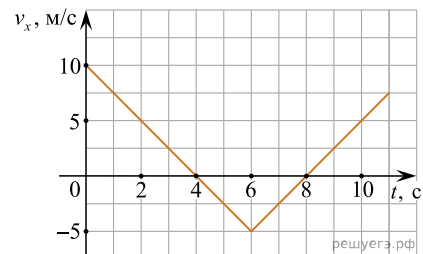


Вариант 1

№ 1.

Тело движется по оси Ox . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите, какой путь прошло тело за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 4$ с. (Ответ дайте в метрах.)



№ 2.

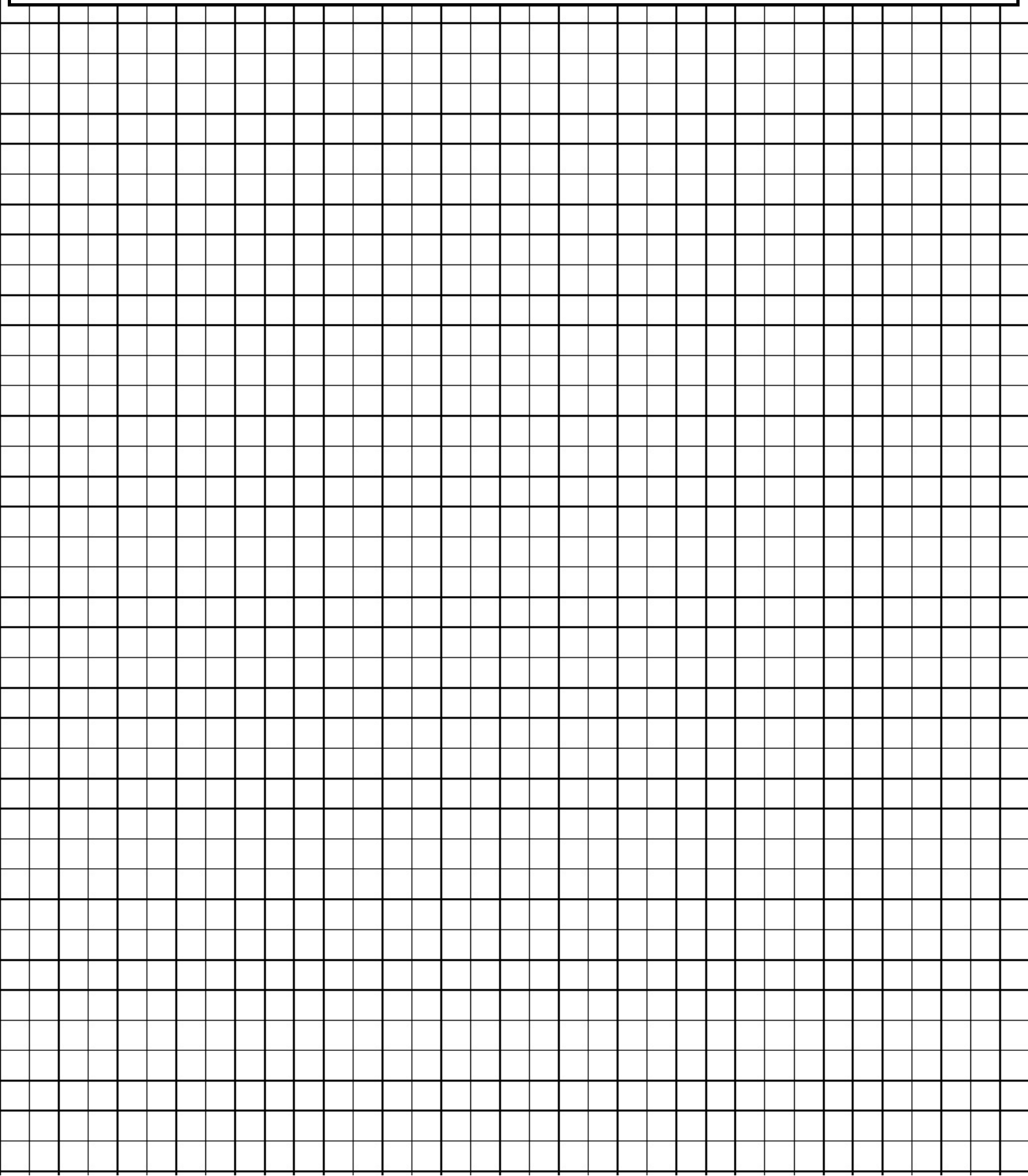
На гладкой горизонтальной поверхности находится маленький брусок. Если приложить к нему силу, направленную вдоль данной поверхности и равную по модулю 8 Н, то брусок будет двигаться с ускорением $\vec{a}_1$. Если приложить к этому бруску две взаимно перпендикулярные силы, направленные вдоль данной поверхности и равные по модулю 8 Н и 6 Н, то брусок будет двигаться с ускорением $\vec{a}_2$. Найдите отношение модулей ускорений $\frac{a_2}{a_1}$.

Ответ округлите до сотых долей.

№ 3.

