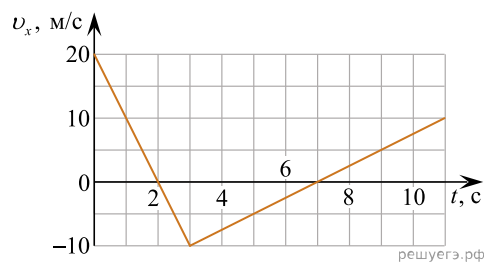


Вариант 43

ID: 212

1.

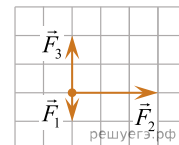
На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения тела в интервале времени от 0 до 2 с. *Ответ запишите с учётом знака проекции в метрах за секунду в квадрате.*

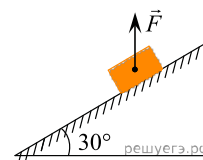
2.

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют три горизонтальные силы (см.рис., вид сверху). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н. (Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых.)



3.

Брусок массой 2 кг, к которому приложена сила 4 Н, направленная вертикально вверх, равномерно движется вниз по шероховатой наклонной плоскости с углом при основании 30° . Чему равен модуль работы, которую совершит над бруском сила трения при перемещении бруска на 1 м?

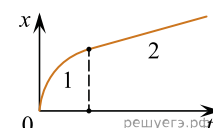


4.

Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T=1\text{с}$. Через какое минимальное время, начиная с момента $t=0$, кинетическая энергия маятника достигнет минимального значения? *Ответ выразите в секундах.*

5.

Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки.



1. На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
2. На участке 1 модуль скорости остается неизменным, а на участке 2 уменьшается.
3. На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 уменьшается.
4. На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 остается неизменным.
5. В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

6.

В первой серии опытов брусок с грузом перемещали при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов точно так же перемещали этот брусок, но сняв с него груз. Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй модуль работы силы трения при перемещении бруска на одинаковые расстояния и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

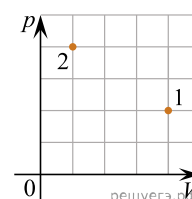
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль работы силы трения	Коэффициент тре- ния

7.

В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 600 K (см. рис.).

Ответ дайте в К.

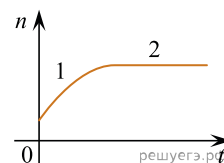


8.

В сосуде находился идеальный одноатомный газ при температуре 250 K . Половину газа выпустили из сосуда, а оставшийся в нем газ нагрели до температуры 600 K . Во сколько раз внутренняя энергия содержимого сосуда в конечном состоянии отличается от внутренней энергии содержимого сосуда в начальном состоянии?

9.

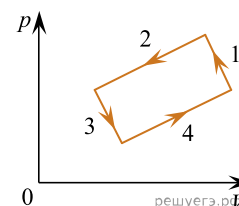
В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли ее пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе еще оставалась вода. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения относительно описанного процесса.



1. На участке 1 водяной пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный.
2. На участке 2 давление водяных паров не менялось.
3. На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
4. На участке 2 плотность водяных паров увеличивалась.
5. На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.

10.

На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работ газа и работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Работа газа положительна и минимальна;
Б) Работа внешних сил положительна и минимальна

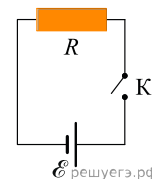
ФОРМУЛЫ

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

А	Б

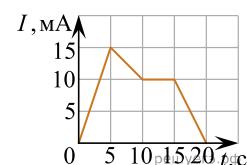
11.

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения с ЭДС 5В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, ключа, резистора с сопротивлением 20м и соединительных проводов. Ключ замыкают. Какой заряд протечет через резистор за 10 минут? Ответ дайте в кулонах.



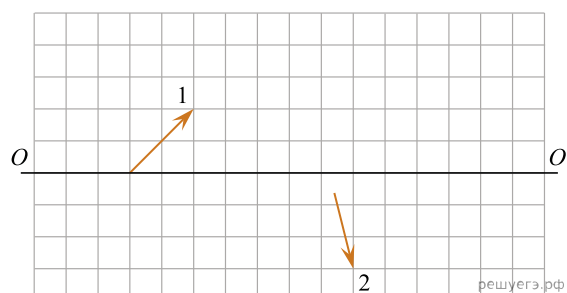
12.

