

Подготовка к ИА по физике. 2026.

Бородин И.Д.
учитель физики Лицея № 130.
bujhm61@mail.ru



Физика

I. Рекомендации по самостоятельной подготовке

- [Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике \(2025 г.\)](#)
- [Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике \(2024 г.\)](#)
- [Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике \(2023 г.\)](#)
- [Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике \(2022 г.\)](#)
- [Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике \(2020 г.\)](#)

II. Подготовка по темам:

- [Механика \(pdf\)](#)
- [Молекулярная физика и термодинамика \(pdf\)](#)
- [Электродинамика: электрическое поле, законы постоянного тока, магнитное поле \(pdf\)](#)
- [Электродинамика: электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика \(pdf\)](#)
- [Квантовая физика. Задания на проверку методологических умений \(pdf\)](#)
- [Тренировочные задания \(pdf\)](#)

III. Видеоконсультации

- [Онлайн-консультация "ЕГЭ на все 100" по подготовке к ЕГЭ по физике](#)
- [«ЕГЭ на отлично» по физике с М.Ю. Демидовой](#)

11. Изменения в КИМ ЕГЭ 2026 года в сравнении с КИМ 2025 года

Изменения структуры и содержания КИМ отсутствуют.

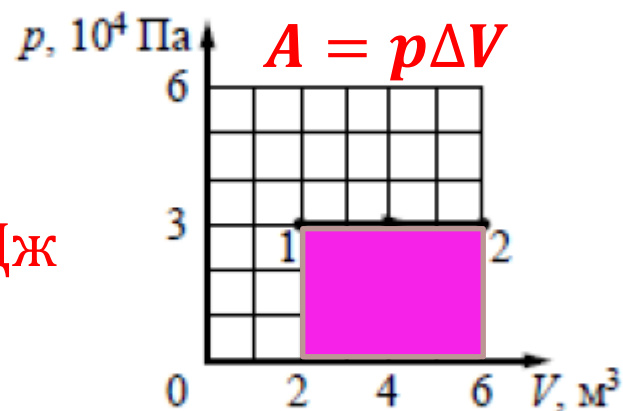
Задания с кратким ответом в виде числа:

- целое число, конечная десятичная дробь, знак «минус»
- с учетом заданных единиц величин

Какую работу совершает идеальный газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

$$12 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

Ответ: 120 кДж.



С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

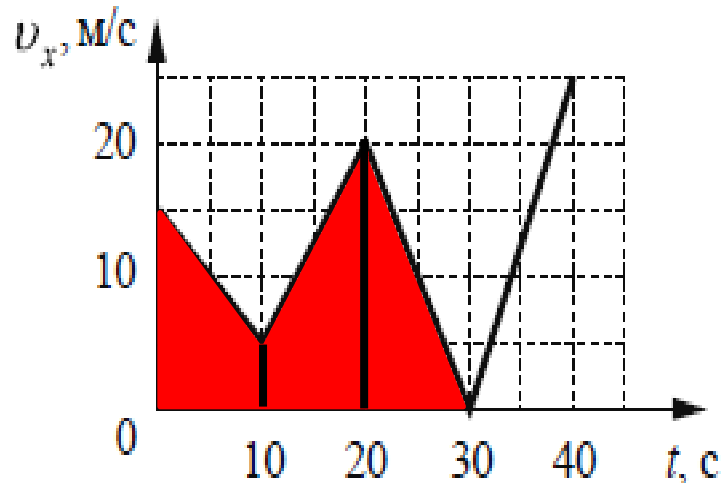
$$9 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$$

$$F = k \frac{q^2}{r^2}$$

Ответ: 0,9 мкН.

1

Тело движется вдоль оси Ox . На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



$$S = \ell = \frac{15 + 5}{2} \cdot 10 + \frac{20 + 5}{2} \cdot 10 + \frac{20}{2} \cdot 10 = 325 \text{ м}$$

325 – 76,2% (в среднем, 71,2%)

450 – 3,8% (15·30)

44 варианта ответов на 400 человек

Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 30 с.

Ответ: 325 м.

По графику можно искать:

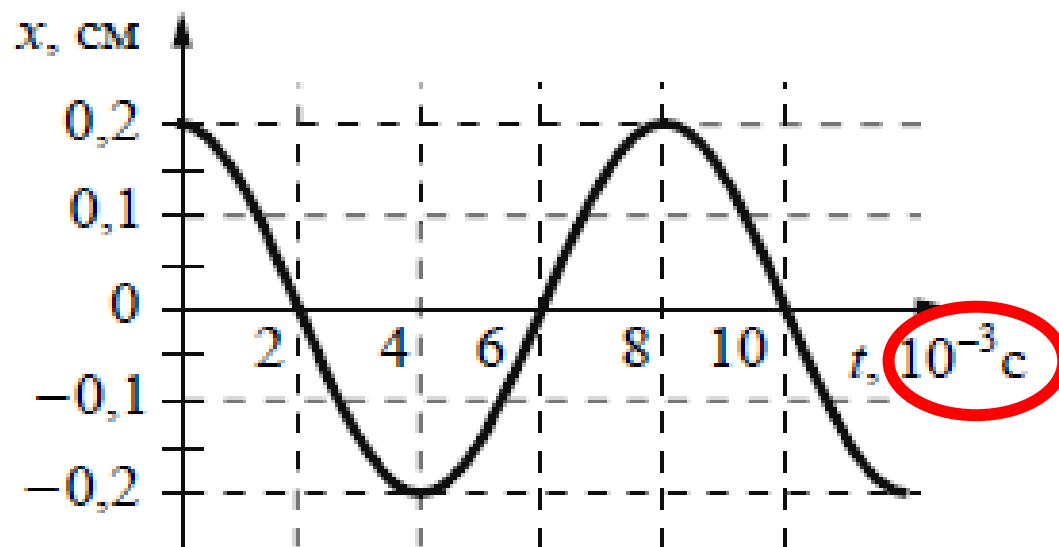
Для промежутка времени от 20 с до 30 с

-модуль ускорения

-проекцию ускорения на ось Ox

-на промежутке времени от 0 с до 30 с модуль перемещения,
проекцию перемещения на ось Ox и

- 4 На рисунке показан график зависимости координаты x от времени t для одной из точек колеблющейся струны. Чему равна частота этих колебаний струны согласно графику?



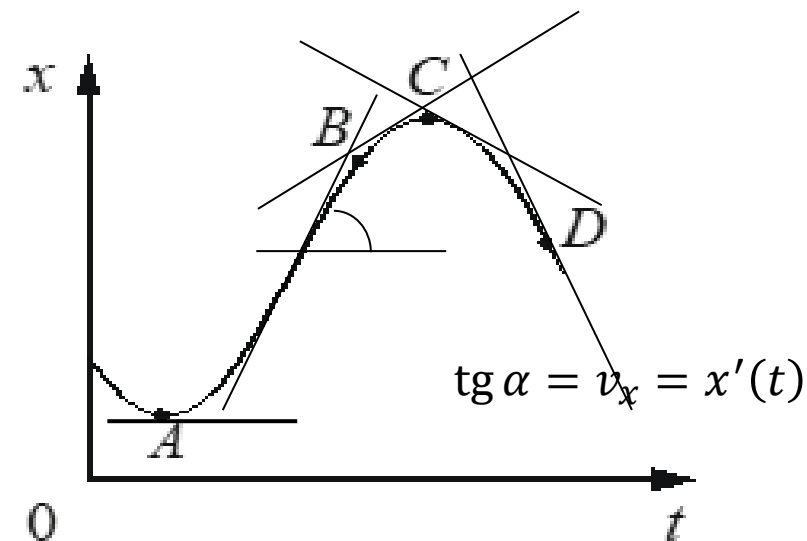
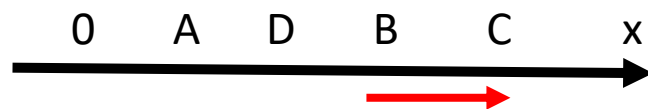
Ответ: 125 Гц.

125 – 56,6%;

0,125 – 24,3%

Остальные 34 варианта
ответов, все около 1 %

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t . Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

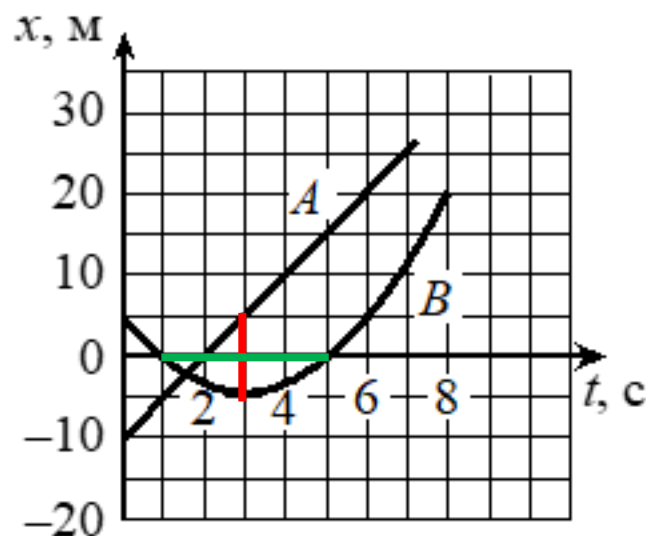


- + 1) В точке A скорость тела равна нулю.
- + 2) В точке B проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
- + 3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки B в точку C положительна.
- 4) В точке D проекция скорости тела на ось Ox положительна.
- 5) На участке CD модуль скорости тела уменьшается.