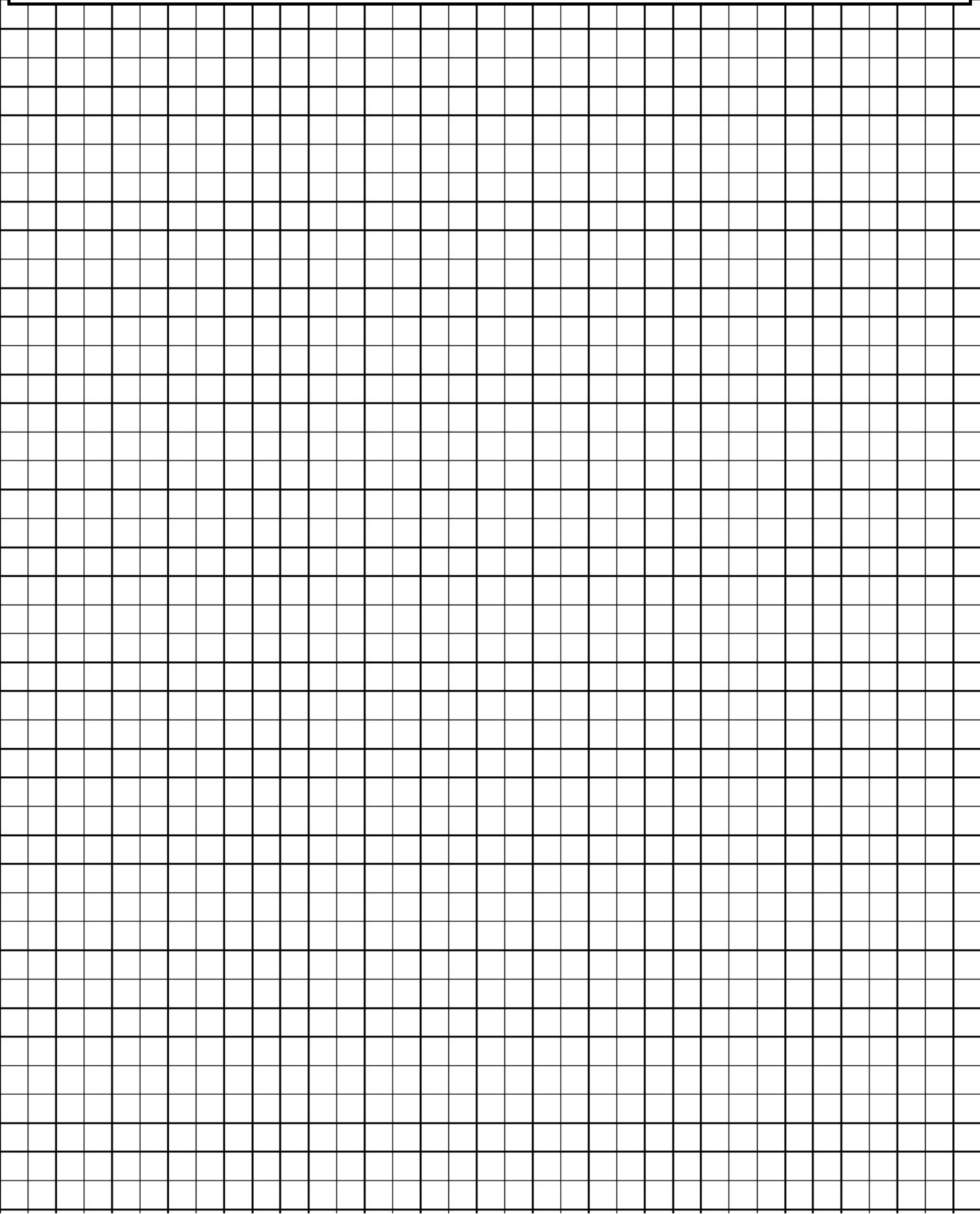
Снаряд, выпущенный под углом к горизонту, разрывается в верхней точке своей траектории на два осколка, массы, которых относятся как $2 : 1$. Скорость снаряда непосредственно перед разрывом была равна 20 м/с . Оказывается, что сразу после разрыва более тяжелый осколок летит вертикально вниз со скоростью 40 м/с . Найдите модуль скорости легкого осколка сразу после разрыва, если массой сгоревшего при взрыве вещества можно пренебречь.

Ответ дайте в метрах в секунду.



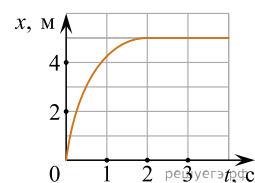
№ 4.

Диапазон длин звуковых волн фортепиано составляет интервал от $\lambda_1 = 8$ см до $\lambda_2 = 12$ м. Каково отношение граничных частот звуковых волн $\frac{\nu_1}{\nu_2}$ этого интервала?



№ 5.

Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. Выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



1. Проекция скорости шарика постоянно увеличивалась и оставалась положительной на всем пути.
2. Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.
3. Первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.
4. На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
5. Первые 2 с проекция ускорения шарика не изменялась, а затем стала равной нулю.

№ 6.