К цепи, сила тока в которой меняется со временем согласно графику, подключена катушка индуктивностью $L=2\text{мГн}$. Найдите модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке в интервале времени от 15 до 20 с. Ответ запишите в микровольтах.



13.

На рисунке изображены оптическая ось OO' тонкой собирающей линзы, луч света 1, падающий на эту линзу, и луч света 2, прошедший через эту линзу. На рисунке размер одной клеточки соответствует 1см. Каково фокусное расстояние линзы? (Ответ дать в сантиметрах.)



14.

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется с течением времени согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

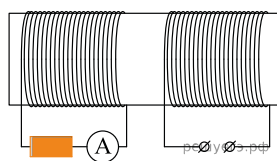


Рис. 1

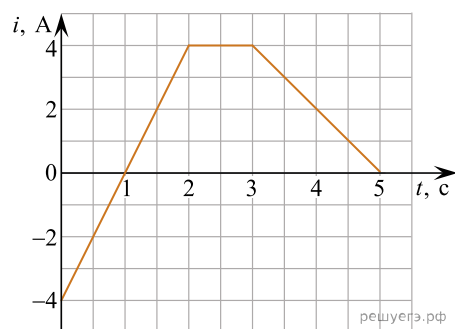
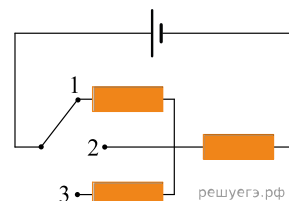


Рис. 2

1. В промежутке 0–2 с модуль индукции магнитного поля в сердечнике равен 0.
2. В промежутках времени 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке одинаковы.
3. В промежутке времени 2–3 с сила тока в левой катушке равна 0.
4. Модули силы тока в левой катушке в промежутках времени 1–2 с и 3–5 с одинаковы.
5. В левой катушке сила тока в промежутке времени 0–1 с больше, чем в промежутке времени 3–5 с.

15.

На рисунке дана электрическая цепь с идеальным источником тока с ЭДС $\mathcal{E}$ и тремя одинаковыми резисторами с сопротивлением R . Как изменится общее сопротивление внешней части цепи и сила тока, протекающая в ней, если ключ на рисунке перевести из положения 1 в 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Общее сопротивление внешнего участка цепи	Сила тока

16.

Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия $^{224}_{88}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите количество радия (в моль) в сосуде через 3,6 суток, если в начальный момент времени образец содержал 1,8 моль радия-224.

17.

Ядро элемента ${}^A_ZX$ претерпевает альфа-распад. Как изменятся следующие физические величины: зарядовое число; массовое число у образовавшегося (дочернего) ядра по отношению к исходному?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Зарядовое число	Массовое число

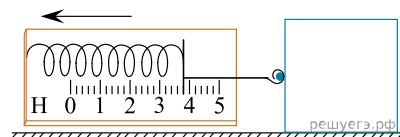
18.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При увеличении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает положительную работу.
2. При подъеме чугунной гири с пола на стол ее внутренняя энергия увеличивается.
3. Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от его заряда.
4. При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны уменьшается.
5. Нейтральный атом лития ${}^7_3\text{Li}$ содержит 7 электронов.

19.

Динамометр с прикрепленным к нему бруском тянут влево, как показано на рисунке. Брусок движется с постоянной скоростью. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра равна цене деления прибора. Запишите значение силы трения скольжения, действующей на брусок, с учётом абсолютной погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

20.

Различные проволоки изготовлены из разного материала. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от её длины?

1



медь

2



алюминий

3



медь

4



медь

5



сталь

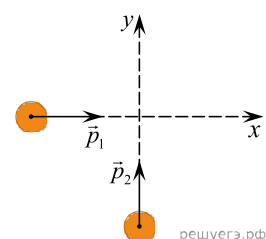
21.

Высоко в горах в хорошую погоду при низкой температуре воздуха поверхность снега на ярком солнце постепенно покрывается слоем «снежных цветов», состоящих из больших ледяных кристаллов-снежинок (см.рис.). Такое явление наблюдается только тогда, когда снег очень чистый. Каким образом и почему это происходит?

Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

22.

По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Найдите модуль импульса первой шайбы после удара.



23.