Ответ: 123.

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для тел A и B , движущихся вдоль оси Ox . Выберите все верные утверждения о характере движения тел.

$$\operatorname{tg} \alpha = v_x = x'(t)$$



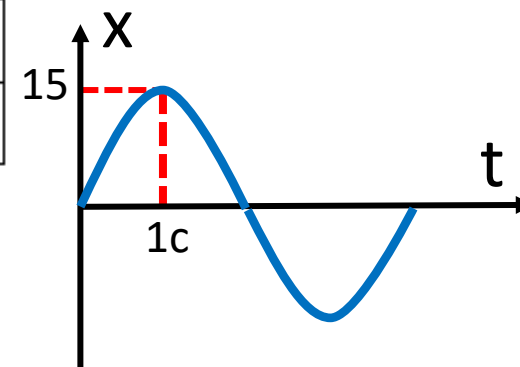
- 1) Скорость тела A в момент времени $t = 2$ с равна нулю.
- 2) Интервал времени между моментами прохождения телом B начала координат составляет 4 с.
- 3) В момент времени $t = 3$ с расстояние между телами A и B равно 15 м.
- 4) В момент времени $t = 3$ с скорость тела B обращается в нуль.
- 5) Тело A движется равномерно.

5

В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, \text{ мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения и укажите их номера.



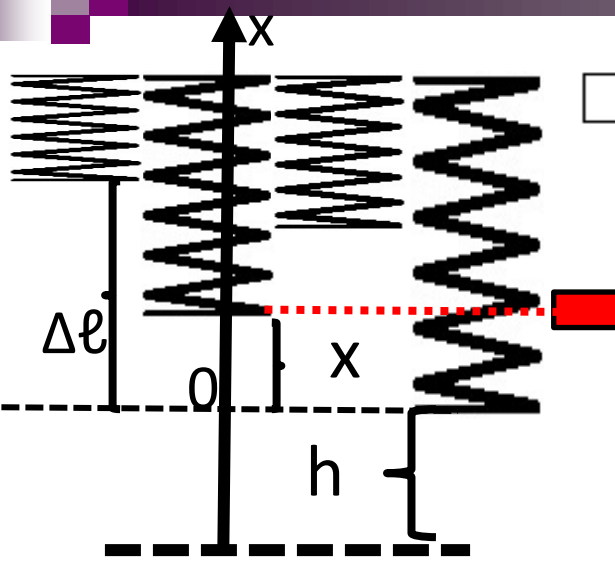
+
+
-
-
-

1)	Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,0 с максимальна.
2)	Период колебаний шарика равен 4,0 с.
3)	Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с минимальна.
4)	Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
5)	Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с минимальна.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Ответ:

1 2



6

Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как изменяются кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия? 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.

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести	Потенциальная энергия упругой деформации	Потенциальная энергия колебательной системы
2	2		

$$E_{п\ грав} = mgh \quad \downarrow$$

$$E_{п\ упр} = \frac{k\Delta\ell^2}{2} \quad \uparrow$$

$$E_{п} = E_{\downarrow} \quad E_{к} = \frac{kx^2}{2} \quad \uparrow$$

6

На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если его заменить сплошным бруском той же плотности и высоты, но большей массы? 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.

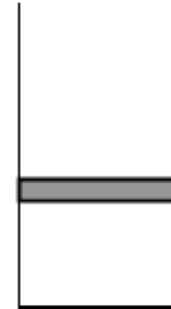
$$\rho_{ж} g V_{погр} = mg$$

$$\rho_{ж} h_{погр} = \rho h$$

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда
3	1

12

В цилиндрическом сосуде под массивным поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

$$p = p_0 + \frac{mg}{S}$$

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

$$p = nkT$$

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

Давление газа	Концентрация молекул газа
3	3

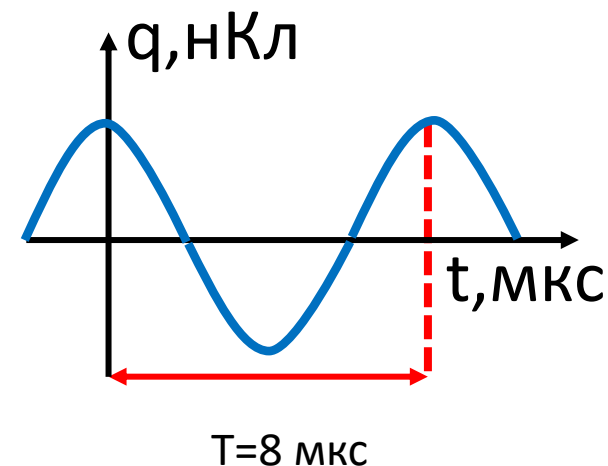
Демо 2017, 2019

В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	1	0,71	0	-0,71	-1	-0,71	0	0,71	1	0,71

Выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в контуре.

- 1) Период колебаний равен $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) Частота колебаний равна 250 кГц.
- 3) В момент времени $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ модуль силы тока в контуре максимален.
- 4) В момент времени $t = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия магнитного поля катушки индуктивности максимальна.
- 5) В момент времени $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия электрического поля конденсатора минимальна.



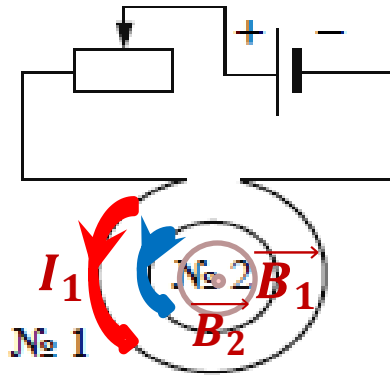
$$W_M = \frac{LI^2}{2}; W_{эл} = \frac{q^2}{2C}$$

Заряд конденсатора 0 – модуль силы тока в катушке максимален;
 Модуль заряда конденсатора максимален – сила тока в катушке 0

Анализ выполнения заданий ЕГЭ

14

Катушка № 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника постоянного напряжения и реостата. Катушка № 2 помещена внутрь катушки № 1 и замкнута (см. рисунок).



234 – 25%;

5... – 48%;

1... – 35%

$I_1 \downarrow \Rightarrow B_1 \downarrow \Rightarrow \Phi_2 \downarrow \Rightarrow B_2 \uparrow \uparrow B_1$
 $\Rightarrow I_2$ против часовой стрелки

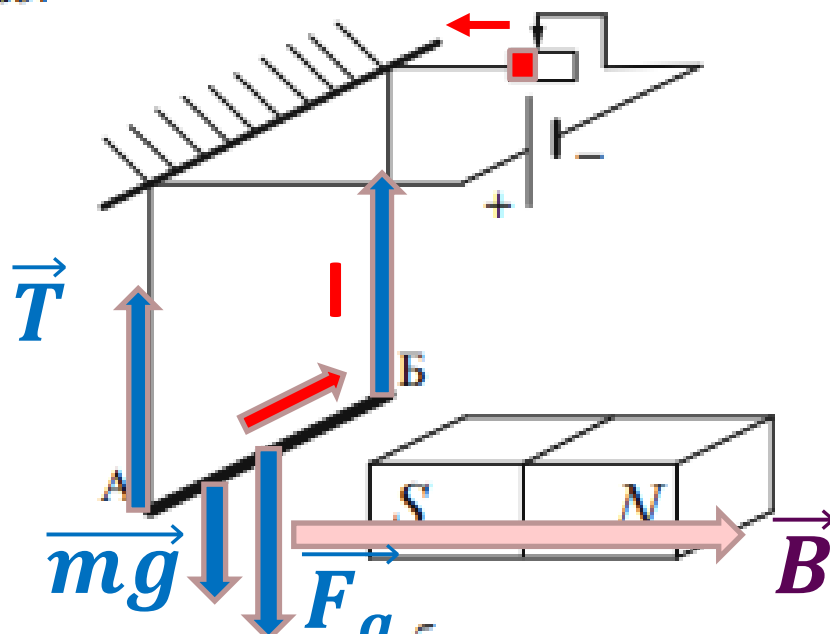
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата *влево*. ЭДС самоиндукции в катушке пренебречь.

- 1) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
- 2) Модуль магнитного потока, пронизывающего катушку № 2, уменьшается.
- 3) Сила тока в катушке № 1 уменьшается.
- 4) Модуль вектора индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, уменьшается.
- 5) В катушке № 2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.

Ответ: 234

17

Проводник АБ подвешен на тонких проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *влево*.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующие данный процесс.

- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены вправо.
- 3) Сила тока, протекающего через проводник АБ, увеличивается.
- 4) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 5) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются.