Подъемный кран на стройке равномерно поднимает груз на некоторую высоту. Бригадир распорядился подцепить к крюку крана груз вдвое большей массы и поднять его на ту же высоту за вдвое большее время. Как изменится в течение второго подъема по сравнению с первым подъемом совершаемая краном работа и его полезная мощность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

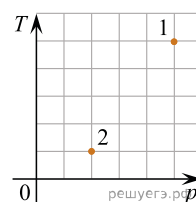
- 1. Увеличится.
- 2. Уменьшится.
- 3. Не изменится.

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

Работа, совершаемая краном	Полезная мощность крана

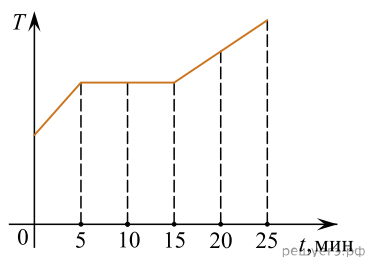
№ 7.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Чему равно отношение объемов $\frac{V_2}{V_1}$?



№ 8.

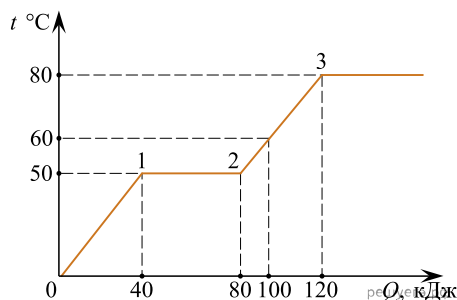
Для плавления куска льда при температуре его плавления требуется количество теплоты, равное 3 кДж. Этот кусок льда внесли в теплое помещение. Зависимость температуры льда от времени представлена на рисунке. Определите среднюю тепловую мощность, подводимую к куску льда в процессе плавления. (Ответ дайте в ваттах.)



№ 9.

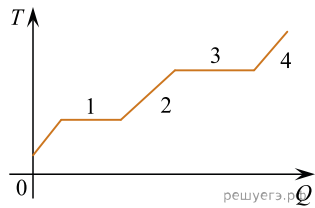
В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры t от вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1. Температура плавления вещества равна 50°C .
2. Для того, чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 80 кДж .
3. Тело полностью расплавилось когда получило 100 кДж теплоты.
4. Количество теплоты, которое необходимо затратить для нагревания тела от 60°C до 80°C равно 20 кДж .
5. Теплоемкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твердом.



№ 10.

В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Нагревание вещества в газообразном состоянии
- Б) Кипение жидкости

