

## Решения

### Задание 1 № 505 тип 1

Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующий пример из второго столбца.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А) физическая величина  
 Б) единица физической величины  
 В) прибор для измерения физической величины

#### ПРИМЕРЫ

- 1) испарение воды  
 2) влажность воздуха  
 3) атмосфера  
 4) психрометр  
 5) миллиметр

А	Б	В

#### Решение.

Сопоставим физическим понятиям примеры.

- А) Примером физической величины является влажность воздуха.  
 Б) Примером единицы физической величины является миллиметр.  
 В) Психрометр является прибором для измерения влажности.

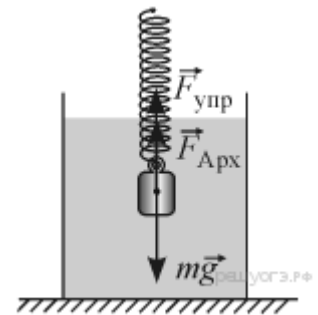
Ответ: 254.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 254

### Задание 2 № 991 тип 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. 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)  $mg = F_{\text{упр}} - F_{\text{Арх}}$



#### Решение.

По второму закону Ньютона:  $mg - F_{\text{упр}} - F_{\text{Арх}} = 0$ .  $F_{\text{упр}}$  и  $F_{\text{Арх}}$  с минусом, так как они противоправлены силе тяжести  $mg$ .

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 3 № 965 тип 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)  $m\sqrt{\frac{2h}{g}}$

**Решение.**

Найдём время  $t$ , через которое тело упадёт в песок. Составим уравнение движения:

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Далее найдём скорость в момент падения тела с песком:

$$V = gt$$

Подставим, найденное ранее, время  $t$ :

$$V = \sqrt{2gh}$$

Зная скорость, найдём импульс:

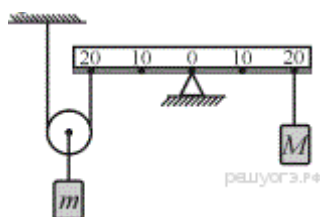
$$P = m\sqrt{2gh}$$

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

**Задание 4 № 966 тип 4**

На рисунке показана система, состоящая из очень лёгкого рычага и невесомого подвижного блока. К оси блока прикреплена гиря массой  $m = 2$  кг. Гирю 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

**Решение.**

Для того чтобы рычаг находился в равновесии необходимо, чтобы выполнялось равенство моментов сил, относительно точки опоры, т. е.:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

Причем  $l_1 = l_2 = 20$ , значит:

$$F_1 = F_2$$

Рассмотрим силу действующую на невесомый блок, к которому прикреплен груз массой  $m$ . Помимо силы тяжести на блок действуют *две* равные силы натяжения двух нитей. По второму закону Ньютона:

$$mg - 2T = 0$$

На плечо рычага со стороны блока действует сила  $-T$  (по третьему закону Ньютона).  $T = \frac{mg}{2}$

Так как  $F_1 = F_2$ :

$$\frac{mg}{2} = Mg$$

или

$$M = \frac{m}{2}$$

$$M = \frac{2}{2} = 1 \text{ кг}$$

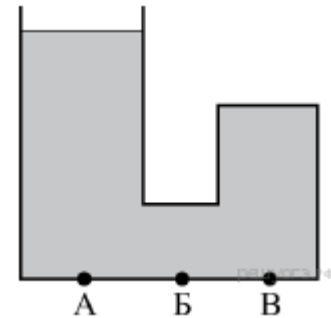
Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

### Задание 5 № 86 тип 5

U-образный стеклянный сосуд, правое колено которого запаяно, заполнен жидкостью плотностью  $\rho$  (см. рисунок). Давление, оказываемое жидкостью на горизонтальное дно сосуда,

- 1) минимально в точке А
- 2) минимально в точке Б
- 3) минимально в точке В
- 4) одинаково во всех указанных точках



**Решение.**

Давление покоящейся жидкости на стенки сосуда зависит только от высоты столба жидкости и по закону Паскаля передаётся во все точки жидкости одинаково по всем направлениям. Следовательно давление, оказываемое жидкостью на дно сосуда, одинаково во всех указанных точках.