Ответ: 2 3 4

Анализ выполнения заданий ЕГЭ

234 – 32,8%;

3 и 4 не вместе – 28,8%

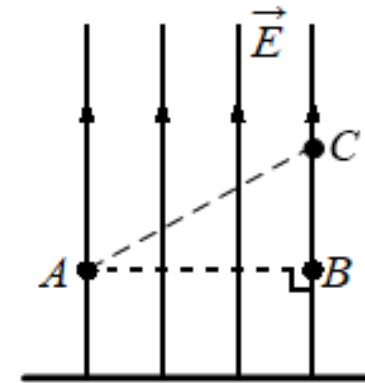
34 и ошибка – 28,0%

$$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{\downarrow R + r}$$

$$\uparrow T = mg + BI\ell \uparrow$$

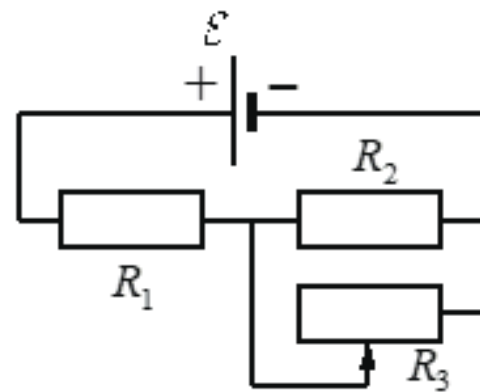
На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля, созданного равномерно заряженной протяжённой горизонтальной пластиной.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно ситуации, показанной на рисунке.



- 1) Работа электростатического поля по перемещению точечного положительного заряда из точки A в точку B положительна.
- 2) Если в точку B поместить точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вверх.
- 3) Напряжённость электростатического поля в точке A меньше, чем в точке C .
- + 4) Потенциал электростатического поля в точке B выше, чем в точке C .
- + 5) Заряд пластины положительный.

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R . Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_2 и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



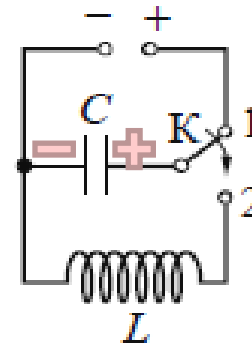
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

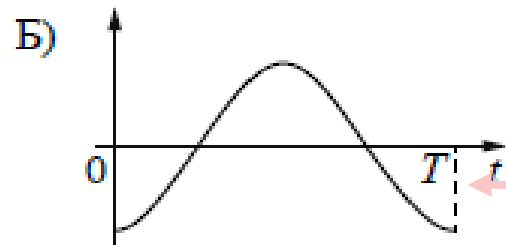
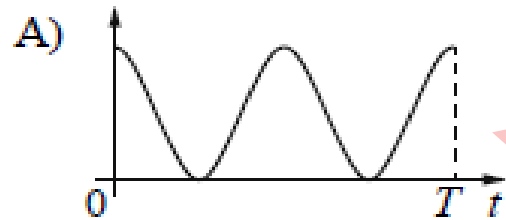
Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи
2	1

Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К перевели из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отражают изменение с течением времени физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания, возникшие в контуре после этого (T – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут изображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

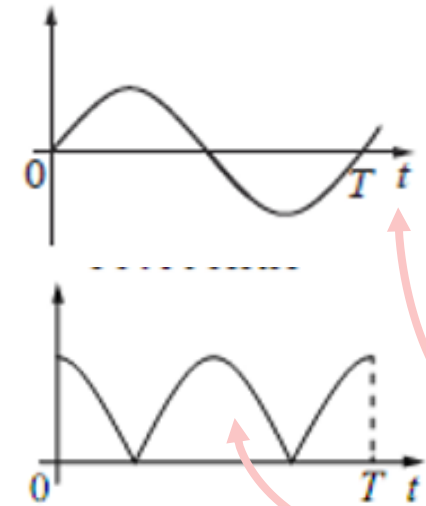
ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) модуль напряжения на конденсаторе
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) сила тока в катушке

Анализ выполнения заданий ЕГЭ



$$q = -q_m \cos \omega t$$

$$U = U_m |\cos \omega t|$$

$$W_{\text{эл}} = W \cos^2 \omega t$$

$$I = q' = I_m \sin \omega t$$

Решаемость варианта 53,8%

31– 37,6%; 1 балл – 32,3%; 2... - 27,6%; ...4 – 21,1%

Ответ:

А	Б
3	1

11. Изменения в КИМ ЕГЭ 2026 года в сравнении с КИМ 2025 года

Изменения структуры и содержания КИМ отсутствуют.

В заданиях 2 части КИМа в 2026 году приоритетными будут следующие темы:

Задание 21. Задания по молекулярной физике с использованием графиков изопроцессов

Задание 22. Расчетные задачи повышенного уровня сложности по механике

Задание 23. Расчетные задачи повышенного уровня сложности по электродинамике

Задание 25. Расчетная задача высокого уровня сложности по геометрической оптике

Задание 26. Расчетные задачи высокого уровня сложности по динамике

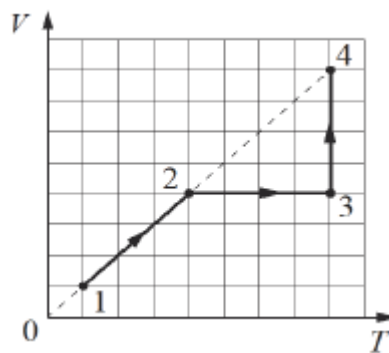
Обратите внимание, что слова «приоритетные темы» касаются основного дня экзамена и не исключают появления на соответствующих позициях задач по другим темам.

Подробнее про задание 21

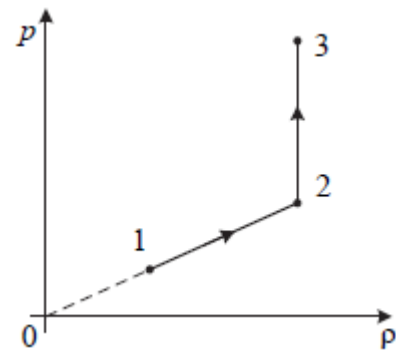
Качественные задачи на изопроцессы с использованием графиков можно разделить на три группы:

- 1) анализ вида графика и определение изменения параметров газа (давления, объема, абсолютной температуры или внутренней энергии), не отраженных на графике;
- 2) анализ вида графика и применение к каждому изопроцессу первого закона термодинамики (определение того, получал или отдавал газ количество теплоты в этом процессе, совершал ли работу);
- 3) перестроение предложенного графика из одних координат в другие (для координат p - V еще и сравнение работ газа на разных участках).

На VT -диаграмме показано, как изменялись объём и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как при этом изменялись давление газа p на каждом из трёх участков: 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах p – ρ , где p – давление газа, ρ – плотность газа. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

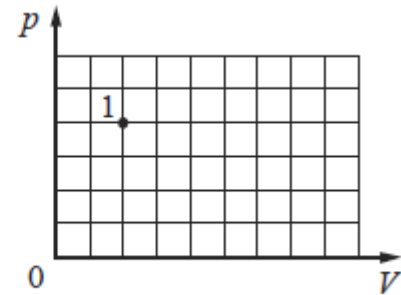
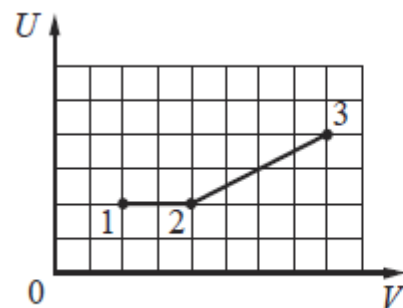


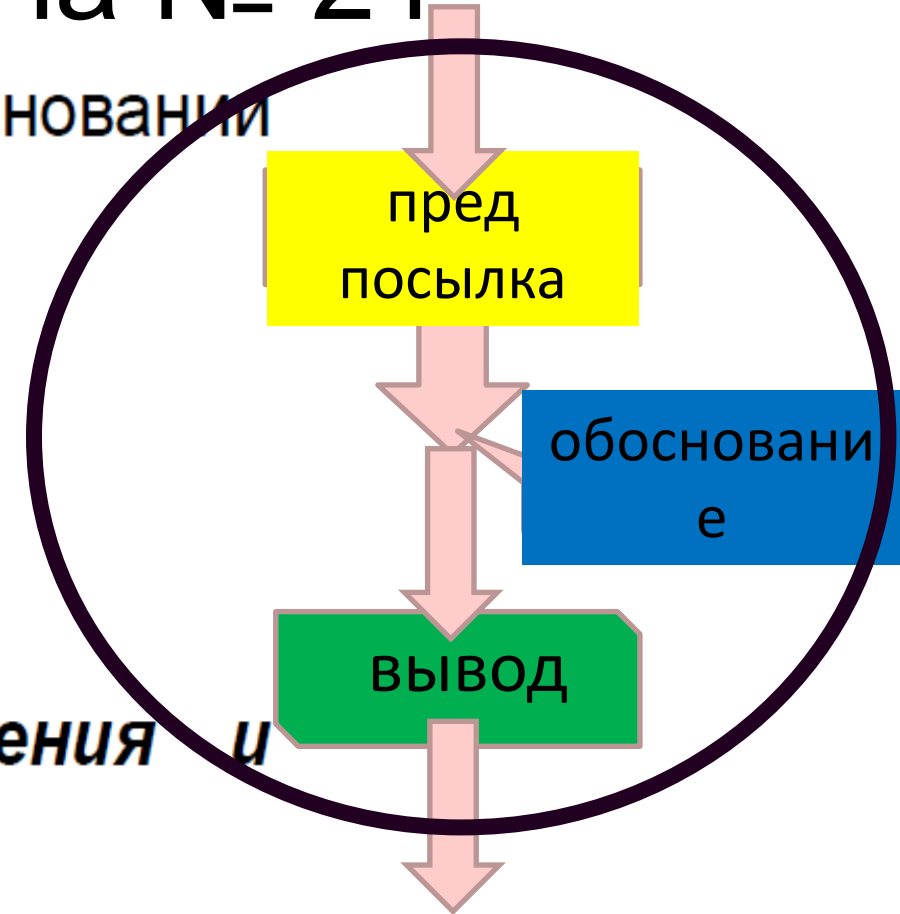
Рис. 1

Рис. 2

Качественная задача № 21

Обобщенная схема оценивания строится на основании трех элементов решения:

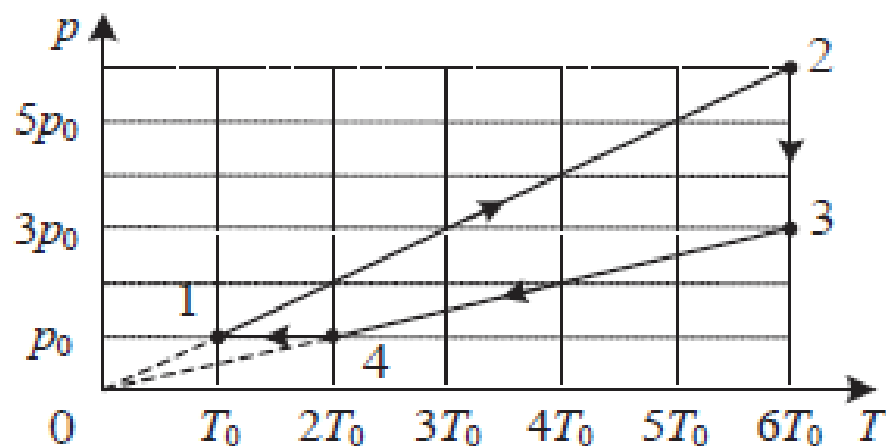
- **формулировка ответа;**
- **объяснение;**
- **прямые указания на физические явления и законы.**

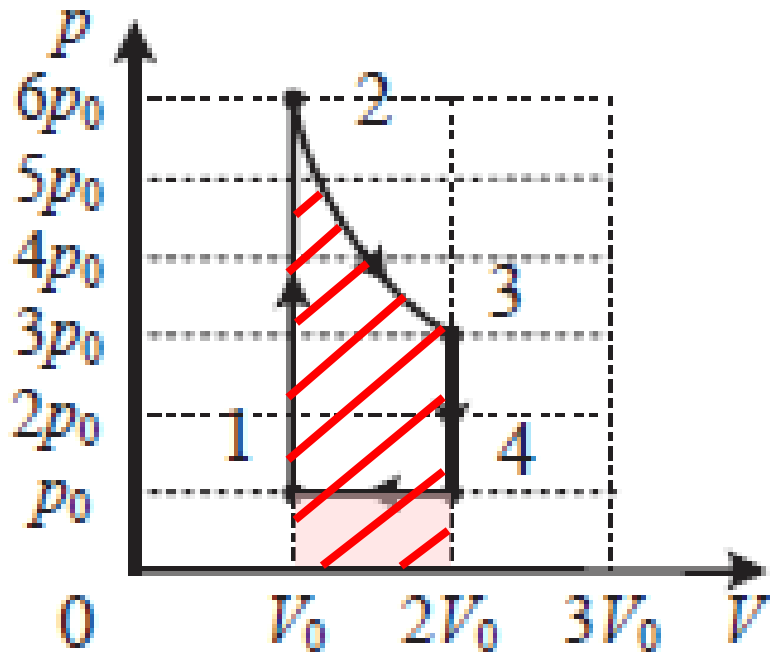


Демовариант КИМ 2026

21

Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах p – T , где p – давление газа, T – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах p – V , где p – давление газа, V – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните модуль работы газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 4–1.





участок 12. Процесс 12

∈ прямой, проходящей через начало координат

$$\Rightarrow \frac{p}{T} = const \Rightarrow V_1 = V_2 = V_0$$

участок 23. $T_2 = T_3 = 6T_0 \Rightarrow p(V)$ – гипербола

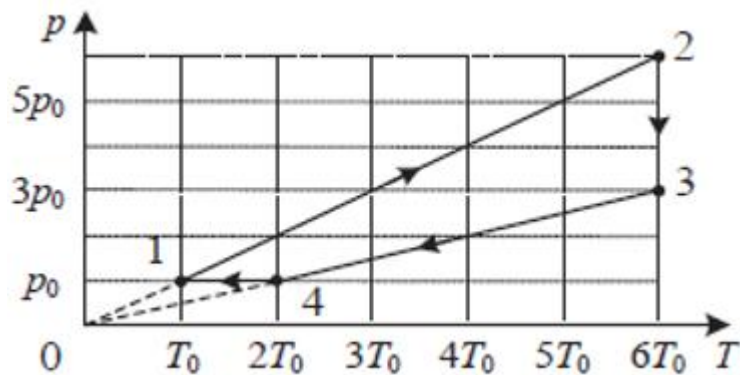
$$\Rightarrow 6p_0V_0 = 3p_0V_3 \Rightarrow V_3 = 2V_0$$

участок 34. Процесс 34

∈ прямой, проходящей через начало координат

$$\Rightarrow \frac{p}{T} = const \Rightarrow V_3 = V_4 = 2V_0$$

$$\text{участок 41. } p_4 = p_1 = 3p_0 \Rightarrow \frac{2V_0}{2T_0} = \frac{V_4}{T_0} \Rightarrow V_4 = V_0$$

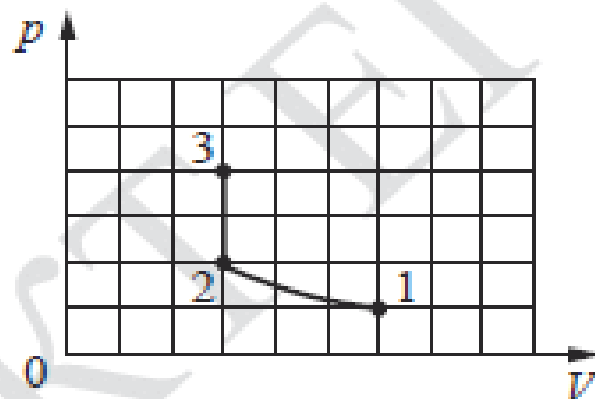


$$A_{23} > |A_{41}|$$

$$|A_{41}|$$

Возможное решение

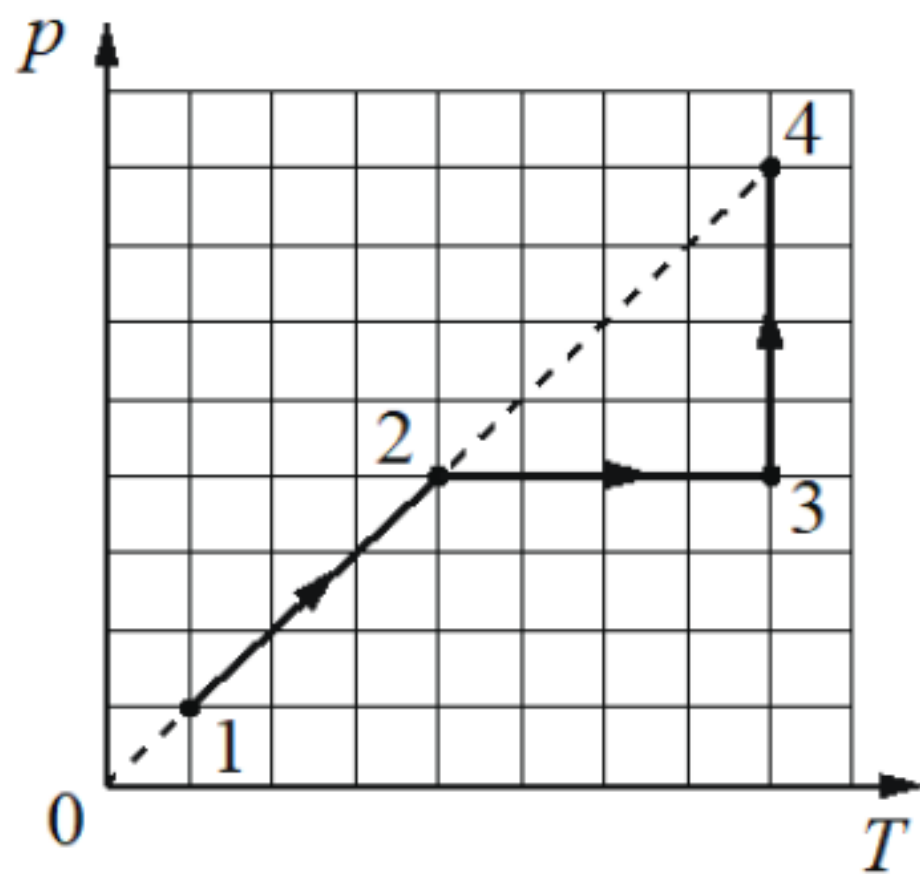
1. График процесса в координатах p – V имеет следующий вид.



2. Концентрация газа обратно пропорциональна его объёму: $n = \frac{N}{V}$, где N – число молекул газа. На участке 1–2 давление прямо пропорционально концентрации газа ($\frac{p}{n} = \text{const}$), а так как $p = nkT$, то $T = \text{const}$, то есть процесс изотермический. В этом случае при $N = \text{const}$ выполняется закон Бойля – Мариотта: $pV = \text{const}$. Так как концентрация увеличивается в 2 раза, то объём газа в 2 раза уменьшается, а давление в 2 раза увеличивается. В координатах p – V график является гиперболой.

