

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Ионизационный дымовой извещатель

Пожары в жилых и производственных помещениях, как известно, представляют серьёзную опасность для жизни и здоровья людей и могут служить причиной больших материальных потерь. По этой причине важной задачей является обнаружение пожара в самом начале его возникновения и раннее оповещение людей о начале возгорания. Для решения этой задачи используются различные системы пожарной сигнализации, основным элементом которой является пожарный извещатель. Предназначение пожарного извещателя – среагировать на различные проявления пожара и привести в действие сигнальную часть пожарной сигнализации (например, сирену). Пожарные извещатели бывают двух основных типов: тепловые (реагируют на повышение температуры) и дымовые (реагируют на появление в воздухе частиц дыма). Извещатели обоих типов могут иметь различные принципы действия и конструктивные особенности.

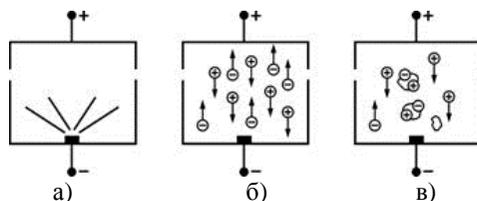


Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя

Рассмотрим в качестве примера **ионизационный дымовой извещатель**. Его основным элементом является ионизационная камера (рис. а), в которой находится источник радиоактивного излучения – например, изотоп химического элемента америция ${}_{95}^{241}\text{Am}$. При радиоактивном распаде америций испускает альфа-частицы, которые ионизируют молекулы воздуха, при столкновениях «разбивая» их на положительно и отрицательно заряженные ионы. Также в ионизационной камере находятся два электрода. После подключения электродов к полюсам источника постоянного напряжения положительные ионы притягиваются к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные ионы – к положительно заряженному электроду, и через ионизационную камеру начинает протекать электрический ток (рис. б). Если в такую камеру попадают частицы дыма, то ионы притягиваются к ним и оседают на этих частицах (рис. в). В результате количество ионов в камере резко уменьшается, число носителей заряда падает, и сила тока, текущего через камеру, также уменьшается. Именно величина силы тока, текущего через ионизационную камеру, служит индикатором наличия дыма, а значит, и пожара.

Обычно при конструировании ионизационного дымового извещателя в него помещают сразу две ионизационные камеры: одну открытую (она является рабочей), а вторую – закрытую (она является эталонной). В закрытую камеру, в отличие от открытой, дым попасть не может, и поэтому сила текущего через неё тока всё время постоянна. Электрическая схема извещателя сравнивает силы токов, текущих через открытую и закрытую камеры. В случае если эти силы токов сильно отличаются друг от друга (что происходит как раз тогда, когда в открытую камеру попадает дым), сигнализация срабатывает – электрическая схема включает её сигнальную часть (например, сирену), и начинается оповещение о пожаре. Описанный ионизационный дымовой извещатель лучше реагирует на дым, состоящий из большого количества мелких частиц. В этом случае суммарная площадь поверхности частиц дыма больше, и ионы лучше осаждаются на частицах.

- 19** При испытаниях ионизационного дымового извещателя в первом опыте на извещатель направили струю сигаретного дыма, а во втором опыте – дым от тлеющей ветоши. Концентрация частиц дыма в обоих случаях была одинаковой. Извещатель сработал только во втором опыте. В каком опыте размер частиц дыма был меньше?

Образец возможного ответа

- В первом опыте.
- Осаждение ионов на частицы дыма (и срабатывание извещателя) происходит тем более эффективно, чем больше суммарная площадь поверхности частиц дыма. При одинаковой концентрации частиц дыма суммарная площадь поверхности частиц больше в случае более крупных частиц. Поскольку извещатель сработал во втором опыте, то в первом опыте размер частиц дыма был меньше.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24

(По материалам Камзеевой Е.Е.)

Комплект № 5. Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока, протекающего через резистор.

При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А. Определите работу электрического тока, протекающего через резистор, в течение 5 минут.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения при силе тока 0,5 А;
- 4) запишите численное значение работы электрического тока.