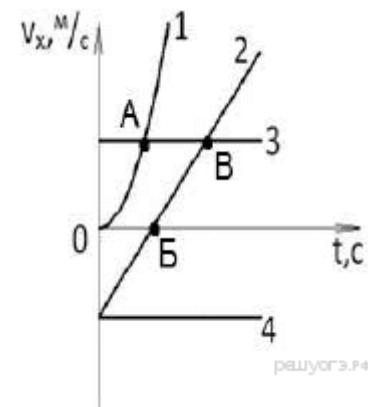
Правильный ответ указан под номером 4.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4

### Задание 6 № 1521 тип 6

На рисунке представлены графики зависимости проекции скорости  $V_x$  от времени  $t$  для четырёх тел, движущихся вдоль оси  $Ox$ . Используя рисунок, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Тело 1 движется с ускорением.
- 2) В момент времени, соответствующий точке Б на графике, скорость тела 2 равна нулю.
- 3) Тело 4 находится в состоянии покоя.
- 4) Точка А на графике соответствует встрече тел 1 и 3.
- 5) От начала отсчёта до момента времени, соответствующего точке В на графике, тело 2 прошло больший путь по сравнению с телом 3.



**Решение.**

Проанализируем каждое утверждение.

- 1) Скорость тела 1 возрастает со временем, следовательно, тело 1 движется с ускорением.
- 2) В момент, соответствующий точке Б на графике проекция на ось  $Ox$  скорости тела равна нулю. Тело движется вдоль оси  $Ox$ , значит, его скорость равна нулю.
- 3) Скорость тела 4 постоянна, следовательно, тело 4 движется.
- 4) В момент времени, соответствующий точке А на графике скорости тел равны. Про их взаимные координаты ничего не известно.
- 5) Путь — это расстояние, пройденное телом, измеренное по траектории его движения. В данном случае путь можно найти как площадь под графиком скорости. Причём для второго тела нужно сложить площади двух треугольников (см. рис.), а путь для тела 3 — это площадь, ограниченная прямоугольником. Из рисунка видно, что тело 3 к моменту времени В прошло больший путь, чем тело 2.

Ответ: 12.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 12

### Задание 7 № 1313 тип 7

На коротком плече рычага укреплён груз массой 100 кг. Для того чтобы поднять груз на высоту 8 см, к длинному плечу рычага приложили силу, равную 200 Н. При этом точка приложения этой силы опустилась на 50 см. Определите КПД рычага.

- 1) 125%
- 2) 80%
- 3) 32%
- 4) 12,5%

#### Решение.

Работа по опусканию длинного плеча рычага равна:  $200 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м} = 100 \text{ Дж}$ . Работа по поднятию короткого плеча рычага равна  $100 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,08 \text{ м} = 80 \text{ Дж}$ . Следовательно, КПД рычага равен  $\frac{80 \text{ Дж}}{100 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 80\%$ .

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

### Задание 8 № 3310 тип 8

Одно из положений молекулярно-кинетической теории строения вещества заключается в том, что «частицы вещества (молекулы, атомы, ионы) находятся в непрерывном хаотическом движении». Что означают слова «непрерывное движение»?

- 1) Частицы всё время движутся в определённом направлении.
- 2) Движение частиц вещества не подчиняется никаким законам.
- 3) Частицы все вместе движутся то в одном, то в другом направлении.
- 4) Движение молекул никогда не прекращается.

#### Решение.

Слова «непрерывное движение» в этом определении означают, что движение частиц никогда не прекращается.

Ответ: 4.

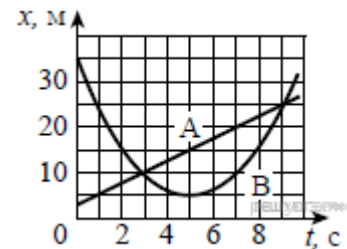
Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4

### Задание 9 № 2614 тип 9

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите два верных утверждения о движении

тел.

- 1) Тело А движется равноускоренно.
- 2) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

**Решение.**

Рассмотрим каждое утверждение.

