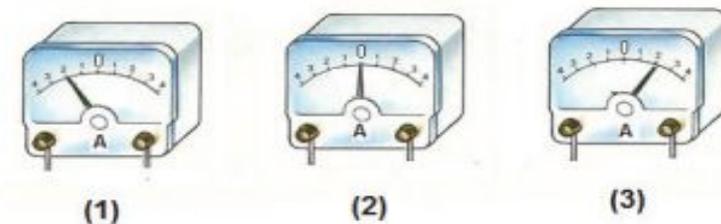


Рис. 2



Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих экспериментальным наблюдениям. Укажите их номера.

- 1) В моменты размыкания и замыкания цепи в катушке 2 возникает индукционный ток.
- 2) Сила индукционного тока зависит от величины магнитного потока, пронизывающего катушку.
- 3) В постоянном магнитном поле сила индукционного тока в катушке 2 принимает максимальное значение.
- 4) Экспериментальная установка позволяет наблюдать возникновение индукционного тока в катушке 2.
- 5) Величина индукционного тока зависит от магнитных свойств среды.

Ответ:

№ 17: Методологические умения

Спецификация ОГЭ по физике 2021

Изменения: один
комплект
предназначен для
серии
экспериментальных
заданий

Обновленный
перечень
оборудования
(Приложение 2)

Используемые
комплекты
оборудования
№ 1, № 2, № 3, № 4, № 6

Экспериментальное задание (комплект № 2)

№	Опыты
№ 2	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="318 486 1528 572">- измерение жёсткости пружины,<li data-bbox="318 591 2033 676">- измерение коэффициента трения скольжения,<li data-bbox="318 695 2147 781">- измерение работы силы трения, силы упругости,<li data-bbox="318 799 2420 1001">- исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления и <u>от рода поверхности</u>;<li data-bbox="318 1019 2420 1220">- исследование силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины

Экспериментальное задание (комплект № 2)

Рекомендации региональной ПК

В комплект **можно** поставить:

- динамометр на 5 Н или на 4 Н
- две пружины с разными значениями жесткости
- набор грузов с массами, которые могут не совпадать с заявленными;
- вторую направляющую («Б») с поверхностью, изготовленную из мелкозернистой шлифовальной шкурки (Н-0 или М10 по ГОСТу 3647-80)

Листы поверки оборудования

№	Название	Предел измерения	Цена деления (С)	Номинал	Примечание
1	штатив лабораторный с держателями	-	-	-	-
2	динамометр № 1	1 Н	C = 0,02 Н	-	-
3	динамометр № 2	5/4 Н	C = 0,1 Н	-	-
4	пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	-	-	k = (40/50±1) Н/м	-
5	пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	-	-	k = (10±2) Н/м	-
6	три груза	-	-	m = (100±2) г	Обозначить № 1, №2, №3
7	наборный груз или набор грузов	-	-	m = (60±1) г m = (70±1) г m = (80±1) г	Обозначить № 4, № 5, № 6
8	линейка и транспортир	длина 300 мм с миллиметровыми делениями	-	-	-
9	брусочек с крючком и нитью	-	-	m = (50±5) г	-
10	направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить «А» и «Б»	-	-	-	поверхность «А» – $\mu \approx 0,2$; поверхность «Б» – $\mu \approx 0,6$

Экспериментальное задание (комплект № 3)

Листы поверки оборудования

Занесение номиналов в базу оборудования



Сборка комплекта



Комплект №2393-Г3

№	Название	Предел измерения	Цена деления (С)	Номинал	Примечание
1	источник питания постоянного тока	-	-	36,0 В	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
2	вольтметр	0— <input type="text"/> В	С = <input type="text"/> В	-	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Вольтметр двухпредельный	0— <input type="text"/> В 0— <input type="text"/> В	С = <input type="text"/> В С = <input type="text"/> В	-	<input type="checkbox"/>
4	Амперметр	0— <input type="text"/> А	С = <input type="text"/> А	-	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Амперметр двухпредельный	0— <input type="text"/> А 0— <input type="text"/> А	С = <input type="text"/> А С = <input type="text"/> А	-	<input type="checkbox"/>
6	Реостат (переменный резистор)	-	-	-	-
7	Резистор	-	-	<input type="text"/> ± <input type="text"/> Ом	обозначить R1
8	Резистор	-	-	<input type="text"/> ± <input type="text"/> Ом	обозначить R2
9	Резистор	-	-	<input type="text"/> ± <input type="text"/> Ом	обозначить R3
10	Лампочка	-	-	-	U ном. = 4,8 В, I = 0,5 А
11	Соединительные провода	-	-	-	10 шт
12	Рабочее поле	-	-	-	-
13	Ключ	-	-	-	-

