

## Тренировочная работа № 1

по ФИЗИКЕ

7 октября 2013 года

9 класс

Вариант ФИ90101

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс

Фамилия.

Имя.

Отчество

### Инструкция по выполнению работы

На выполнение работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из трёх частей, включающих в себя 27 заданий.

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводится четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в работе. Если Вы обвели не тот номер, зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутые ответы. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать максимально возможное количество баллов.

**Желаем успеха!**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$
мега	М	$10^6$
кило	к	$10^3$
гекто	г	$10^2$
санти	с	$10^{-2}$
милли	м	$10^{-3}$
микро	мк	$10^{-6}$
нано	н	$10^{-9}$

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$		

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 С	воды	100 С
олова	232 С	спирта	78 С
льда	0 С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура 0 °С.

**Часть 1**

**К каждому из заданий 1–18 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.**

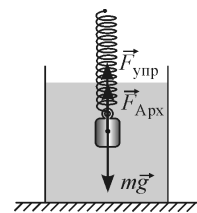
**1** Тело движется вдоль оси  $Ox$ . В таблице представлены значения проекции скорости  $v_x$  этого тела в зависимости от времени  $t$ .

$v_x$ , м/с	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0
$t$ , с	0	2	4	6	8	10	12	14	16

Среднее ускорение тела было постоянным по модулю, но отличным от нуля

- 1) только на промежутке времени от 0 с до 8 с
- 2) на промежутках времени от 0 с до 8 с и от 12 с до 16 с
- 3) только на промежутке времени от 8 с до 12 с
- 4) только на промежутке времени от 14 с до 16 с

**2** Металлический брусок подвешен к пружине и целиком погружён в сосуд с водой, находясь в состоянии покоя. На рисунке показаны действующие на брусок сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила Архимеда  $\vec{F}_{\text{Арх}}$ , а также сила упругости  $\vec{F}_{\text{упр}}$  пружины. Какая из записанных ниже формул является правильной?

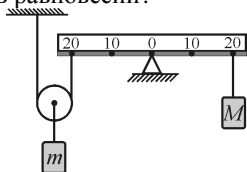


- 1)  $mg = F_{\text{упр}}$
- 2)  $mg = F_{\text{упр}} - F_{\text{Арх}}$
- 3)  $mg = F_{\text{упр}} + F_{\text{Арх}}$
- 4)  $mg = F_{\text{Арх}}$

**3** С высоты  $h$  без начальной скорости на кучу с песком падает тело массой  $m$  и застревает в песке. Чему равен модуль изменения импульса тела за время, в течение которого происходит его застревание в песке?

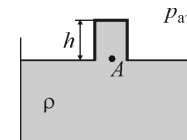
- 1) 0
- 2)  $m\sqrt{2gh}$
- 3)  $mgh$
- 4)  $m\sqrt{\frac{2h}{g}}$

**4** На рисунке показана система, состоящая из очень лёгкого рычага и невесомого подвижного блока. К оси блока прикреплена гиря массой  $m = 2$  кг. Гирию какой массой  $M$  нужно подвесить к правому концу рычага, чтобы система находилась в равновесии?



- 1) 0,5 кг
- 2) 1 кг
- 3) 2 кг
- 4) 4 кг

**5** На уроке физики демонстрируют следующий опыт: стакан высотой  $h$  погружают в большую ёмкость с водой так, чтобы он полностью наполнился водой. После этого стакан переворачивают вверх дном и медленно вытаскивают из воды до тех пор, пока края стакана не сравняются с уровнем воды в большом сосуде (см. рисунок). Учитывая, что атмосферное давление равно  $p_{\text{атм}}$ , а плотность воды равна  $\rho$ , определите давление  $p_A$  в точке  $A$  внутри стакана.



- 1)  $\rho gh$
- 2)  $p_{\text{атм}} - \rho gh$
- 3)  $p_{\text{атм}}$
- 4)  $p_{\text{атм}} + \rho gh$

**6** Брусок, находящийся на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 3/5$ ) и коэффициентом трения 0,2, начал движение вниз из состояния покоя. Какую скорость приобретет брусок, пройдя вниз вдоль наклонной плоскости расстояние 1,9 м?