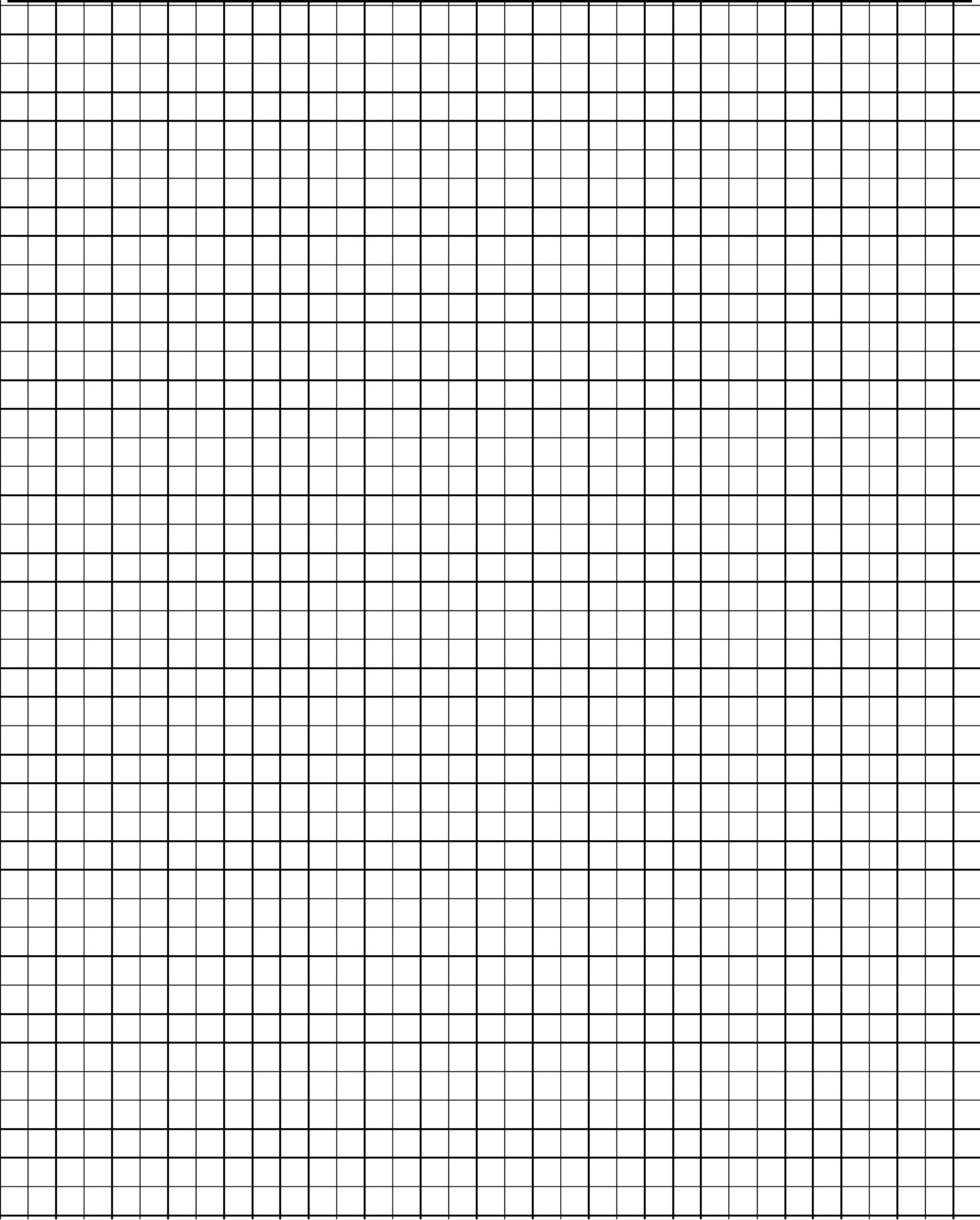
УЧАСТКИ ГРАФИКА

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

А	Б

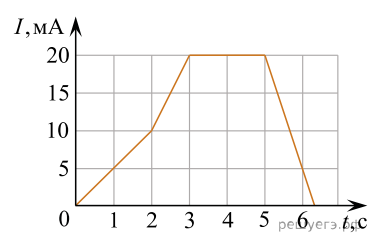
№ 11.

Паяльник подключили к источнику постоянного напряжения 220 В. Какое количество теплоты выделится за 20 минут работы паяльника, если сила тока в цепи его питания равна 1,2 А? *Ответ дайте в килоджоулях.*



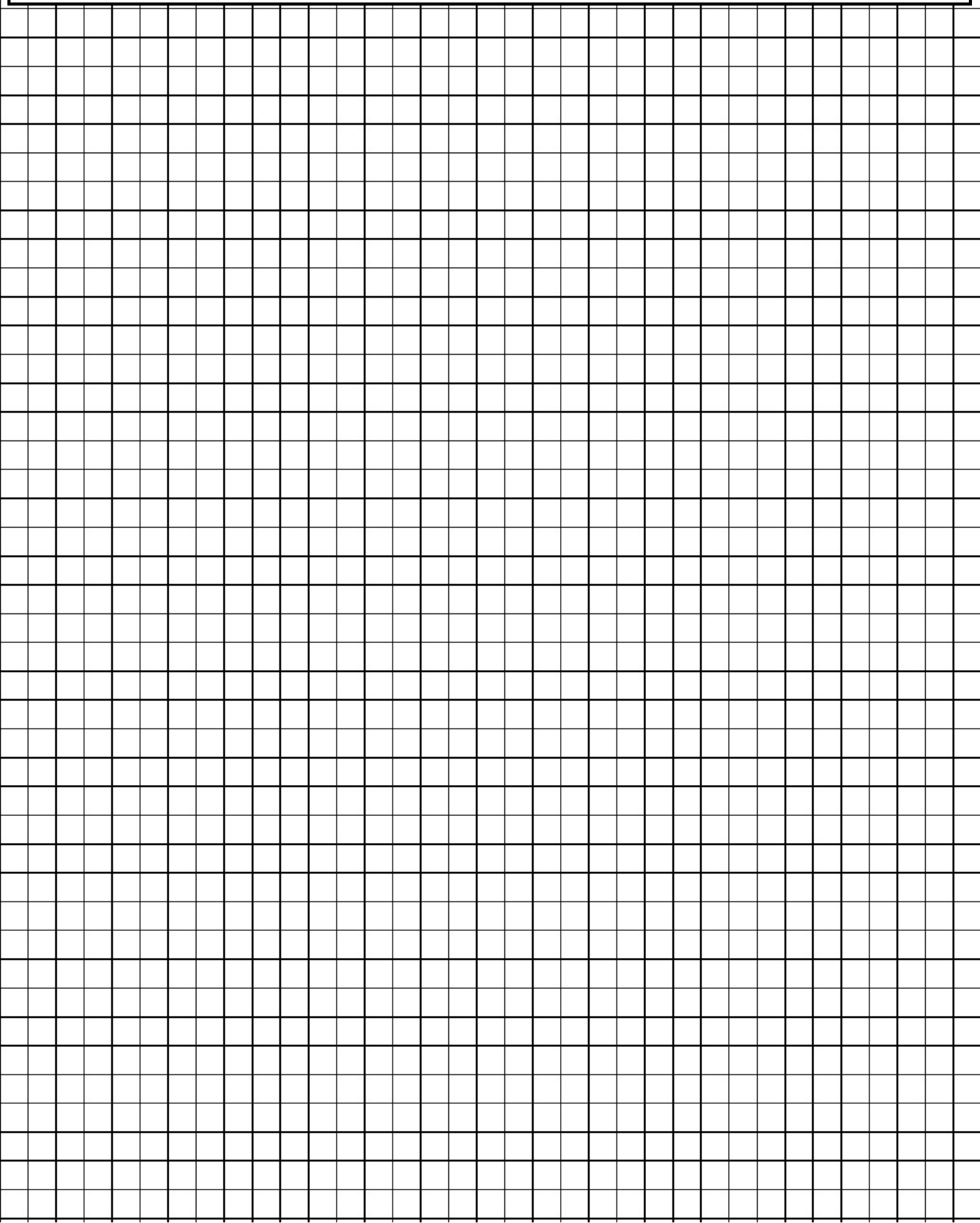
№ 12.