3. На участке 2–3 концентрация постоянна, значит, при $N = \text{const}$ объём газа не меняется, процесс является изохорным нагреванием, в котором давление увеличивается в 2 раза (см. рисунок в условии). В координатах p – V график представляет отрезок вертикальной прямой

На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как при этом изменялись объём газа V и его внутренняя энергия U на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

1. Объём газа на участке 1–2 не изменялся, на участке 2–3 увеличивался, на участке 3–4 уменьшался. Внутренняя энергия газа на участках 1–2 и 2–3 увеличивалась, на участке 3–4 не изменялась.

2. Из уравнения Клапейрона – Менделеева $pV = \nu RT$ следует, что на участке 1–2 процесс является изохорным, поскольку график процесса 1–2 лежит на прямой, проходящей через начало координат ($\frac{p}{T} = \text{const}$, $\nu = \text{const}$);

следовательно, объём газа остаётся постоянным. На участке 2–3 процесс является изобарным, $p = \text{const}$, $\nu = \text{const}$. Так как абсолютная температура газа увеличивается, значит, и объём газа увеличивается. На участке 3–4 процесс является изотермическим ($T = \text{const}$, $\nu = \text{const}$). Давление газа увеличивается, значит, объём газа уменьшается.

3. При этом внутренняя энергия газа $U = \frac{3}{2}\nu RT$ при $\nu = \text{const}$ на участках 1–2 и 2–3 увеличивалась, так как абсолютная температура газа увеличивалась, а на участке 3–4 не изменялась (абсолютная температура на этом участке

Расчетные задачи №№ 22,23

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех элементов решения:

- ***Исходные формулы и законы (кодификатор);***
- ***Обозначения физических величин (рисунок);***
- ***Математические преобразования и расчеты;***
- ***Правильный числовой ответ, размерность.***

Кодификатор

1.1.6

Равноускоренное прямолинейное движение:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \quad l = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t \quad \text{Формулу можно использовать без вывода}$$

$$a_x = \text{const}$$

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$$

При движении в одном направлении путь $S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t$

2.1.10

Модель идеального газа в термодинамике:

{ Уравнение Менделеева – Клапейрона
Выражение для внутренней энергии

Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$$

Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_v T = \frac{3}{2} pV$$

1.1.7

Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту:

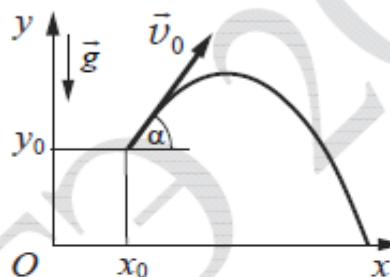
$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_x = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_y = -g = \text{const} \end{cases}$$



$$l = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

Формулу нельзя использовать без вывода

$$\Delta U = \frac{3}{2} V \Delta p$$

Формулу лучше не использовать без вывода

$$R = \frac{mv}{qB}$$

Формулу нельзя использовать без вывода

2.2.6

Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$

Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме

$$A = \nu R \Delta T$$

Формулу нельзя использовать без вывода

Подробнее про задание 22

Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

60 градусов

Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 200 Н/м, отклонили от положения равновесия и отпустили, в результате чего он начал совершать колебания вдоль вертикальной оси Ox . В таблице приведены изменения координаты груза x с течением времени t .

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	20	14,2	0	-14,2	-20	-14,2	0	14,2	20	14,2

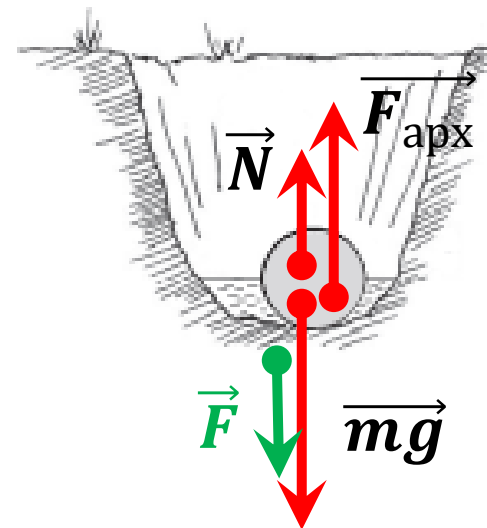
Определите кинетическую энергию груза в момент времени 0,6 с.

2 Дж

Демовариант КИМ 2026

22

При игре в крокет на лужайке однородный дубовый шар массой $m = 454$ г закатился в ямку с водой (см. рисунок), при этом половина шара оказалась в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на ровное дно ямки с силой $F = 1,66$ Н. Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на шар.



$$\vec{N} = -\vec{F}$$

$$N = F$$

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{арх}} = \vec{0}$$

$$N + F_{\text{арх}} = mg$$

$$F + \rho g \frac{m}{\rho_{\text{д}}} = mg$$

$$F + \rho g \frac{V}{2} = mg$$

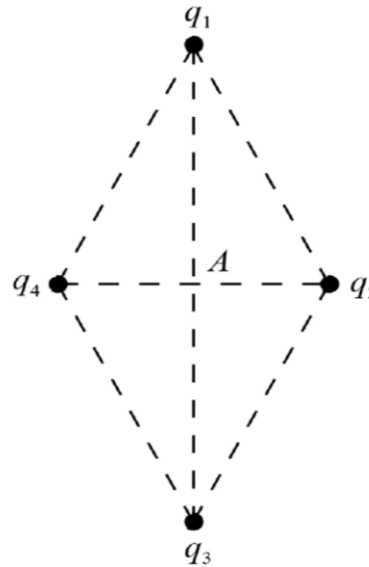
$$\rho_{\text{д}} = \frac{mg\rho}{2mg - 2F} = \frac{0,454 \cdot 10 \cdot 1}{2 \cdot 0,454 \cdot 10 - 2 \cdot 1,66} = 0,79 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Подробнее про задание 23

Система из четырёх неподвижных точечных электрических зарядов, показанная на рисунке, образует ромб. Известно, что $q_2 = q_3 = q_4 = -Q$, а $q_1 = +3Q$, где $Q = 2$ нКл.

Расстояние d от зарядов q_1 и q_3 до точки A равно 30 см, а расстояние b от зарядов q_2 и q_4 до точки A равно 10 см.

Определите модуль напряжённости электрического поля, созданного четырьмя зарядами в точке A , и покажите на рисунке его направление вектором.



4 кВ/м

Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

4 нКл

Расчетные задачи 24,25

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех (**пяти**) элементах решения:

- **Исходные формулы и законы (кодификатор);**
- **Обозначения физических величин (рисунок);**
- **Рисунок с указанием сил (если требуется);**
- **Математические преобразования и расчеты;**
- **Правильный числовой ответ, размерность.**

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

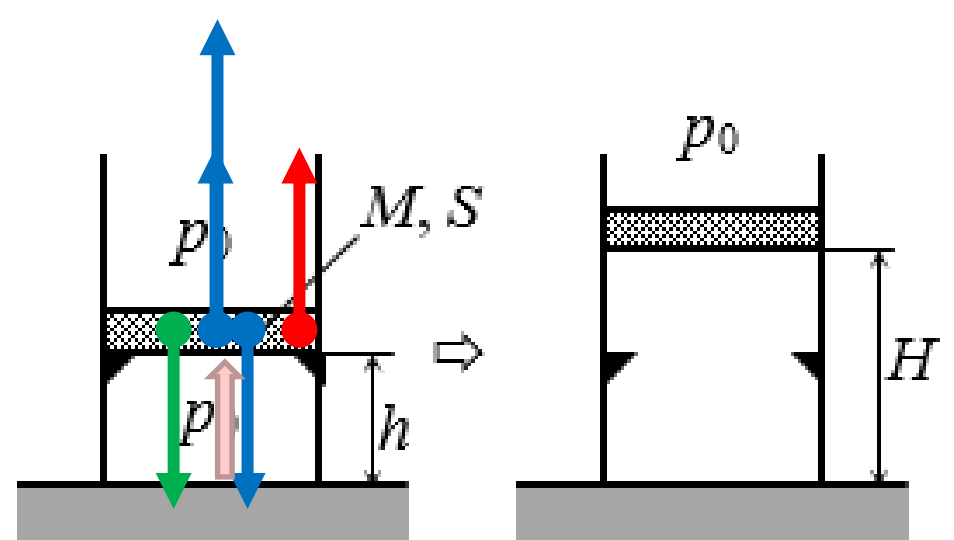


Рис. 1

Рис. 2

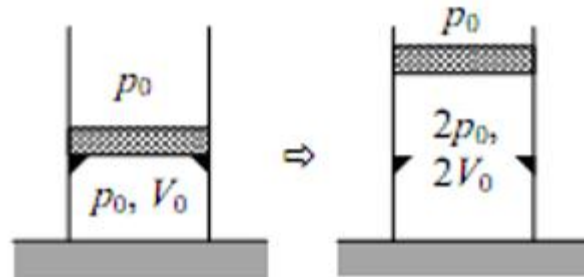
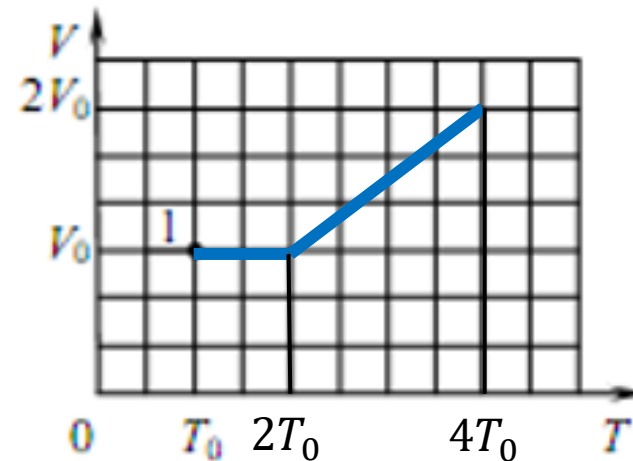


Рис. 1

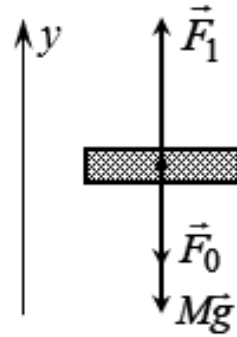
Рис. 2



1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъёма поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем:

$$F_1 - F_0 - Mg = 0, \text{ или } p_1 S - p_0 S - Mg = 0.$$

Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.



2. Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии

$$U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h, \text{ а в конечном состоянии } U_1 = \frac{3}{2} p_1 S H = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H.$$

3. Процесс движения поршня идёт при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому

из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S (H - h).$$

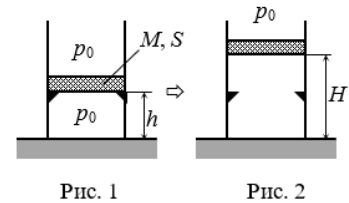
Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H - \frac{3}{2} p_0 S h + (p_0 S + Mg) (H - h) = \\ &= \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) \cdot (H - h) \end{aligned}$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) \cdot (H - h)$

30

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.



27

В комнате при 20 °С относительная влажность воздуха составляет 40%. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34 °С и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при 20 °С равно 2,34 кПа, а при 34 °С – 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате считать неизменной.

$$\varphi = \frac{p_1}{p_{H1}}; \quad \varphi p_{H1} V = \frac{m_1}{M} RT_1; \quad p_{H2} V = \frac{m_2}{M} RT_2; \quad V = \frac{V_1}{t_1} \tau = \frac{0,015}{1} \cdot 60 = 0,9 \text{ м}^3$$

$$m = m_2 - m_1 = \frac{MV}{R} \left(\frac{\varphi p_{H2}}{T_2} - \frac{p_{H1}}{T_1} \right) = \frac{18 \cdot 0,9}{8,31} \left(\frac{5,32}{307} - \frac{0,4 \cdot 2,34}{293} \right) \approx 28 \text{ г}$$

30

В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной 7,5 см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально, запаянным концом вниз. На сколько градусов следует нагреть воздух в трубке, чтобы объём, занимаемый воздухом, стал прежним? Температура воздуха в лаборатории 300 К, а атмосферное давление составляет 750 мм рт. ст.

Возможное решение

Условие механического равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где $p_0 = \rho g H$ – давление атмосферы. Здесь $H = 750$ мм, d – длина столбика ртути.

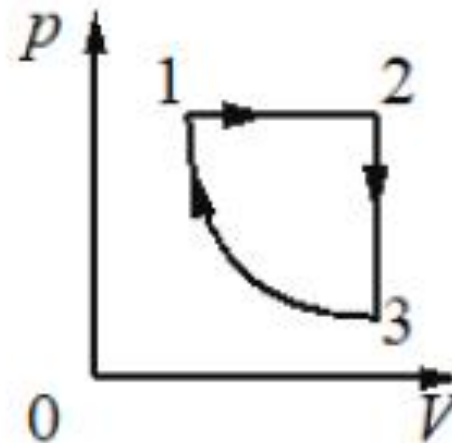
Поскольку нагревание воздуха в трубке происходит до температуры T и первоначального объема, то по уравнению Клапейрона – Менделеева

$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}.$$

Отсюда: $\Delta T = T - T_0 = T_0 \frac{d}{H} = 300 \frac{7,5}{75} = 30$ К.

Ответ: $\Delta T = 30$ К

В качестве рабочего тела в тепловой машине используется идеальный одноатомный газ, который совершает циклический процесс, состоящий из изобарного нагревания (1→2), изохорного охлаждения (2→3) и адиабатного сжатия (3→1). КПД этой тепловой машины $\eta = 20\%$. Найдите отношение работы A_{12} , совершённой газом в изобарном процессе, к работе A'_{31} , совершённой над газом при адиабатном сжатии.



$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$$

$$A_{12} + \Delta U_{12} = p\Delta V + \frac{3}{2} p\Delta V = \frac{5}{2} p\Delta V = \frac{5}{2} A_{12}$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{A_{12} + A_{31}}{A_{12} + \Delta U_{12}} = \frac{A_{12} - A'_{31}}{\frac{5}{2} A_{12}} = \frac{2}{5} - \frac{2A'_{31}}{5A_{12}}$$

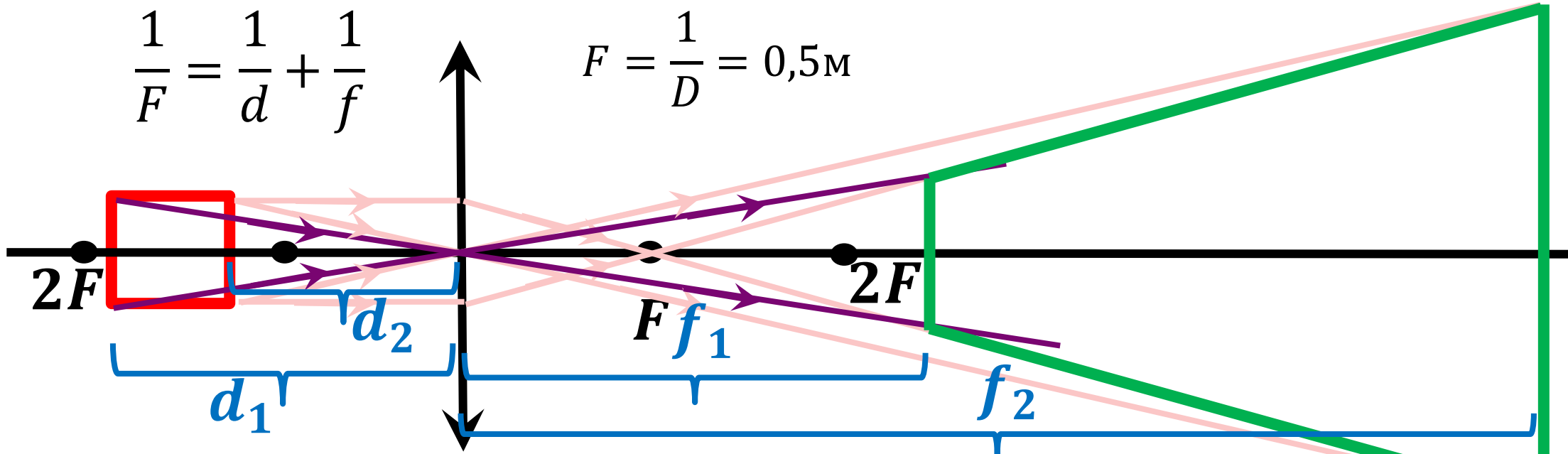
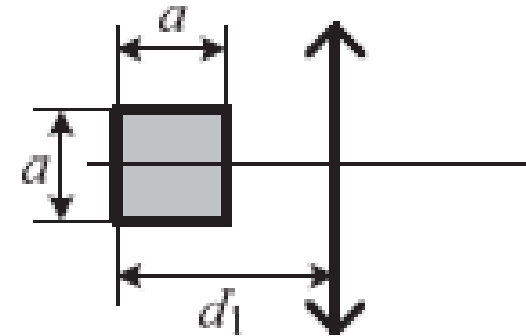
$$\frac{A'_{31}}{A_{12}} = 2,5 \cdot (1 - \eta) = 2,5 \cdot (1 - 0,2) = 2$$

Процесс	A	ΔU	Q	Комментарий
12	+	+	+	Получает тепло
23	0	-	-	Отдает тепло
31	-	+	0	
ЦИКЛ	+	0	+	Получает тепло

Демовариант КИМ 2026

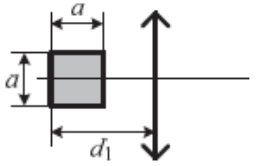
25

Квадрат со стороной $a = 20$ см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 2$ дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рисунок). Расстояние от дальней стороны квадрата до плоскости линзы $d_1 = 90$ см. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.



25

Квадрат со стороной $a = 20$ см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 2$ дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рисунок). Расстояние от дальней стороны квадрата до плоскости линзы $d_1 = 90$ см. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.