№	Название	Предел измерения	Цена деления (С)	Номинал	Примечание
1	источник питания постоянного тока	-	-	36,0 В	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
2	вольтметр	0-6 В	С = 0,2 В	-	
	двухпредельный	0-3 В	С = 0,1 В	-	
3	амперметр	0-3 А	С = 0,1 А	-	
	двухпредельный	0-0,6 А	С = 0,02 А	-	
4	переменный резистор (реостат)	-	-	10 Ом	-
5	резистор	-	-	(4,7±0,5) Ом	обозначить R1
6	резистор	-	-	(5,7±0,6) Ом	обозначить R2
7	резистор	-	-	(8,2±0,8) Ом	обозначить R3
8	набор проволочных резисторов pIS	-	-	-	резисторы обеспечивают проведение исследования зависимости R от I, S и ρ
9	лампочка	-	-	-	U ном. = 4,8 В, I = 0,5 А
10	соединит. провода	-	-	-	10 шт
11	ключ	-	-	-	-

Экспериментальное задание (пример № 1)

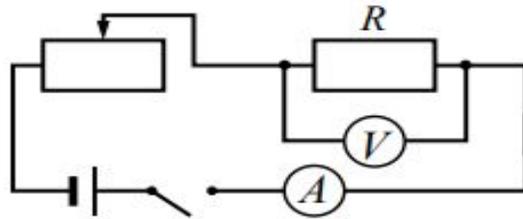
17

Определите электрическое сопротивление резистора R_1 . Для этого соберите экспериментальную установку, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R_1 . При помощи реостата установите в цепи силу тока $0,3\text{ А}$. Абсолютная погрешность измерения силы тока составляет $\pm 0,1\text{ А}$, а напряжения $\pm 0,2\text{ В}$.
В бланке ответов №2:

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

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки.



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

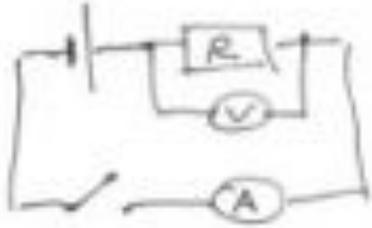
3. $I = (0,3 \pm 0,1)\text{ А}$; $U = (1,4 \pm 0,2)\text{ В}$.

4. $R = 4,7\text{ Ом}$.

Указание экспертам

Численное значение прямого измерения напряжения должно попасть в интервал $U = (1,4 \pm 0,6)\text{ В}$.

Экспериментальное задание (пример № 1)



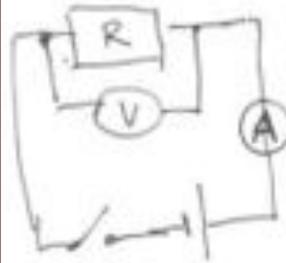
$$R = \frac{U}{I}$$

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

1

$$R = \frac{0,3}{1,4} = 0,2 \text{ Ом}$$

Ошибка в схеме эксперимента !!!



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

$$I = 0,3 \pm 0,1 \text{ А}$$

$$U = 1,4 \pm 0,2 \text{ В}$$

2

$$R = \frac{(0,3 \pm 0,1)}{(1,4 \pm 0,2)} = \frac{0,4}{1,2} = 0,33 \text{ Ом}$$



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

$$U = 1,5 \text{ В}$$

$$I = 0,4 \text{ А}$$

3

$$R = \frac{1,5 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 3,8 \text{ Ом}$$

Экспериментальное задание (пример № 2)

17

Используя источник тока (4,5 В), 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 $\pm 0,1$ А; напряжения $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов № 2:

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

17

Используется комплект № 3.

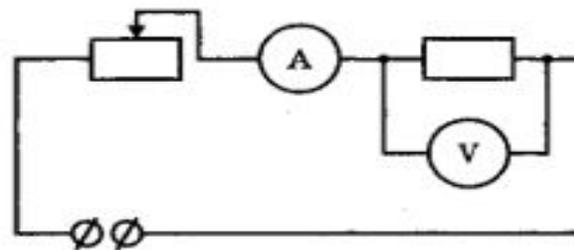
Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:

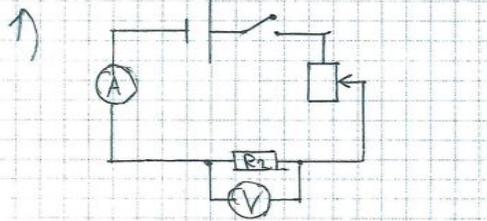
2.