На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой равна 5 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 6 с . *Ответ запишите в микровольтах.*



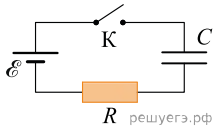
№ 13.

Свет идет из вещества с показателем преломления n в вакуум. Предельный угол полного внутреннего отражения равен 60° . Чему равен n ? Ответ дайте с точностью до сотых.



№ 14.

Полностью разряженный конденсатор подключен через разомкнутый ключ K к источнику постоянного напряжения последовательно с резистором сопротивлением $R = 20\text{ кОм}$ (см.рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В таблице представлены результаты измерений силы тока в этой цепи. Сопротивлением ключа и проводов, а также внутренним сопротивлением источника напряжения можно пренебречь.



t, мс	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в данном опыте. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1. Сила тока, текущего через резистор, в процессе наблюдения увеличивается.
- 2. Через 6 мс после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3. Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 мс равно 4 В.
- 4. В момент времени $t = 4\text{ мс}$ напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) Напряжение на конденсаторе с течением времени не изменяется.

№ 15.

По П-образным рельсам, лежащим на горизонтальной плоскости, перемещают прямую проводящую цилиндрическую перемычку, двигая ее с постоянной скоростью V . Рельсы находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. Перемычку заменили на другую — из такого же материала, такой же длины, но с большей массой. Остальные условия проведения эксперимента оставили неизменными. Определите, как в результате замены перемычки изменились возникающая в контуре ЭДС индукции и модуль действующей на перемычку силы Ампера.

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.

ЭДС индукции, возникающая в контуре	Модуль сила Ампера, действующей на перемычку

№ 16.

Ядро ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ испытывает α -распад, при этом образуется α -частица и ядро элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

№ 17.

В первом эксперименте наблюдается радиоактивный распад некоторого изотопа, имеющего период полураспада T . При постановке второго опыта увеличили начальную массу того же самого изотопа и проводили наблюдения при более высокой температуре. Как во втором опыте, по сравнению с первым, изменяются период полураспада изотопа и число ядер, распадающихся за время T ?

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.

Период полураспада изотопа	Число ядер, распадающихся за время T

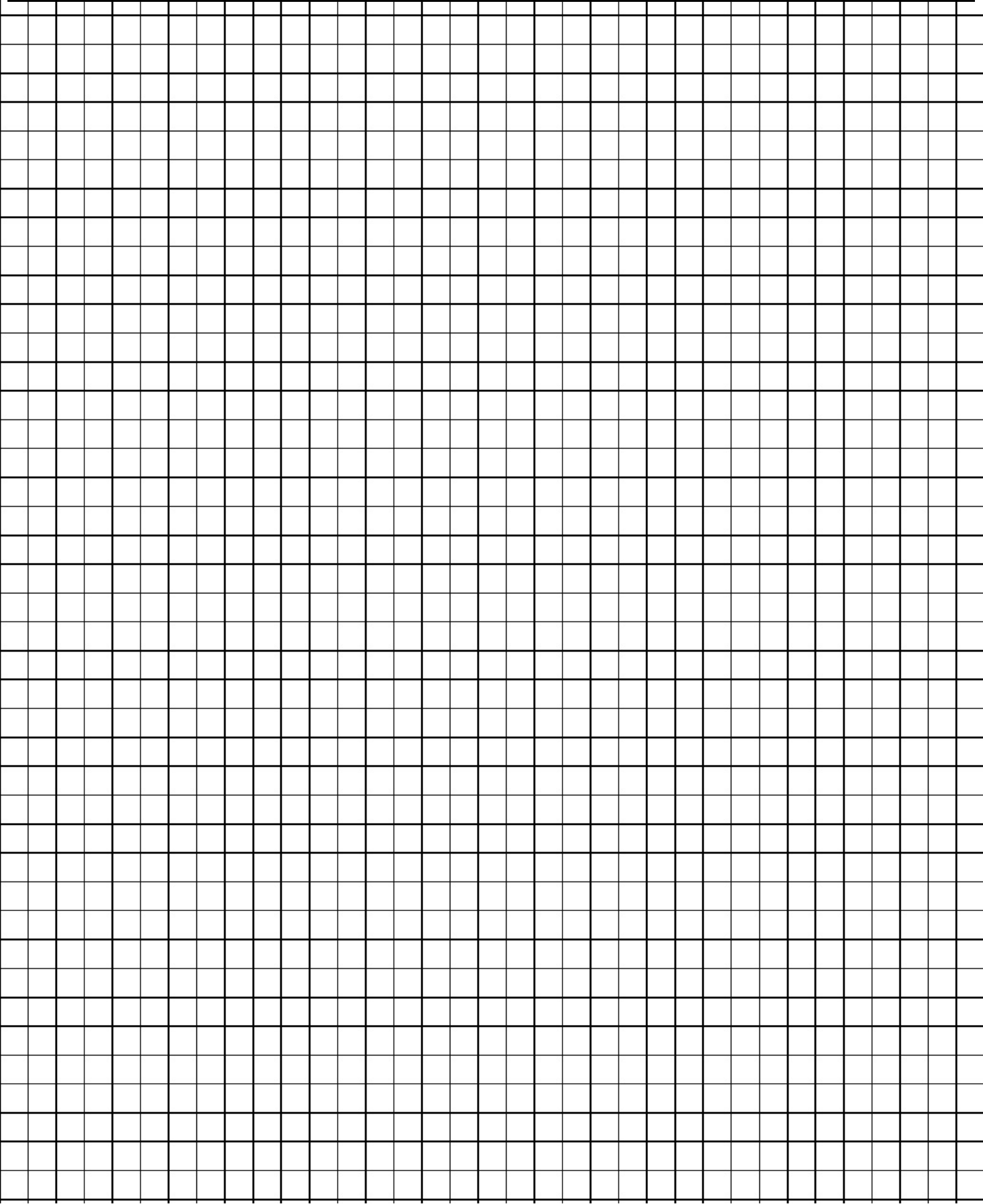
No 18.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры под которыми они указаны. Цифры в ответе расположите в порядке возрастания.