- 1)  $\approx 0,01$  м/с
- 2)  $\approx 4,1$  м/с
- 3)  $\approx 5,6$  м/с
- 4)  $\approx 15,2$  м/с

**7** В одинаковые сосуды с равными массами воды при одинаковой температуре погрузили латунный и свинцовый шары с равными массами и одинаковыми температурами, более высокими, чем температура воды. Известно, что после установления теплового равновесия температура воды в сосуде с латунным шаром повысилась больше, чем в сосуде со свинцовым шаром. У какого металла – латуни или свинца – удельная теплоёмкость больше? Какой из шаров передал воде и сосуду большее количество теплоты?

- 1) удельная теплоёмкость латуни больше, латунный шар передал воде и сосуду большее количество теплоты
- 2) удельная теплоёмкость латуни больше, латунный шар передал воде и сосуду меньшее количество теплоты
- 3) удельная теплоёмкость свинца больше, свинцовый шар передал воде и сосуду большее количество теплоты
- 4) удельная теплоёмкость свинца больше, свинцовый шар передал воде и сосуду меньшее количество теплоты

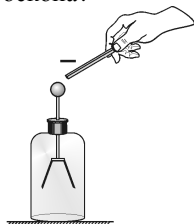
**8** Какое(-ие) из нижеприведённых утверждений являе(-ю)тся правильным(-и)?  
**А.** Вещество состоит из мельчайших частиц – атомов или молекул, и доказательством этому служит явление теплопроводности.  
**Б.** Вещество состоит из мельчайших частиц – атомов или молекул, и одним из аргументов в пользу этого служит явление диффузии.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**9** В стакан массой 100 г, долго стоявший на столе в комнате, налили 200 г воды при комнатной температуре +20 °С и опустили в неё кипятильник мощностью 300 Вт. Через 4 минуты работы кипятильника вода в стакане закипела. Пренебрегая потерями теплоты в окружающую среду, найдите удельную теплоёмкость материала стакана.

- 1) 15 000 Дж/(кг·°С)                      3) 600 Дж/(кг·°С)  
 2) 8150 Дж/(кг·°С)                      4) –8150 Дж/(кг·°С)

**10** К положительно заряженному электроскопу (см. рисунок) подносят отрицательно заряженную палочку, не касаясь ею шара электроскопа. Что произойдет с листками электроскопа?

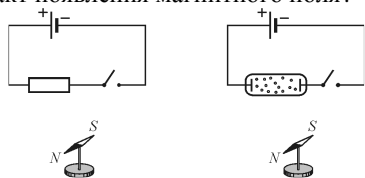


- 1) электроскоп полностью разрядится  
 2) угол отклонения листков электроскопа от вертикали увеличится  
 3) угол отклонения листков электроскопа от вертикали не изменится  
 4) угол отклонения листков электроскопа от вертикали уменьшится

**11** К источнику постоянного напряжения подключены последовательно две медные проволоки одинаковой длины. Диаметр первой проволоки в два раза больше диаметра второй проволоки. Во сколько раз напряжение  $U_1$  на первой проволоке отличается от напряжения  $U_2$  на второй проволоке?

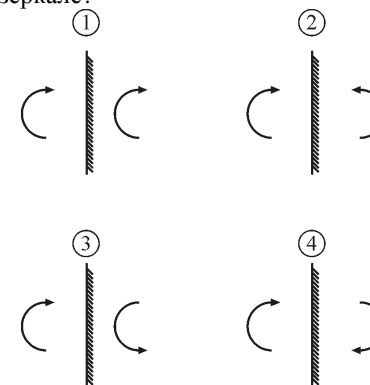
- 1)  $U_1 = U_2/4$       2)  $U_1 = U_2/2$       3)  $U_1 = 2U_2$       4)  $U_1 = 4U_2$

**12** К источнику постоянного напряжения вначале подключают медную проволоку, а затем трубку с разреженным газом, в которой возникает газовый разряд. При этом в каждом случае рядом с проводниками помещают магнитную стрелку. В каком случае магнитная стрелка после замыкания ключа зафиксирует факт появления магнитного поля?



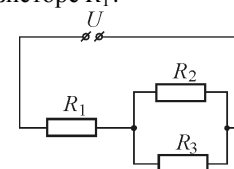
- 1) ни в том, ни в другом случае                      3) только во втором случае  
 2) только в первом случае                      4) в обоих случаях

**13** На каком из приведённых ниже рисунков правильно построено изображение предмета в плоском зеркале?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**14** Резисторы  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 40$  Ом,  $R_3 = 40$  Ом подключены к источнику постоянного напряжения  $U = 120$  В так, как показано на рисунке. Какая мощность выделяется в резисторе  $R_1$ ?

