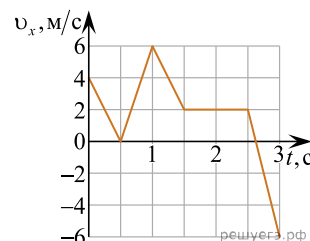


Вариант 18

№ 1.

На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Чему равна проекция s_x перемещения этого тела за время от момента $t_1=0,5$ с до момента $t_2 = 1,5$ с? Ответ запишите в метрах с учётом знака проекции.



№ 2.

На брусок массой 5кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если коэффициент трения уменьшится в 4раза при неизменной массе? (Ответ дайте в ньютонах.)

№ 3.

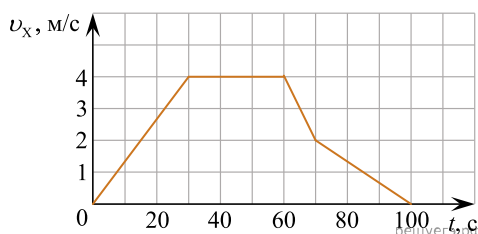
Над покоившимся точечным телом внешняя сила совершила работу 10Дж. В результате этого тело приобрело импульс 6 кг · м/с. Чему равна масса этого тела? Ответ запишите в килограммах.

№ 4.

Куб из материала плотностью 1500кг/м³ и объемом 500см³ полностью погружен в воду. Определите модуль силы Архимеда, действующей на этот куб. Ответ запишите в ньютонах.

№ 5.

В инерциальной системе отсчета вдоль оси Ox движется тело массой 20кг. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости u_x этого тела от времени t .



Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие данное движение тела. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 60 до 70 с уменьшилась в 4 раза.
2. За промежуток времени от 0 до 30 с тело переместилось на 20 м.
3. В момент времени $t = 40$ с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.
4. Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 30с в 2раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 70 до 100 с.
5. В промежутке времени от 70 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг · м/с.

№ 6.

Массивный шарик, подвешенный к потолку на упругой пружине, совершает вертикальные гармонические колебания. Как ведут себя скорость и ускорение шарика в момент, когда шарик проходит положение равновесия, двигаясь вниз?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Скорость шарика
- Б) Ускорение шарика

ИХ МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ

- 1. Достигает максимума; направление вверх
- 2. Достигает максимума; направление вниз
- 3. Модуль равен нулю

А	Б

№ 7.

Идеальный газ в цилиндре переводится из состояния *A* в состоянии *B* так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния газа, приведены в таблице. Какое число должно быть в свободной клетке таблицы?

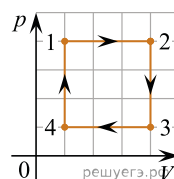
	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
Состояние <i>A</i>	1,0	4	
Состояние <i>B</i>	1,5	8	900

№ 8.

Кусок свинца, находившийся при температуре $+27,5^\circ\text{C}$, начали нагревать, подводя к нему постоянную тепловую мощность. Через 39 секунд после начала нагревания свинец достиг температуры плавления $+327,5^\circ\text{C}$. Через сколько секунд после этого момента кусок свинца расплавится? Потери теплоты отсутствуют. (Удельная теплоемкость свинца — $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления свинца — $25 \text{ кДж}/\text{кг}$.)

№ 9.

Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p – V . Из предложенного перечня выберите все верные утверждения и укажите их номера.



- 1. В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2. В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
- 3. В процессе 3–4 газ отдает некоторое количество теплоты.
- 4. В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5. Работа, совершенная газом в процессе 1–2, в 3 раза больше работы, совершенной над газом в процессе 3–4.

№ 10.

Одноатомный идеальный газ в количестве 0,08 моль, находящийся в сосуде с подвижным поршнем, изотермически расширяется при температуре 400 К. Масса газа в сосуде остается неизменной.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объема V газа.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа $p(V)$
- Б) внутренняя энергия газа $U(V)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{265,92}{V}$
- 2) 30
- 3) 398,88
- 4) $28V$

№ 11.