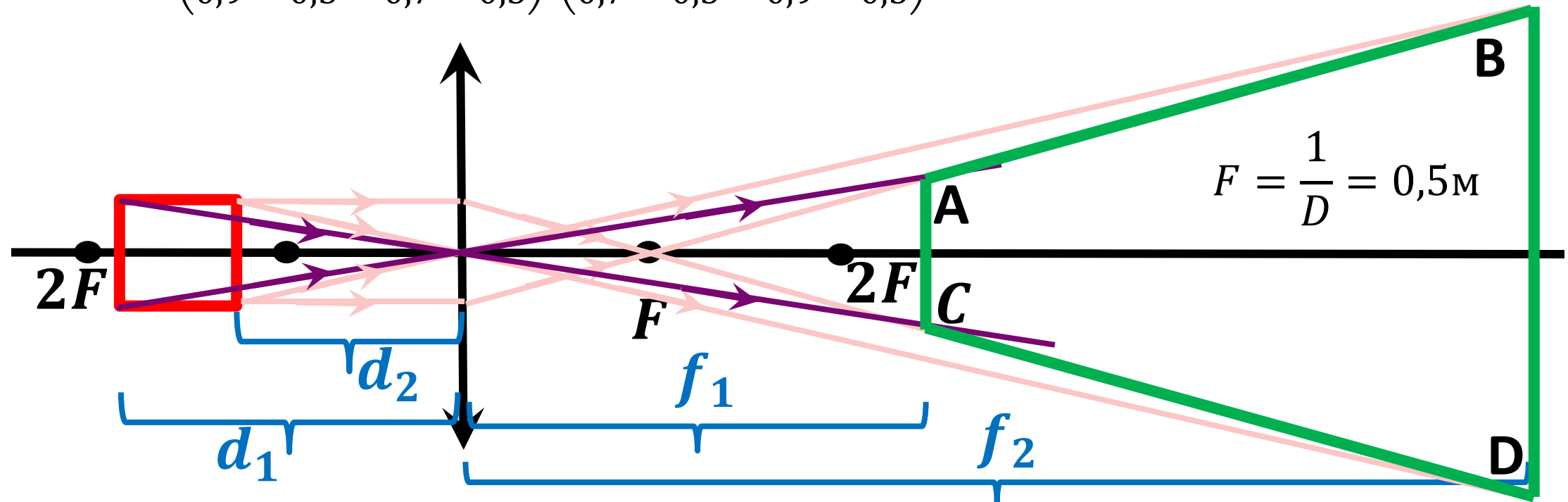


$$f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} \qquad \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \qquad \frac{BD}{a} = \frac{f_2}{d_2}$$

$$f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} \qquad \frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \qquad \frac{AC}{a} = \frac{f_1}{d_1}$$

$$S_{\text{изобр}} = \frac{AC + BD}{2} (f_2 - f_1) = 0,5 \left(\frac{aF}{d_1 - F} + \frac{aF}{d_2 - F} \right) \left(\frac{F d_2}{d_2 - F} - \frac{F d_1}{d_1 - F} \right)$$

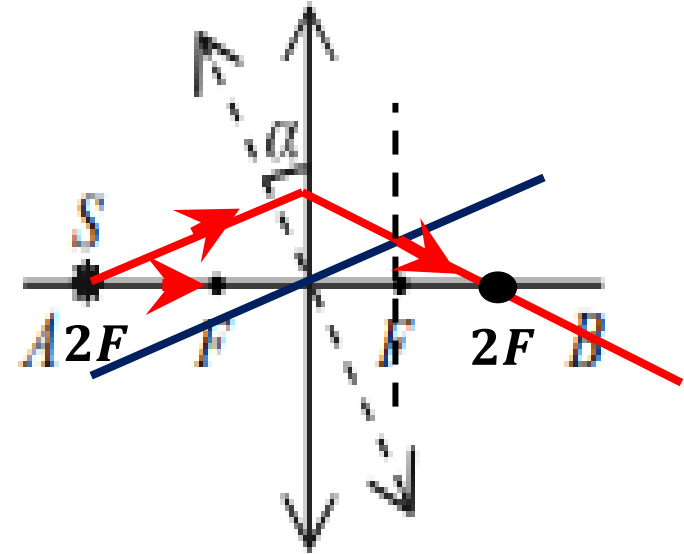
$$= 0,5 \left(\frac{0,2 \cdot 0,5}{0,9 - 0,5} + \frac{0,2 \cdot 0,5}{0,7 - 0,5} \right) \left(\frac{0,5 \cdot 0,7}{0,7 - 0,5} - \frac{0,5 \cdot 0,9}{0,9 - 0,5} \right) = 0,23 \text{ м}^2$$



Анализ выполнения заданий ЕГЭ

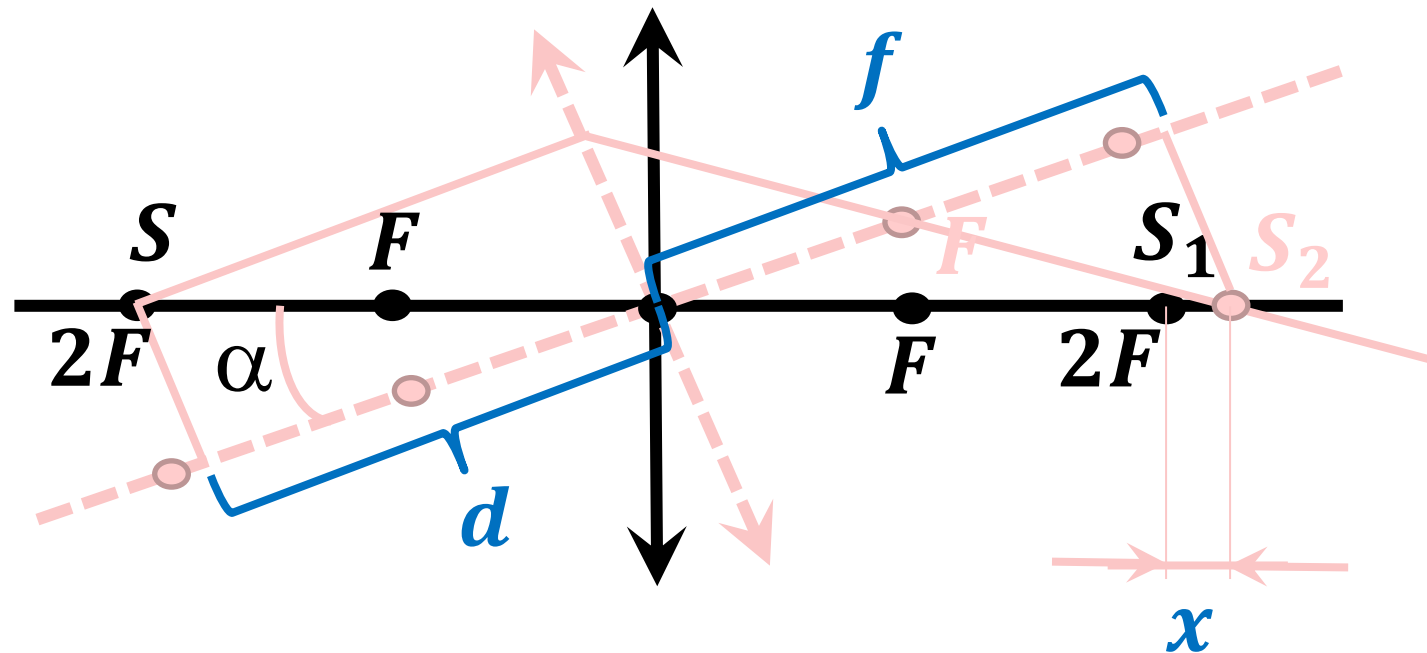
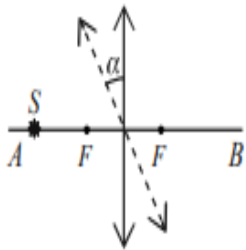
29

Точечный источник света S расположен на расстоянии 40 см от оптического центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м на её главной оптической оси AB . При повороте линзы на угол α относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через её оптический центр, изображение источника сместилось вдоль прямой AB на 10 см. Определите угол поворота линзы. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе для обоих случаев её расположения.



Анализ выполнения заданий ЕГЭ

- 29 Точечный источник света S расположен на расстоянии 40 см от оптического центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м на её главной оптической оси AB . При повороте линзы на угол α относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через её оптический центр, изображение источника сместилось вдоль прямой AB на 10 см. Определите угол поворота линзы. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе для обоих случаев её расположения.



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$d = 2F \cos \alpha$$

$$f = (2F + x) \cos \alpha$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F \cos \alpha} + \frac{1}{(2F + x) \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{F}{2F} + \frac{F}{(2F + x)} = \frac{1}{2} + \frac{0,2}{2 \cdot 0,2 + 0,1} = 0,9$$

Задание 26

Двухкритериальная система оценивания

Критерий 1:

***Верно обоснована возможность использования законов
(закономерностей)***

1 балл

Критерий 2: Традиционные требования

3 балла

Исходные формулы и законы (кодификатор);

Обозначения физических величин (рисунк);

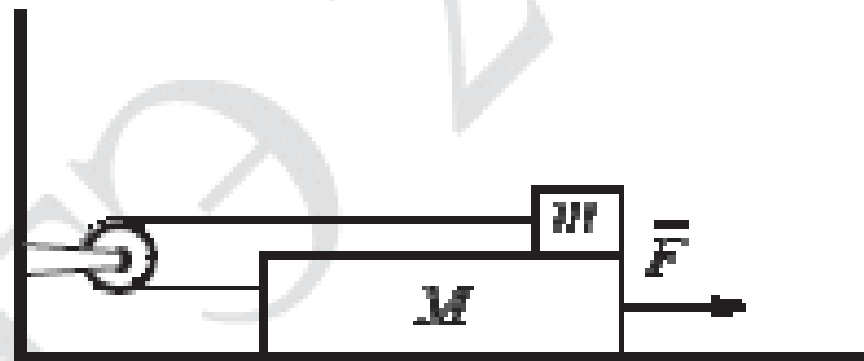
Рисунок с указанием сил (если требуется);

Математические преобразования и расчеты;

Правильный числовой ответ, размерность.