№	I (А)	U (В)
1	$0,2 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,2$
2	$0,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$
3	$0,4 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,2$

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



Экспериментальное задание (пример № 2)

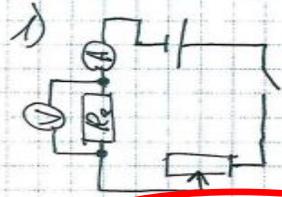


1

2)

	1	2	3
I	$0,2A \pm 0,1A$	$0,3A \pm 0,1A$	$0,4A \pm 0,1A$
U	$1,4B \pm 0,2B$	$2,2B \pm 0,2B$	$2,8B \pm 0,2B$

3) При разных условиях при возрастании значения тока возрастает значение напряжения.



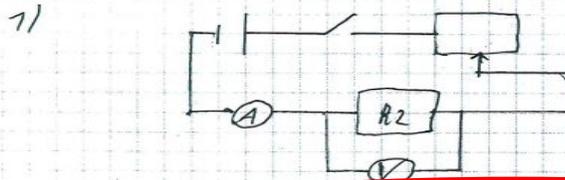
2

2)

$I \pm 0,1A, U \pm 0,2B$

$0,2A$	$1,2B$
$0,3A$	$1,8B$
$0,4A$	$2,4B$

3) Вывод: сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах проводников.



3

2) На данном оборудовании в опыте выделены величины $0,05A$; $0,75A$; $0,25A$

n	A	V
1	0,05	0,6
2	0,75	7,2
3	0,25	7,6

3) Вывод: сила электрического тока в результате прямо пропорционально зависит от напряжения на его концах.

Экспериментальное задание: проблемы

- Комплекты избыточны: выбрать **НУЖНОЕ**.
- Самым главным является п. 3: запись прямых измерений с учетом абсолютной погрешности измерений.
- Необходимо записывать четко значения измеренных величин с учетом погрешности измерения и обязательным указанием единиц физической величины:
 $F_{\text{Арх}} = (0,28 \pm 0,02) \text{ Н}$.
- Формула для расчета искомой величины должна содержать величины, которые были заданы и/или измерены. Расчет искомой величины (косвенные измерения) и запись ответа – без учета абсолютных погрешностей.
- Из опыта: проведение очной консультации по оборудованию на ППЭ для участников экзамена

№ 18: Понимание принципа действия технических устройств

Изученные технические устройства по всем разделам курса физики	Вклад знаменитых учёных в развитие науки	Примеры физических явлений
<p>Соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия</p>	<p>Соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат</p>	<p>Соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют</p>
<ul style="list-style-type: none"> • U-образный (жидкостный) манометр • пружинный динамометр • рычажные весы • Высотомер • гидравлический пресс • поршневой жидкостный насос • шлюзы • жидкостный термометр • психрометр • барометр-анероид • двигатель внутреннего сгорания • 	<ul style="list-style-type: none"> • Г. Галилей • И. Ньютон • Архимед • Р. Гук • Е. Торричелли • Б. Паскаль • О. фон Герике • Ж.-М. и Ж.-Э. Монгольфье • И. Бернулли • Г. Кавендиш • 	<ul style="list-style-type: none"> • образование миражей, • радуга, • плавание судов, • возникновение тока в катушке при опускании в неё постоянного магнита; • ход светового луча при его прохождении через земную атмосферу •

Работа с текстом физического содержания

№	Предметный результат	Уровень сложности	Макс. балл за задание	Задание
19	Интерпретировать информацию физического содержания, отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации. Преобразовывать информацию из одной знаковой системы в другую	Б	2	Выбор 2 верных утверждений из 5
20	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач.	П	2	Развернутый ответ

№ 19: Работа с текстом физического содержания (пример)

- Выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

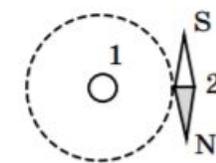
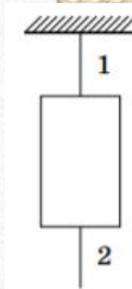
- 1) Мембрана рупора под действием звуковой волны совершает вынужденные колебания.
- 2) При получении клише с воскового диска используется химическое действие электрического тока.
- 3) Звуковая бороздка на вращающемся диске закручивается по спирали от центра диска к его краю.
- 4) Запись звука впервые проводилась на медных пластинах.
- 5) В звукозаписывающем устройстве Эдисона механическая энергия колеблющейся мембраны переходила в энергию звуковой волны.