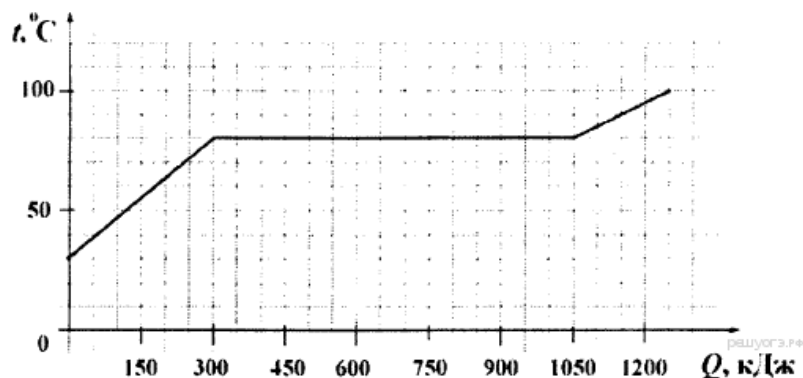
- 1) Зависимость координаты тела А от времени — линейная, следовательно, движение равномерное.
- 2) Временной интервал между встречами тел А и В составляет  $9\text{ с} - 3\text{ с} = 6\text{ с}$ .
- 3) Координата тела В в течение первых пяти секунд уменьшается, а тела А — увеличивается, следовательно, тела движутся в различных направлениях.
- 4) За первые пять секунд тело А прошло  $15\text{ м} - 2,5\text{ м} = 12,5\text{ м}$ .
- 5) Зависимость координаты тела В от времени — парабола, следовательно, движение является равноускоренным.

Ответ: 25.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 25

**Задание 10 № 279 тип 10**

По результатам нагревания кристаллического вещества массой 5 кг построен график зависимости температуры этого вещества от количества подводимого тепла.



Считая, что потерями энергии можно пренебречь, определите, какое количество теплоты потребовалось для нагревания 1 кг этого вещества в жидком состоянии на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

- 1) 750 Дж
- 2) 1200 Дж
- 3) 2000 Дж
- 4) 150000 Дж

**Решение.**

Вещество находилось в жидком состоянии после горизонтального участка, соответствующего плавлению. Из графика находим, что для нагревания пяти кг вещества от  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  потребовалось  $1250 - 1050 = 200\text{ кДж}$ . Следовательно, удельная теплоёмкость этого вещества в жидком состоянии равна

$$c = \frac{200\text{ кДж}}{5\text{ кг} \cdot 20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Количество теплоты, требуемое для нагревания 1 кг этого вещества в жидком состоянии на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , равно 2000 Дж.

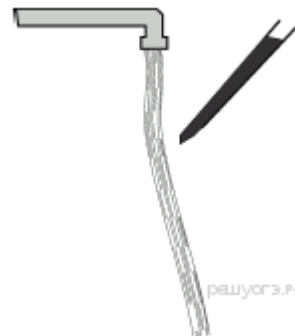
Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 11 № 1089 тип 11

Эбонитовую палочку потёрли мехом и поднесли к тонкой струйке воды, льющейся из крана. Струя воды изогнулась в сторону палочки. Это произошло, потому что

- 1) струя воды заряжена положительно
- 2) струя воды заряжена отрицательно
- 3) при поднесении палочки в струе перераспределились собственные заряды: на той стороне струи, которая находится ближе к палочке, образовался избыток положительного заряда
- 4) при поднесении палочки на струю воды извне перешли заряды, противоположные по знаку тем, которые были на палочке



#### Решение.

В результате трения о мех эбонитовая палочка заряжается отрицательно. При поднесении палочки к струе воды, заряды в струе перераспределяются: на той стороне струи, которая находится ближе к палочке, образуется избыток положительного заряда, вследствие этого струя воды притягивается к палочке.

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 12 № 335 тип 12

В таблице представлены результаты исследования зависимости силы тока от напряжения на концах резистора. Чему равно сопротивление резистора?