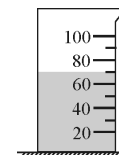


- 1) 40 Вт                      2) 160 Вт                      3) 320 Вт                      4) 1440 Вт

**15** Изотоп криптона  $^{97}_{36}\text{Kr}$  в результате серии распадов превратился в изотоп молибдена  $^{97}_{42}\text{Mo}$ . Сколько  $\beta$ -частиц было испущено в этой серии распадов?

- 1) 0                      2) 1                      3) 3                      4) 6

**16** В мерный стакан налита вода. Укажите объём воды с учётом погрешности измерения.

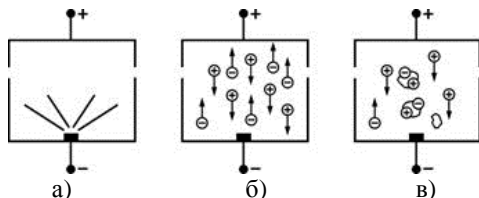


- 1) 70 мл                      2)  $70,0 \pm 0,5$  мл                      3)  $70 \pm 5$  мл                      4)  $70 \pm 10$  мл

**Прочитайте текст и выполните задания 17–19.**

**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.

**17** При попадании частиц дыма в ионизационную камеру извещателя сила тока, текущего через неё,

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от размеров частиц дыма

**18** В ионизационной камере дымового извещателя проводимость воздуха обеспечивается

- 1) только положительно заряженными ионами
- 2) только отрицательно заряженными ионами
- 3) положительно и отрицательно заряженными ионами
- 4) только альфа-частицами

*При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.*

**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?

**Часть 2**

**При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.**

**20** Брусок массой  $m$  покоится на плоскости, наклонённой под углом  $\alpha$  к горизонту. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым они определяются. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) модуль силы нормальной реакции плоскости
- Б) модуль силы трения
- В) модуль силы тяжести

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $mg \sin \alpha$
- 2)  $\mu mg \sin \alpha$
- 3)  $mg \cos \alpha$
- 4)  $\mu mg \cos \alpha$
- 5)  $mg$

Ответ:

А	Б	В

**21** К идеальному источнику постоянного напряжения подключена цепь, состоящая из последовательно соединённых реостата и амперметра. В какой-то момент ползунок реостата начинают двигать, уменьшая его сопротивление. Как при этом изменяются показание амперметра, напряжение источника и тепловая мощность, выделяющаяся в реостате?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Цифры в ответе могут повторяться.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) показание амперметра
- Б) напряжение источника
- В) тепловая мощность, выделяющаяся в реостате

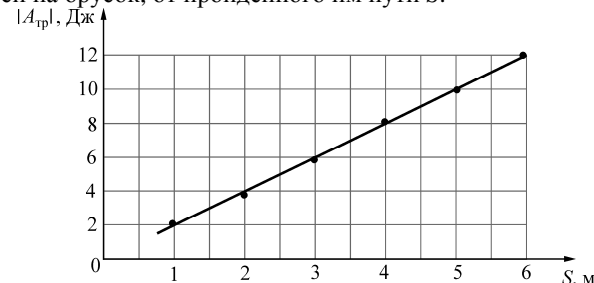
**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Ответ:

А	Б	В

**22** Маленький брусок массой 500 г тащат с постоянной скоростью по горизонтальной шероховатой поверхности, прикладывая к нему горизонтально направленную силу. На графике приведена найденная экспериментально зависимость модуля работы  $|A_{тр}|$  силы сухого трения, действующей на брусок, от пройденного им пути  $S$ .

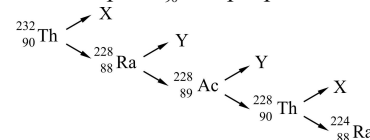


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Когда пройденный бруском путь будет равен 10 м, работа действующей на брусок силы сухого трения будет отрицательна и равна  $-14$  Дж.
- 2) Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4.
- 3) Движение бруска является равноускоренным.
- 4) Модуль силы, приложенной к бруску, равен 2 Н.
- 5) Если увеличить массу бруска до 1 кг, то он будет двигаться вдвое медленнее.

Ответ:

**23** На рисунке показана схема цепочки радиоактивных превращений, в результате которой изотоп тория  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  превращается в изотоп радия  ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ .



Какие утверждения соответствуют данной схеме?

