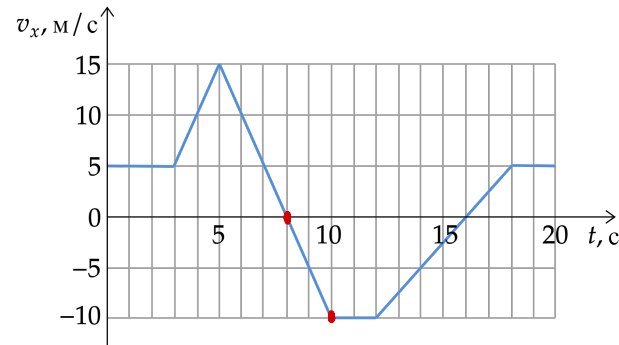


Преподаватель — Кондрашкин Артем Витальевич

СЛИВ Вариант 2

Задача 1.

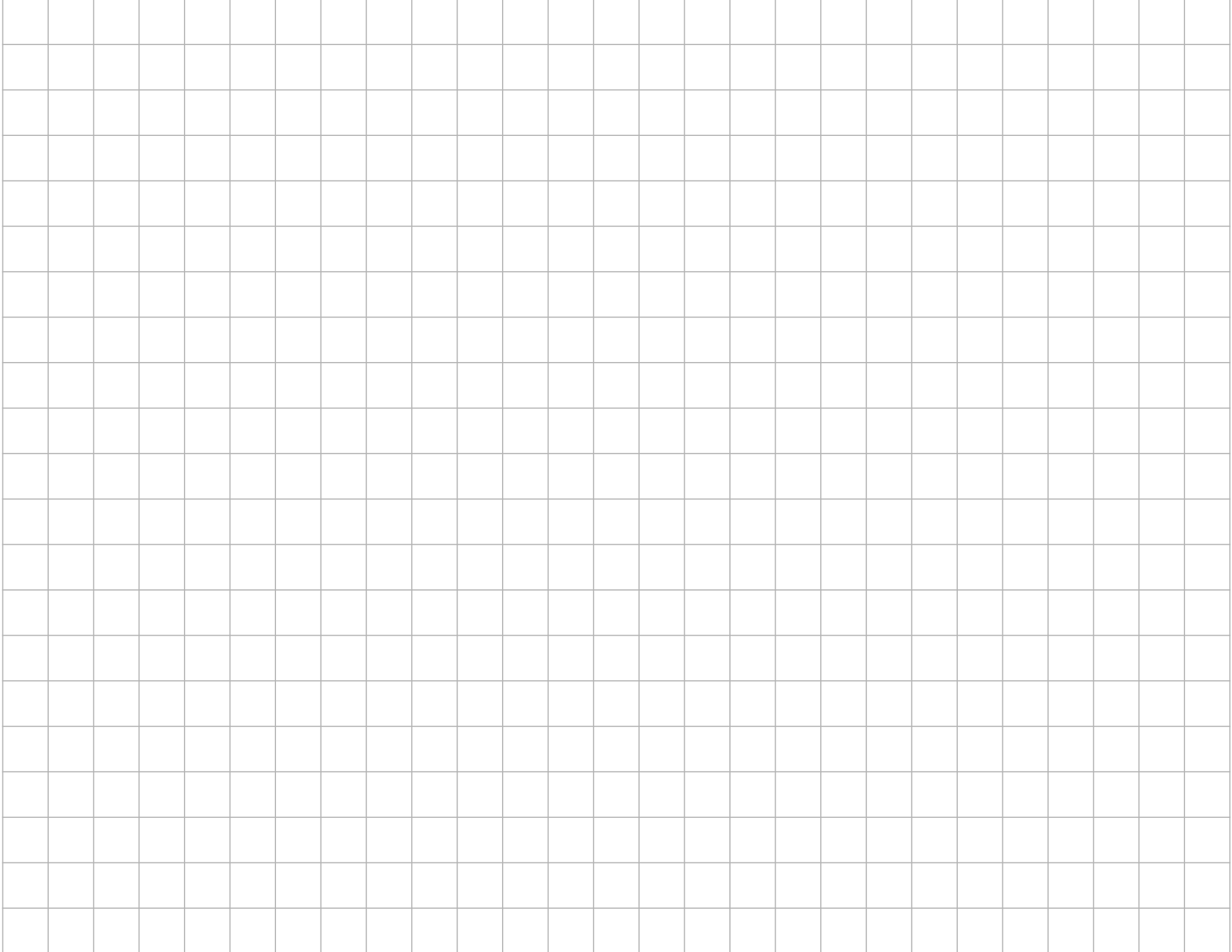
Тело движется вдоль оси Ox . На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 10 с. Ответ дайте в м/с^2 .

#84712

$$a_x = \frac{-10 - 0}{2} = -5 \text{ м/с}^2$$



Решение.

Найдем проекцию ускорения тела по формуле:

$$a_x = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Найдем Δv :

$$\Delta v = v_{\text{к}} - v_{\text{н}}$$

Подставим исходные данные:

$$\Delta v = -10 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с} = -10 \text{ м/с}$$

Найдем Δt :

$$\Delta t = t_{\text{к}} - t_{\text{н}}$$

Подставим исходные данные:

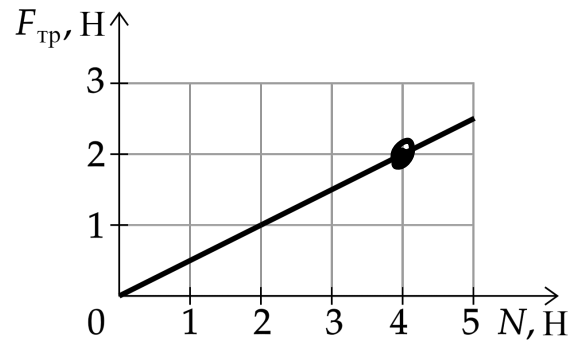
$$\Delta t = 10 \text{ с} - 8 \text{ с} = 2 \text{ с}$$

Подставим полученные данные в формулу проекции ускорения тела:

$$a_x = \frac{-10 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -5 \text{ м/с}^2$$

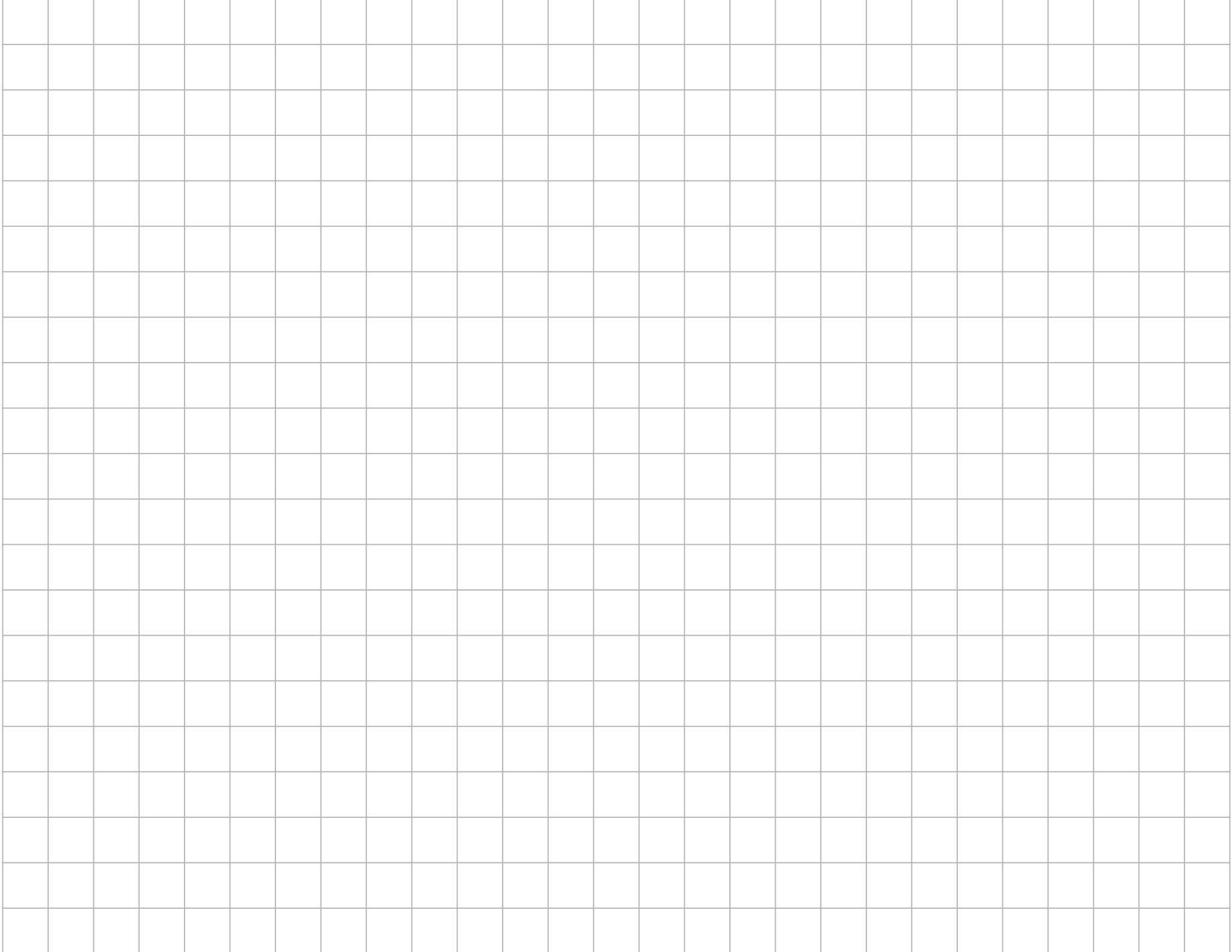
Задача 2.

На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Каков коэффициент трения?



#84922

$$F_{\text{тр}} = \mu N \quad \mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{2 \text{ Н}}{4 \text{ Н}} = 0,5$$



Решение.

Сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu N,$$

где N – Нормальная составляющая силы воздействия тела на плоскость.

Откуда коэффициент трения:

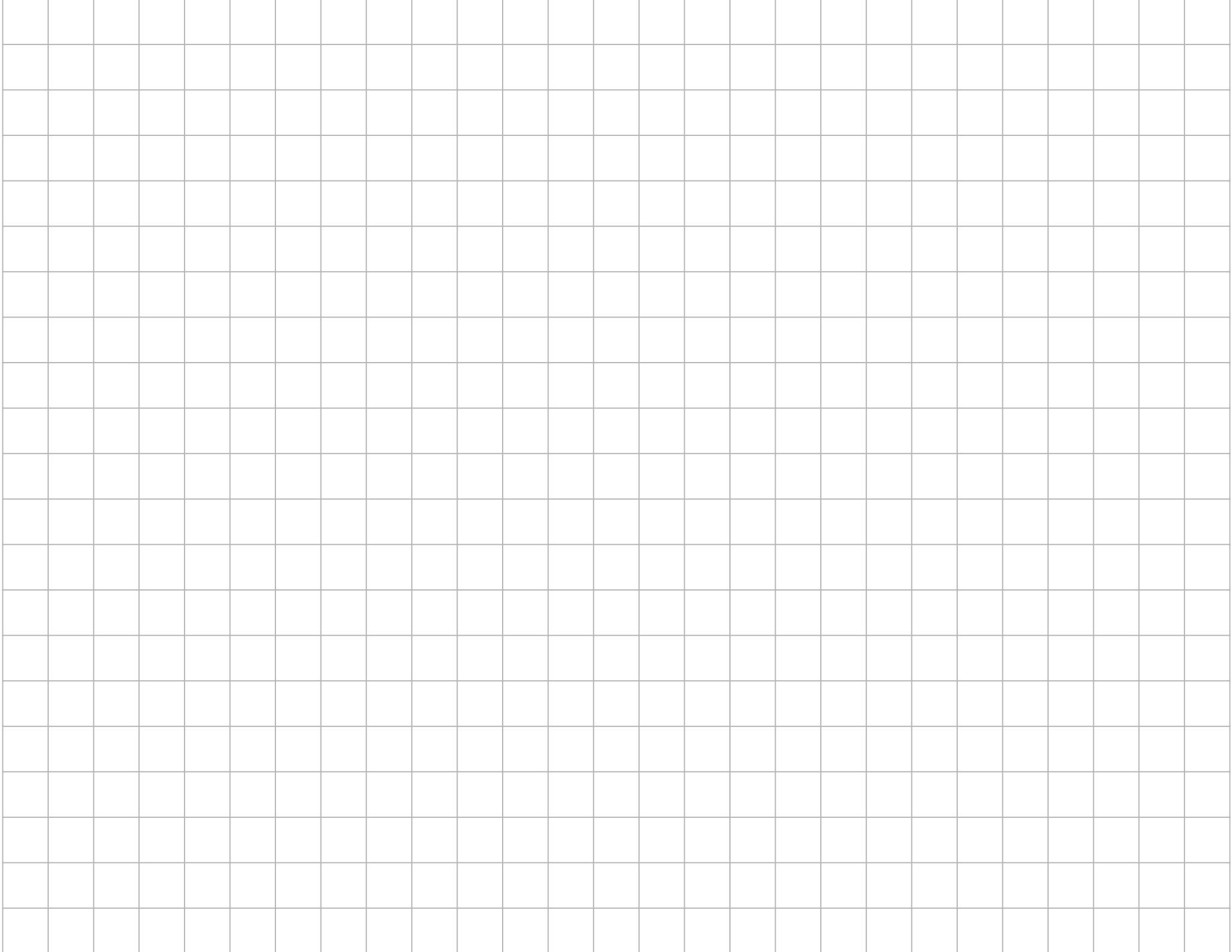
$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{2 \text{ Н}}{4 \text{ Н}} = 0,5$$

Задача 3.

Тело массой 600 г, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, поднялось на максимальную высоту, равную 8 м. Какой кинетической энергией обладало тело в момент броска? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дайте в Дж.

#84713

$$\underline{E_{\text{кин}} = E_{\text{пот}} = mgh_{\text{max}} = 0,6 \cdot 10 \cdot 8 = 48 \text{ Дж}}$$



Решение.

По закону сохранения энергии $E_{\text{к}} = E_{\text{п}} \rightarrow mgh = E_{\text{к}}$

Отсюда:

$$E_{\text{к}} = mgh = 0,6 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 8 \text{ м} = 48 \text{ Дж}$$

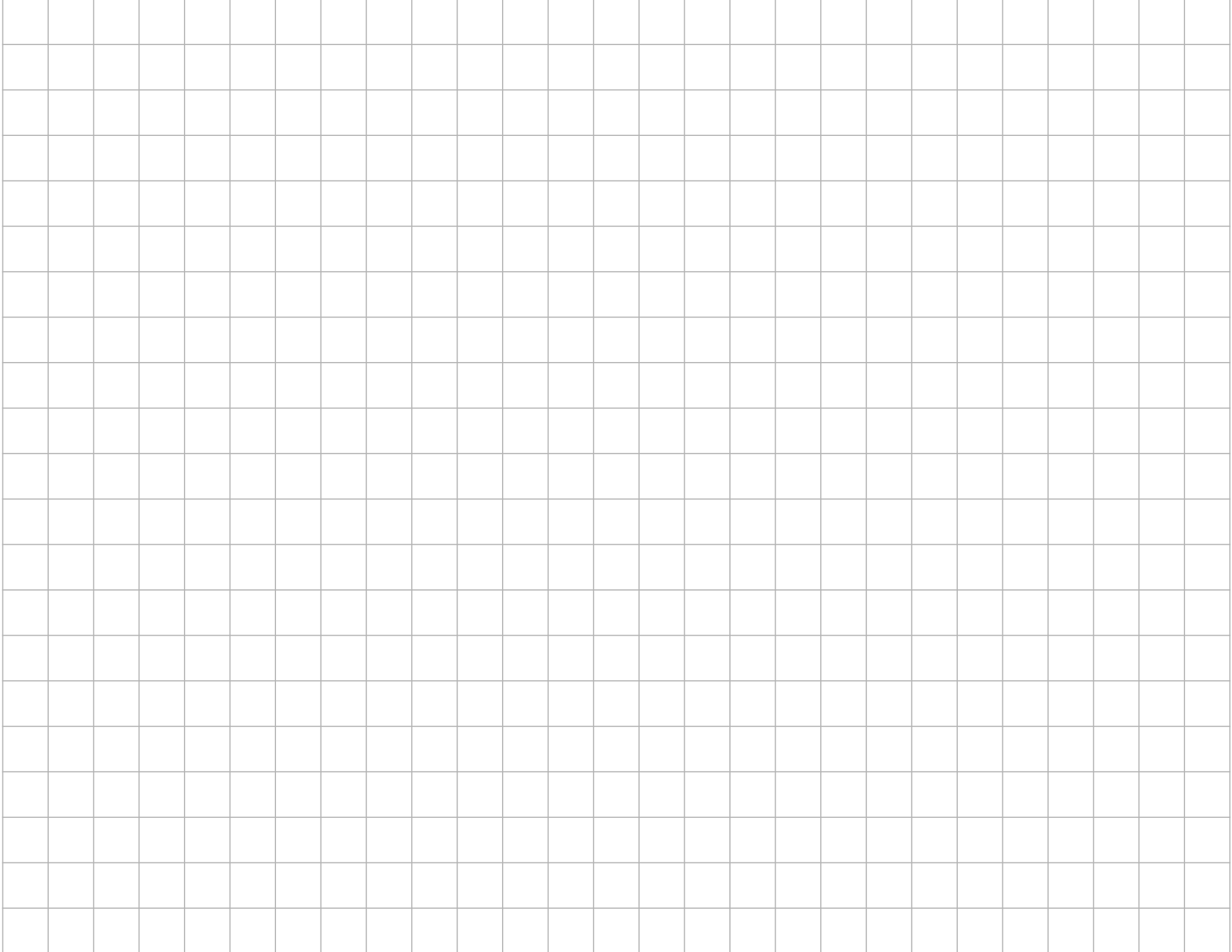
Задача 4.