$U, \text{В}$	4	8
$I, \text{А}$	2	4

- 1) 0,5 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 8 Ом
- 4) 32 Ом

#### Решение.

По закону Ома сопротивление резистора

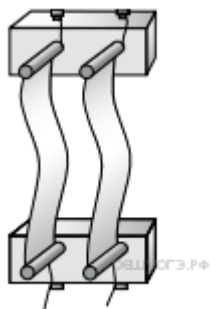
$$R = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ А}} = \frac{8 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 2 \text{ Ом.}$$

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

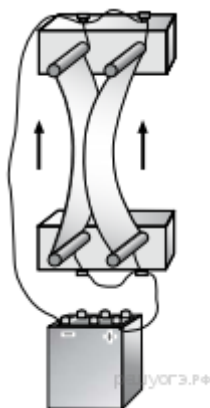
### Задание 13 № 913 тип 13

Два параллельно расположенных проводника подключили параллельно к источнику тока.

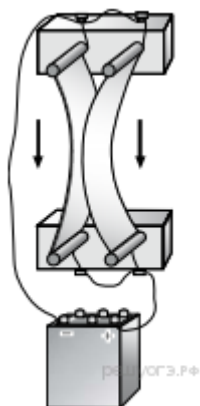


Направление электрического тока и взаимодействие проводников верно изображены на рисунке

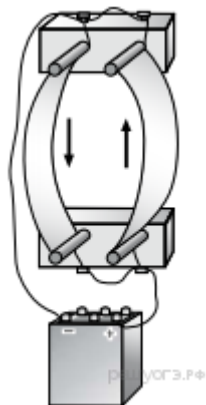
1)



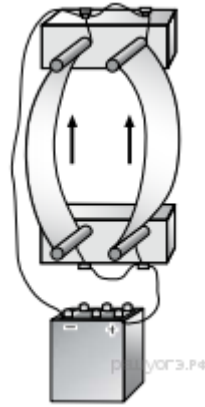
2)



3)



4)

**Решение.**

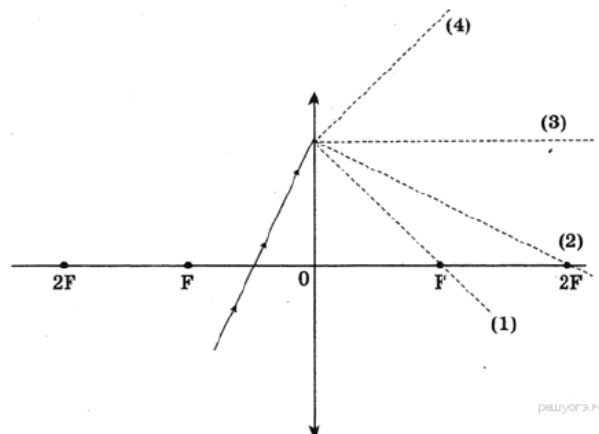
Поскольку проводники подключены параллельно, направление тока в них совпадает. Электрический ток направлен от «плюса» к «минусу». Проводники, токи в которых сонаправлены, притягиваются.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

**Задание 14 № 688 тип 14**

На рисунке изображён ход падающего на линзу луча. Ходу прошедшего через линзу луча соответствует пунктирная линия



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

**Решение.**

Луч, пущенный под углом к главной оптической оси после прохождения через собирающую линзу, пойдёт в точку пересечения параллельного луча, проходящего через центр линзы и фокальной плоскости. Эта точка находится выше точки пересечения падающего луча и линзы, поэтому после преломления он пойдёт вверх под углом к главной оптической оси.

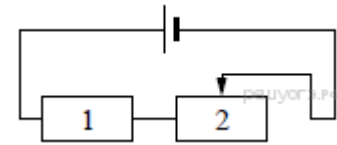
Правильный ответ указан под номером 4.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4

**Задание 15 № 1694 тип 15**



На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора и реостата. Как изменяются при передвижении ползунка реостата влево его сопротивление и сила тока в цепи? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



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

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

Сопротивление реостата 2	Сила тока в цепи

**Решение.**

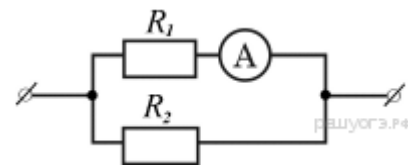
При движении ползунка влево, сопротивление реостата будет уменьшаться. По закону Ома, сила тока обратно пропорциональна сопротивлению, поэтому при уменьшении сопротивления, сила тока в цепи должна увеличиться.