Характеристика оборудования

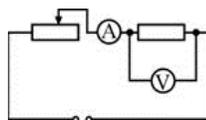
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 в составе:

- источник тока (4,5 В);
- резистор 6 Ом, обозначенный R_1 ;
- реостат;
- амперметр (погрешность измерения 0,1 А);
- вольтметр (погрешность измерения 0,2 В);
- ключ и соединительные провода.

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:



$$2. A = U \cdot I \cdot t.$$

$$3. I = 0,5 \text{ А}; U = 3,0 \text{ В}; t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}.$$

$$4. A = 450 \text{ Дж}.$$

Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. С учётом погрешности измерения:

$$I = 0,5 \pm 0,1 \text{ А}; U = 3,0 \pm 0,2 \text{ В}.$$

Так как $A = U \cdot R \cdot t$, то нижняя граница работы электрического тока

$$НГ(A) = (2,8 \text{ В}) \cdot (0,4 \text{ А}) \cdot (300 \text{ с}) = 336 \text{ Дж}.$$

$$\text{Верхняя граница ВГ}(A) = (3,2 \text{ В}) \cdot (0,6 \text{ А}) \cdot (300 \text{ с}) = 576 \text{ Дж}.$$

© СтатГрад 2013 г. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия СтатГрад запрещена

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) электрическую схему эксперимента; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае – для работы электрического тока через время, напряжение и силу тока); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае – измерения электрического напряжения и силы тока); 4) полученное правильное численное значение искомой величины.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины. ИЛИ Допущена ошибка при переводе одной из измеренных величин в СИ, что привело к ошибке при вычислении значения искомой величины. ИЛИ Допущена ошибка при обозначении единиц одной из измеренных величин. ИЛИ Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчёта искомой величины и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчёта искомой величины, но не получен ответ и не приведён рисунок экспериментальной установки. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчёта искомой величины.	2
Записано только правильное значение прямых измерений. ИЛИ Представлена только правильно записанная формула для расчёта искомой величины. ИЛИ Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.	1
Все случаи выполнения задания, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	4

© СтатГрад 2013 г. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия СтатГрад запрещена

- 25 На газовую плиту с одинаковыми горелками, включёнными на полную мощность, поставили две одинаковые кастрюли, заполненные водой, – одну открытую, а другую закрытую крышкой. Какая из них закипит быстрее? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

- Та, которая закрыта крышкой.
- В открытой кастрюле вода испаряется, и её пары покидают кастрюлю, унося с собой теплоту испарения. Вследствие испарения вода охлаждается. Часть энергии горения расходуется на компенсацию этого охлаждения, а остальная часть – на нагревание воды. В закрытой кастрюле вода испаряется и вследствие этого охлаждается, а пар конденсируется: в оставшуюся воду, на крышке и на стенках кастрюли. Энергия, выделяющаяся при конденсации пара, препятствует охлаждению воды, поэтому горелка нагревает воду быстрее.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 26 Брусок массой 900 г, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью $v=10$ м/с, ударяется о такой же, но неподвижный брусок и теряет $2/3$ своей скорости. Найдите количество теплоты, выделившейся при соударении брусков. Движение брусков считать поступательным.

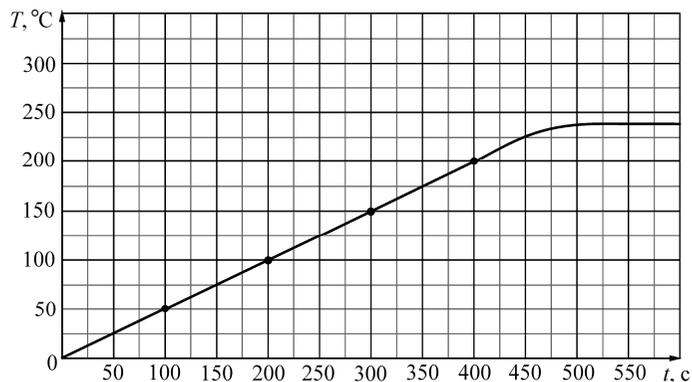
Возможный вариант решения

Дано:	Решение:
$m = 0,9$ кг $v = 10$ м/с $Q = ?$	Согласно закону сохранения импульса $mv = m(v/3) + mi$, откуда скорость второго бруска после соударения $i = 2v/3$. Согласно закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = \frac{m(v/3)^2}{2} + \frac{m(2v/3)^2}{2} + Q$, откуда количество теплоты, выделившееся при ударе, равно $Q = \frac{2mv^2}{9}$. Подставляя числовые данные условия задачи и проверяя размерность найденной величины, получаем $Q = 20$ Дж. <i>Ответ:</i> $Q = 20$ Дж.