Куб из материала плотностью 3500 кг/м^3 и объёмом 600 см^3 полностью погружён в воду. Определите силу Архимеда, действующую на куб. Ответ дайте в Н.

#84714

$$F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{ж}} g \cdot V_{\text{мч}} = \underline{1000} \cdot \underline{10} \cdot \underline{600} \cdot 10^{-6}$$

$$F_{\text{Арх}} = 6 \text{ Н}$$



Решение.

Архимедова сила:

$$F = \rho g V,$$

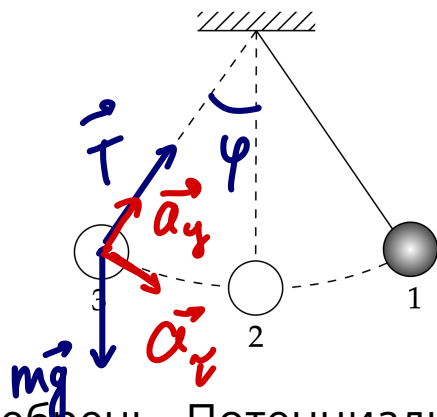
где ρ – плотность жидкости, V – объем погруженной части

$$F = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 600 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ Н}$$

Задача 5.

Математический маятник с частотой свободных колебаний 0,5 Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение 1 и отпустили из состояния покоя (см. рисунок).

$$\gamma = \frac{l}{T}$$



$$T = \frac{l}{\gamma} = \frac{l}{0,5 \text{ Гц}} = 2 \text{ с}$$

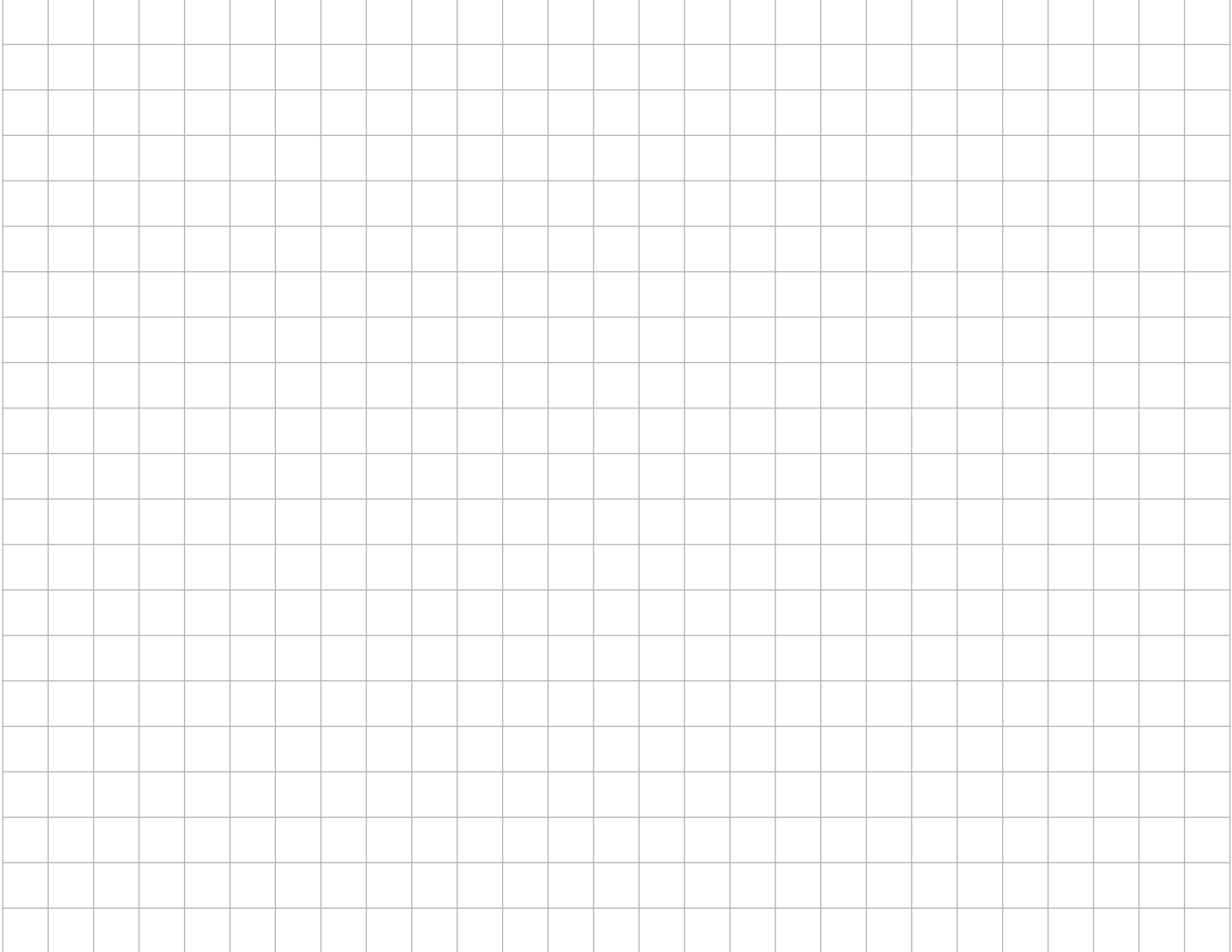
Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний маятника.

- ☒ 1) Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 1 с после начала движения.
- ☒ 2) Через 0,5 с маятник первый раз вернётся в положение 1.
- ☒ 3) При движении из положения 2 в положение 3 полная механическая энергия маятника остаётся неизменной.
- ☒ 4) Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 0,5 с после начала движения.
- ☒ 5) При движении из положения 3 в положение 2 модуль силы натяжения нити увеличивается.

#84715

$$T = m \left(g \cos \varphi + \frac{v^2}{l} \right)$$

$$T - mg \cos \varphi = m a_{\tau}$$



Решение.

1) Неверно

Период колебаний обратно пропорционален частоте

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{0,5 \text{ Гц}} = 2 \text{ с}$$

То есть через 1 секунду тело будет в положении 3, в котором потенциальная энергия максимальна.

2) Неверно

Время одного полного колебания (период) равен 2 с, то есть тело вернется в начальное положение через 2 секунды.

3) Верно

Да, при движении выполняется закон сохранения энергии.

4) Верно

Через 0,5 с тело будет в положении 2, где кинетическая энергия маятника максимальна.

5) Верно Да, сила натяжения нити увеличивается.

Задача 6.

В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода высота орбиты спутника и период его обращения вокруг Земли? 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.

$R \uparrow$

Высота орбиты спутника	Период обращения спутника вокруг Земли
1	1

$$T = \frac{2\pi R \uparrow}{v \downarrow}$$

#84716

$$\downarrow F_{\text{уп}} = G \frac{mM}{R^2 \uparrow}$$

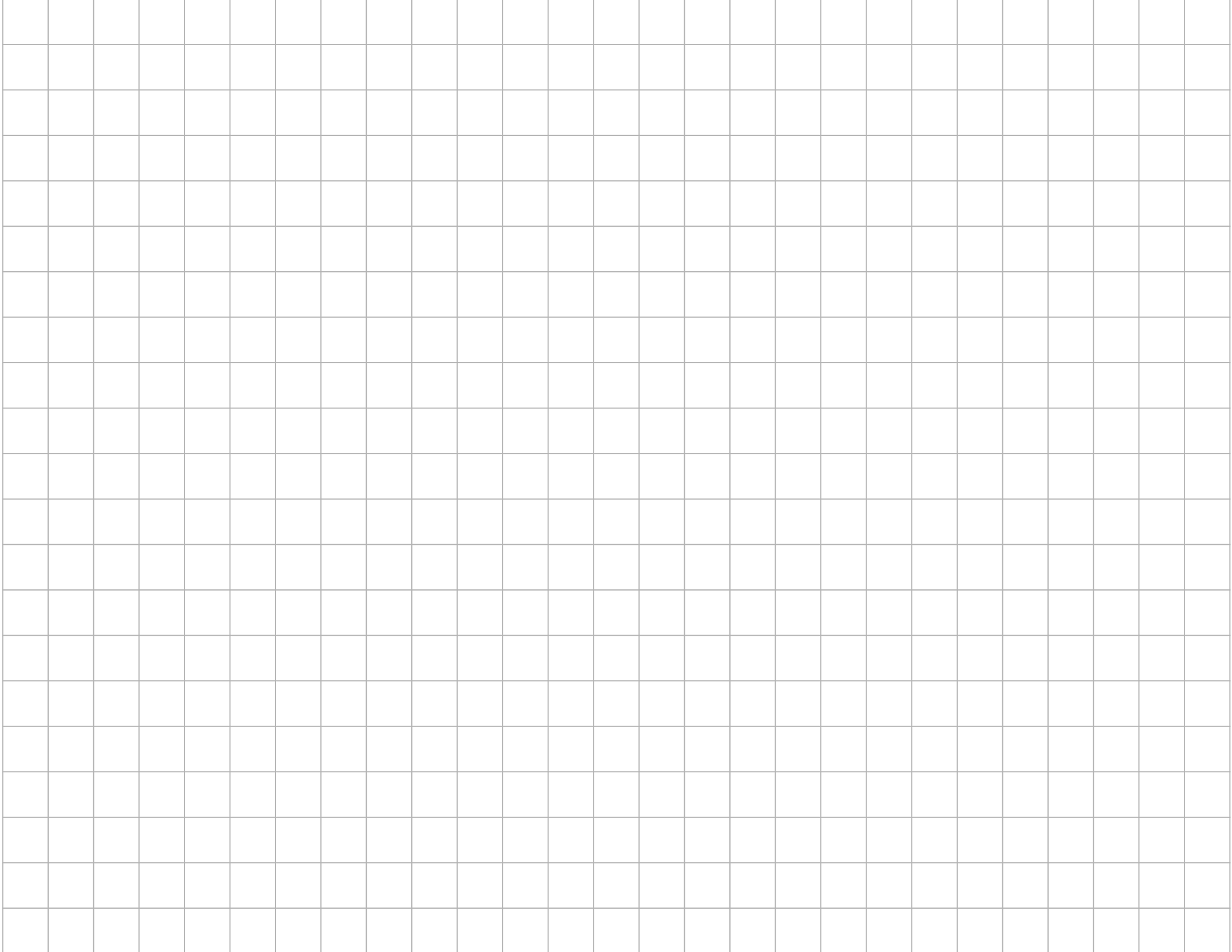
$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\downarrow F_{\text{уп}} = m a_y \downarrow$$

$$G \frac{\cancel{m}M}{R^2 \downarrow} = \cancel{m} \frac{v^2}{\cancel{R}}$$

$$\downarrow v^2 = G \frac{M}{R \uparrow}$$



Решение.

Из второго закона Ньютона:

$$G \frac{Mm}{R^2} = ma,$$

где M – масса планеты, R – радиус обращения спутника, a – центростремительное ускорение.

Отсюда

$$R = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

то есть радиус орбиты увеличивается.

Б) Период обращения:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi GM}{v^3}$$

Также, если выразить из ускорения радиус R :

$$R = \frac{v^2}{a}$$

и подставить во второй закон Ньютона

$$G \frac{a^2 M}{v^4} = a \Rightarrow v = \sqrt[4]{aGM}$$

Получаем

$$T = \frac{2\pi GM}{\sqrt[4]{(aGM)^3}}$$

Значит, период увеличивается

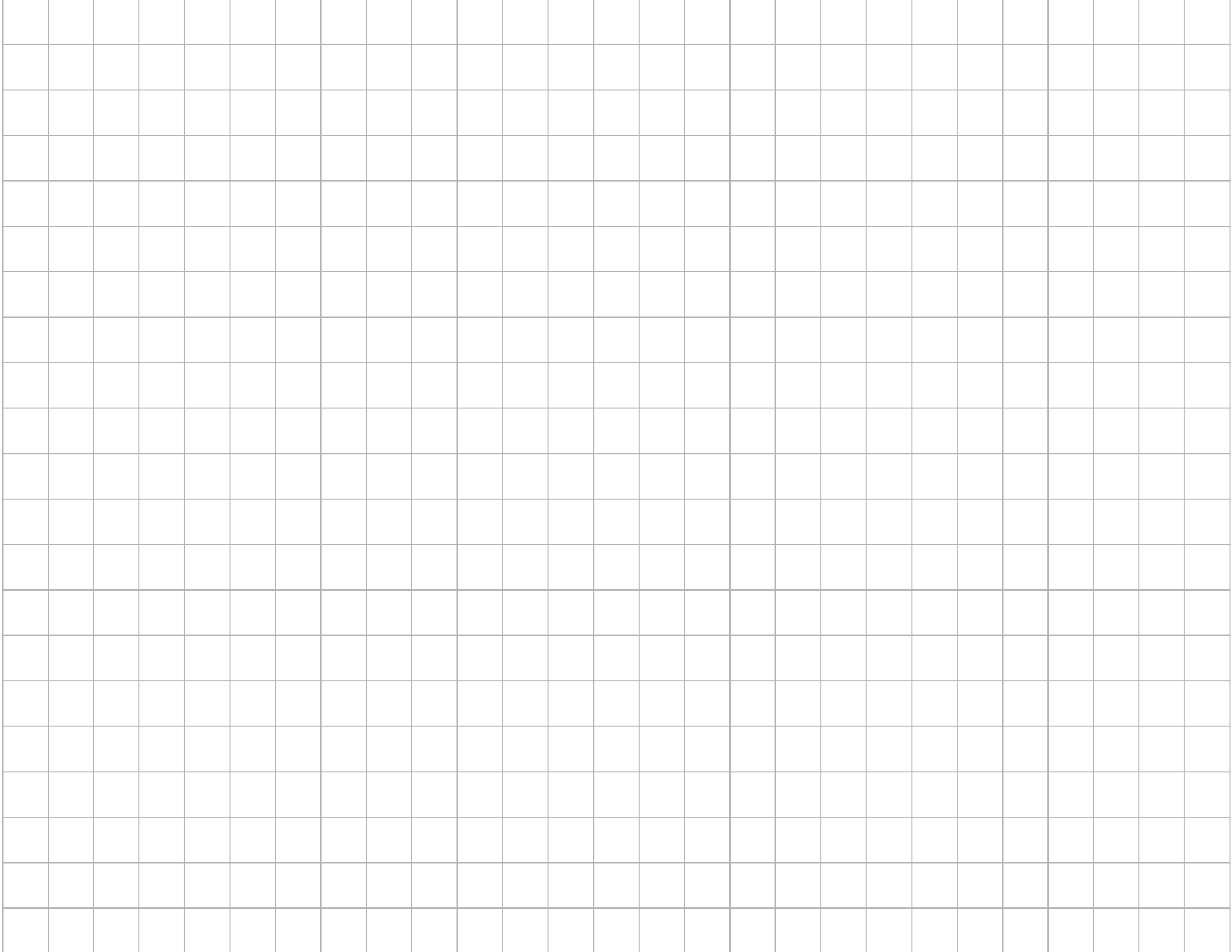
Задача 7.

Во сколько раз увеличится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

#84718

$$p = n k T$$

Handwritten annotations: A red '6' with an upward arrow is above the 'p'. A red '3' with an upward arrow is above the 'n'. A red '2' with an upward arrow is to the right of the 'T'.



Решение.

Давление газа можно найти по формуле:

$$p = nkT$$

где n — концентрация вещества, k — постоянная Больцмана, T — температура газа. Если концентрация увеличивается в 3 раза, а температура в 2 раза, то давление увеличивается в 6 раз.

Задача 8.

Рабочее тело тепловой машины за цикл совершает работу 45 Дж. Какое количество теплоты отдаёт холодильнику рабочее тело, если КПД тепловой машины равен 15%?