Качественные задачи

- № 20 – задание с развернутым ответом по тексту (без изменений).
- № 21: задание построено на контексте учебных ситуаций (прогнозирование результатов опытов или интерпретации их результатов) – **НОВАЯ ЗАДАЧА**.
- № 22 – задание с практико-ориентированным контекстом
- СМЫСЛОВОЕ чтение.
- Критериальное оценивание

Примеры заданий № 21

- Будут ли отличаться (и если будут, то как) показания пружинных весов при взвешивании одного и того же тела в разных точках Земли — на экваторе и на полюсе? Ответ поясните.
- Массивный груз подвешен на тонкой нити 1. К грузу прикреплена такая же нить 2. Какая нить скорее всего оборвётся, если резко дёрнуть за нить 2? Ответ поясните.
- В отсутствие тока в проводнике 1, расположенном перпендикулярно плоскости чертежа, магнитная стрелка располагалась в плоскости чертежа так, как показан на рисунке. Изменится ли, если изменится, то как, положение магнитной стрелки, если по проводнику пропустить электрический ток?



Качественные задачи

Для получения максимального балла за эти задания необходимо:

- Дать правильный ответ на поставленный вопрос.
- Объяснить на основе физических законов, явлений описанный сюжет, ситуацию. Объяснение должно быть развёрнутым, обоснованным и не содержать логических или физических противоречий.

Два ключевых вопроса:

- «Что происходит?» (последовательное описание исследуемого явления или процесса).
- «Как это обосновать?» (выстраивание непротиворечивого обоснования с применением формул и/или формулировок физических законов)

Критерии оценивания № 21

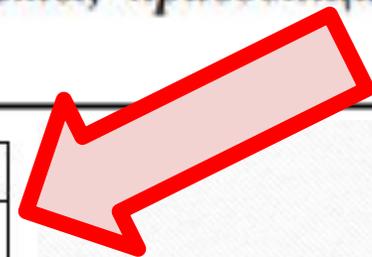
- В ванну с водой в одном случае помещают полено из сосны (плотность сосны 400 кг/м^3), а во втором случае – полено из дуба такой же массы (плотность дуба 700 кг/м^3). Сравните уровень воды в ванне в первом и втором случае. Ответ поясните. В обоих случаях вода из ванн не переливалась через край.

Образец возможного ответа	
1. Уровень воды будет одинаковым. 2. Оба полена плавают, а значит, при одинаковой массе вытеснят одинаковые объёмы воды, так как действующие на них со стороны воды выталкивающие силы одинаковы	
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

Расчетные задачи

Для заданий 23–25 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.

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 (<i>в данном решении: ...</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3