Плавкий предохранитель счетчика электроэнергии в квартирной сети напряжением 220 В снабжен надписью: «6 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в сеть, чтобы предохранитель не расплавился? *Ответ дайте в ваттах.*

№ 12.

Прямолинейный проводник длиной 0,1 м, по которому течет ток силой 5 А, расположен в однородном магнитном поле под углом 90° к линиям его магнитной индукции. Каков модуль индукции данного магнитного поля, если сила, действующая на этот проводник со стороны магнитного поля, равна по модулю 0,2 Н?

Ответ дайте в теслах.

№ 13.

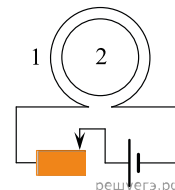
Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Определите угол между падающим и отраженным лучами. *Ответ запишите в градусах.*

№ 14.

Внутри катушки 1, включенной в цепь последовательно с реостатом, находится катушка 2. Ползунок реостата равномерно перемещают влево.

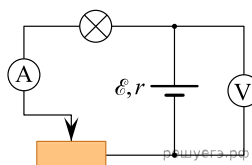
Выберите из предложенных утверждений верные.

- 1. Ток в витке 2 течет по часовой стрелке.
- 2. Ток в витке 2 течет против часовой стрелки.
- 3. Ток в цепи 1 возрастает.
- 4. Ток в цепи 1 убывает.
- 5. Вектор индукции магнитного поля, созданного током катушки 2, направлен от нас.



№ 15.

Ученик собрал электрическую цепь согласно схеме, представленной на рисунке. Как будут изменяться показания амперметра и вольтметра при движении ползунка реостата вправо? Измерительные приборы считать идеальными, а сопротивление лампы не зависящим от силы тока.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

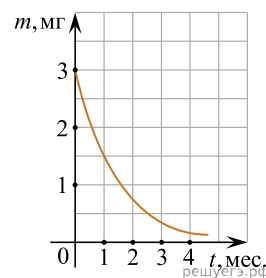
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Показания амперметра	Показания вольтметра

№ 16.

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в месяцах.)



№ 17.

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны ν , длина световой волны в воздухе λ , показатель преломления воды относительно воздуха n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны в воде
- Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \nu$
- 2) $\frac{\lambda}{n}$
- 3) $n \lambda \nu$
- 4) $\frac{\lambda \nu}{n}$

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

А	Б

№ 18.

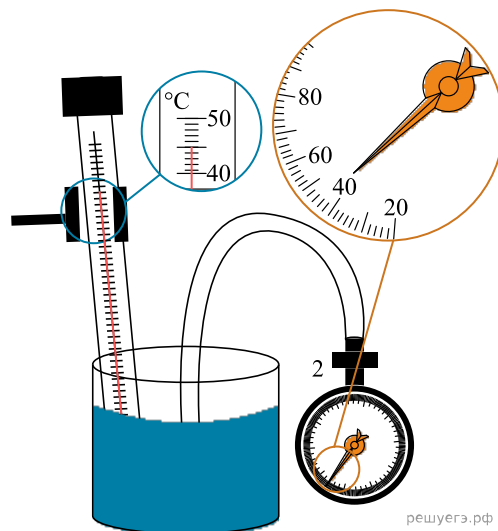
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

1. В любых системах отсчета все механические процессы протекают одинаково.
2. Скорость диффузии в жидкости растет с ростом температуры.
3. В цепи постоянного тока отношение напряжений на концах параллельно соединенных резисторов равно отношению их сопротивлений.
4. Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют меньшую длину волны, чем радиоволны.
5. Ядро любого атома (кроме атома водорода) состоит из положительно заряженных протонов и не имеющих заряда нейтронов.

№ 19.

При исследовании зависимости давления газа от температуры ученик измерял давление в сосуде с газом с помощью манометра. Шкала манометра проградуирована в мм рт.ст. Абсолютная погрешность измерений давления равна цене деления шкалы манометра. Каково показание манометра с учетом погрешности измерений? В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

Ответ: (____±____) мм рт. ст.



№ 20.

Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с ее помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, соединительные провода и реостат. Какие **два** предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Резистор.
2. Конденсатор.
3. Секундомер.
4. Амперметр.
5. Вольтметр.

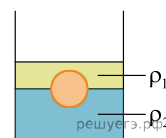
№ 21.

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29°C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 7°C . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинается при той же температуре стакана 7°C ? Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

$t, ^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

№ 22.

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$, плавает шарик (см.рис.). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



№ 23.

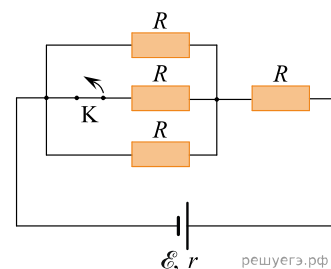
В плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого равно 3см, вставили плоскопараллельную металлическую пластину толщиной 2,5см. Плоскости пластины параллельны обкладкам конденсатора, расстояние между обкладками намного меньше их поперечных размеров, пластина не касается обкладок. Во сколько раз в результате этого увеличилась емкость конденсатора?

№ 24.

Два школьника на уроке физики решили надуть большой пустой пластиковый пакет. Вначале один из них вдул в него из рта объем $V_1=3\text{л}$ воздуха с относительной влажностью $\varphi_1 = 60\%$ и температурой $t_1 = 35^{\circ}\text{C}$, а затем второй вдул туда же объем $V_2=2\text{л}$ воздуха с относительной влажностью $\varphi_2 = 40\%$ и с той же температурой. Какова будет относительная влажность воздуха φ_3 в пакете после его остывания до комнатной температуры $t_2 = 22^{\circ}\text{C}$? Давления насыщенных паров воды при температурах t_1 и t_2 равны, соответственно, $p_{н1} \approx 5,63 \text{ кПа}$ и $p_{н2} \approx 2,65 \text{ кПа}$. Изменением объема пакета при остывании воздуха пренебречь.

№ 25.

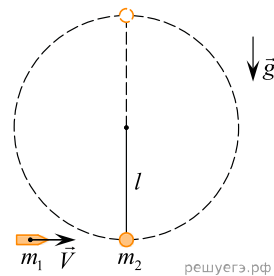
На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r , четырех одинаковых резисторов и ключа K . После размыкания ключа тепловая мощность, выделяющаяся в подключенных к источнику резисторах, не изменилась. Чему равно внутреннее сопротивление источника, если $R = 10 \text{ Ом}$?



№ 26.

Пуля массой $m_1=4\text{г}$, летящая горизонтально со скоростью $V=125\text{м/с}$, попадает в небольшой шарик массой $m_2=100\text{г}$, подвешенный на жестком невесомом стержне длиной $l=0,5\text{м}$ с шарниром наверху, и застревает в шарике (см.рис.). Найдите модуль центростремительного ускорения шарика в верхней точке окружности, по которой он двигался после попадания пули. Трения шарика о воздух нет.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия и движения тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.



Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	41570	3,5
2	323	5
3	31403	1,8
4	37141	5
5	26716	134
6	3165	23
7	835	300
8	10640	25
9	7155	134
10	28083	13
11	9314	1320
12	29796	0,4
13	36759	30
14	11560	23 32
15	42792	12
16	5406	1
17	42794	24
18	25541	245
19	36040	442
20	28126	45

№ 21.

Критерии оценивания ответа на задание С1	Баллы
Приведен правильный ответ и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов.	3

Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении содержится один из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. 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>Максимальное количество баллов</i>	3

Решение.

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7°C . Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7°C , из таблицы 10гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 29°C равно 40 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,25 = 25\%$.	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате уменьшится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	<i>Максимальный балл</i>	3

№ 22.