Ответ дайте в Дж

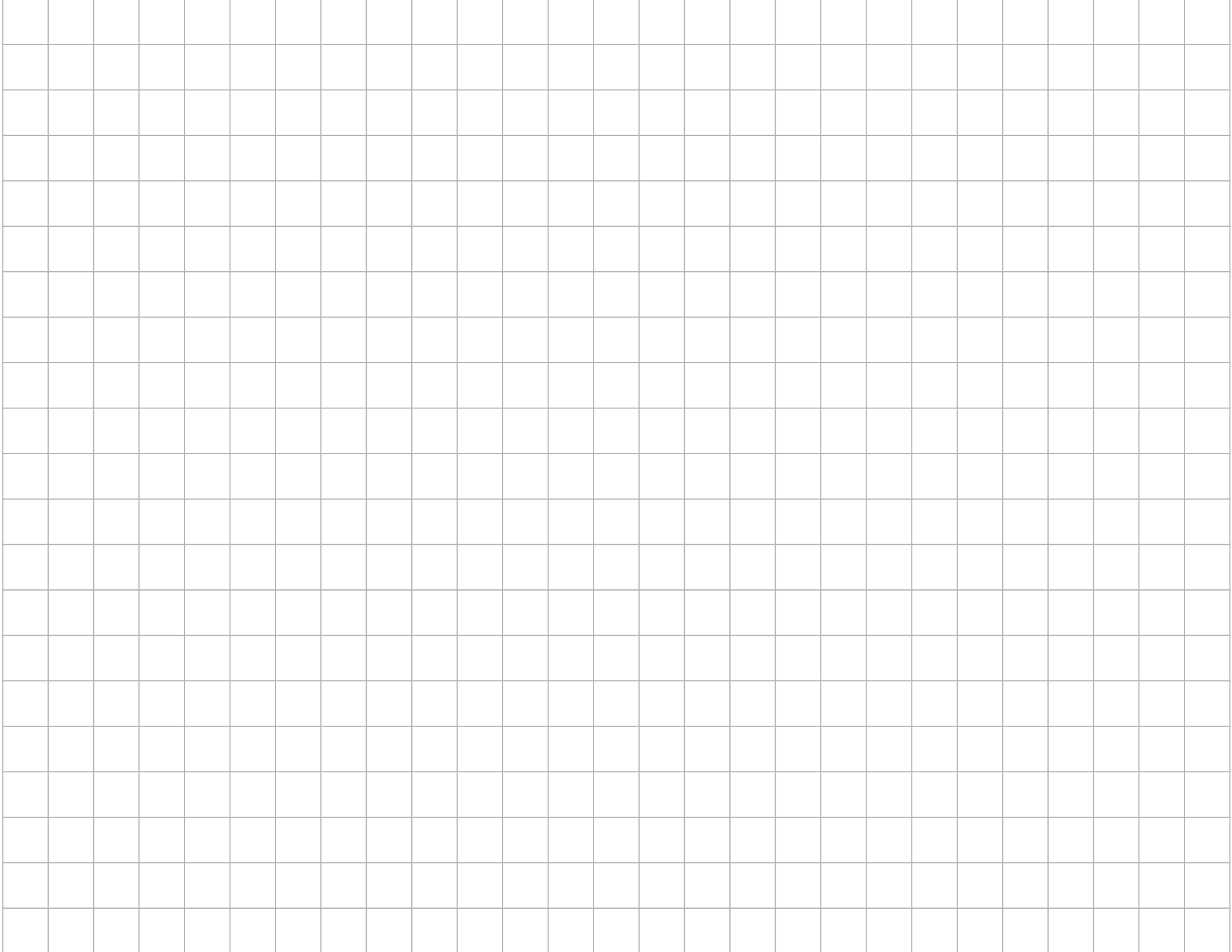
#84719

$$\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{A_{\text{ц}}}{\eta} = \frac{45 \text{ Дж}}{0,15} = 300 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{н}} = 300 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{х}} = Q_{\text{н}} - A_{\text{ц}} = 300 - 45 = \underline{255 \text{ Дж}}$$



Решение.

КПД тепловой машины можно найти по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{A}{A + Q_X},$$

где A – работа газа, Q_H – количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_X – количество теплоты, отданное рабочим телом.

Отсюда

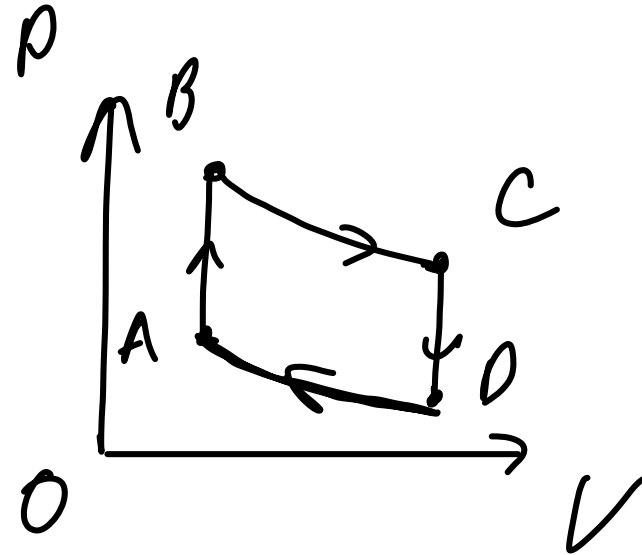
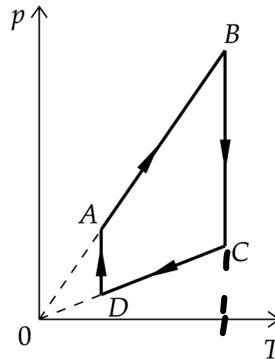
$$Q_X = \frac{A}{\eta} - A = \frac{45 \text{ Дж}}{0,15} - 45 \text{ Дж} = 255 \text{ Дж}$$

Задача 9.

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах p - T , где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

$$Q = \Delta U + A$$



~~1) Газ за цикл совершает отрицательную работу.~~

2) В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.

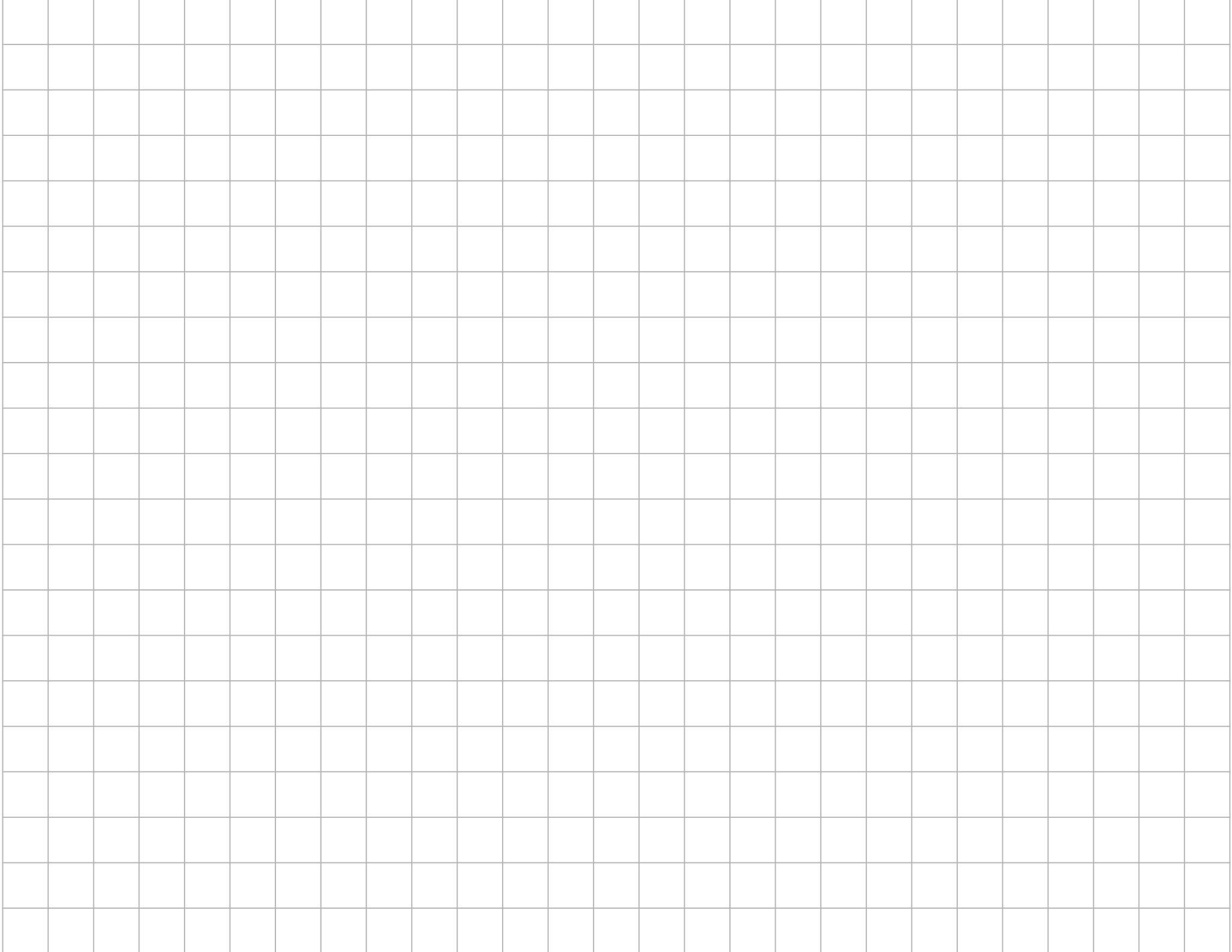
3) В процессе BC внутренняя энергия газа не изменяется

~~4) В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.~~

~~5) В процессе DA газ изотермически расширяется.~~

#12498

$$U = \frac{3}{2} \nu R T$$



Решение.

1) Процессы AB и CD являются изохорными, работа на этих участках не совершается. Процесс BC – изотермическое расширение, процесс DA – изотермическое сжатие. Поскольку расширение идёт при большей температуре, а границы изменения объёма в этих процессах одинаковы, то совершаемая газом работа в процессе BC больше, чем совершаемая над газом работа в процессе DA . Таким образом, газ за цикл совершает положительную работу.

Утверждение 1 – Неверно

2) В процессе AB температура газа и его внутренняя энергия увеличиваются, работу газ не совершает, значит, он получает положительное количество теплоты.

Утверждение 2 – Верно

3) В процессе BC температура и внутренняя энергия газа не изменяются.

Утверждение 3 – Верно

4) В процессе CD работа не совершается.

Утверждение 4 – Неверно

5) В процессе DA газ изотермически сжимается.

Утверждение 5 – Неверно

Задача 10.

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 2 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление смеси газов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

Демоверсия 2023

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов
3	2

#84721

4 моль

3 моль

2 моль

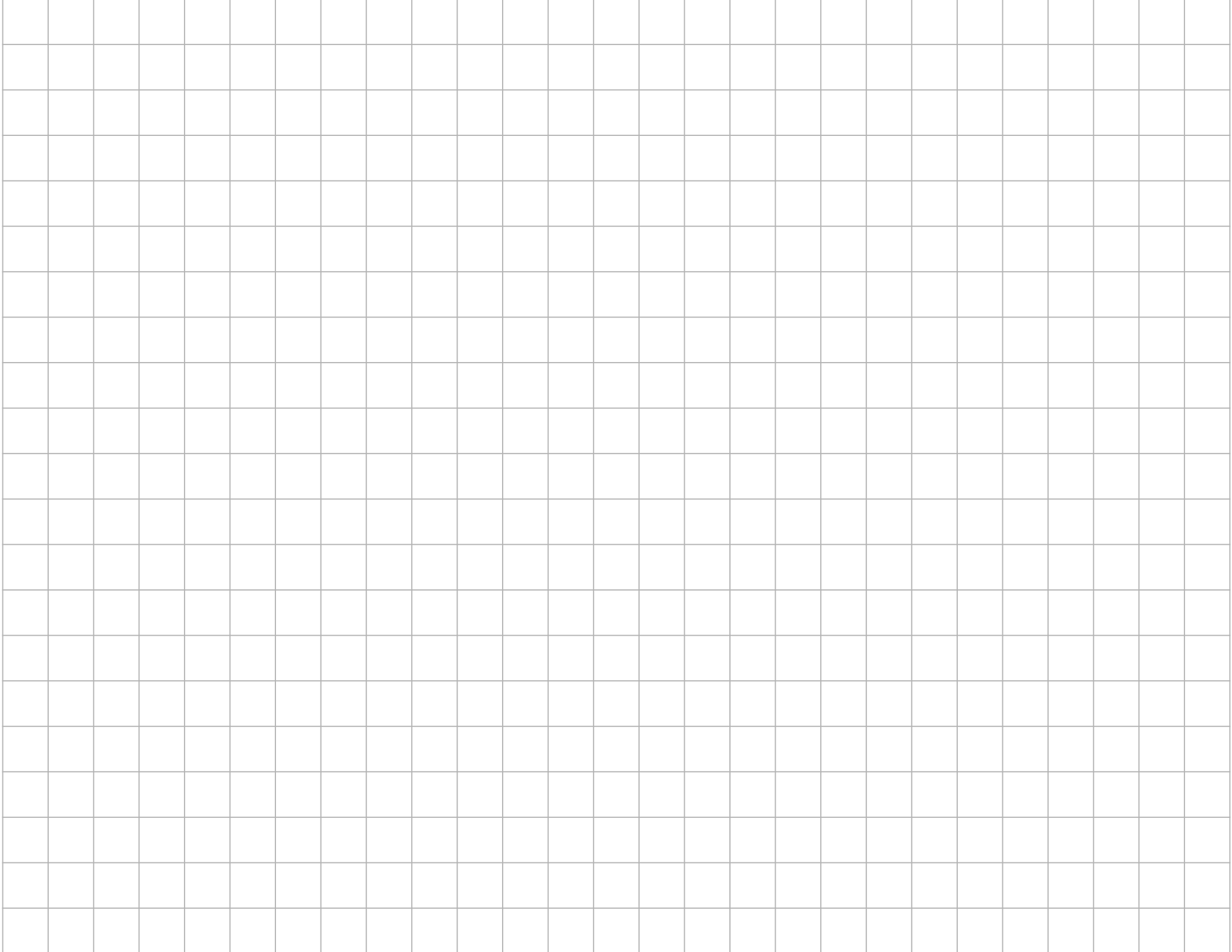
2 моль

1 моль

1 моль

2 моль

1 моль



Решение.

Уравнение состояния газа:

$$pV = \nu RT,$$

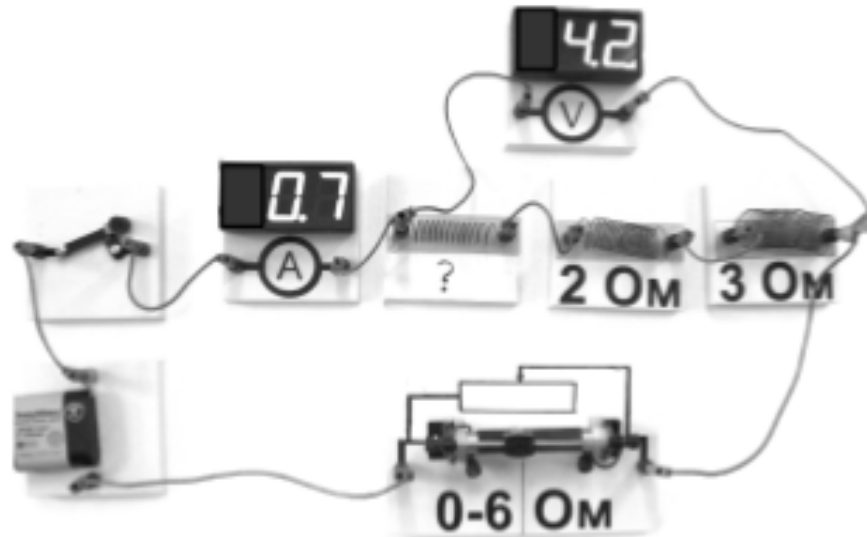
где p — давление газа, V — объем, занимаемый газом, ν — количество вещества газа, R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура.

Когда выпустили половину смеси, то каждого газа уменьшилось на 1 моль, добавили 1 моль первого газа, то есть количество первого газа не изменилось и давление не изменилось.

Количество вещества в сосуде в итоге уменьшилось, следовательно, суммарное давление смеси газов уменьшилось

Задача 11.

На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.