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) Частица X является  $\beta$ -частицей, то есть электроном
- 2) Частица X является  $\alpha$ -частицей, то есть ядром гелия  ${}^4_2\text{He}$
- 3) Частица Y является  $\beta$ -частицей, то есть электроном
- 4) Частица Y является  $\alpha$ -частицей, то есть ядром гелия  ${}^4_2\text{He}$
- 5) Частица X является протоном, а частица Y – позитроном

Ответ:

## Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

- 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.

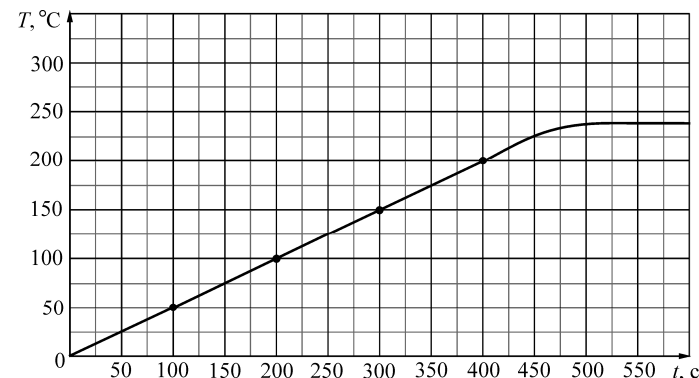
*Задание 25 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.*

- 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.

*Для заданий 26, 27 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.*

- 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.

- 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.



## Тренировочная работа № 1

по ФИЗИКЕ

7 октября 2013 года

9 класс

Вариант ФИ90102

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс

Фамилия.

Имя.

Отчество

### Инструкция по выполнению работы

На выполнение работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из трёх частей, включающих в себя 27 заданий.

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводится четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в работе. Если Вы обвели не тот номер, зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутые ответы. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать максимально возможное количество баллов.

**Желаем успеха!**



Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$
мега	М	$10^6$
кило	к	$10^3$
гекто	г	$10^2$
санти	с	$10^{-2}$
милли	м	$10^{-3}$
микро	мк	$10^{-6}$
нано	н	$10^{-9}$

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$		

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 С	воды	100 С
олова	232 С	спирта	78 С
льда	0 С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

Нормальные условия: давление  $10^5$  Па, температура 0 °С.

Часть 1

К каждому из заданий 1–18 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

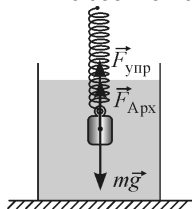
1 Тело движется вдоль оси  $OX$ . В таблице представлены значения координаты  $x$  этого тела в зависимости от времени  $t$ .

$x$ , м	0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$t$ , с	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Средняя скорость тела не изменялась по модулю, но была отлична от нуля

- 1) только на промежутке времени от 0 с до 2 с
- 2) на промежутках времени от 0 с до 2 с и от 4 с до 8 с
- 3) только на промежутке времени от 2 с до 4 с
- 4) только на промежутке времени от 4 с до 8 с

2 Металлический брусок подвешен к пружине и целиком погружён в сосуд с водой, находясь в состоянии покоя. На рисунке показаны действующие на брусок сила тяжести  $\vec{m\vec{g}}$  и сила Архимеда  $\vec{F}_{\text{Арх}}$ , а также сила упругости  $\vec{F}_{\text{упр}}$  пружины. Какое из записанных ниже соотношений является правильным?

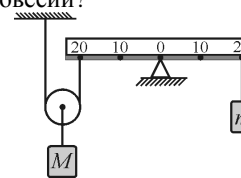


- 1)  $mg > F_{\text{упр}} + F_{\text{Арх}}$
- 2)  $mg < F_{\text{упр}} + F_{\text{Арх}}$
- 3)  $mg = F_{\text{упр}} + F_{\text{Арх}}$
- 4)  $mg = F_{\text{упр}} - F_{\text{Арх}}$

3 С высоты  $h$  без начальной скорости на гладкую горизонтальную поверхность падает тело массой  $m$ . После абсолютно упругого удара о поверхность тело отскакивает от неё. Чему равен модуль изменения импульса тела за время, в течение которого происходит соударение тела с поверхностью и отскок от неё?

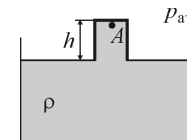
- 1) 0
- 2)  $m\sqrt{\frac{gh}{2}}$
- 3)  $m\sqrt{2gh}$
- 4)  $2m\sqrt{2gh}$

4 На рисунке показана система, состоящая из очень лёгкого рычага и невесомого подвижного блока. К правому концу рычага подвешена гиря массой  $m = 1$  кг. Гирию какой массой  $M$  нужно подвесить к оси блока, чтобы система находилась в равновесии?