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 (<i>в данном решении — закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, уравнение теплового баланса</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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2

Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые 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
<i>Максимальный балл</i>	3

- 27 Кусок олова массой $m = 200$ г с начальной температурой $T_0 = 0$ °С нагревают в тигле на электроплитке, включённой в сеть постоянного тока с напряжением $U = 230$ В. Амперметр, включённый последовательно с плиткой, показывает силу тока $I = 0,1$ А. На рисунке приведён полученный экспериментально график зависимости температуры T олова от времени t . Считая, что вся теплота, поступающая от электроплитки, идёт на нагрев олова, определите его удельную теплоёмкость в твёрдом состоянии.



Возможный вариант решения

<u>Дано:</u> $m = 200$ г $U = 230$ В $I = 0,1$ А $T_0 = 0$ °С (при $t_0 = 0$ с) $T_1 = 200$ °С при $t_1 = 400$ с (из графика)	<u>Решение:</u> Мощность, идущая на нагревание олова, по закону Джоуля–Ленца и согласно условию равна $W = I \cdot U = 0,1 \cdot 230 = 23$ Вт. За время $\Delta t = t_1 - t_0 = 400$ с олово нагрелось на $T = T_1 - T_0 = 200$ °С, причём его температура росла по линейному закону до момента времени $t = 450$ с, а затем олово начало плавиться, и температура почти сразу перестала меняться (см. график). Уравнение теплового баланса для олова в твёрдом состоянии имеет вид: $W \Delta t = IU \Delta t = cm \Delta T$, откуда удельная теплоёмкость олова c равна $c = IU \Delta t / m \Delta T = 23 \cdot 400 / 0,2 \cdot 200 = 230$ Дж/(кг·°С). <i>Ответ:</i> 230 Дж/(кг·°С).
---	---

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 Джоуля–Ленца и уравнение теплового баланса для процесса нагревания олова в твёрдом состоянии); 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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые 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
<i>Максимальный балл</i>	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Ионизационный дымовой извещатель

Пожары в жилых и производственных помещениях, как известно, представляют серьёзную опасность для жизни и здоровья людей и могут служить причиной больших материальных потерь. По этой причине важной задачей является обнаружение пожара в самом начале его возникновения и раннее оповещение людей о начале возгорания. Для решения этой задачи используются различные системы пожарной сигнализации, основным элементом которой является пожарный извещатель. Предназначение пожарного извещателя – среагировать на различные проявления пожара и привести в действие сигнальную часть пожарной сигнализации (например, сирену). Пожарные извещатели бывают двух основных типов: тепловые (реагируют на повышение температуры) и дымовые (реагируют на появление в воздухе частиц дыма). Извещатели обоих типов могут иметь различные принципы действия и конструктивные особенности.

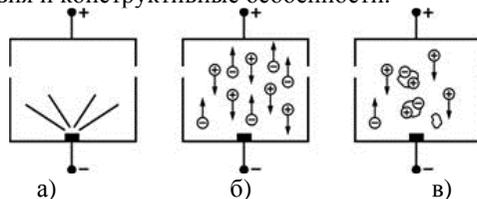


Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя

Рассмотрим в качестве примера **ионизационный дымовой извещатель**. Его основным элементом является ионизационная камера (рис. а), в которой находится источник радиоактивного излучения – например, изотоп химического элемента америция $^{95}_{241}\text{Am}$. При радиоактивном распаде америций испускает альфа-частицы, которые ионизируют молекулы воздуха, при столкновениях «разбивая» их на положительно и отрицательно заряженные ионы. Также в ионизационной камере находятся два электрода. После подключения электродов к полюсам источника постоянного напряжения положительные ионы притягиваются к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные ионы – к положительно заряженному электроду, и через ионизационную камеру начинает протекать электрический ток (рис. б). Если в такую камеру попадают частицы дыма, то ионы притягиваются к ним и оседают на этих частицах (рис. в). В результате количество ионов в камере резко уменьшается, число носителей заряда падает, и сила тока, текущего через камеру, также уменьшается. Именно величина силы тока, текущего через ионизационную камеру, служит индикатором наличия дыма, а значит, и пожара.