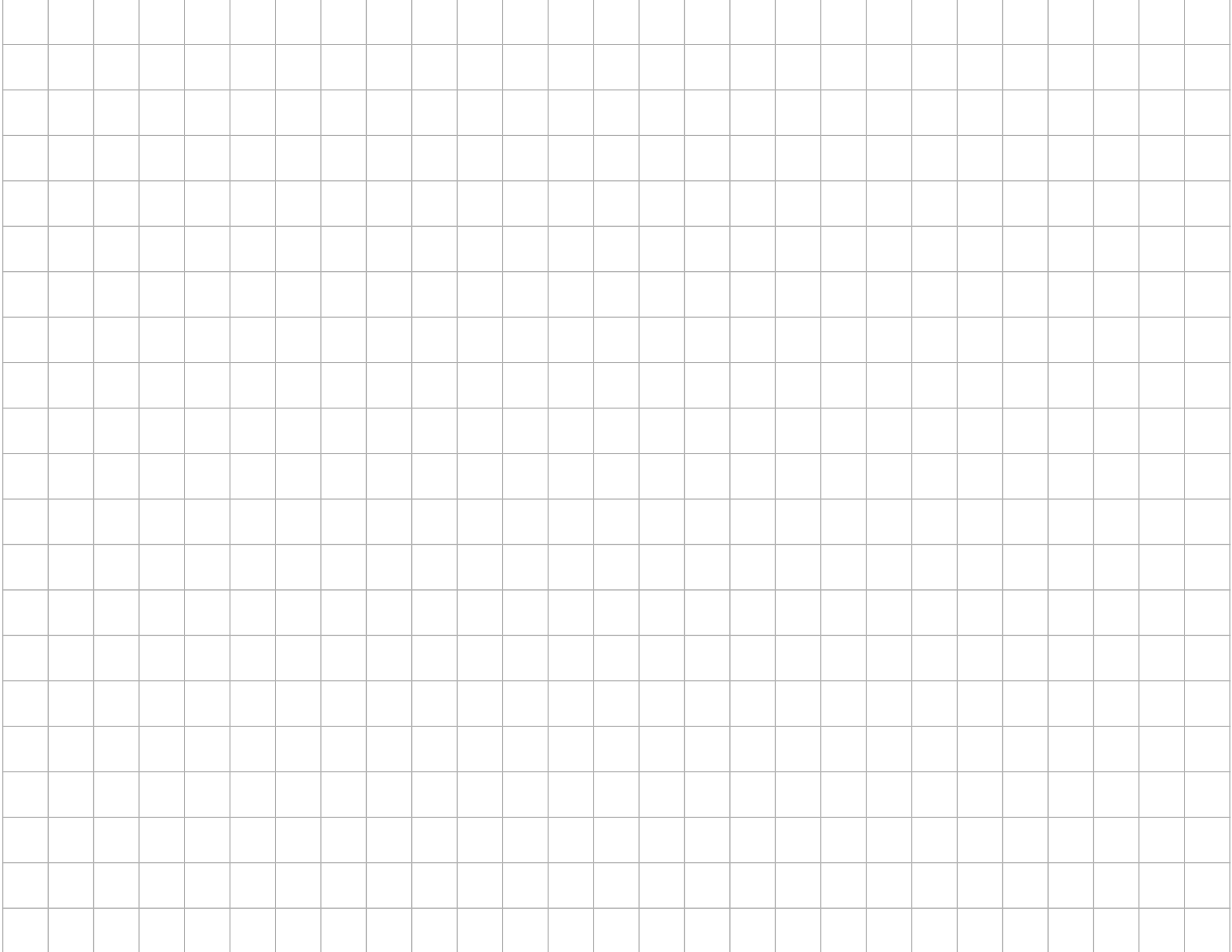


Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными. Ответ дайте в Омах.

#84722

$$R_{\text{одн}} = \frac{U_{\text{одн}}}{I_{\text{одн}}} = \frac{4,2 \text{ В}}{0,7 \text{ А}} = 6 \text{ Ом}$$

$$\underline{R = 6 \text{ Ом}}$$



Решение.

Сила тока в цепи равна $I = 0,7 \text{ A}$ (показания амперметра). Вольтметр показывает напряжение на участке цепи (трех резисторов). Показания вольтметра

$$U = I(R_1 + 2 + 3),$$

где R_1 – искомое сопротивление.

Отсюда

$$R_1 = \frac{U}{I} - R_2 - R_3 = \frac{4,2 \text{ В}}{0,7 \text{ А}} - 2 - 3 \text{ Ом} = 1 \text{ Ом}$$

Задача 12.

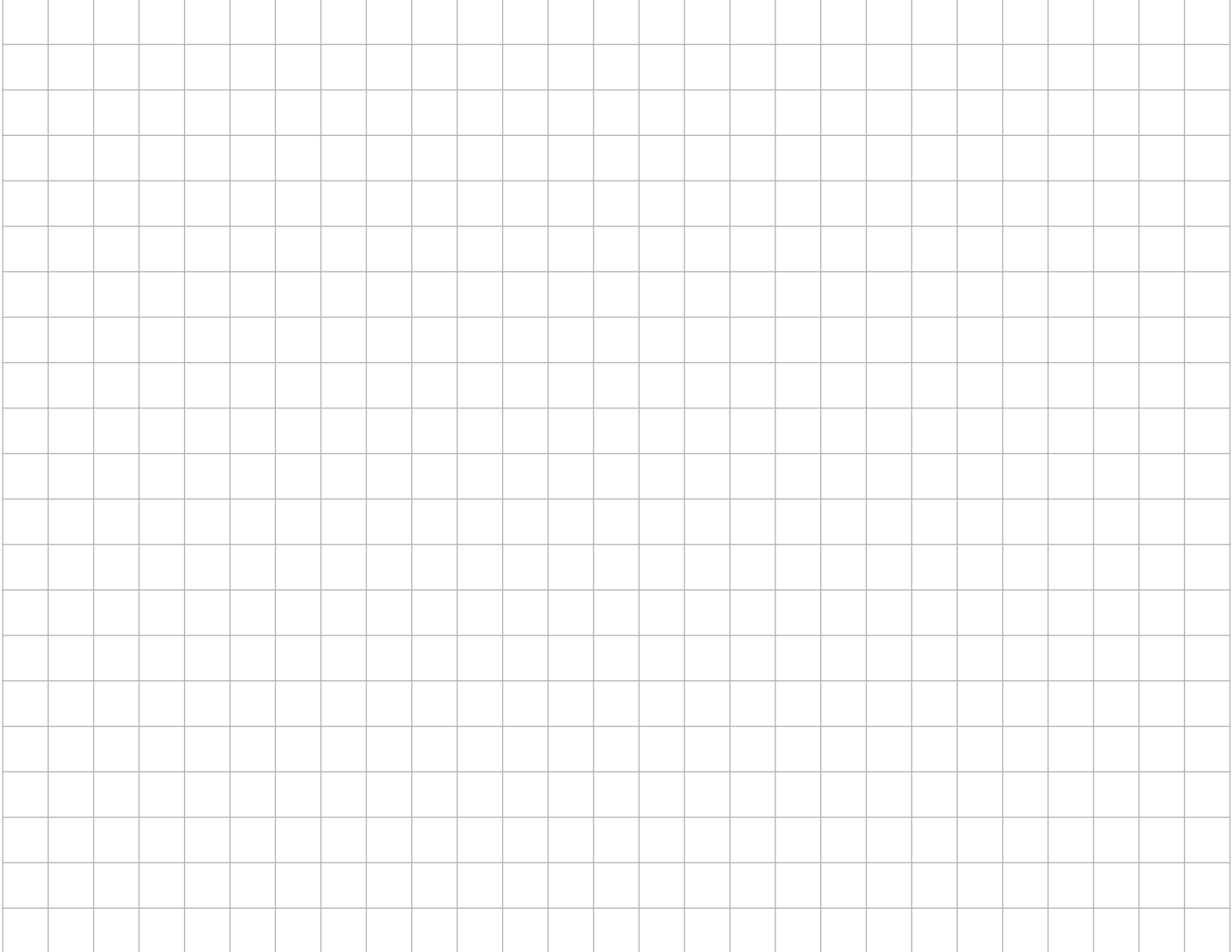
Какова сила тока в катушке индуктивностью 0,8 Гн, если энергия магнитного поля в ней равна 0,9 Дж? Ответ дайте в А.

#84723

$$W_L = \frac{L I^2}{2}$$

$$I = \sqrt{\frac{2W}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9}{0,8}} = 1,5 \text{ A}$$



Решение.

Энергия на катушке равна:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

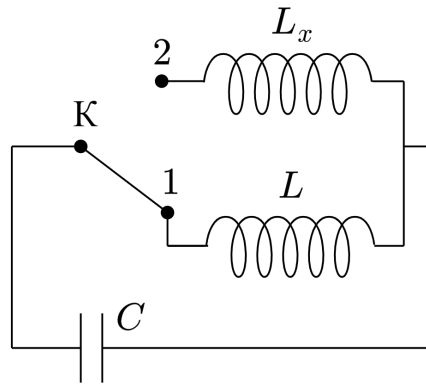
где L – индуктивность контура, I – сила тока в контуре.

Отсюда

$$I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \text{ Дж}}{0,8 \text{ Гн}}} = 1,5 \text{ А}$$

Задача 13.

Индуктивность катушки идеального колебательного контура $L = 0,1$ Гн. Какой должна быть индуктивность L_x катушки в контуре (см. рисунок), чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 частота собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшилась в 3 раза? Ответ дайте в Гн.



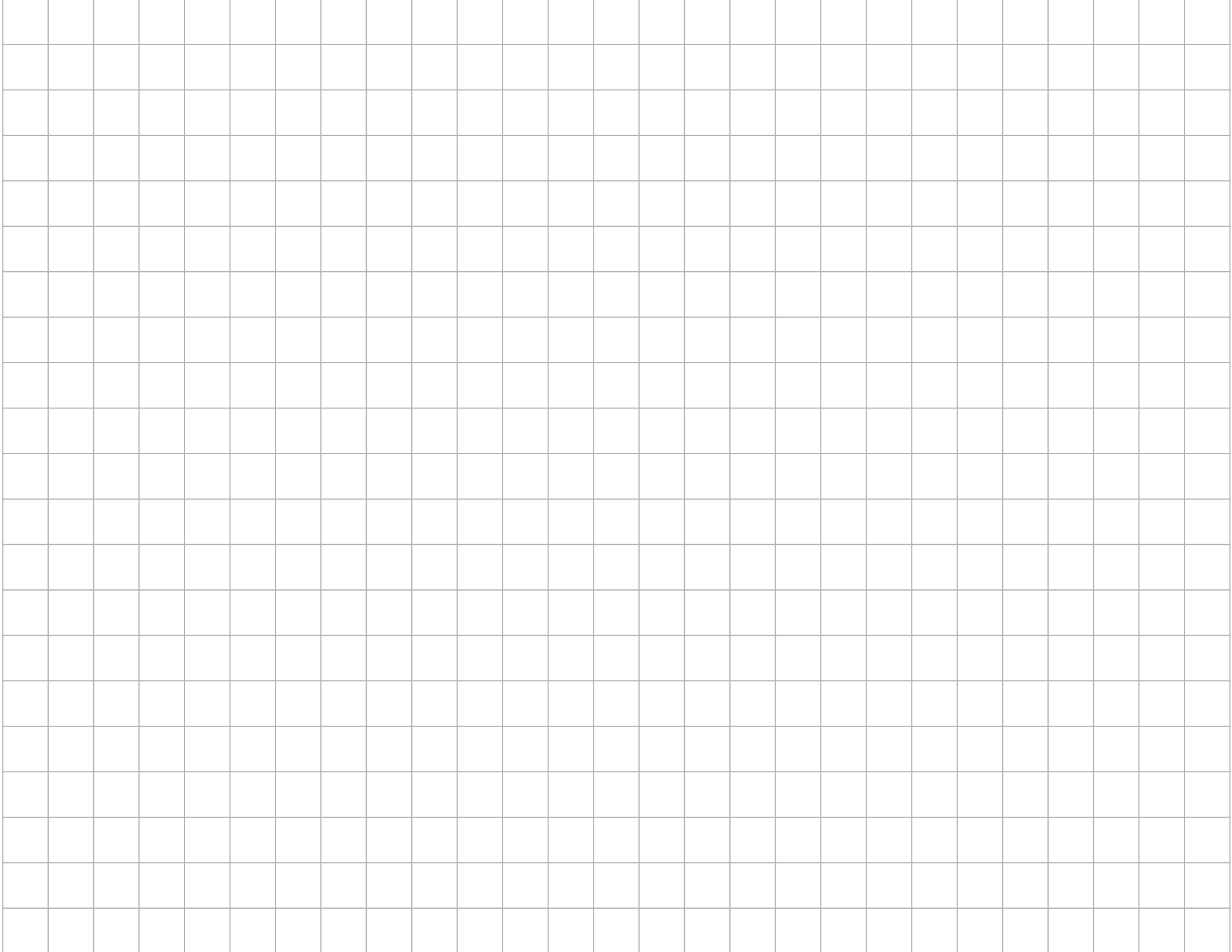
$$L_x = 0,9 \text{ Гн}$$

#84724

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$L \uparrow 9$$

$$3 \downarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \uparrow 3$$



Решение.

Период собственных колебаний находится по формуле:

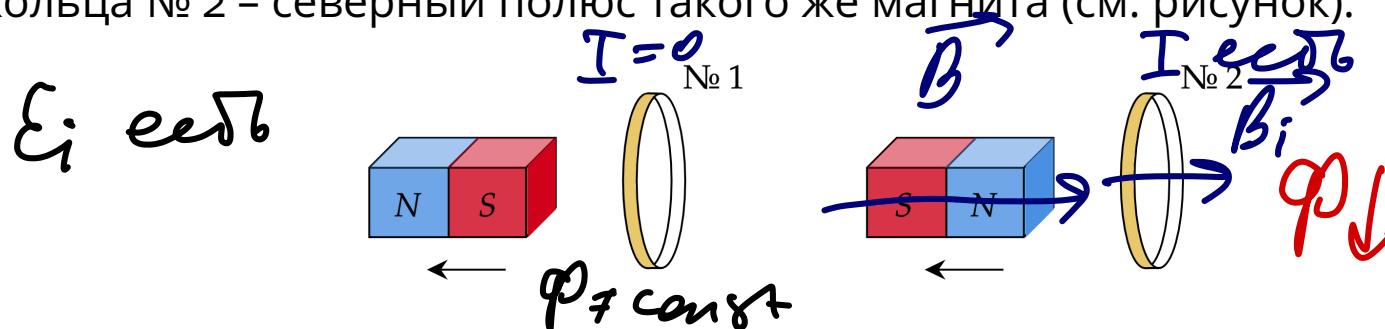
$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность катушки, C – емкость конденсатора.

Частота обратна периоду, то есть, чтобы частота уменьшилась в 3 раза, индуктивность должна увеличиться в 9 раз и составит 0,9 Гн.

Задача 14.

От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 – северный полюс такого же магнита (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно наблюдаемых явлений.

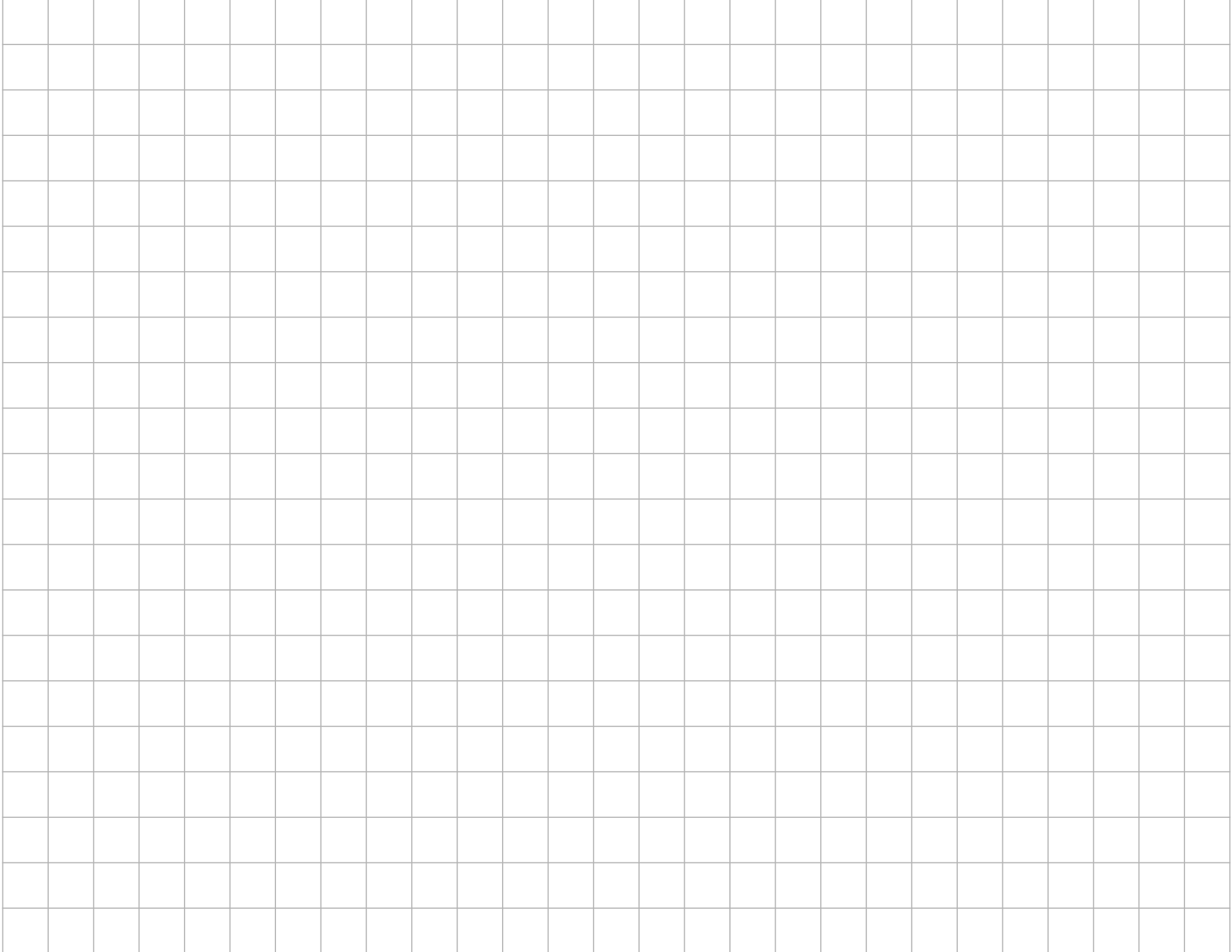
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этих опытов.