1. При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
2. Явление диффузии протекает в твердых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
3. Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
4. Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
5. В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

№ 19.

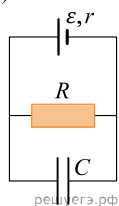
Через резистор течет постоянный электрический ток, сила которого равна 0,1 А и измерена с высокой точностью. На корпусе резистора указано, что его сопротивление равно 2 кОм, а абсолютная погрешность этого значения составляет 10%. Какая мощность выделяется в этом резисторе?



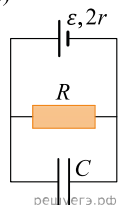
№ 20.

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

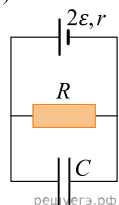
1)



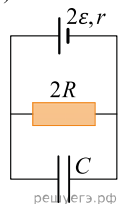
2)



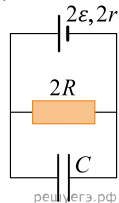
3)



4)



5)



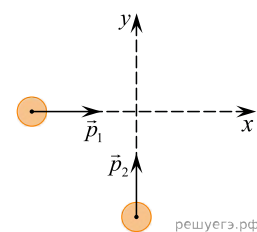
Запишите в ответе номера выбранных схем.

№ 21.

В герметичную банку, сделанную из очень тонкой жести и снабженную наверху закручивающейся крышкой, налили немного воды (заполнив малую часть банки) при комнатной температуре и поставили на газовую плиту, на огонь, не закрывая крышку. Через некоторое время, когда почти вся вода выкипела, банку сняли с огня, сразу же плотно закрутили крышку и облили банку холодной водой. Опишите физические явления, которые происходили на различных этапах этого опыта, а также предскажите и объясните его результат.

№ 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.