- 1) 0,5 кг
- 2) 1 кг
- 3) 2 кг
- 4) 4 кг

5 На уроке физики демонстрируют следующий опыт: стакан высотой  $h$  погружают в большую ёмкость с водой так, чтобы он полностью наполнился водой. После этого стакан переворачивают вверх дном и медленно вытаскивают из воды до тех пор, пока края стакана не сравняются с уровнем воды в большом сосуде (см. рисунок). Учитывая, что атмосферное давление равно  $p_{\text{атм}}$ , а плотность воды равна  $\rho$ , определите давление  $p_A$  в точке  $A$  внутри стакана.



- 1)  $\rho gh$
- 2)  $p_{\text{атм}} - \rho gh$
- 3)  $p_{\text{атм}}$
- 4)  $p_{\text{атм}} + \rho gh$

6 Брусок, находящийся на наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  и коэффициентом трения 0,2, начал движение вниз из состояния покоя. Какое расстояние вдоль наклонной плоскости пройдёт брусок к тому моменту, когда его скорость станет равной 5 м/с?

- 1)  $\approx 2,5$  м
- 2)  $\approx 3,8$  м
- 3)  $\approx 4,2$  м
- 4)  $\approx 7,6$  м

7 В одинаковые сосуды с равными массами воды при одинаковой температуре погрузили медный и никелевый шары с равными массами и одинаковыми температурами, более высокими, чем температура воды. Известно, что после установления теплового равновесия температура воды в сосуде с никелевым шаром повысилась больше, чем в сосуде с медным шаром. У какого металла – меди или никеля – удельная теплоёмкость больше? Какой из шаров передал воде и сосуду большее количество теплоты?

- 1) удельная теплоёмкость меди больше, медный шар передал воде и сосуду большее количество теплоты
- 2) удельная теплоёмкость меди больше, медный шар передал воде и сосуду меньшее количество теплоты
- 3) удельная теплоёмкость никеля больше, никелевый шар передал воде и сосуду большее количество теплоты
- 4) удельная теплоёмкость никеля больше, никелевый шар передал воде и сосуду меньшее количество теплоты

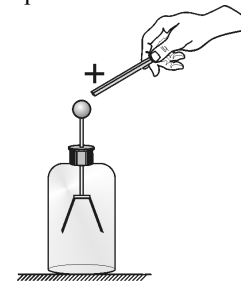
8 Какое(-ие) из нижеприведённых утверждений являе(-ю)тся правильным(-и)?  
**А.** Молекулы или атомы в веществе находятся в непрерывном тепловом движении, и одним из аргументов в пользу этого служит явление диффузии.  
**Б.** Молекулы или атомы в веществе находятся в непрерывном тепловом движении, и доказательством этому служит явление конвекции.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

9 В стакан массой 100 г, долго стоявший на улице, налили 200 г воды из лужи при температуре  $+10^\circ\text{C}$  и опустили в неё кипятыльник. Через 5 минут работы кипятыльника вода в стакане закипела. Пренебрегая потерями теплоты в окружающую среду, найдите мощность кипятыльника. Удельная теплоёмкость материала стакана равна  $600 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ .

- 1) 24 Вт
- 2) 270 Вт
- 3) 1 кВт
- 4) 24,12 кВт

10 К положительно заряженному электроскопу (см. рисунок) подносят положительно заряженную палочку, не касаясь ею шара электроскопа. Что произойдет с листками электроскопа?

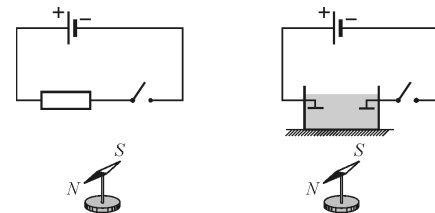


- 1) электроскоп полностью разрядится
- 2) угол отклонения листков электроскопа от вертикали увеличится
- 3) угол отклонения листков электроскопа от вертикали не изменится
- 4) угол отклонения листков электроскопа от вертикали уменьшится

11 К источнику постоянного напряжения подключены параллельно две никелиновые проволоки одинаковой длины. Диаметр первой проволоки в два раза больше диаметра второй проволоки. Во сколько раз сила тока  $I_1$  в первой проволоке отличается от силы тока  $I_2$  во второй проволоке?