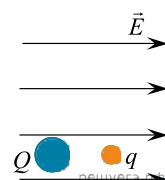
В большом сосуде с жесткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре 100°C . Давление в сосуде равно 300 кПа . Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом половина водяного пара сконденсировалась. Какое давление установилось в сосуде? Ответ выразите в килопаскалях.

24.

В калориметре находился 1 кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 20 г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

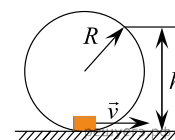
25.

Два шарика с зарядами $Q = -1 \text{ нКл}$ и $q = 5 \text{ нКл}$ соответственно, находятся в однородном электрическом поле с напряженностью, равной 18 В/м . Масса правого шарика равна $M = 10 \text{ г}$, масса левого шарика равна $m = 5 \text{ г}$. Определите расстояние между шариками, если их ускорения равны по модулю и направлению. Сделайте рисунок с указанием всех сил.



26.

Небольшая шайба массой 10 г скатывается по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,16\text{ м}$ и в нижней точке приобретает некоторую скорость v (см. рис.). На высоте $h = 0,2\text{ м}$ шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать. Определите силу, с которой шайба давит на поверхность кольца в нижней точке траектории.



Какие законы Вы использовали для описания движения шайбы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	42629	-10
2	226	3.2
3	9078	8
4	29441	0.25
5	8063	14 41
6	17651	23
7	27977	300
8	31881	1.2
9	16852	12 21
10	32289	31
11	23237	1500
12	43495	4
13	4423	1
14	35243	35
15	37871	21
16	7192	0.9
17	6935	22
18	32736	14
19	38201	3.80.2
20	50860	14 41

21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>изменение влажности воздуха</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае — <i>упоминание явления испарения чистого снега при ярком освещении солнцем и конденсации паров на холодных снежинках, приводящей к их росту, а также роли отсутствия загрязняющих примесей высоко в горах</i>).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано одно из физических явлений, свойств, определений или не назван один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено указанием на соответствующий закон, свойство, явление, определение и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. 1.Объяснение заключается в явлении испарения чистого снега на ярком солнце и дальнейшей конденсации паров воды на имеющихся на холодной поверхности снега кристаллах-снежинках, что и приводит к их росту.

2.Такая перекристаллизация снега может происходить только в отсутствие примесей, которые сильно нагреваются солнцем и вызывают плавление снега, и при низкой температуре воздуха, то есть высоко в горах в ясную и тихую безветренную погоду.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. Поскольку на шайбы не действует никаких внешних сил, для них выполняется закон сохранения импульса:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4.$$

Тогда $\vec{p}_4 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 - \vec{p}_3$.

В проекции на выбранные оси:

$$p_{4x} = p_{1x}$$

$$p_{4y} = p_2 - p_3.$$

Тогда модуль вектора импульса первой шайбы после соударения равен

$$\begin{aligned}
 p_4 &= \sqrt{p_{4x}^2 + p_{4y}^2} = \sqrt{p_1^2 + (p_2 - p_3)^2} = \\
 &= \sqrt{(2 \text{ кг} \cdot \text{м/с})^2 + (3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с} - 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с})^2} = 2,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}. \quad p_4 = \sqrt{p_{4x}^2 + p_{4y}^2} = \sqrt{p_1^2 + (p_2 - p_3)^2} = \\
 &= \sqrt{(2 \text{ кг} \cdot \text{м/с})^2 + (3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с} - 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с})^2} = \\
 &= 2,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.
 \end{aligned}$$

Ответ: 2,5 кг · м/с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. В сосуде находятся воздух и насыщенный пар, при этом давление в сосуде состоит из суммы давлений двух газов: $p = p_1 + p_2$. Давление насыщенного пара при $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $p_1 = 100\text{ кПа}$. Значит, давление воздуха $p_2 = 200\text{ кПа}$. Далее сказано, что половина водяного пара сконденсировалась, это означает, что газ в сосуде сжали при постоянной температуре. Давление насыщенного пара зависит только от температуры и, следовательно, при сжатии оно не изменилось ($p'_1 = 100\text{ кПа}$). Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \frac{m}{M}RT$. Масса водяного пара уменьшилась вдвое, а значит, объем также должен уменьшиться вдвое.

Масса воздуха осталась той же самой, но при уменьшении объема в два раза при постоянной температуре давление должно вырасти в два раза. Следовательно, $p'_2 = 400\text{ кПа}$.