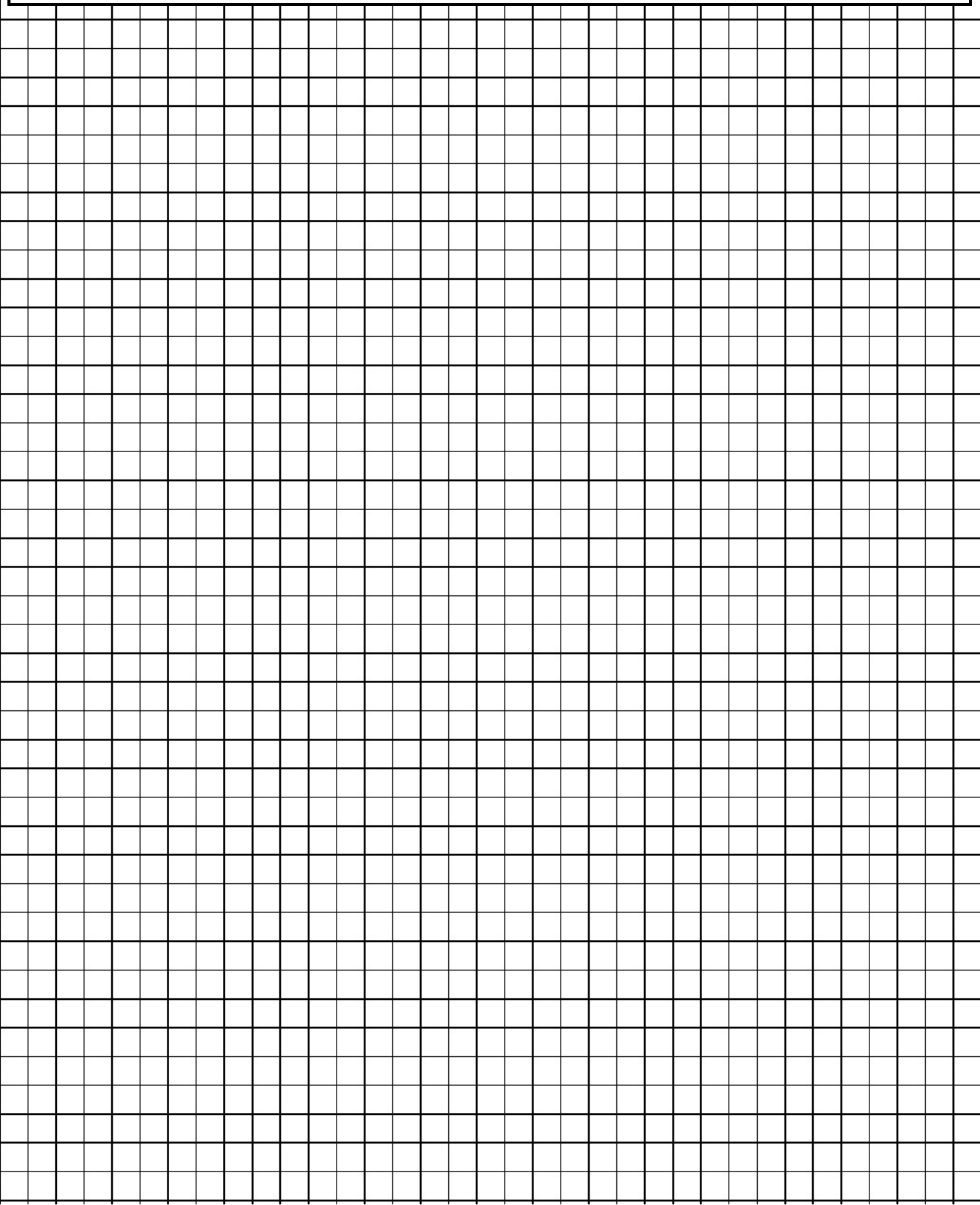
решуегэ.рф

№ 23.

В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 300 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили еще 2 моля гелия при температуре 450 К и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически сжали, изменив его объем в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

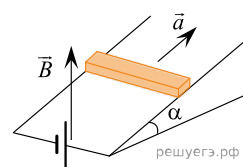
№ 24.

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.

Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рис.). По стержню протекает ток $I = 4$ А. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0,1$ кг/м. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2$ Тл. Чему равно ускорение стержня?



№ 26.

Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится кубик массой $m = 100$ г. Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой $M = 300$ г, движущийся со скоростью $v_0 = 2$ м/с. Определите расстояние L , которое пройдет кубик до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром. Коэффициент трения кубика о поверхность $\mu = 0,3$.

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

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	3324	20
2	31876	1,25
3	27938	100
4	630	150
5	6589	35
6	25238	12
7	8681	0,5
8	9310	5
9	37891	14
10	4786	43
11	46771	316,8
12	42038	75
13	3503	1,15
14	36760	23
15	19799	31
16	24369	86222
17	23244	31
18	29994	235
19	24111	202
20	16864	13 31

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п. 4</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>явление теплопередачи, явления испарения, кипения и конденсации воды, уменьшение давления пара внутри банки при понижении температуры, причины появления сдвигающих банку сил</i>).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности и дано правильное объяснение, но содержится один из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ	

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. 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 верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. После помещения банки на огонь вода в ней нагревалась через тонкую стенку банки от горячих продуктов горения газа. При этом с ростом температуры вода испарялась, и возрастало давление ее паров в банке, которые постепенно вытесняли из нее воздух. Когда вода закипела и почти вся испарилась, воздуха внутри банки практически не осталось. Давление насыщенных паров в банке при этом стало равно внешнему атмосферному давлению.

2. Когда банку сняли с огня, закрыли крышкой и охладили холодной водой почти до комнатной температуры, горячие пары воды внутри банки остыли и практически целиком сконденсировались на ее стенках, отдавая теплоту конденсации наружу, холодной воде, благодаря процессу теплопроводности через стенки.

3. В соответствии с уравнением Клапейрона — Менделеева давление пара в банке резко упало — во-первых, из-за уменьшения массы оставшегося в банке пара, и во-вторых — из-за падения его температуры. Заметим, что резкое уменьшение давления в банке можно объяснить и так: при понижении температуры до комнатной пары конденсируются, оставаясь насыщенными, но их давление становится намного меньше давления насыщенных паров воды при температуре кипения (примерно в 40 раз).

4. Поскольку при комнатной температуре давление насыщенных паров воды составляет лишь малую долю от атмосферного давления (не более 3–4%), тонкая банка после поливания ее водой окажется под действием разности этого большого внешнего давления и низкого давления пара внутри. По этой причине на банку начнут действовать большие сдвигавшие силы, которые будут стремиться сплющить банку. Как только эти силы превысят предельную величину, которую могут выдержать стенки банки, то она сплющится, резко уменьшившись в объеме.