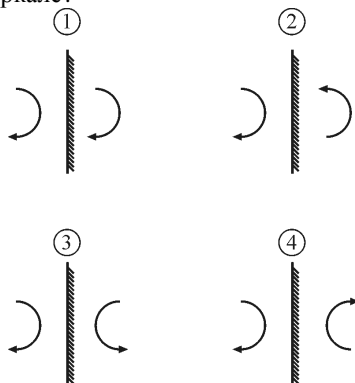
- 1)  $I_1 = I_2/4$
- 2)  $I_1 = I_2/2$
- 3)  $I_1 = 2I_2$
- 4)  $I_1 = 4I_2$

12 К источнику постоянного напряжения вначале подключают алюминиевую проволоку, а затем кювету с электролитом. При этом в каждом случае рядом с проводниками помещают магнитную стрелку. В каком случае магнитная стрелка после замыкания ключа зафиксирует факт появления магнитного поля?



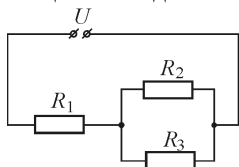
- 1) ни в том, ни в другом случае
- 2) в обоих случаях
- 3) только в первом случае
- 4) только во втором случае

13 На каком из приведённых ниже рисунков правильно построено изображение предмета в плоском зеркале?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

14 Резисторы  $R_1 = 25 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 30 \text{ Ом}$  подключены к источнику постоянного напряжения  $U = 120 \text{ В}$  так, как показано на рисунке. Какая мощность выделяется в резисторе  $R_1$ ?

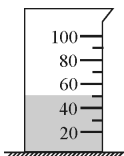


- 1) 576 Вт                      2) 225 Вт                      3) 480 Вт                      4) 50 Вт

15 Изотоп ксенона  $^{140}_{54}\text{Xe}$  в результате серии распадов превратился в изотоп церия  $^{140}_{58}\text{Ce}$ . Сколько  $\beta$ -частиц было испущено в этой серии распадов?

- 1) 0                      2) 1                      3) 2                      4) 4

16 В мерный стакан налита вода. Укажите объём воды с учётом погрешности измерения.



- 1)  $50,0 \pm 0,5 \text{ мл}$                       2)  $50 \pm 5 \text{ мл}$                       3)  $50 \pm 10 \text{ мл}$                       4)  $50 \pm 20 \text{ мл}$

**Прочитайте текст и выполните задания 17–19.**

**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.

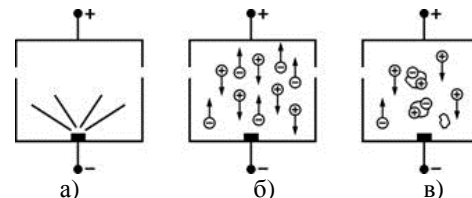


Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя

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  $^{241}_{95}\text{Am}$ . 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.

**17** При удалении частиц дыма из ионизационной камеры извещателя сила тока, текущего через неё,

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться – в зависимости от размеров частиц дыма

**18** В ионизационной камере дымового извещателя альфа-частицы

- 1) являются основными носителями заряда, обеспечивающими проводимость воздуха
- 2) служат для ионизации молекул воздуха
- 3) служат для удаления из воздуха отрицательно заряженных ионов
- 4) служат для увеличения скорости движения положительно заряженных ионов

*При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.*

**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?

## Часть 2

*При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.*

**20** Брусок массой  $m$  скользит по плоскости, наклонённой под углом  $\alpha$  к горизонту, с постоянной скоростью. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен  $\mu$ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым они определяются. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| А) модуль силы нормальной реакции плоскости | 1) $mg$                 |
| Б) модуль силы трения                       | 2) $mg \cos \alpha$     |
| В) модуль силы тяжести                      | 3) $\mu mg \sin \alpha$ |
|   | 4) $\mu mg \cos \alpha$ |
|   | 5) $mg \tan \alpha$     |

Ответ: 

А	Б	В

**21** К идеальному источнику постоянного напряжения подключена цепь, состоящая из последовательно соединённых реостата и амперметра. В какой-то момент ползунок реостата начинают двигать, увеличивая его сопротивление. Как при этом изменяются показание амперметра, напряжение источника и тепловая мощность, выделяющаяся в реостате?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