Статистика выполнения расчетных задач 2019

БАЛЛЫ	№ 25	№ 26
«3»	18,8%	34,5%
«2»	7,3%	11%
«1»	28,8%	24,1%
«0»	45,1%	30,4%

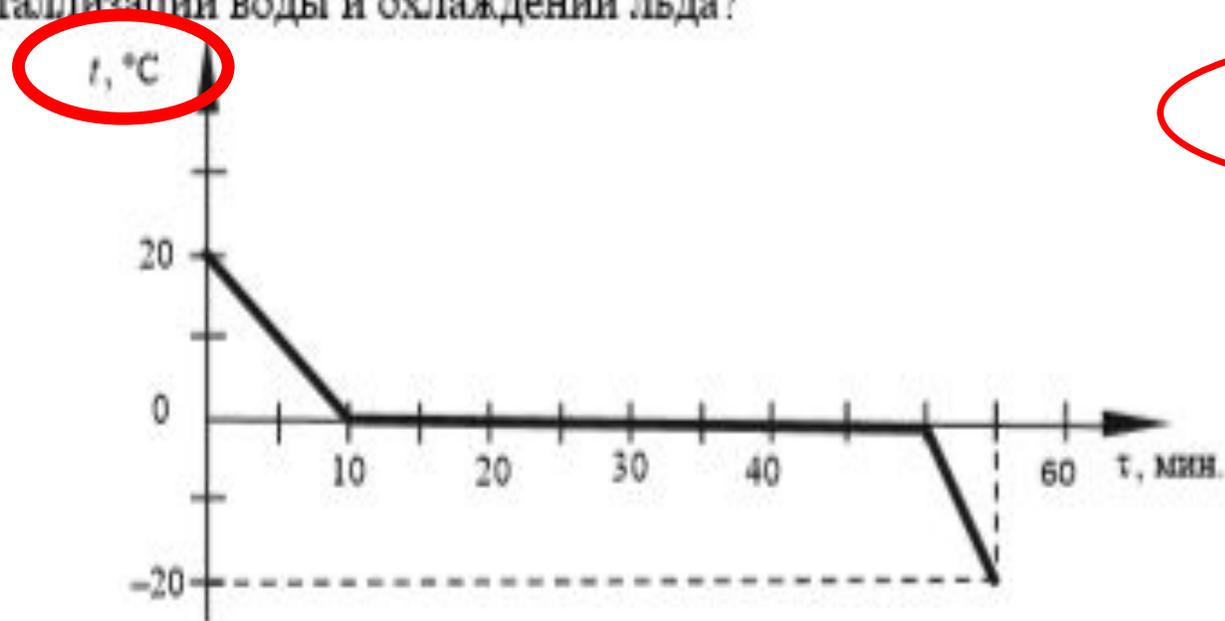
Расчетные задачи

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 (<i>в данном решении:.....</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, 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
Записаны и использованы <u>не все</u> исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но <u>в одной</u> из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Расчетные задачи: пример

23

Зависимость температуры 1 л воды от времени при непрерывном охлаждении представлена на графике. Какое количество теплоты выделилось при кристаллизации воды и охлаждении льда?



Информация из
графика !!!

Расчетные задачи: “Дано”

- Все имеющиеся в задаче значения физических величин.
- Все постоянные и справочные величины (из справочных материалов в начале варианта), которые необходимы для решения задачи.
- Все необходимые для решения задачи значения величин из графика, если он дан в условии задачи.
- При необходимости перевод используемых величин в СИ.
- Сформулирован/записан вопрос задачи

Расчетные задачи: “Уравнения и формулы”

- Кодификатор проверяемых требований к результатам освоения ООП ООО и элементов содержания.
- Комментарии по используемым законам или формулам не обязательны.
- Не требуется расшифровки используемых в решении обозначений.
- **Но!** Разные физические величины должны иметь разные обозначения! Например, плотность и удельное сопротивление обозначаются одной буквой « ρ ». Поэтому здесь нужна индексация для «разведения» этих величин

Расчетные задачи: “Математические преобразования”

- Исходные уравнения (законы, формулы), лежащие в основе решения этой задачи.
- Система уравнений.
- Алгебраические преобразования, конечная формула, не содержащая неизвестных величин.
- Допускается решение по действиям.
- Расчёты.
- В общую формулу должны быть подставлены числовые значения величин (можно без единиц измерения).

Дано: Cu :
 $t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$
 $m = 2,2 \text{ кг}$
 $t_H = 10^\circ \text{C}$
 $I = 7 \text{ А}$
 $\eta = 45\%$

 $U = ?$

$$U = \frac{cm\Delta t}{I\eta}$$

$$U = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 2,2 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}{7 \text{ А} \cdot 1200 \text{ с} \cdot 0,45} = 220 \text{ В.}$$

Ответ: 220 В.

$U = 220 \text{ В.}$

Записаны и использованы не все
исходные формулы, необходимые для
решения задачи

Расчетные задачи: “Ответ”

- Ответ лучше считать на калькуляторе, который можно использовать на ОГЭ по физике.
- При решении задач не требуется проверки полученного ответа “в общем виде” по единицам измерения входящих в неё величин.
- Ответ должен содержать числовое значение и единицы измерения искомой величины.

Спецификация КИМ ОГЭ – 2021

9. Дополнительные материалы и оборудование

Перечень дополнительных материалов и оборудования, использование которых разрешено на ОГЭ, утверждается приказом Минпросвещения России и Рособрнадзора. Участникам экзамена разрешается пользоваться непрограммируемым калькулятором (для каждого ученика) с возможностью вычисления тригонометрических функций (\cos , \sin , tg) и линейкой. Для выполнения экспериментальных заданий используются наборы оборудования (полный перечень материалов и оборудования приведён в Приложении 2).

МОЖНО:

- ✓ Непрограммируемый калькулятор (все арифметические действия, операции возведения в квадрат и извлечения квадратного корня, вычисления тригонометрических функций)
- ✓ Линейка