№ 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) 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
Максимальный балл	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.

№ 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. Внутренняя энергия ν молей гелия рассчитывается по формуле $U = \frac{3}{2}\nu RT$. Пусть энергия добавляемой порции газа U'_1 , внутренняя энергия двух порций газа, находящихся в сосуде в промежуточном состоянии равна U' . Энергия U' равна сумме внутренних энергий двух порций газа в сосуде:

$$U' = U_1 + U'_1$$

$$\frac{3}{2}(\nu_1 + \nu'_1)RT' = \frac{3}{2}R\nu_1 T_1 + \frac{3}{2}R\nu'_1 T'_1$$

$$T' = \frac{\nu_1 T_1 + \nu'_1 T'_1}{\nu_1 + \nu'_1}$$

В изобарическом процессе отношение объема к температуре остается постоянным $\frac{V'}{T'} = \frac{V_2}{T_2}$. Откуда:

$$T_2 = \frac{V_2}{V'} T' = \frac{1}{2} \frac{v_1 T_1 + v'_1 T'_1}{v_1 + v'_1} = \frac{1}{2} \frac{1 \cdot 300 + 2 \cdot 450}{1 + 2} = 200 \text{ К.}$$

Заметим, что количество вещества во втором состоянии $v_2 = v_1 + v'_1$. Найдем отношение $\frac{U_2}{U_1}$:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{3}{2} v_2 R T_2}{\frac{3}{2} v_1 R T_1} = \frac{v_2 T_2}{v_1 T_1} = \frac{3 \cdot 200}{1 \cdot 300} = 2.$$

При переходе системы из состояния 1 в состояние 2 ее энергия увеличилась в 2 раза.

Ответ 2.

№ 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 — 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.	1

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.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	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 слу-	

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. На стержень действуют сила тяжести mg , сила Ампера F_A и сила реакции опоры N . Изобразим эти силы на рисунке.

По второму закону Ньютона $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = m\vec{a}$.

В проекции на выбранную ось Ox :

$$F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma.$$

Сила Ампера находится по формуле $F_A = BIl \sin \beta$, где $\beta = 90^\circ$ — угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

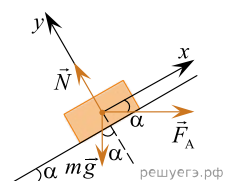
Тогда получаем:

$$ma + mg \sin \alpha = BIl \cos \alpha.$$

Отсюда ускорение стержня равно:

$$a = \frac{BIl \cos \alpha}{m} - g \sin \alpha = \frac{0,2 \cdot 4 \cdot \cos 30^\circ}{0,1} - 10 \cdot 0,5 \approx 1,9 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $1,9 \text{ м/с}^2$.



№ 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: закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии (для соударения шара и кубика), закон изменения механической энергии или второй закон Ньютона и законы движения (для движения кубика после соударения); 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);	3

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения иско- мой величины.	
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
<i>Максимальный балл</i>	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Кубик и шарик движутся поступательно, поэтому их можно принять за материальные точки. При переходе с гладкой на шероховатую поверхность пренебрегаем вращением шарика. При взаимодействии тел внешние силы тяжести и реакции опоры не оказывают действия в горизонтальном направлении, а силы трения и сопротивления не действуют. Поэтому в инерциальной системе отсчета можно применить закон сохранения импульса тел. Поскольку в момент удара непотенциальные силы реакции опоры перпендикулярны скоростям кубиков, а силы сопротивления не действуют, то работа всех непотенциальных сил, действующих на тела, равна нулю. Значит, полная механическая энергия сохраняется. Следовательно, в ИСО можно применить закон сохранения энергии в случае абсолютно упругого соударения. При дальнейшем движении кубика вся его кинетическая энергия тратится на работу непотенциальной силы трения. Значит, можно применить теорему об изменении кинетической энергии.

Перейдем к решению.

1. Кубик и шар считаем материальными точками, не учитываем энергию вращения шара после удара и процесс перехода кубика с гладкой части на шероховатую.

2. Поскольку соударение абсолютно упругое, то можно записать закон сохранения импульса и механической энергии для шара и кубика:

$$Mv_0 = Mv_1 + mv; \quad \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv^2}{2},$$

где v — скорость кубика; v_1 — скорость шара сразу после удара.

3. Из этих выражений получаем: $v = \frac{2Mv_0}{M+m}$.

4. Для описания движения кубика после удара до остановки можно, например, воспользоваться законом изменения механической энергии:

$$\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{тр}} \Leftrightarrow \frac{mv^2}{2} = F_{\text{тр}}L = \mu mgL.$$

5. Объединяя полученные выражения, получаем:

$$L = \frac{1}{2\mu g} \left(\frac{2Mv_0}{M+m} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 0,3 \cdot 10} \left(\frac{2 \cdot 0,3 \cdot 2}{0,3 + 0,1} \right)^2 = 1,5 \text{ м.}$$

Ответ: $L = 1,5 \text{ м.}$