Ответ: 21.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 21

**Задание 16 № 1603 тип 16**

Электрическая цепь состоит из двух параллельно соединенных резисторов, сопротивление которых  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом. Сила тока в первом резисторе 1 А. Чему равна сила тока в неразветвленной части цепи?



- 1) 1 А
- 2) 3 А
- 3) 5 А
- 4) 7 А

**Решение.**

Вычислим напряжение на первом резисторе:  $U_1 = IR_1 = 1 \text{ А} \cdot 10 \text{ Ом} = 10 \text{ В}$ . Напряжение на первом резисторе равно напряжению на параллельном участке цепи, то есть  $U_1 = U = U_2$ . Найдём силу тока во втором резисторе:  $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{10 \text{ В}}{5 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$ . Сила тока в неразветвленном участке цепи равна сумме токов на параллельных участке цепи:  $I = I_1 + I_2 = 3 \text{ А}$ .

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

**Задание 17 № 312 тип 17**

Под действием какой частицы протекает ядерная реакция  ${}^{14}_7\text{N} + ? \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + 2{}^1_0\text{n}$  ?

- 1) нейтрона  ${}^1_0\text{n}$
- 2) протона  ${}^1_1\text{p}$
- 3)  $\alpha$ -частицы  ${}^4_2\text{He}$

4) электрона  ${}_{-1}^0e$

**Решение.**

При ядерных превращениях выполняются законы сохранения массы и заряда. Следовательно, масса неизвестной частицы равна:  $13 + 2 \cdot 1 - 14 = 1$  а. е. м., а заряд:  $7 - 7 = 0$  е. Эта частица — нейтрон.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

**Задание 18 № 664 тип 18**

Ученик провёл эксперимент по изучению коэффициента жёсткости, растягивая различные проволоочки. Результаты экспериментальных измерений первоначальной длины  $l_0$ , площади поперечного сечения  $S$  и вычисленной жёсткости он представил в таблице:

	Материал	$l_0$ , см	$S$ , мм <sup>2</sup>	$k$ , Н/см
1	сталь	20	0,5	5500
2	медь	40	0,3	700
3	сталь	40	0,5	2750

На основании приведённых измерений можно утверждать, что жёсткость проволоки зависит от

- 1) удлинения проволоки
- 2) материала проволоки
- 3) первоначальной длины
- 4) площади поперечного сечения проволоки

**Решение.**

Если жёсткость проволоки зависит от какого-либо из названных параметров, то должны присутствовать хотя бы два эксперимента, в которых зафиксированы три величины из четырёх и при этом меняется жёсткость.

Про удлинение говорить нет смысла, т. к. оно не измерялось. Материал изменялся только с другими величинами. Аналогично для площади поперечного сечения проволоки. В экспериментах 1 и 3 выполнены необходимые условия, наблюдается зависимость от начальной длины проволоки.

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

**Задание 19 № 1665 тип 19**

Используя стакан с горячей водой, термометр и часы, учитель на уроке провёл опыты по исследованию температуры остывающей воды с течением времени. Результаты измерений он занёс в таблицу.

$t$ , °C	72	62	55	50	46
$\tau$	0	5	10	15	20

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующие проведённым опытам. Укажите их номера.

- 1) Остывание воды происходит до комнатной температуры.
- 2) За первые 5 мин. вода остыла в большей степени, чем за следующие 5 мин.
- 3) Температура остывающей воды обратно пропорциональна времени наблюдения.
- 4) Скорость остывания воды уменьшается по мере охлаждения воды.
- 5) По мере остывания скорость испарения уменьшается.

**Решение.**

В первые минуты вода будет менять температуру при остывании быстрее, чем в конце. Это происходит из-за уменьшения разницы между температурой воды и воздуха. Правильными являются утверждения 2 и 4.

Ответ: 24.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 24

### Задание 20 № 152 тип 20

#### Полярные сияния

Полярное сияние — одно из самых красивых явлений в природе. Формы полярного сияния очень разнообразны: то это своеобразные светлые столбы, то изумрудно-зелёные с красной бахромой пылающие длинные ленты, расходящиеся многочисленные лучи-стрелы, а то и просто бесформенные светлые, иногда цветные пятна на небе.