Обычно при конструировании ионизационного дымового извещателя в него помещают сразу две ионизационные камеры: одну открытую (она является

рабочей), а вторую – закрытую (она является эталонной). В закрытую камеру, в отличие от открытой, дым попасть не может, и поэтому сила текущего через неё тока всё время постоянна. Электрическая схема извещателя сравнивает силы токов, текущих через открытую и закрытую камеры. В случае если эти силы токов сильно отличаются друг от друга (что происходит как раз тогда, когда в открытую камеру попадает дым), сигнализация срабатывает – электрическая схема включает её сигнальную часть (например, сирену), и начинается оповещение о пожаре. Описанный ионизационный дымовой извещатель лучше реагирует на дым, состоящий из большого количества мелких частиц. В этом случае суммарная площадь поверхности частиц дыма больше, и ионы лучше осаждаются на частицах.

19

При испытаниях ионизационного дымового извещателя в первом опыте на извещатель направили струю сигаретного дыма, а во втором опыте – дым от тлеющей ветоши. Размер частиц дыма в обоих случаях был одинаковым. Извещатель сработал только во втором опыте. В каком опыте концентрация частиц дыма была больше?

Образец возможного ответа

- Во втором опыте.
- Осаждение ионов дыма (и срабатывание извещателя) происходит тем более эффективно, чем больше суммарная площадь поверхности частиц дыма. При одинаковом размере частиц дыма суммарная площадь поверхности частиц больше в случае большей концентрации. Поскольку извещатель сработал во втором опыте, то во втором опыте концентрация частиц дыма была больше.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	
	2

24 (По материалам Камзеевой Е.Е.)

Комплект № 5. Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , соберите экспериментальную установку для определения электрического сопротивления резистора.

При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,2 А.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта электрического сопротивления;
- 3) укажите результаты измерения напряжения при силе тока 0,2 А;
- 4) запишите численное значение электрического сопротивления резистора.

Характеристика оборудования

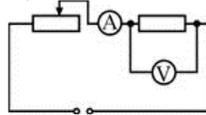
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 в составе:

- источник тока (4,5 В);
- резистор 12 Ом, обозначенный R_2 ;
- реостат;
- амперметр (погрешность измерения 0,1 А);
- вольтметр (погрешность измерения 0,2 В);
- ключ и соединительные провода.

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:



$$2. I = U/R; R = U/I.$$

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

$$4. R = 12 \text{ Ом}.$$

Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. С учётом погрешности измерения:

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

Так как $R = U/I$, то нижняя граница сопротивления

$$НГ(R) = 2,2 \text{ В} / 0,3 \text{ А} \approx 7 \text{ Ом}.$$

$$\text{Верхняя граница } ВГ(R) = 2,6 \text{ В} / 0,1 \text{ А} = 26 \text{ Ом}.$$

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) электрическую схему эксперимента; 2) формулу для расчёта искомой величины (<i>в данном случае – для вычисления электрического сопротивления через напряжение и силу тока</i>); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (<i>в данном случае – измерение электрического напряжения и силы тока</i>); 4) полученное правильное численное значение искомой величины.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1– 4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины. ИЛИ Допущена ошибка при обозначении единиц измерения одной из величин. ИЛИ Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчёта искомой величины и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчёта искомой величины, но не получен ответ и не приведён рисунок экспериментальной установки. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчёта искомой величины.	2
Записано только правильное значение прямых измерений. ИЛИ Представлена только правильно записанная формула для расчёта искомой величины. ИЛИ Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.	1
Все случаи выполнения задания, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	4

- 25 На стол поставили две одинаковые кастрюли, заполненные водой, доведённой на плите до кипения, – одну открытую, а другую закрытую крышкой. Какая из них остынет быстрее? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

- Открытая.
- В открытой кастрюле вода испаряется, и её пары покидают кастрюлю, унося с собой теплоту испарения. Вследствие испарения вода охлаждается. В кастрюле, закрытой крышкой, вода охлаждается при испарении, а пар конденсируется: в оставшуюся воду, на крышке и стенках кастрюли. Энергия, выделяющаяся при конденсации пара, препятствует охлаждению воды, поэтому в закрытой кастрюле вода остывает медленнее, чем в открытой.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 26 Брусок массой 400 г, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью $v=10$ м/с, ударяется о такой же, но неподвижный брусок и теряет половину своей скорости. Найдите количество теплоты, выделившейся при соударении брусков. Движение брусков считать поступательным.