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
Максимальный балл	2

Решение. На шарик действуют: сила тяжести mg , сила Архимеда со стороны каждой жидкости F_{A1} и F_{A2} . Шар находится в равновесии, если выполняется равенство:

$$F_{A1} + F_{A2} = mg.$$

Сила Архимеда, действующая в первой жидкости $F_{A1} = \rho_1 g V_1$, где объем погруженной в нее части шара $V_1 = \frac{V}{4}$. Сила Архимеда, действующая во второй жидкости $F_{A2} = \rho_2 g V_2$, где объем погруженной в нее части шара $V_2 = \frac{3V}{4}$. Масса шарика равна $m = \rho V$. Объединяя формулы, получаем:

$$\rho = \frac{\rho_1 + 3\rho_2}{4} = \frac{800 + 3 \cdot 1000}{4} = 950 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$.

№ 23.

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
Максимальный балл	2

Решение. Емкость плоского конденсатора пропорциональна диэлектрической проницаемости диэлектрика внутри него: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$.

При любом положении параллельной пластины новая емкость C_1 будет одной и той же, соответствующей обычному конденсатору с расстоянием между пластинами, равному $d - b$, где d — расстояние между обкладками, а b — толщина металлической пластины.

Поскольку $\frac{C_1}{C} = \frac{d}{d-b}$, то $C_1 = \frac{Cd}{d-b} = \frac{C \cdot 3}{3-2,5} = 6C$. Таким образом, емкость конденсатора увеличится в 6 раз.

Ответ: 6.

№ 24.

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: формулы для определения относительной влажности воздуха, закон Дальтона и уравнение Менделеева-Клапейрона); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования 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 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 В решении 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
Максимальный балл	3

Решение. 1. Относительная влажность воздуха по определению равна отношению парциального давления паров воды к давлению насыщенных паров воды при той же температуре, или отношению соответствующих плотностей ρ паров: $\varphi = \frac{p(T)}{p_n(T)}$, откуда $p = \varphi p_n$.

2. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона, которое можно применять к парам воды при низких давлениях, $p = \frac{\rho RT}{\mu} = \frac{mRT}{\mu V}$, так что вначале надо определить полную массу m воды в пакете после смешивания двух порций влажного воздуха:

$$m = m_1 + m_2 = \frac{\mu V_1 \varphi_1 p_{n1}}{RT_1} + \frac{\mu V_2 \varphi_2 p_{n1}}{RT_1}.$$

3. Затем, пренебрегая изменением суммарного объема пакета $V = V_1 + V_2$, найдём массу насыщенных паров воды в нём при температуре T_2 , учитывая сложение давлений паров по закону Дальтона:

$$m_n = \frac{\mu V p_{n2}}{RT_2}.$$

4. Поскольку плотности паров при данном объёме пропорциональны их массам, окончательно получаем выражение для относительной влажности воздуха в конечном состоянии:

$$\varphi_3 = \frac{m}{m_n} = \frac{p_{n1} T_2 (V_1 \varphi_1 + V_2 \varphi_2)}{p_{n2} T_1 (V_1 + V_2)}.$$

5. Подставляя данные из условия, находим искомую влажность:

$$\varphi_3 = \frac{m}{m_n} = \frac{5,63 \cdot 295 \cdot (3 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,4)}{2,65 \cdot 308 \cdot (3 + 2)} \approx 1,058 > 1,$$

$$\varphi_3 = \left[\frac{3 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,4}{3 + 2} \right] \cdot 5,63 \cdot \frac{295}{2,65 \cdot 308} \approx 1,058 > 1!$$

Значит, выпадет роса, и влажность воздуха φ_3 будет равна 100%.

Ответ: $\varphi_3 = 100\%$.

№ 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 (в данном случае: правила вычисления сопротивления участка цепи при последовательном и параллельном соединении резисторов, закон Ома для замкнутой цепи, закон Джоуля — Ленца); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на перемычку; III) 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); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) 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 пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. и (или) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. и (или) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. и (или) Отсутствует пункт V, или в нем 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 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. Будем использовать правила вычисления сопротивления участка цепи при последовательном и параллельном соединении резисторов. Сопротивление трех параллельно соединенных резисторов равно $\frac{R}{3}$, а двух параллельно соединенных резисторов $\frac{R}{2}$. Поэтому до размыкания ключа сопротивление резисторов, подключенных к источнику, равно:

$$R_1 = \frac{R}{3} + R = \frac{4R}{3},$$

а после размыкания ключа —

$$R_2 = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}.$$

2. По закону Ома для замкнутой электрической цепи сила текущего в ней тока равна:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{\text{внеш}}},$$

где $R_{\text{внеш}}$ — сопротивление внешней нагрузки, подключенной к источнику.