Причудливый свет на небе сверкает, как пламя, охватывая порой больше чем полнеба. Эта фантастическая игра природных сил длится несколько часов, то угасая, то разгораясь.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это название. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения — солнечного ветра.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М. В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические разряды в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния — это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в возбуждённое состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота — в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску. Такие процессы могут происходить только в верхних слоях атмосферы, потому что, во-первых, в нижних плотных слоях столкновения атомов и молекул воздуха друг с другом сразу отнимают у них энергию, получаемую от солнечных частиц, а во-вторых, сами космические частицы не могут проникнуть глубоко в земную атмосферу.

Полярные сияния происходят чаще и бывают ярче в годы максимума солнечной активности, а также в дни появления на Солнце мощных вспышек и других форм усиления солнечной активности, так как с её повышением усиливается интенсивность солнечного ветра, который является причиной возникновения полярных сияний.

Полярным сиянием называют

- А) миражи на небе;
- Б) образование радуги;
- В) свечение некоторых слоев атмосферы.

Правильным ответом является

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) Б и В

#### Решение.

Полярным сиянием называют свечение некоторых слоев атмосферы, возникающее при взаимодействии с заряженными частицами солнечного ветра.

Правильный ответ указан под номером 3.

#### Примечание.

Заряженные частицы, летящие из космоса, двигающиеся вдоль магнитных линий Земли, сталкиваются с с частицами атмосферы, вызывая свечение последних. Проекция этих светящихся колец

на поверхность Земли называются полярным сиянием.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 21 № 1584 тип 21

#### Полярные сияния

Полярное сияние — одно из самых красивых явлений в природе. Формы полярного сияния очень разнообразны: то это своеобразные светлые столбы, то изумрудно-зелёные с красной бахромой пылающие длинные ленты, расходящиеся многочисленные лучи-стрелы, а то и просто бесформенные светлые, иногда цветные пятна на небе.

Причудливый свет на небе сверкает, как пламя, охватывая порой больше чем полнеба. Эта фантастическая игра природных сил длится несколько часов, то угасая, то разгораясь.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это название. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения — солнечного ветра.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М. В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические разряды в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния — это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в возбуждённое состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота — в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску. Такие процессы могут происходить только в верхних слоях атмосферы, потому что, во-первых, в нижних плотных слоях столкновения атомов и молекул воздуха друг с другом сразу отнимают у них энергию, получаемую от солнечных частиц, а во-вторых, сами космические частицы не могут проникнуть глубоко в земную атмосферу.

Полярные сияния происходят чаще и бывают ярче в годы максимума солнечной активности, а также в дни появления на Солнце мощных вспышек и других форм усиления солнечной активности, так как с её повышением усиливается интенсивность солнечного ветра, который является причиной возникновения полярных сияний.

В каких частях земной атмосферы наблюдается наибольшая активность полярных сияний?

- 1) только около Северного полюса
- 2) только в экваториальных широтах
- 3) около магнитных полюсов Земли
- 4) в любых местах земной атмосферы

#### Решение.

Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Ответ: 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

**Задание С1 № 158**

<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
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 или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Можно ли утверждать, что Земля — единственная планета Солнечной системы, где возможны полярные сияния? Ответ поясните.

**Полярные сияния**

Полярное сияние — одно из самых красивых явлений в природе. Формы полярного сияния очень разнообразны: то это своеобразные светлые столбы, то изумрудно-зелёные с красной бахромой пылающие длинные ленты, расходящиеся многочисленные лучи-стрелы, а то и просто бесформенные светлые, иногда цветные пятна на небе.

Причудливый свет на небе сверкает, как пламя, охватывая порой больше чем полнеба. Эта фантастическая игра природных сил длится несколько часов, то угасая, то разгораясь.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это название. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения — солнечного ветра.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М. В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические разряды в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния — это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в возбуждённое состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота — в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску. Такие процессы могут происходить только в верхних слоях атмосферы, потому что, во-первых, в нижних плотных слоях столкновения атомов и молекул воздуха друг с другом сразу отнимают у них энергию, получаемую от солнечных частиц, а во-вторых, сами космические частицы не могут проникнуть глубоко в земную атмосферу.