- ☒ 1) Кольцо №1 отталкивается от магнита.
- ☒ 2) В кольце №1 не возникает индукционный ток.
- ☒ 3) Модуль магнитного потока через кольцо №2 увеличивается.
- ☒ 4) Модуль магнитного потока через кольцо №1 не меняется.
- ☒ 5) Кольцо №2 следует за магнитом.

$$\xi = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

#86214

ЭДС индукции в дерев. кольце – возникает
Ток индукц. в дерев. кольце – НЕ возникает



Решение.

1) Неверно

Дерево не является проводником, следовательно, индукционного тока в кольце появляться не будет и кольцо с магнитом взаимодействовать не будет.

2) Верно

См. пункт 1.

3) Неверно

Так как медь является проводником, то во втором кольце будет создаваться такой индукционный ток. Линии магнитной индукции в магните "входят" в южный полюс и "выходят" в северном, значит, вблизи магнита линии магнитной индукции направлены вправо. По закону Ленца направление индукционного тока будет иметь такое направление, чтобы препятствовать изменению магнитного потока. При выдвижении магнита, магнитный поток будет уменьшаться, значит, вектор магнитной индукции индукционного тока направлен также вправо, а направление индукционного тока, по правилу правой руки (буравчика), против часовой стрелки. Поэтому, когда магнит вставляют в металлическое кольцо, он отталкивается от магнита, а когда вынимают – притягивается.

4) Неверно

Нет, так как магнитный поток, созданный магнитом, будет существовать внутри кольца и при отдалении магнита он будет уменьшаться.

5) Верно

См. пункт 3.

Задача 15.

Ион натрия движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила, действующая на ион в магнитном поле, и частота его обращения, если уменьшить модуль вектора магнитной индукции магнитного поля? Скорость иона остаётся неизменной. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

$B \downarrow$

$v = \text{const} \quad m = \text{const} \quad q = \text{const}$

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

$$\gamma = \frac{1}{T}$$

Сила, действующая на ион в магнитном поле	Частота обращения иона
<u>2</u>	<u>2</u>

$$\gamma = \frac{B q}{2\pi m} \quad \begin{matrix} \downarrow \text{const} \\ \text{const} \end{matrix}$$

#84727

$$F_n = m a_y$$

$$F_n = B v q \sin 90^\circ$$

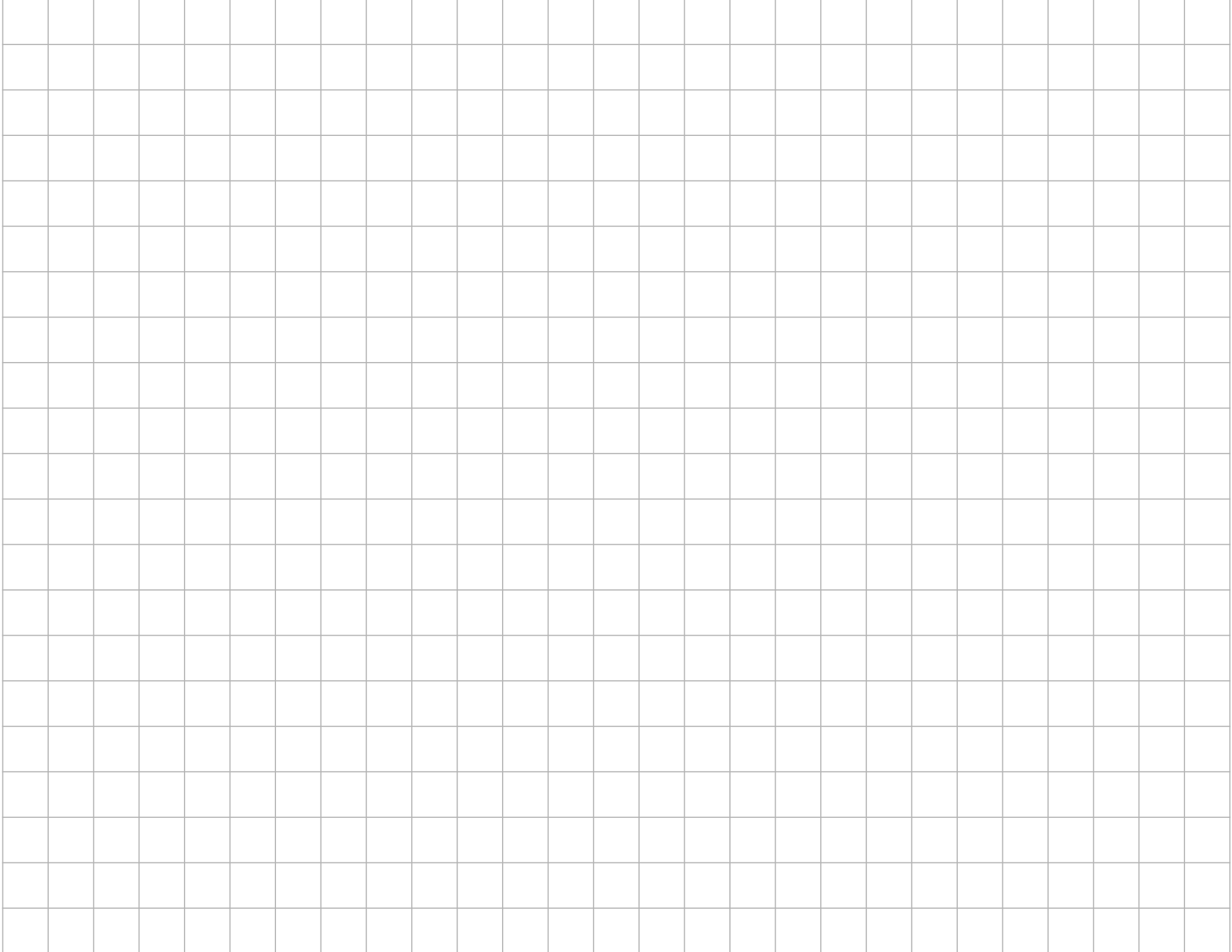
$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

$$F_n = B v q \quad \begin{matrix} \downarrow \text{const} \\ \text{const} \end{matrix}$$

$$B v q = m \frac{v^2}{R} \quad R = \frac{m v}{B q}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{m v}{B q} = \frac{2\pi m}{B q}$$



Решение.

На ион действует сила Лоренца, которая равна

$$F_l = qvB,$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы.

То есть, сила Лоренца уменьшится.

Частота равна

$$\nu = \frac{v}{2\pi R}$$

Второй закон Ньютона:

$$F_L = ma_{\text{цс}}$$

Распишем центростремительное ускорение, как $\frac{v^2}{R}$

$$Bvq = \frac{mv^2}{R}$$

Выразим радиус вращения

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

Тогда

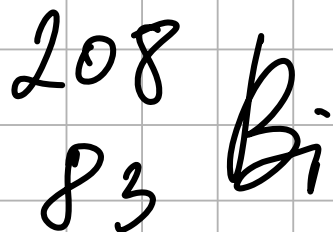
$$\nu = \frac{Bq}{2\pi m}$$

то есть, частота уменьшится.

Задача 16.

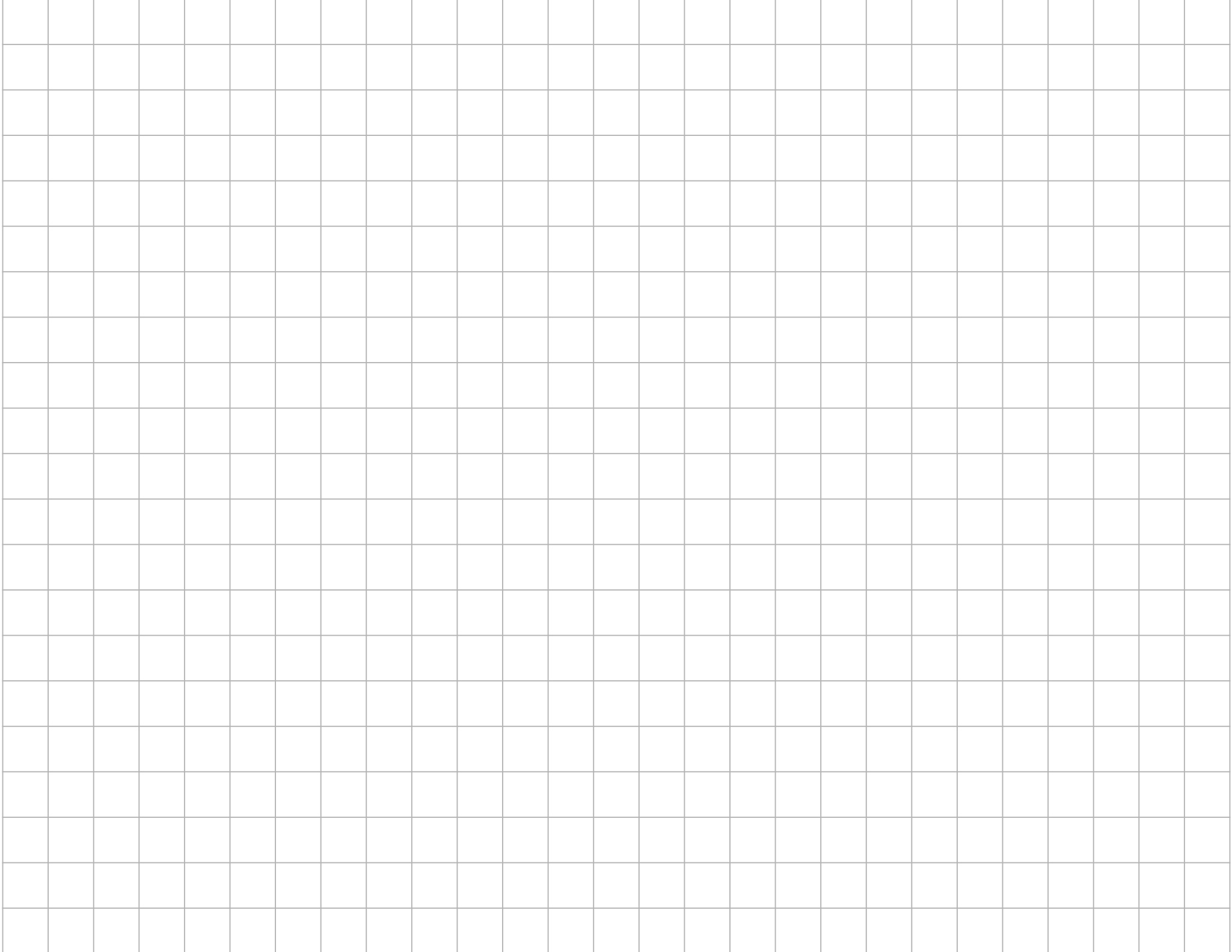
Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа висмута $^{208}_{83}\text{Bi}$?

#84728



$$N_p = 83$$

$$\underline{N_n = 208 - 83 = 125}$$



Решение.

Количество нейтронов равно разности массового и зарядового числа

$$n = 208 - 83 = 125$$

Задача 17.

Как изменятся при β^- -распаде массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

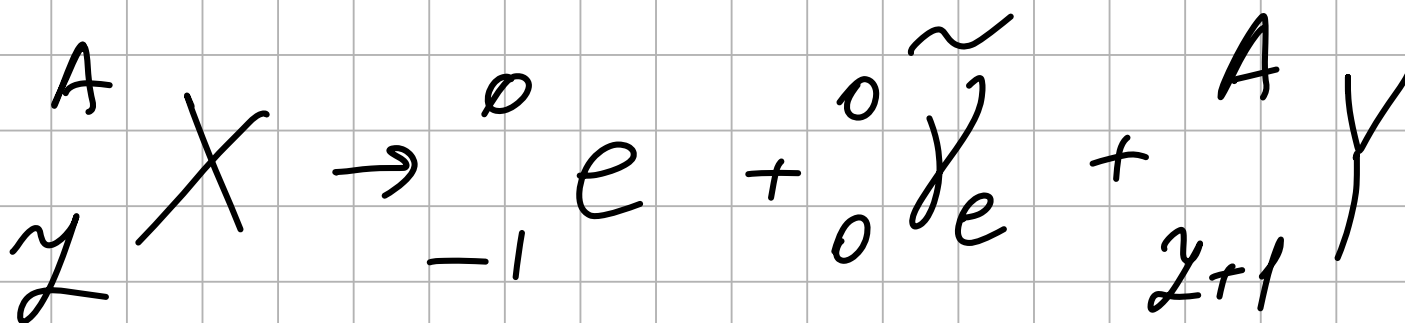
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре
3	1

Нейтр.
2

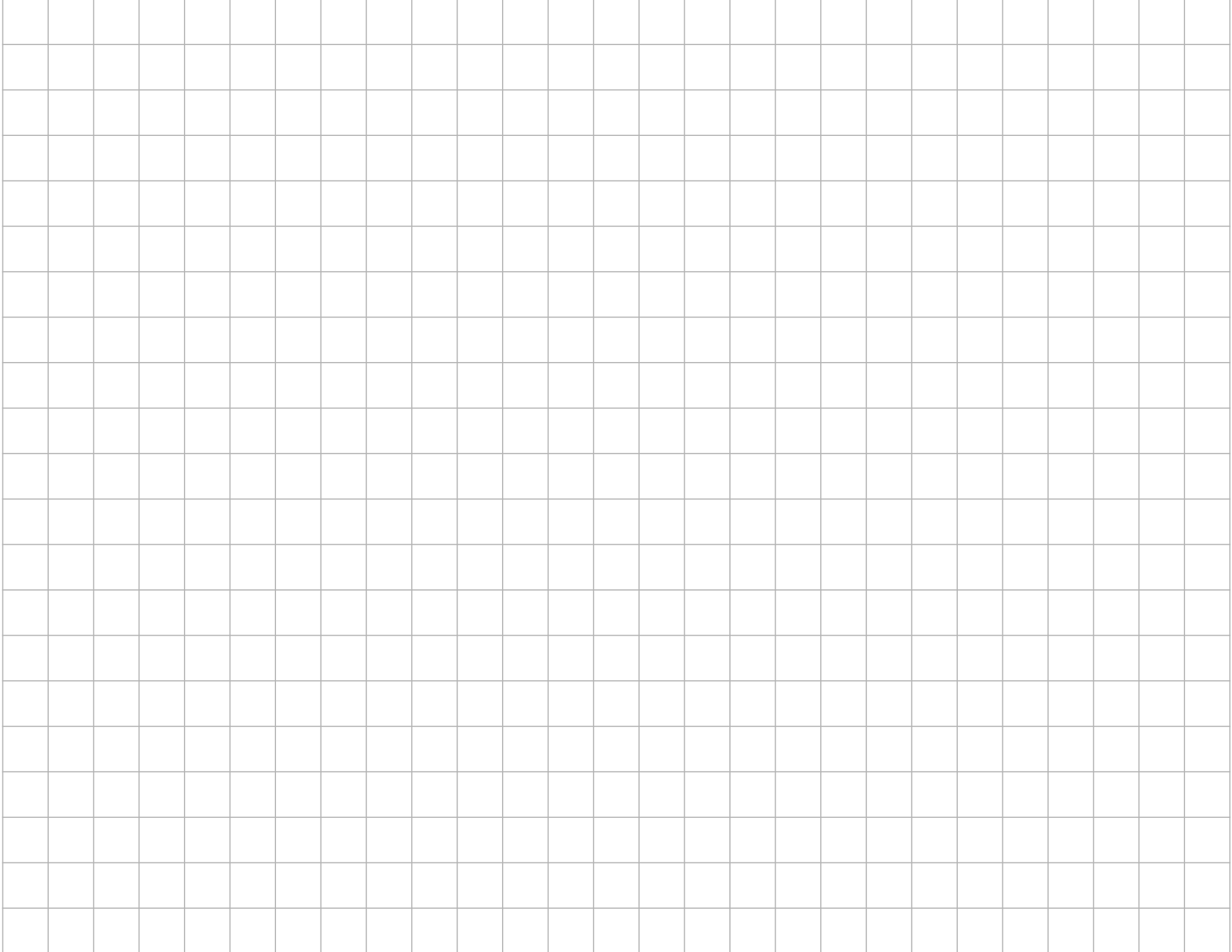
Запишите в таблицу выбранные числа для каждой физической величины. Цифры в таблице могут повторяться.