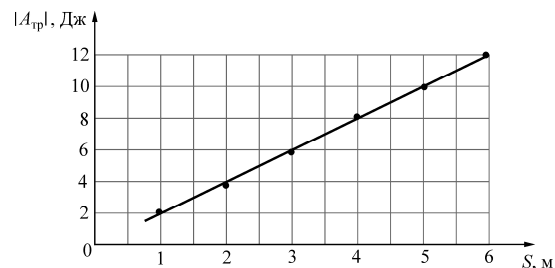
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- |   |                  |
|---|------------------|
| А) показание амперметра                       | 1) увеличивается |
| Б) напряжение источника                       | 2) уменьшается   |
| В) тепловая мощность, выделяющаяся в реостате | 3) не изменяется |

Ответ: 

А	Б	В

- 22) Маленький брусок массой 1 кг тащат с постоянной скоростью по горизонтальной шероховатой поверхности, прикладывая к нему горизонтально направленную силу. На графике приведена найденная экспериментально зависимость модуля работы  $|A_{\text{тр}}|$  силы сухого трения, действующей на брусок, от пройденного им пути  $S$ .

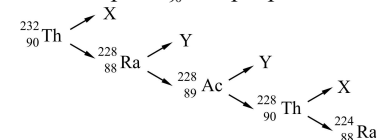


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Когда пройденный бруском путь будет равен 8 м, работа действующей на брусок силы сухого трения будет отрицательна и равна  $-18$  Дж.
- 2) Движение бруска является равноускоренным.
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,2.
- 4) Если уменьшить массу бруска до 0,5 кг, то он будет двигаться вдвое быстрее.
- 5) Модуль силы, приложенной к бруску, равен 2 Н.

Ответ:

- 23) На рисунке показана схема цепочки радиоактивных превращений, в результате которой изотоп тория  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  превращается в изотоп радия  ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ .



Какие утверждения соответствуют данной схеме?

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) Изотоп  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  испытывает распад с выделением  $\alpha$ -частицы, то есть X – это ядро  ${}^4_2\text{He}$ .
- 2) Изотоп  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  испытывает распад с выделением  $\beta$ -частицы, то есть X – это электрон.
- 3) Изотоп  ${}^{228}_{88}\text{Ra}$  испытывает распад с выделением  $\alpha$ -частицы, то есть Y – это ядро  ${}^4_2\text{He}$ .
- 4) Изотоп  ${}^{228}_{89}\text{Ac}$  испытывает распад с выделением  $\beta$ -частицы, то есть Y – это электрон.
- 5) Частица X является протоном, а частица Y – позитроном.

Ответ:

### Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

- 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.

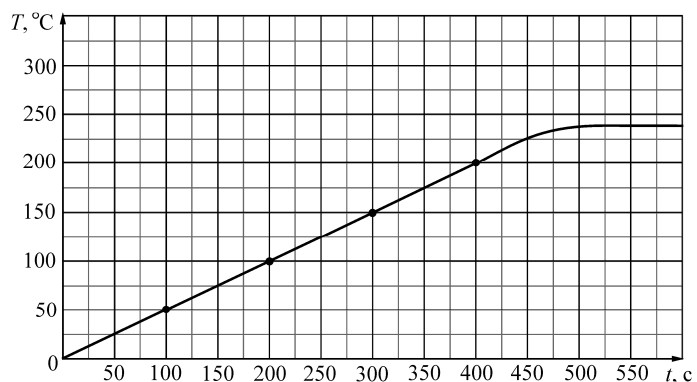
**Задание 25** представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 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.

*Для заданий 26, 27 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.*

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

- 27** Кусок олова массой  $m = 100 \text{ г}$  с начальной температурой  $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  нагревают в тигле на электроплитке, включённой в сеть постоянного тока с напряжением  $U = 12 \text{ В}$ . Амперметр, включённый последовательно с плиткой, показывает ток  $I = 1 \text{ А}$ . 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.



**Ответы к заданиям**

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

№ задания	Ответ
12	4
13	2
14	2
15	4
16	3
17	2
18	3
20	315
21	131
22	24
23	23

**Ответы к заданиям**

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

№ задания	Ответ
12	2
13	3
14	2
15	4
16	2
17	1
18	2
20	241
21	232
22	35
23	14



## 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.

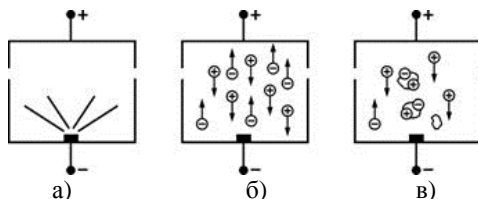


Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя

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

1. В первом опыте.
2. 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  $R_2$ , 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**

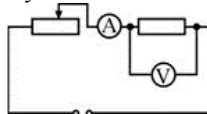
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 в составе:

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

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 (в данном случае – для вычисления электрического сопротивления через напряжение и силу тока); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае – измерение 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 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 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**

1. Та, которая закрыта крышкой.
2. 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 оставшаяся 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 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.