Полярные сияния происходят чаще и бывают ярче в годы максимума солнечной активности, а также в дни появления на Солнце мощных вспышек и других форм усиления солнечной активности, так как с её повышением усиливается интенсивность солнечного ветра, который является причиной возникновения полярных сияний.

**Решение.**

Ответ: нельзя утверждать, что Земля — единственная планета Солнечной системы, где можно наблюдать полярные сияния.

Объяснение: если планета имеет собственное магнитное поле и атмосферу, то вероятность возникновения полярных сияний очень велика.

## Задание С2 № 1187

### Указание экспертам

Указание экспертам

Погрешность прямых измерений:

$$F = (6,0 \pm 0,1) \text{ см.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее:</p> <p>1) схематичный рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае результаты измерения фокусного расстояния);</p> <p>3) полученное правильное численное значение оценки погрешности измеряемой величины.</p>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1– 4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка при обозначении единиц измерения искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует формула в общем виде для расчёта искомой величины.</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчёта искомой величины и не получен ответ.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчёта искомой величины, но не получен ответ и не приведён рисунок экспериментальной установки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчёта искомой величины.</p>	2
<p>Записаны только правильные значения прямых измерений.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведено правильное значение только одного из прямых измерений и сделан рисунок экспериментальной установки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведено правильное значение только одного из прямых измерений и записана формула для расчёта искомой величины.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	4

(По материалам Камзеевой Е. Е.)

Используя собирающую линзу, экран, линейку и лампу в качестве источника света, соберите экспериментальную установку для определения фокусного расстояния линзы. В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты измерения фокусного расстояния линзы;
- 3) оцените погрешность проведённых измерений.

### Характеристика оборудования

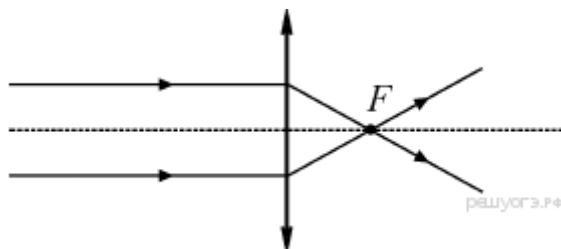
При выполнении задания используется комплект оборудования в составе:

- собирающая линза
- линейка длиной 200–300 мм с миллиметровыми делениями
- экран
- рабочее поле

- источник питания постоянного тока 4,5 В
- соединительные провода
- ключ
- лампа на подставке

**Решение.**

1. Схема экспериментальной установки. Лампу необходимо расположить как можно дальше от линзы. Изображение удалённого источника света формируется практически в фокальной плоскости линзы:



2.  $F = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$ .

3. Для оценки погрешности измерения фокусного расстояния необходимо подвигать линзу и определить, на сколько можно ее сместить для того, чтобы изображение источника на экране продолжало казаться чётким. Оценка для погрешности получается примерно  $\pm 5 \text{ мм}$ .

**Задание С3 № 727**

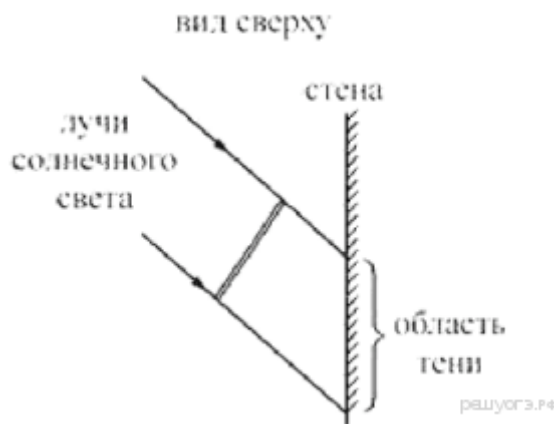
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Представлен правильный ответ, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические 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 или неверны, или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Прямая рейка освещается солнечными лучами. При этом на вертикальной стене видна её тень. Может ли линейный размер тени быть больше, чем линейный размер рейки? Ответ поясните и проиллюстрируйте рисунком.