#84729



$$\uparrow N_p + N_n = A \text{ const}$$

↓



Решение.

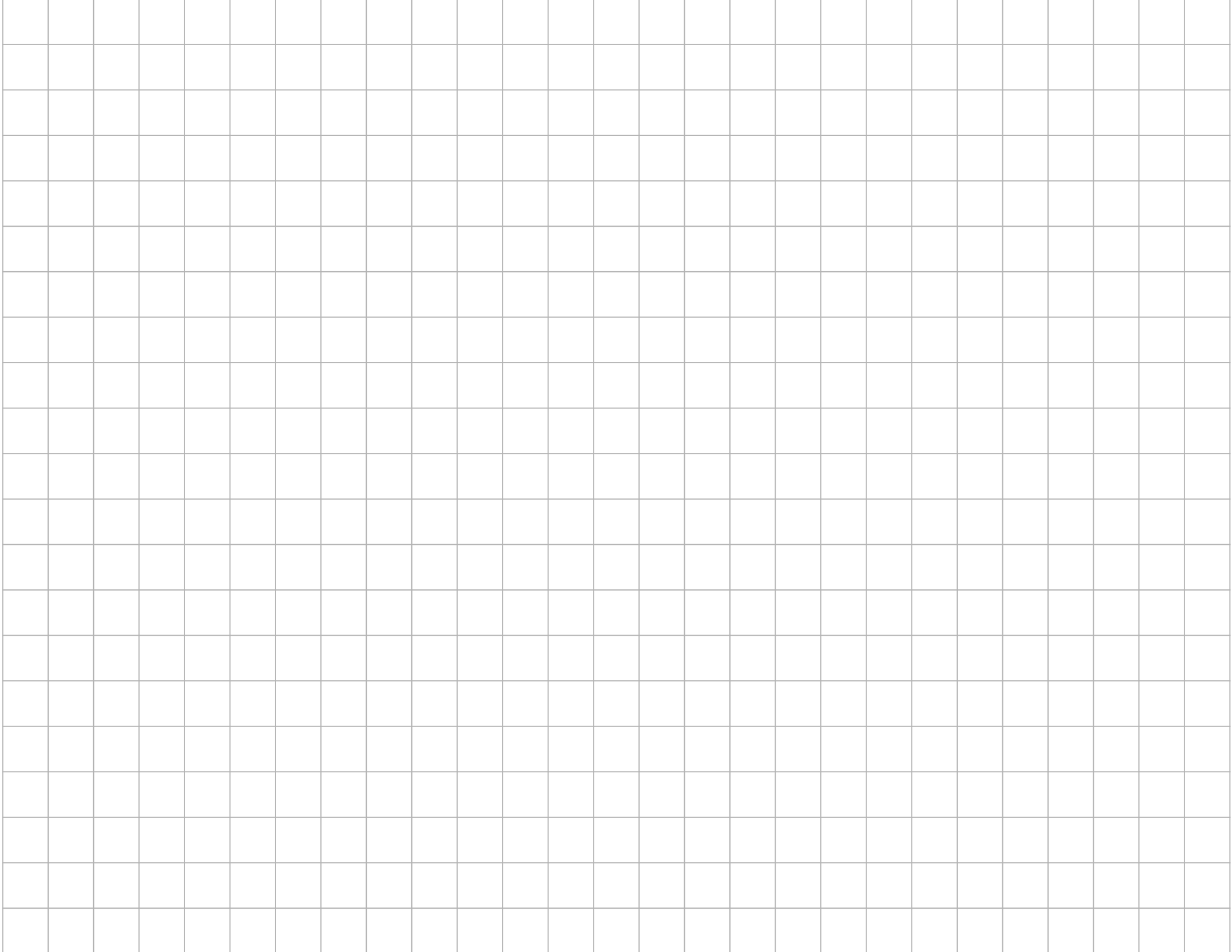
При бета-распаде ядро испускает электрон и антинейтрино. Следовательно, массовое число ядра не изменится, а его заряд увеличится и увеличится число протонов в ядре.

Задача 18.

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

- ☒ 1) При вынужденных механических колебаниях в колебательной системе резонанс возникает в том случае, если собственная частота колебаний системы ~~превышает~~ ^{равна} частоту изменения внешней силы.
- ☒ 2) В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа давление газа увеличивается. $V = \text{const}$ $\uparrow p \sim T \uparrow$
- ☒ 3) Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, ~~не является эквипотенциальной~~.
- ☒ 4) При преломлении света при переходе из одной среды в другую изменяются скорость волны и ~~частота~~, а ^{частота} ~~длина~~ её волны остаётся неизменной. $v = \text{const}$
- ☒ 5) Энергия связи ядра равна той энергии, которую необходимо затратить для того, чтобы разделить это ядро на отдельные протоны и нейтроны.

#84730



Решение.

1) Неверно

Нет, совпадение частоты вынуждающей силы и собственной частоты вызывает резонанс и резкое увеличение амплитуды колебаний.

2) Верно

При изохорном нагревании

$$\frac{p}{T} = \text{const},$$

где p – давление газа, T – температура газа.

То есть, если температура увеличивается, то и давление увеличивается.

3) Неверно

Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной.

4) Неверно

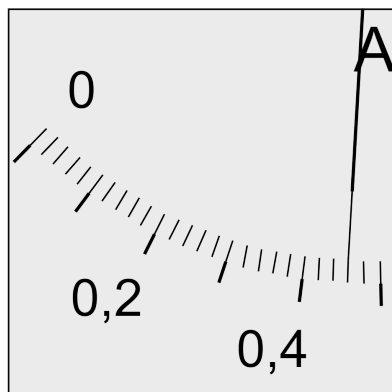
Нет, при переходе не изменяется частота, а скорость и длина волны изменяются.

5) Верно

Когда ядро распадается, то выделяется энергия, равная энергии связей его составляющих.

Задача 19.

Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.

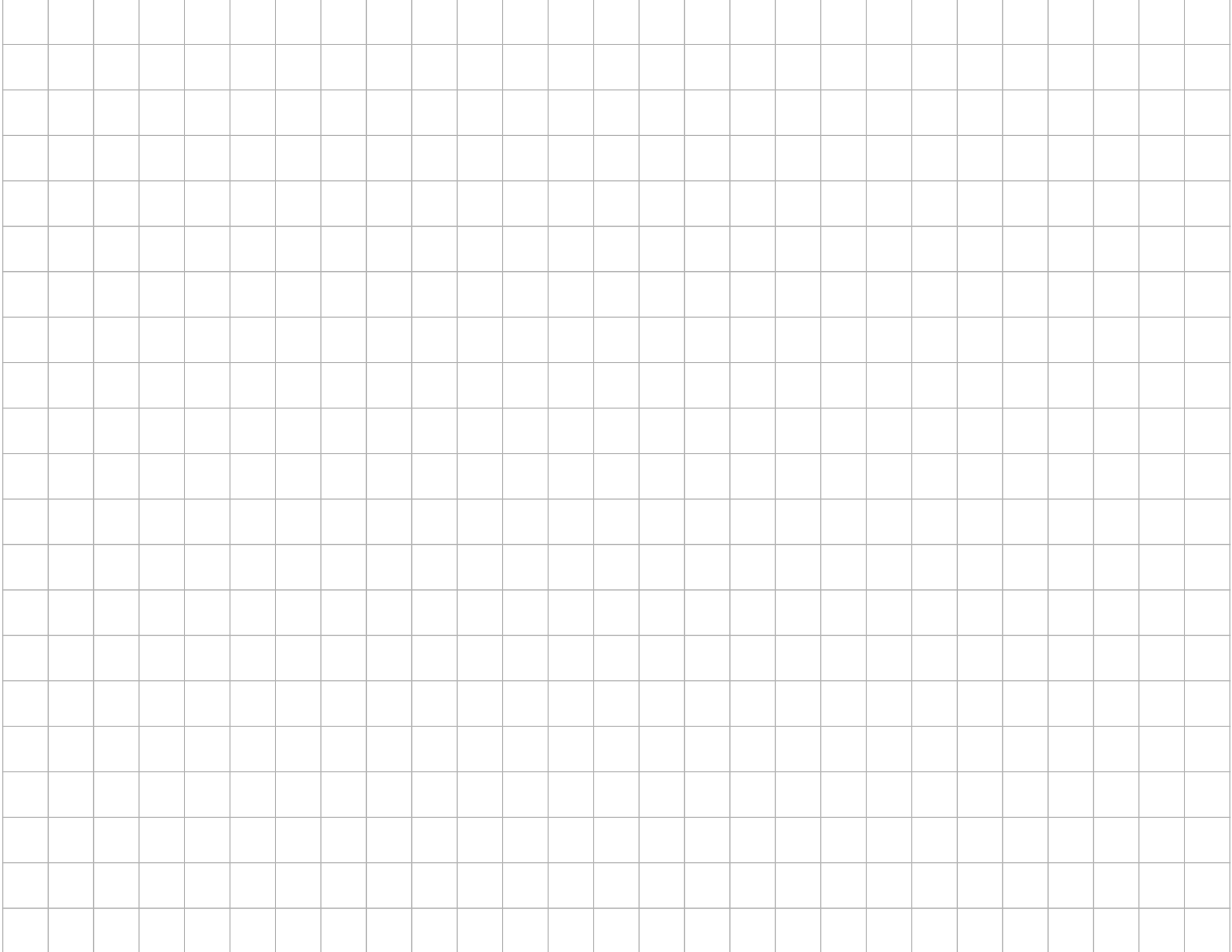


#84086

$$\text{ц.д.} = 0,02 \text{ A}$$

$$0,46 \pm 0,02 \text{ A}$$

$$0,460,02$$



Решение.

Определим цену деления амперметра

$$\frac{0,4 \text{ A} - 0,2 \text{ A}}{10} = 0,02 \text{ A}$$

Показание равно

$$0,46 \text{ A}$$

То есть с учетом погрешности

$$0,46 \pm 0,02 \text{ A}$$

А в ответ:

$$0,460,02$$

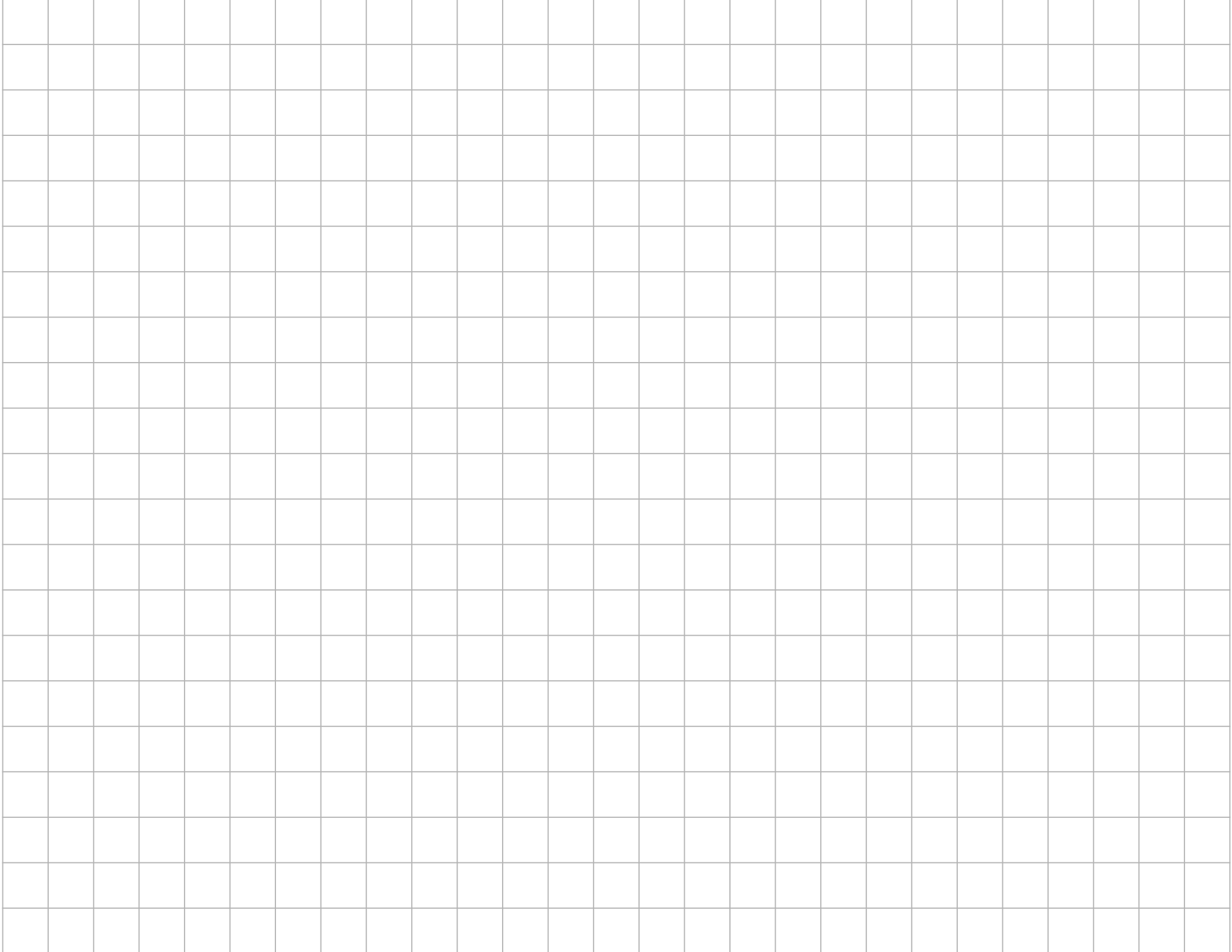
Задача 20.

Необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. Имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температурах и давлениях (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	60	80	10
2	60	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?
#84731

1 2

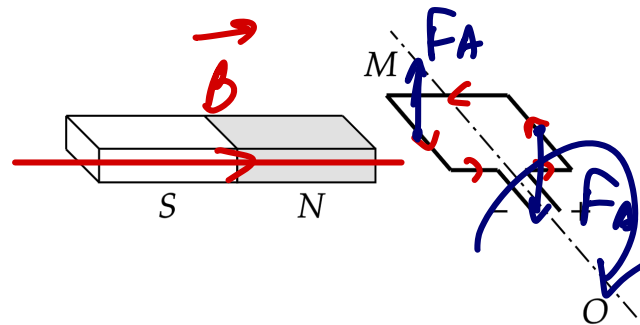


Решение.

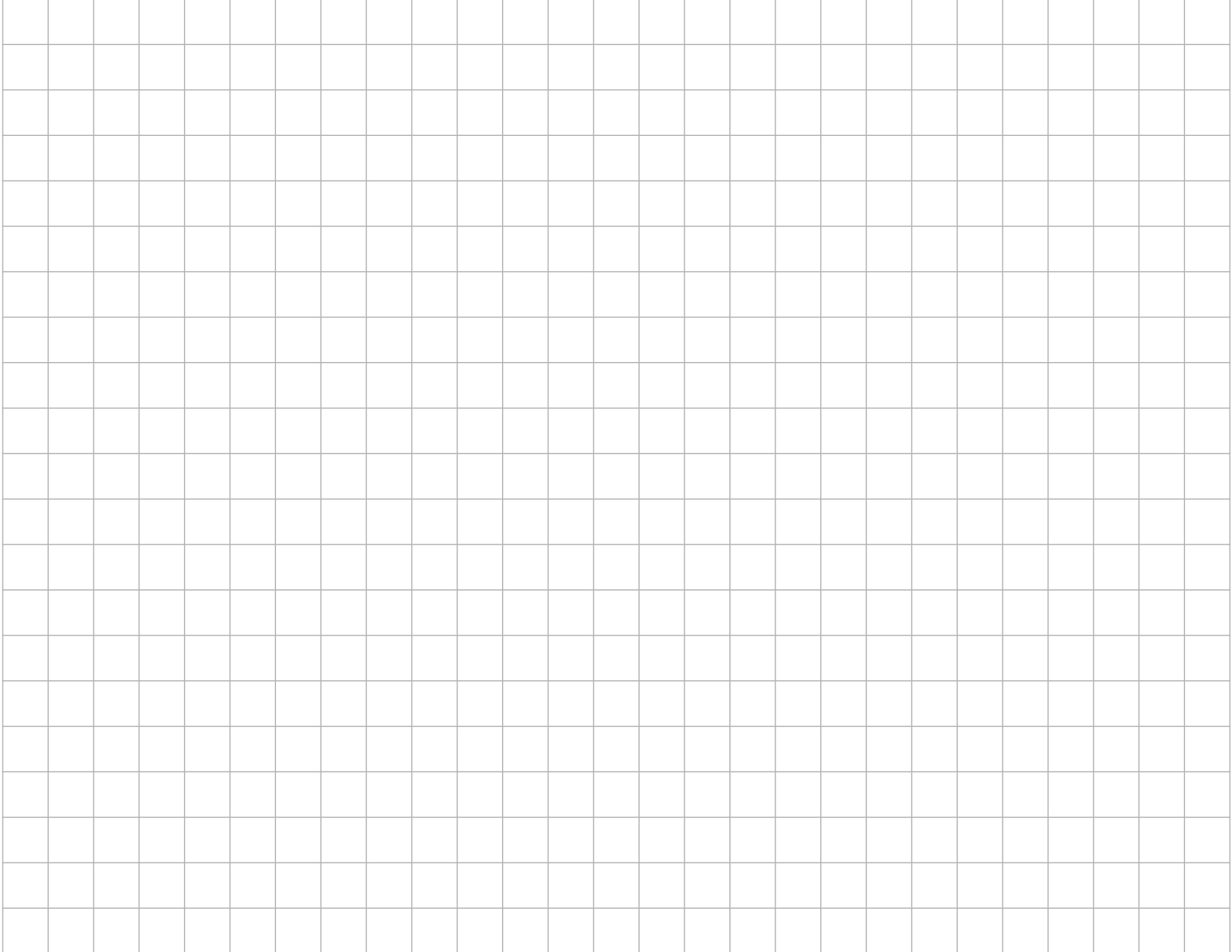
Необходимо взять все параметры одинаковые, кроме температуры газа

Задача 21.

Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.

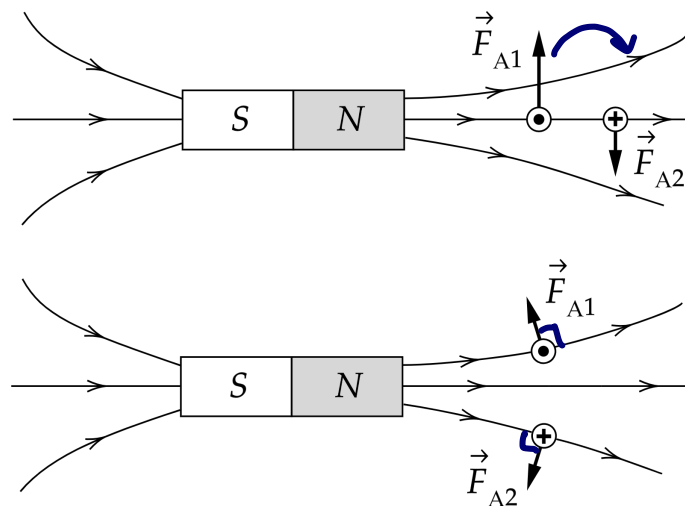


#84923



Решение.

- 1) Ответ: Рамка повернется по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.
- 2) Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом – от нас.



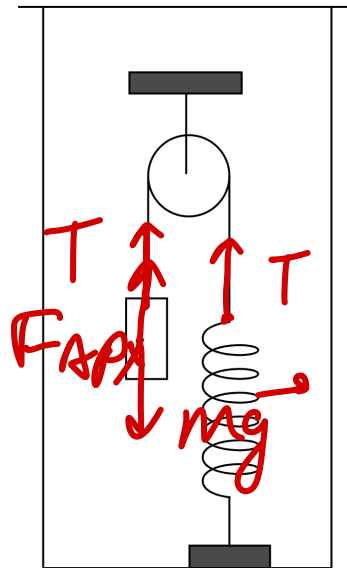
- На левое звено рамки в соответствии с правилом левой руки действует сила Ампера $\vec{F}_{A1}$, направленная вверх, а на правое звено – сила Ампера $\vec{F}_{A2}$, направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси МО по часовой стрелке (см. рисунок).
- 3) Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера и обеспечивают равновесие рамки на оси МО (см. рисунок).

Задача 22.

В сосуде (см. рисунок) находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него нитью, к концам которой привязаны тело объёмом V и пружина жёсткостью k . Нижний конец пружины прикреплён ко дну сосуда. Как изменится сила натяжения нити, действующая на пружину, если эту систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ? (Считать, что трение в оси блока отсутствует.)

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$F_{\text{арх}} = \rho g \cdot V$$



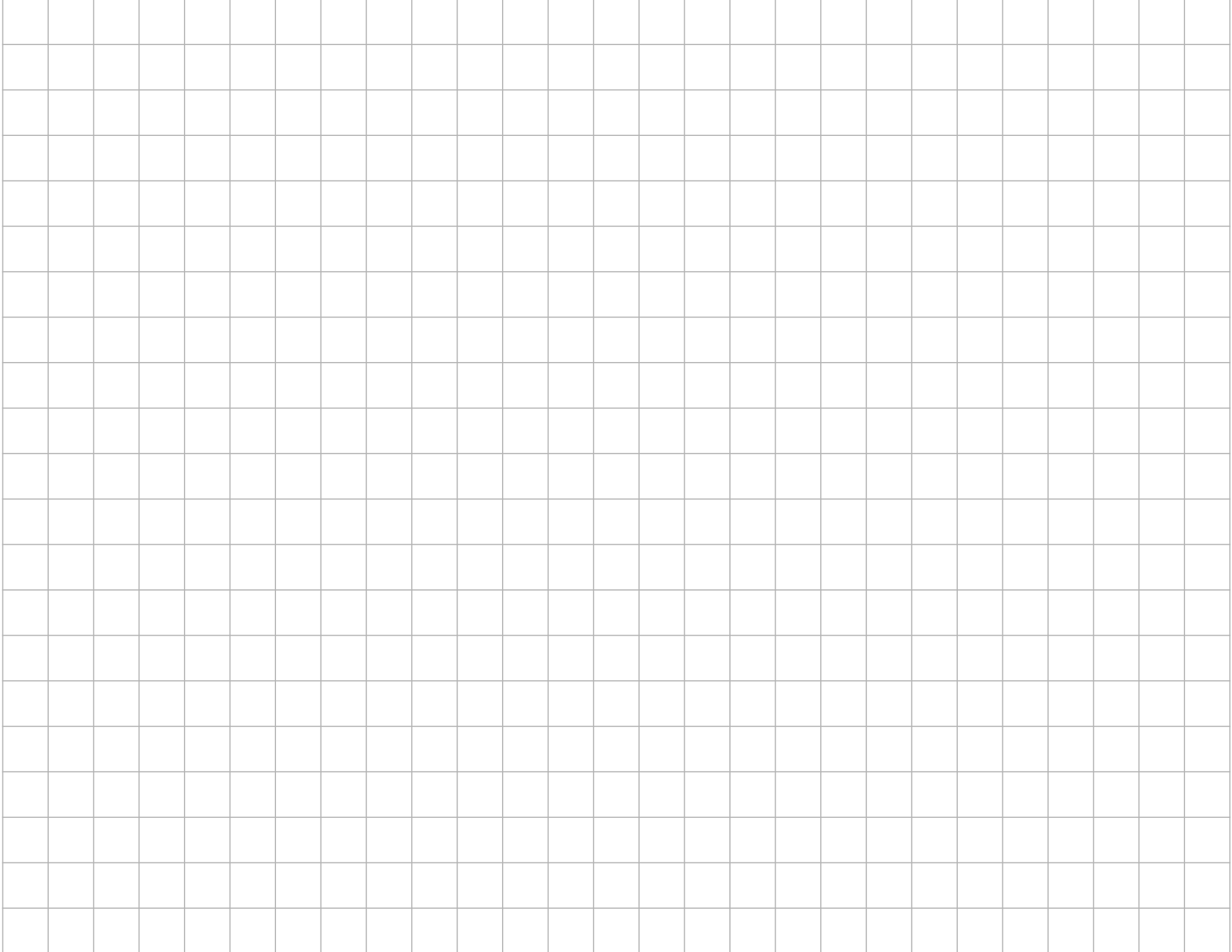
$$T_1 = mg$$

$$T_2 + F_{\text{арх}} = mg$$

$$T_1 = T_2 + F_{\text{арх}}$$

#84924

$$\Delta T = T_2 - T_1 = -F_{\text{арх}} = -\rho g V$$



Решение.

Выберем инерциальную систему отсчета, связанную с Землёй. С помощью второго закона Ньютона выразим силу натяжения нити T_1 до погружения системы в жидкость:

$$mg - T - 1 = 0 \quad (1)$$

То же – для случая, когда система погружена в жидкость, с учетом силы Архимеда:

$$mg - T_2 - \rho V g = 0 \quad (2)$$

Теперь с помощью уравнений (1)–(2) можно найти изменение силы натяжения нити:
 $\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho V g.$

Задача 23.

В кастрюле находится 0,5 кг воды температурой 10°C . Сколько потребуется времени, чтобы при помощи кипятильника мощностью 400 Вт выпарить 15% воды из кастрюли? Потерями тепла и теплоёмкостью кастрюли пренебречь

#84925

Дано:

$$t_{\text{кип}} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$Q = C_v \cdot m \cdot (t_{\text{кип}} - t_0) + L \cdot 0,15 \cdot m$$

$$t_0 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$Q = P \cdot \tau$$

$$P = 400 \text{ Вт}$$

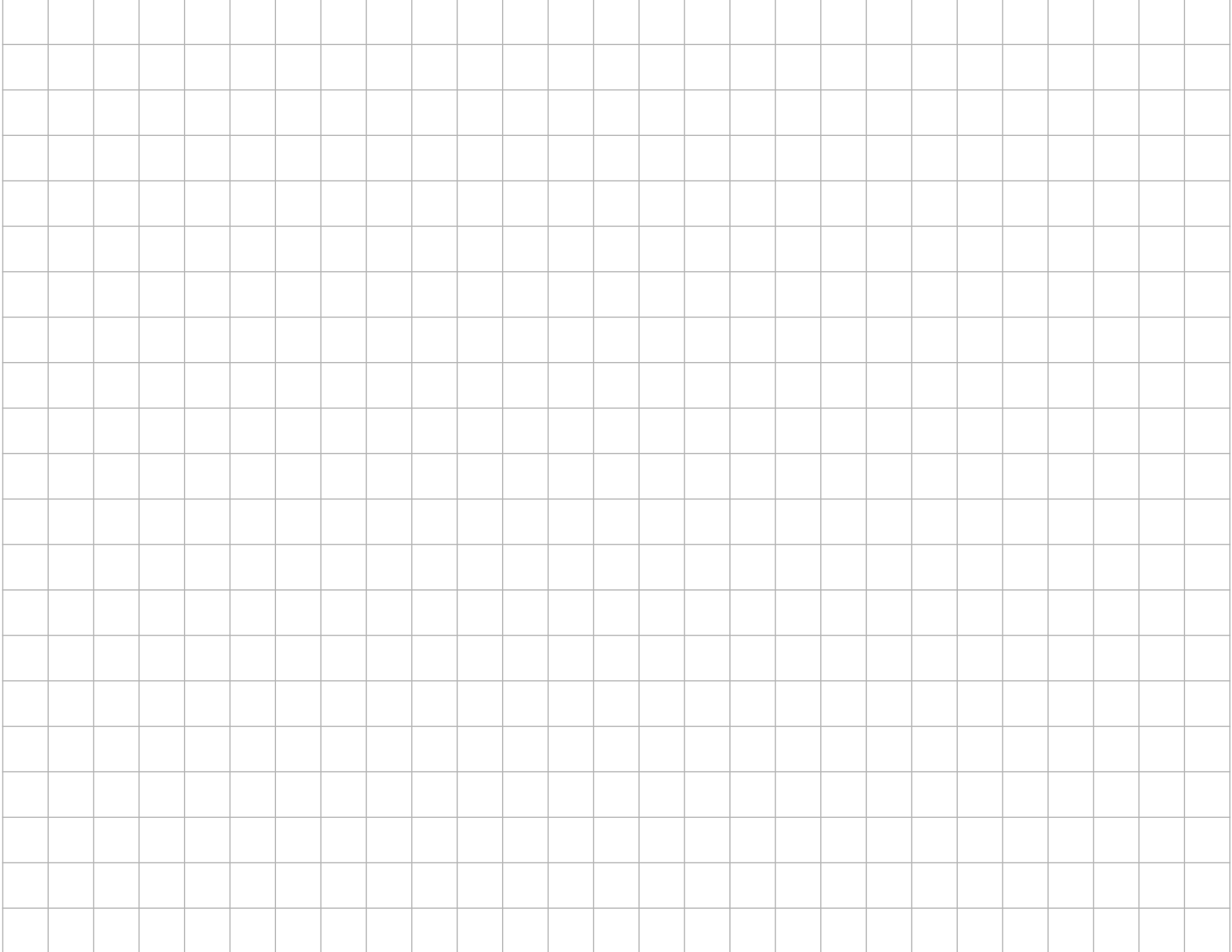
15% выпарить

$$\tau = \frac{C_v m (t_{\text{кип}} - t_0) + 0,15 L \cdot m}{P}$$

$$\tau = ?$$

$$\tau = \frac{4200 \cdot 0,5 \cdot 90 + 0,15 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{400}$$

$$\tau = 900 \text{ с}$$



Решение.

Поскольку теплоёмкостью кастрюли и потерями тепла можно пренебречь, в соответствии с уравнением теплового баланса количество теплоты $Q = Q_1 + Q_2$, переданное кипятильником, расходуется на нагревание воды и её частичное парообразование.

$Q_1 = cm(t_k - t)$ количество теплоты, необходимое для нагревания воды до кипения, где c – удельная теплоёмкость воды, m , t и t_k – её масса, начальная температура и температура кипения соответственно.

$Q_2 = n \cdot m \cdot r$ количество теплоты, необходимое для частичного парообразования воды, где r – удельная теплота парообразования воды, n – часть выкипевшей воды.

Для мощности можно записать:

$$N = \frac{A}{T} = \frac{Q}{T}.$$

В итоге получим:

$$T = \frac{m(c(t_k - t) + nr)}{N} = \frac{0,5 \cdot (4200 \cdot (100 - 10) + 0,15 \cdot 2,3 \cdot 10^6)}{400} \approx 904 \text{ с}$$

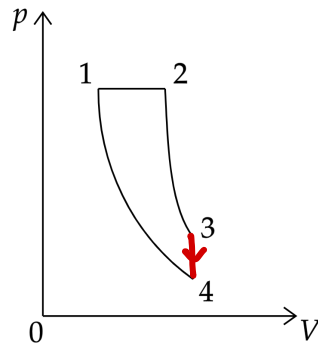
Задача 24.

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на $p - V$ диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры и изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$ определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.

Основная волна 2014 год

$$Q_H \quad \nu = 1 \text{ моль}$$

$$A_{34} = 0$$



$$T_3 = T_{\max} = 575 \text{ K}$$

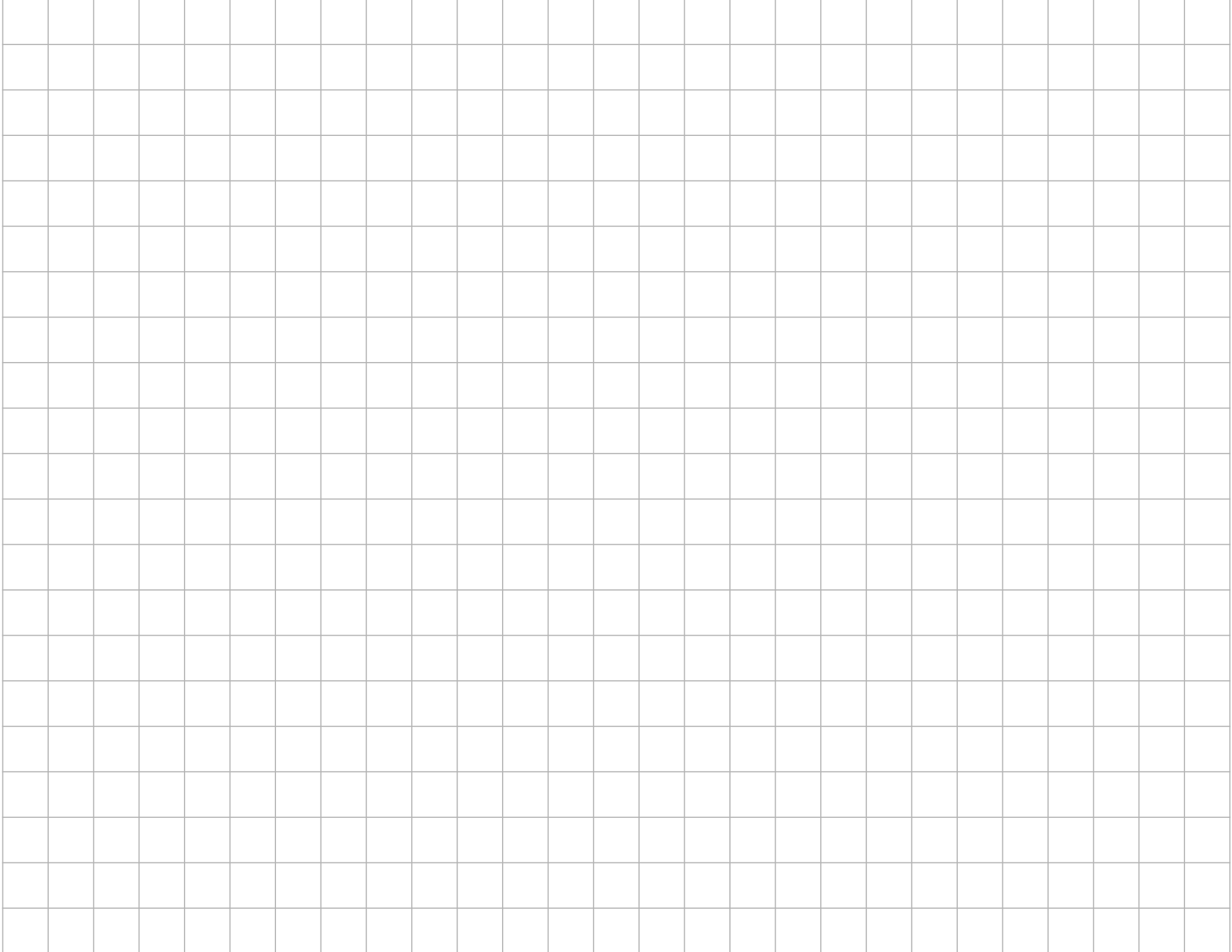
$$T_4 = T_{\min} = 310 \text{ K}$$

#79890

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$$

$$Q_X = |Q_{34}| = |\Delta U_{34} + A_{34}|$$

$$Q_X = |\Delta U_{34}| = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) \right| = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_4)$$



Решение.