Давление в сосуде станет равным $p' = p'_1 + p'_2 = 100 + 400 = 500\text{ кПа}$.

Ответ: 500 кПа.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — уравнение теплового баланса); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. Количество теплоты, необходимое для нагрева льда, находящегося в калориметре, до температуры t :

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до 0°C :

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (3)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t :

$$Q_3 = c_1 m_2 (0 - t). \quad (4)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (5)$$

Объединяя (1)–(5), получаем:

$$t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} = \frac{1 \cdot 2100 \cdot (-2) - 0,02 \cdot (4200 \cdot 20 + 3,3 \cdot 10^5 + 2100 \cdot 2)}{1 \cdot 2100} \approx -6^\circ \text{C}.$$

Ответ: $t_1 \approx -6^\circ \text{C}$.

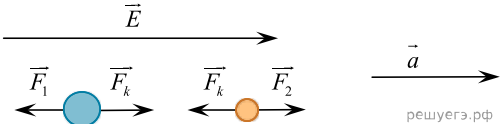
25.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. На каждый из шариков действует силы Кулона, которые по третьему закону Ньютона направлены противоположно, и равные $F_k = \frac{k|Q|q}{r^2}$. Со стороны электрическо-

го поля с напряженностью E на заряды действуют силы $F_1 = E|Q|$, направленная противоположно вектору напряженности, и $F_2 = Eq$, сонаправленная с вектором напряженности.

2. Изобразим действующие силы на рисунке:



По условию шарики движутся с равными по модулю и одинаковыми по направлению ускорениями. Запишем второй закон Ньютона для каждого шарика: $ma = F_k - F_1$ и $Ma = F_2 - F_k$.

3. Объединим все формулы и решим систему уравнений. Получим, что расстояние между шариками равно:

$$r = \sqrt{\frac{k|Q|q(M+m)}{E(|Q|M+qm)}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot (10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-3})}} \approx 1 \text{ м.}$$

$$r = \sqrt{\frac{k|Q|q(M+m)}{E(|Q|M+qm)}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot (10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-3})}} \approx 1 \text{ м.}$$

Ответ: 1м.

26.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.	0
ИЛИ Обоснование отсутствует.	
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — второй закон Ньютона, закон сохранения энергии, формула для центростремительного ускорения); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ Лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	4

Решение. Обоснование

1.Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО).

2.Шайбу описываем моделью материальной точки, так как ее размерами по сравнению с кольцом можно пренебречь.

3.При движении шайбы по поверхности кольца на нее действуют потенциальная сила тяжести и сила реакции опоры со стороны кольца, перпендикулярная его поверхности. Работа силы реакции опоры при движении шайбы равна нулю, сила трения отсутствует. Тогда в ИСО сохраняется механическая энергия.

4.Поскольку шайба описывается моделью материальной точки, условие отрыва этого тела от поверхности кольца формируется на основе второго закона Ньютона. В момент отрыва обращается в ноль сила реакции опоры. Для материальной точки применимы законы движения по окружности.

Перейдем к решению.

В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения энергии: $E_{к1} = E_{к2} + E_{п2}$, где начальная кинетическая энергия $E_{к1} = \frac{mv^2}{2}$, конечные кинетическая и потенциальная энергии соответственно равны $E_{к2} = \frac{mu^2}{2}$ и $E_{п2} = mgh$. Тогда получаем:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh.$$

При этой скорости ее центростремительное ускорение $a_{ц} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе

отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вызвано только радиальной составляющей силы тяжести, действующей на шайбу, так как сила реакции поверхности кольца в этот момент становится равной нулю: $ma_{ц} = mg \sin \alpha$, где α — угол между горизонтом и направлением на шайбу от центра кольца. Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{ц}$ и u :

$$v^2 = g(h-R) + 2gh = g(3h-R).$$

В нижней точке траектории согласно второму закону Ньютона: $\frac{mv^2}{R} = N - mg$. Следовательно:

$$N = \frac{mv^2}{R} + mg = \frac{mg(3h-R)}{R} + mg = \frac{3mgh}{R} = \frac{3 \cdot 0,01 \cdot 10 \cdot 0,2}{0,16} \approx 0,38 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{mv^2}{R} + mg = \frac{mg(3h-R)}{R} + mg = \frac{3mgh}{R} = \frac{3 \cdot 0,01 \cdot 10 \cdot 0,2}{0,16} \approx 0,38 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,38Н.