**Решение.**

Ответ: может.

Обоснование: световые лучи распространяются прямолинейно. Поэтому рейка, тень на стене и идущие через концы рейки лучи образуют трапецию. Для того чтобы линейный размер тени был больше, чем линейный размер рейки, нужно, чтобы одна боковая сторона этой трапеции (тень) была больше другой стороны (рейки). Пример расположения рейки, световых лучей и стены, отвечающий этому требованию, показан на рисунке.



### Задание С4 № 512

Критерии оценивания выполнения задания	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; 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

Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 220 В. Через какое время на этой плитке закипит вода массой 1 кг, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 300 г, если их начальная температура составляла 20 °С? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

#### Решение.

Чтобы закипела вода на плитке, необходимо нагреть и кастрюлю и воду до температуры кипения воды.

$$A = Q_1 + Q_2.$$

$$Q_1 = m_1 c_1 (t_2 - t_1); \quad Q_2 = m_2 c_2 (t_2 - t_1);$$

где  $Q_1$  — количество теплоты на нагревание воды,  $Q_2$  — количество теплоты на нагревание кастрюли.



Энергию на нагревание даёт электроплитка, и вычислить эту энергию можно по закону Джоуля — Ленца:

$$A = \frac{U^2}{R}t = \frac{U^2}{2r}.$$

Имеем:

$$\frac{U^2}{2r}t = m_1c_1(t_2 - t_1) + m_2c_2(t_2 - t_1) \Leftrightarrow t = \frac{(c_1m_1 + c_2m_2)(t_2 - t_1)2r}{U^2} \approx 148 \text{ с.}$$

Ответ: 148 с.

### Задание С5 № 945

Критерии оценивания выполнения задания	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; 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

Имеется два электрических нагревателя одинаковой мощности — по 400 Вт. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на 40 °С, если нагреватели будут включены в электросеть последовательно? Потерями энергии пренебречь.

#### Решение.

Для нагревания массы воды  $m = \rho V$  потребуется количество теплоты

$$Q = \rho V c \Delta t.$$

Эта энергия выделится на нагревателях за время  $\tau$ :

$$E = W \tau,$$

где  $W$  — общая мощность последовательно соединённых нагревателей.

Запишем уравнение теплового баланса:  $Q = E$ , и выразим искомое время:

$$\tau = \frac{\rho V c \Delta t}{W}.$$

Нагреватель представляет собой резистор, на котором при прохождении тока выделяется тепло. Как и у любого другого электрического сопротивления, мощность тепловыделения зависит от величины протекающего тока по закону Джоуля-Ленца  $P_{\text{н}} = I^2 R$ . С учетом закона Ома для участка цепи мощность нагревателя можно переписать в следующем виде:  $P_{\text{н}} = U^2/R$ , здесь  $U$  — приложенное к нагревателю напряжение. Возникает естественный вопрос: в условии указано, что мощность нагревателя равна 400 Вт, с другой стороны, только что было сказано, что мощность зависит от того, какое напряжение приложено к нагревателю, как же так? Ответ заключается в следующем: мощность в 400 Вт будет вырабатываться нагревателем только при подключении в сеть со стандартным напряжением  $U_{\text{ст}}$  (220 В). Если бы нагреватели подключали параллельно, то к каждому было бы приложено напряжение  $U_{\text{ст}}$ . В случае последовательного подключения, с учетом того, что нагреватели одинаковые, на каждый нагреватель будет приходиться напряжение  $U_{\text{ст}}/2$ . Мощность квадратично зависит от напряжения. Следовательно, при последовательном соединении мощность каждого нагревателя станет в 4 раза меньше, чем указано в его технической характеристике, то есть всего 100 Вт. Поскольку у нас два нагревателя, их суммарная мощность будет равна  $W = 2 \cdot 100 \text{ Вт} = 200 \text{ Вт}$ .

Подставляя числовые значения в формулу для времени, получаем:

$$\tau = \frac{1 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C}^\circ) \cdot 40 \text{ C}^\circ}{200 \text{ Вт}} = 840 \text{ с} = 14 \text{ мин.}$$

Ответ:  $\tau = 14$  мин.