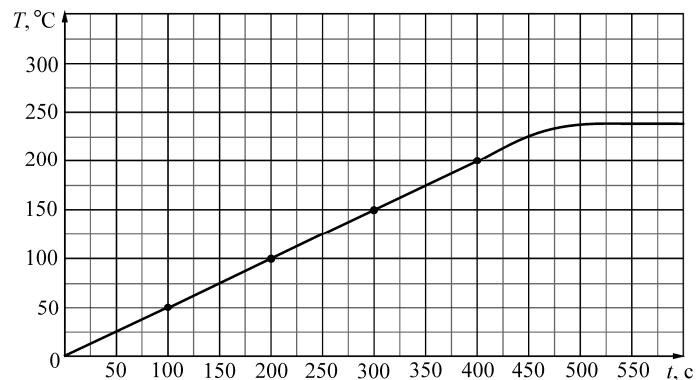
<b>Возможный вариант решения</b>	
<u>Дано:</u> $m = 0,4$ кг $v = 10$ м/с $Q = ?$	<u>Решение:</u> Согласно закону сохранения импульса $mv = m(v/2) + mi$ , откуда скорость второго бруска после соударения $i = v/2$ . Согласно закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = \frac{m(v/2)^2}{2} + \frac{m(v/2)^2}{2} + Q$ , 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  $m = 200$  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.

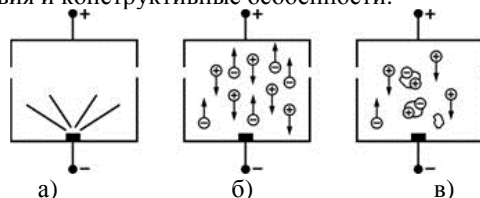


Рисунок. Принцип действия ионизационного дымового извещателя

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  ${}_{241}^{95}\text{Am}$ . 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 на частицы 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  $R_1$ , 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

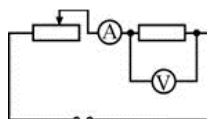
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 в составе:

- 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

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

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

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) электрическую схему эксперимента; 2) формулу для расчёта искомой величины ( <i>в данном случае – для работы электрического тока через время, напряжение и силу тока</i> ); 3) правильно записанные результаты прямых измерений ( <i>в данном случае – измерения 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 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

- 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 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.

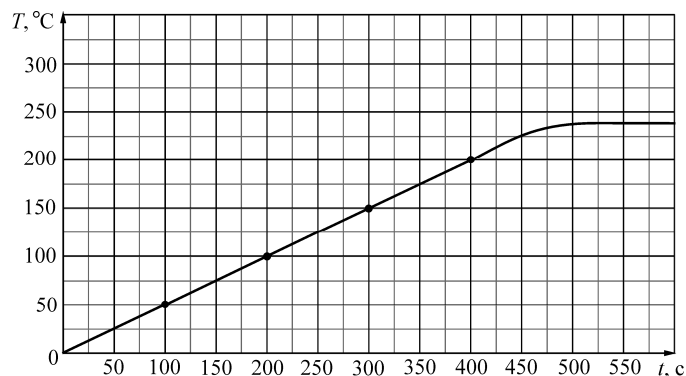
<b>Возможный вариант решения</b>	
<u>Дано:</u> $m = 0,9$ кг $v = 10$ м/с $Q = ?$	<u>Решение:</u> Согласно закону сохранения импульса $mv = m(v/3) + mu$ , откуда скорость второго бруска после соударения $u = 2v/3$ . Согласно закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = \frac{m(v/3)^2}{2} + \frac{m(2v/3)^2}{2} + Q,$ 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 (в данном решении — закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, уравнение теплового баланса); 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.



<b>Возможный вариант решения</b>	
<u>Дано:</u> $m = 100$ 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)	<u>Решение:</u> 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). <b>Ответ:</b> 240 Дж/(кг·°С).

<b>Содержание критерия</b>	<b>Баллы</b>
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