26

На горизонтальном неподвижном столе лежит доска массой $M = 0,8$ кг. На доске находится маленький брусок массой $m = 200$ г. Брусок и доска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок, который закреплён на стене (отрезки нити, не лежащие на блоке, горизонтальны). Коэффициент трения между бруском и доской $\mu_1 = 0,5$, между столом и доской $\mu_2 = 0,3$. Доску тянут вправо горизонтальной силой \vec{F} . Чему равен модуль силы \vec{F} , если модуль ускорения бруска относительно стола $a = 1$ м/с²? Трением в оси блока пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Возможное решение

Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола.

2. Тела движутся поступательно, и материальной точки. Следовательно, законы Ньютона, сформулированный для материальной точки, применимы к телам, движение бруска и доски равноускоренно.

3. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и доски равны по модулю и противоположны по направлению: $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$, $\vec{a}_1 = -\vec{a}_2$.

4. Так как блок и нити невесомы и нерастяжимы, то силы натяжения нити, действующие на блок и на бруска, равны по модулю: $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

5. Силы трения, действующие на бруска и на доску, противоположны по направлению: $\vec{F}_{\text{тр}1} = -\vec{F}_{\text{тр}2}$.

6. Модули сил нормальной реакции бруска на доску и доски на бруска также равны друг другу по третьему закону Ньютона: $N_1 = P$.

Решение

1. На рисунке показаны силы, действующие на бруска и на доску. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy выбранной системы координат. С учётом (1)–(3) получим:

$$Ma = F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}3} - T,$$

$$-ma = F_{\text{тр}1} - T,$$

$$N_1 = mg,$$

$$N_2 = Mg + P.$$

2. Вычитая второе уравнение из первого, найдём силу, действующую на доску:

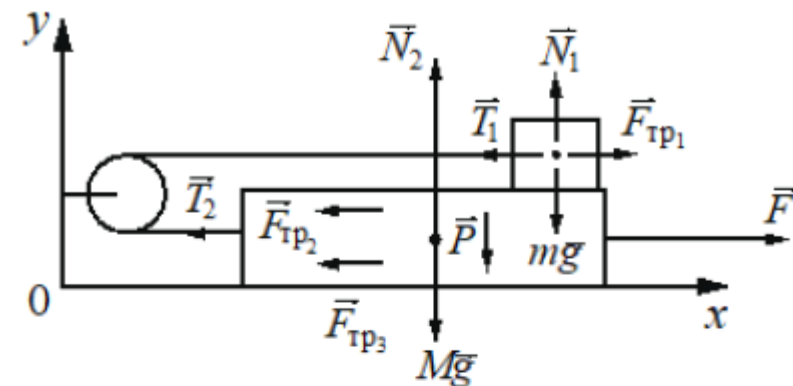
$$F = (M + m)a + 2F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}3}.$$

3. $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 mg$. Учитывая (4), получим $F_{\text{тр}3} = \mu_2 N_2 = \mu_2 (M + m)g$.

В итоге:

$$F = (M + m)(a + \mu_2 g) + 2\mu_1 mg = (0,8 + 0,2)(1 + 0,3 \cdot 10) + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 10 = 6 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 6 \text{ Н}$



Снаряд в полёте разорвался на два равных осколка, один из которых продолжил лететь по направлению движения снаряда, а другой полетел в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков возросла за счёт энергии взрыва на величину $0,5 \text{ МДж}$. Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с , а модуль скорости второго осколка равен 100 м/с . Найдите массу снаряда. Сопротивлением воздуха и массой порохового заряда пренебречь.

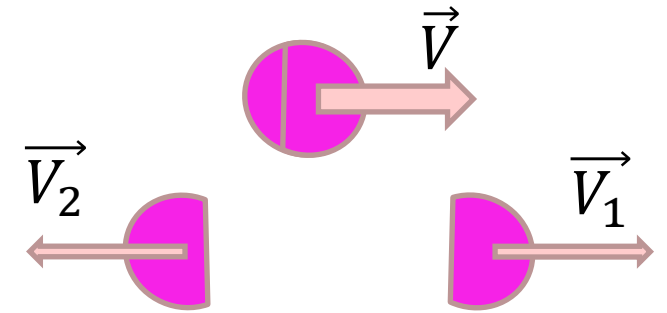
Обоснование

Обоснуйте пр

1. Задачу решим в системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли, которую будем считать инерциальной.
2. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.
3. Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.
4. Поскольку работой силы трения мы пренебрежём (сопротивлением можно пренебречь), то в законе сохранения полной энергии будем учитывать только энергию взрыва и механическую энергию.

Снаряд в полёте разорвался на два равных осколка, один из которых продолжил лететь по направлению движения снаряда, а другой полетел в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков возросла за счёт энергии взрыва на величину 0,5 МДж. Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка равен 100 м/с. Найдите массу снаряда. Сопротивлением воздуха и массой порохового заряда пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



$$\overrightarrow{mV_1} + \overrightarrow{mV_2} - \overrightarrow{MV} = \overrightarrow{F_{\Sigma\text{вне}}}\Delta t$$

$$E_{\text{конечная}} - E_{\text{начальная}} = \Delta E$$

$$mV_1 - mV_2 = 2mV$$

$$\left(\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}\right) - \frac{2mV^2}{2} = \Delta E \quad \left(\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}\right) - \frac{2m \cdot 0,25 \cdot (V_1 - V_2)^2}{2} = \Delta E$$

$$m(2V_1^2 + 2V_2^2 + 2V_1V_2 - V_1^2 - V_2^2) = 4\Delta E \quad (V_1 + V_2)^2 = \frac{4\Delta E}{m} \quad 2m = \frac{8\Delta E}{(V_1 + V_2)^2}$$

$$2m = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{(900 + 100)^2} = 4 \text{ кг}$$

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени τ шарик упадут на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

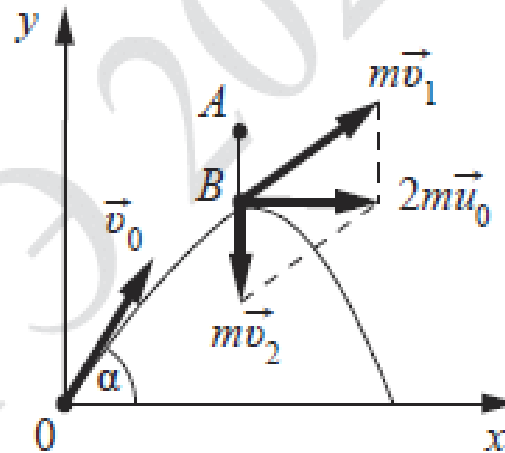
Обоснование

1. Выберем инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй. За начало отсчёта координат примем первоначальное положение первого шарика.

2. Шарик будем считать материальными точками.

3. Так как сопротивлением воздуха можно пренебречь, то движение шариков можно считать свободным падением.

4. Считаем время взаимодействия шариков при неупругом столкновении малым. Следовательно, импульсом внешней силы (силы тяжести) за это время можно пренебречь. Значит, импульс системы двух шариков при столкновении сохраняется.



5. Так как силой сопротивления воздуха пренебрегаем, движение шариков в поле постоянной силы тяжести считаем равноускоренным с ускорением g

Пластиковый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкивается в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени τ шарик упадет на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй – из точки A . До и после столкновения (в точке B) шарик свободно падает. Поэтому до столкновения для первого шарика

$$y_1(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

$$v_{1y}(t) = v_0 \sin \alpha - gt,$$

а для второго шарика

$$v_{2y}(t) = -gt.$$

2. Шарик сталкиваются в момент t_1 , при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{u}_0$, а скорость \vec{u}_0 шариков после удара согласно условию горизонтальна. Поэтому $v_{1y}(t_1) + v_{2y}(t_1) = 0$, или

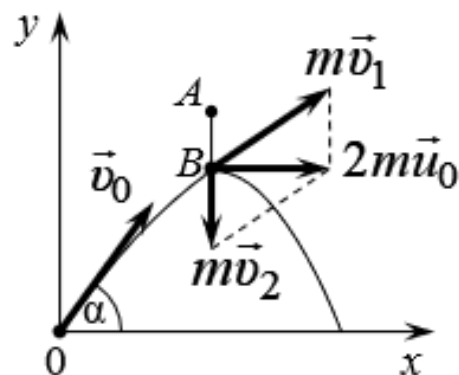
$$(v_0 \sin \alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0, \text{ откуда } t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}.$$

3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{8g} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}.$$

4. Поскольку скорость \vec{u}_0 шариков после удара горизонтальна, интервал времени t_2 от столкновения шариков до их падения на землю находится из условия $h = \frac{gt_2^2}{2}$, откуда $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{3} \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}$.

5. Шарик упадет на Землю в момент $\tau = t_1 + t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \cdot (1 + \sqrt{3})$.





**Есть талисман от неудач в
борьбе любой:**

**реши четыреста задач – и смело
в бой!**

(Р.П. Кренцис)

**Удачи нашим детям на
экзамене!**