Возможный вариант решения

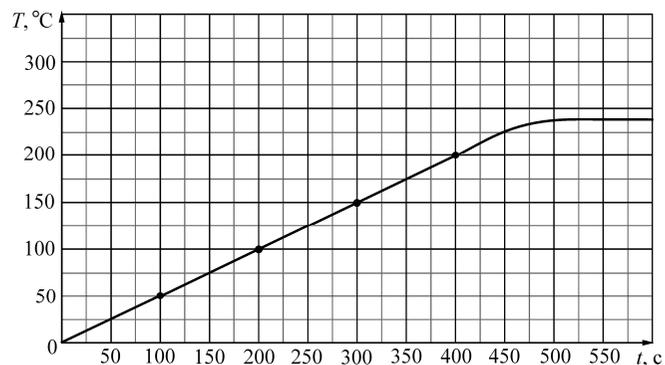
<u>Дано:</u> $m = 0,4$ кг $v = 10$ м/с $Q = ?$	<u>Решение:</u> Согласно закону сохранения импульса $mv = m(v/2) + mi$, откуда скорость второго бруска после соударения $i = v/2$. Согласно закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = \frac{m(v/2)^2}{2} + \frac{m(v/2)^2}{2} + Q$, откуда количество теплоты, выделившееся при ударе, равно $Q = \frac{mv^2}{4}$. Подставляя числовые данные условия задачи и проверяя размерность найденной величины, получаем $Q = 10$ Дж. <i>Ответ:</i> $Q = 10$ Дж.
---	---

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 (<i>в данном решении – закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, уравнение теплового баланса</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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2

Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые 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
<i>Максимальный балл</i>	3

27

Кусок олова массой $m = 100$ г с начальной температурой $T_0 = 0$ °С нагревают в тигле на электроплитке, включённой в сеть постоянного тока с напряжением $U = 12$ В. Амперметр, включённый последовательно с плиткой, показывает ток $I = 1$ А. На рисунке приведён полученный экспериментально график зависимости температуры T олова от времени t . Считая, что вся теплота, поступающая от электроплитки, идёт на нагрев олова, определите его удельную теплоёмкость в твёрдом состоянии.

**Возможный вариант решения**

Дано: $m = 100$ г $U = 12$ В $I = 1$ А $T_0 = 0$ °С (при $t_0 = 0$ с) $T_1 = 200$ °С при $t_1 = 400$ с (из графика)	Решение: Мощность, идущая на нагревание олова, по закону Джоуля-Ленца и согласно условию равна $W = I \cdot U = 1 \cdot 12 = 12$ Вт. За время $\Delta t = t_1 - t_0 = 400$ с олово нагрелось на $\Delta T = T_1 - T_0 = 200$ °С, причём его температура росла по линейному закону до момента времени $t = 450$ с, а затем олово начало плавиться, и температура почти сразу перестала меняться (см. график). Уравнение теплового баланса для олова в твёрдом состоянии имеет вид: $W \Delta t = IU \Delta t = cm \Delta T$, откуда удельная теплоёмкость олова с равна $c = \frac{IU \Delta t}{m \Delta T} = \frac{12 \cdot 400}{0,1 \cdot 200} = 240$ Дж/(кг·°С). Ответ: 240 Дж/(кг·°С).
--	--

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 Джоуля-Ленца и уравнение теплового баланса для процесса нагревания олова в твёрдом состоянии); 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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые 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
<i>Максимальный балл</i>	3

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	2
2	3
3	2
4	3
5	3
6	2
7	1
8	1
9	3
10	2
11	1

№ задания	Ответ
12	2
13	2
14	2
15	4
16	2
17	2
18	3
20	241
21	131
22	35
23	23

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	4
2	3
3	4
4	2
5	2
6	2
7	3
8	2
9	2
10	4
11	4

№ задания	Ответ
12	4
13	3
14	2
15	4
16	3
17	1
18	2
20	315
21	232
22	24
23	14