3. По закону Джоуля—Ленца мощность, выделяющаяся при протекании тока силой I через внешнюю нагрузку $R_{\text{внеш}}$, равна:

$$P = I^2 R_{\text{внеш}} = \frac{\mathcal{E}^2 R_{\text{внеш}}}{(r + R_{\text{внеш}})^2}.$$

4. До размыкания ключа $R_{\text{внеш}} = R_1$, а после размыкания $R_{\text{внеш}} = R_2$. Согласно условию, после размыкания ключа мощность, выделяющаяся на внешней нагрузке, не изменилась. Поэтому:

$$\frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(r + R_1)^2} = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(r + R_2)^2},$$

откуда:

$$\frac{r + R_2}{r + R_1} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}},$$

или

$$\frac{2r + 3R}{3r + 4R} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Отсюда:

$$r = \sqrt{2}R \approx 1,4R = 1,4 \cdot 10 = 14 \text{ Ом}.$$

Ответ: $r = \sqrt{2}R \approx 14 \text{ Ом}$.

Критерии оценивания выполнения задания		Баллы
Критерий 1		
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).		1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.		0
Критерий 2		
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае: закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, закон сохранения механической энергии и формула для центростремительного ускорения</i>); II) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение; 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 нескольким пунктам — II, III и IV — 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 V, 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
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей, которая является инерциальной (ИСО).
2. Пуля и шарик имеют малые размеры по сравнению с длиной стержня, поэтому их можно описывать моделью материальной точки.
3. Систему «шарик— пуля» можно считать замкнутой, потому что внешние силы не действуют (сила сопротивления воздуха отсутствует). Поэтому можно применять законы сохранения импульса и энергии в ИСО для материальных точек.
4. Стержень можно описывать моделью абсолютно твердого тела (размеры и расстояние между любыми двумя точками не меняются). Длина стержня равна радиусу окружности, по которой движется шарик с пулей.
5. За малый промежуток времени, когда тела находятся в верхней точке траектории, можно считать движение, как равномерное по окружности и применять закон данного движения для нахождения центростремительного ускорения.

Перейдем к решению.

1. В момент удара пули в шарик справедлив закон сохранения проекции импульса системы «пуля + шарик» на горизонтальную ось: $m_1 V = (m_1 + m_2) u$. Отсюда находим $v = \frac{V m_1}{(m_1 + m_2)}$.
2. В нижней точке траектории система обладает кинетической энергией:

$$E_{\text{кн}} = (m_1 + m_2) \frac{v_1^2}{2} = \frac{m_1^2 V^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

3. Поскольку трения нет, в системе сохраняется механическая энергия $E_{\text{к}} + E_{\text{п}}$. Потенциальная энергия в верхней точке траектории равна $E_{\text{пв}} = (m_1 + m_2) g \cdot 2l$, а кинетическая $E_{\text{кв}} = (m_1 + m_2) \frac{v_2^2}{2}$.
4. Найдём квадрат скорости шарика в верхней точке траектории:

$$(m_1 + m_2) \frac{v_2^2}{2} + (m_1 + m_2) g \cdot 2l = \frac{m_1^2 V^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

Отсюда:

$$v_2^2 = \frac{m_1^2 V^2}{(m_1 + m_2)^2} - 4gl = \frac{4^2 \cdot 125^2}{104^2} - 20 \approx 3,114 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

5. Поскольку шарик движется по окружности радиусом $l = 0,5 \text{ м}$, то его центростремительное ускорение в верхней части траектории равно $a = \frac{v_2^2}{l} \approx 3,114/0,5 \approx 6,23 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $a \approx 6,23 \text{ м/с}^2$.