При изобарном расширении на участке 1-2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} а на участке 3-4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику: $A = Q_{12} - Q_{34}$.

По определению КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$, что позволяет найти теплоту, полученную от нагревателя: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta}$, если известно Q_{34} .

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3-4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}|$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}\nu RT$, а модуль её изменения на участке 3-4

$$|\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_4) = \frac{3}{2}\nu R(t_3 - t_4).$$

В итоге получим:

$$Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta} = \frac{\frac{3}{2}\nu R(t_{max} - t_{min})}{1 - \eta}$$

Подставляя значения физических величин, получим:

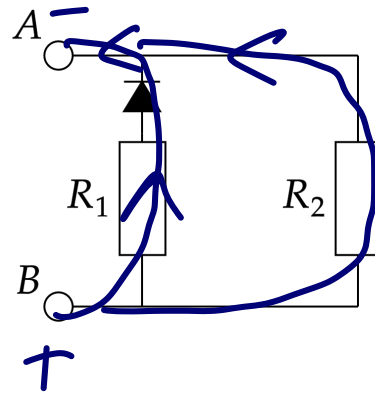
$$Q_{12} = \frac{\frac{3}{2} 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 265 \text{ К}}{0,85} \approx 3886 \text{ Дж}$$

Задача 25.

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А положительного полюса, а к точке В отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.

$$\mathcal{E} = 12 \text{ В}$$

$$r = 0$$



$$U_{\text{квт}} = \mathcal{E} - \sum I_{\text{квт}} \cdot r$$

$$U_{\text{квт}} = \mathcal{E}$$

#84926

$$P_1 = 14,4 \text{ Вт}$$

$$P = \frac{U_{\text{квт}}^2}{R_{\text{оды}}}$$

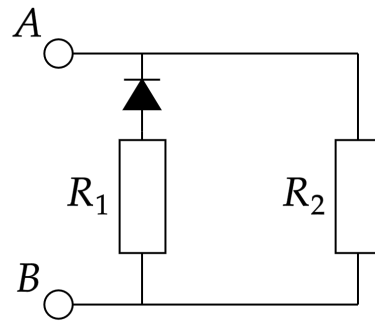
$$P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2}$$

$$R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1} = \frac{12^2}{14,4} = 10 \text{ Ом}$$

Задача 25.

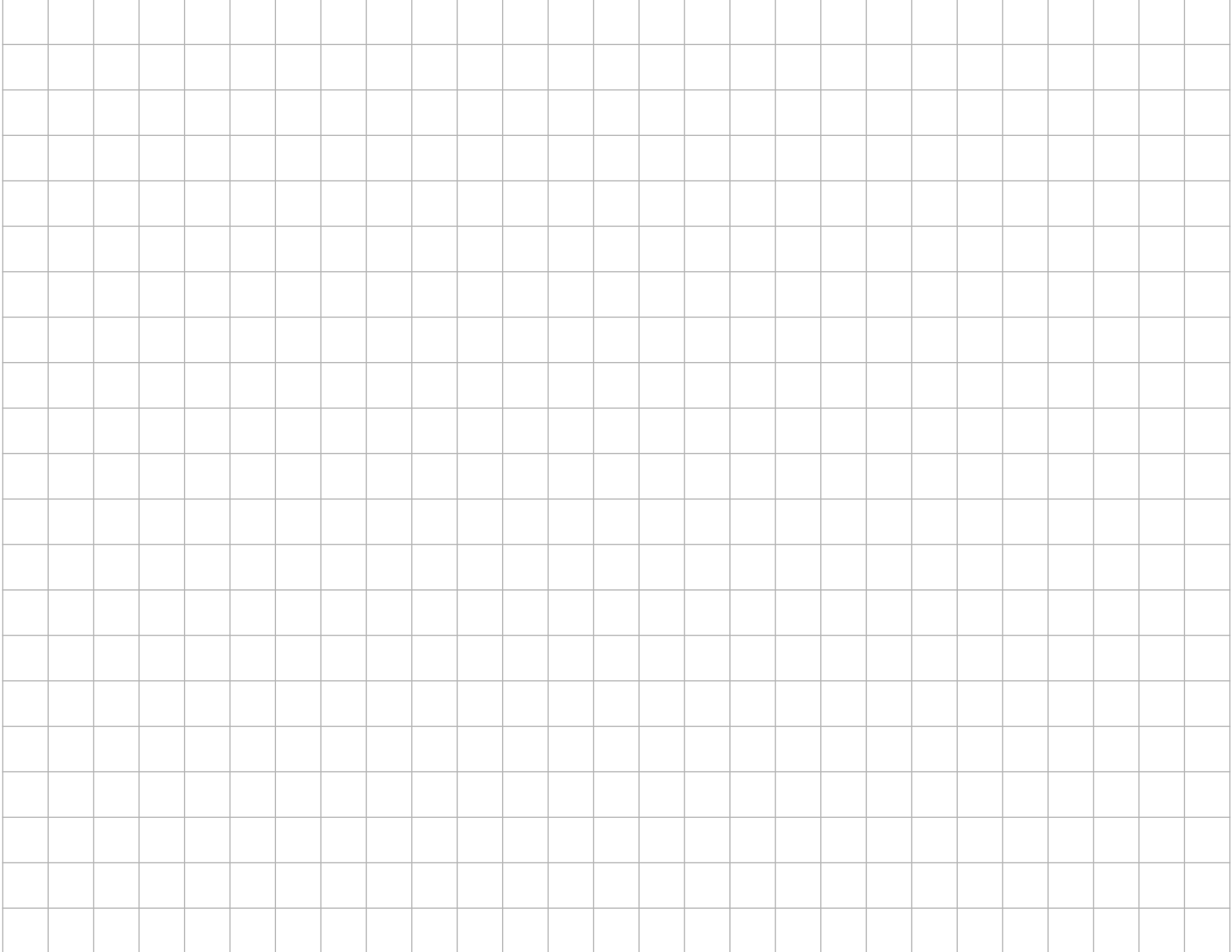
В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А положительного полюса, а к точке В отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.

$$P_2 = 21,6 \text{ Вт}$$

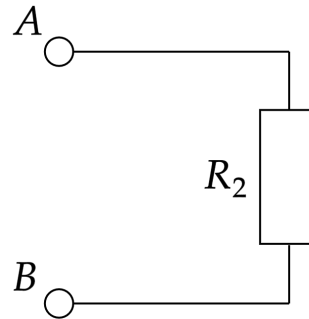


#84926

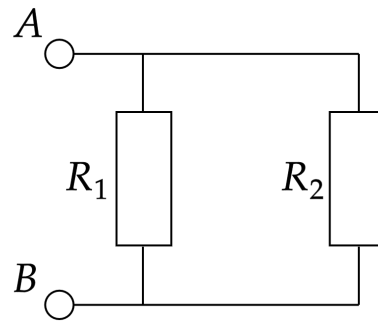
$$P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_{\text{общ}}} = 0,1 \quad \frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{P_2}{\mathcal{E}^2} = \frac{21,6}{12^2} = 0,15 \frac{1}{\text{ом}}$$
$$0,15 \frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \quad 0,05$$
$$R_1 = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ ом}$$



Решение.



1. Если при подключении батареи потенциал точки А оказывается выше, чем потенциал точки В, $\varphi_A > \varphi_B$, то ток через диод не течёт, и эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1. Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1}$.



2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, диод открывается и подключает резистор R_1 параллельно резистору R_2 . Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность увеличивается:

$$P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1} + \frac{\mathcal{E}^2}{R_2} > P_1.$$

3. Из этих уравнений:

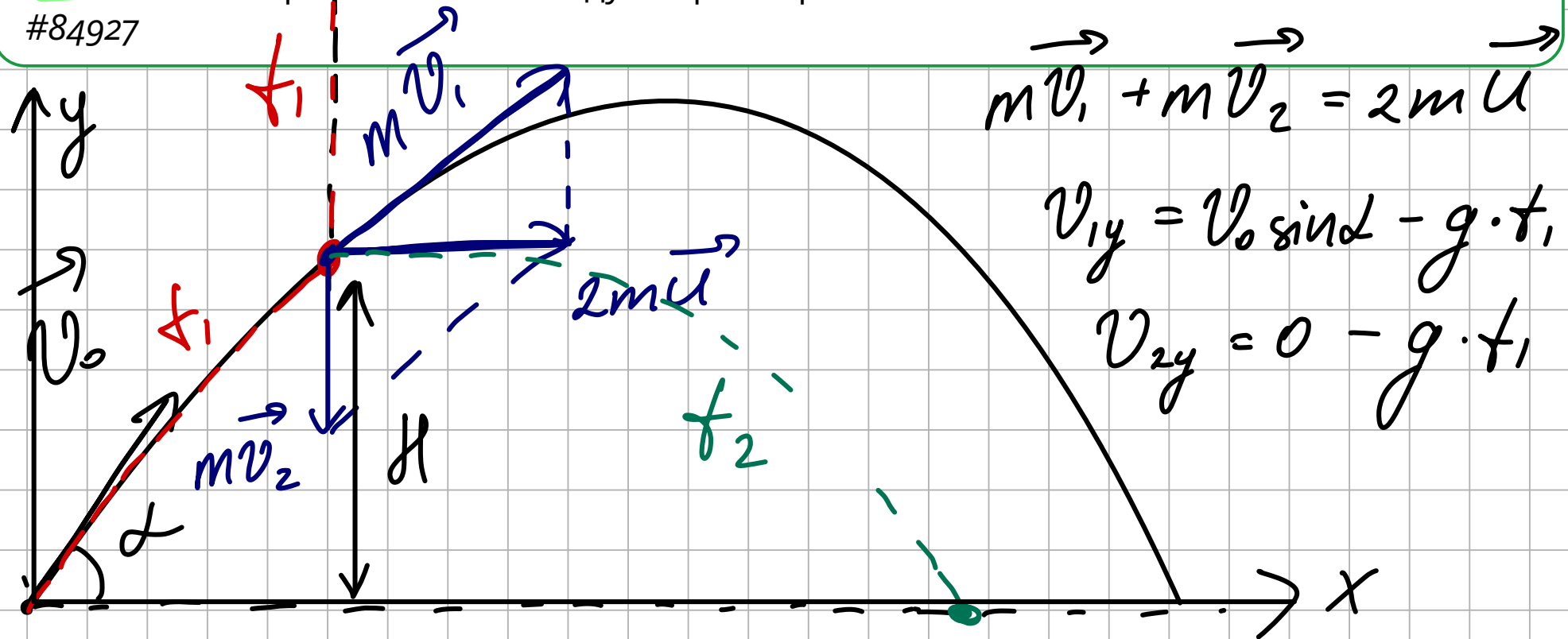
$$R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1} \quad R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_2 - P_1}.$$

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом

Задача 26.

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью 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 упадет на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

#84927

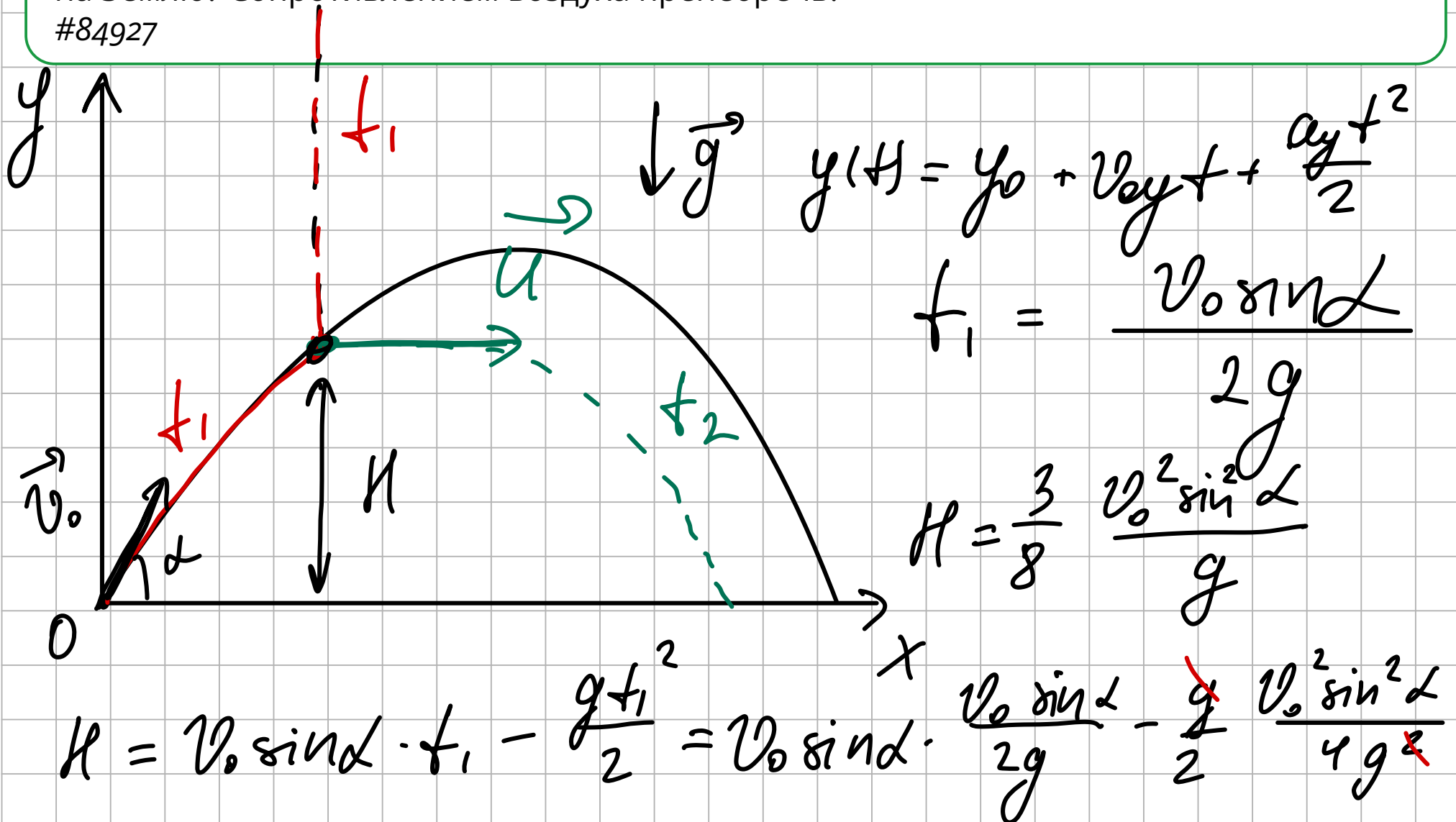


$$\begin{aligned} 0y: m v_{1y} + m v_{2y} &= 0 \rightarrow v_{1y} = -v_{2y} \\ v_0 \sin \alpha - g t_1 &= -(-g t_1) \quad v_0 \sin \alpha = 2g t_1 \end{aligned}$$

Задача 26.

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью 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.

#84927



Задача 26.

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью 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.

#84927

2

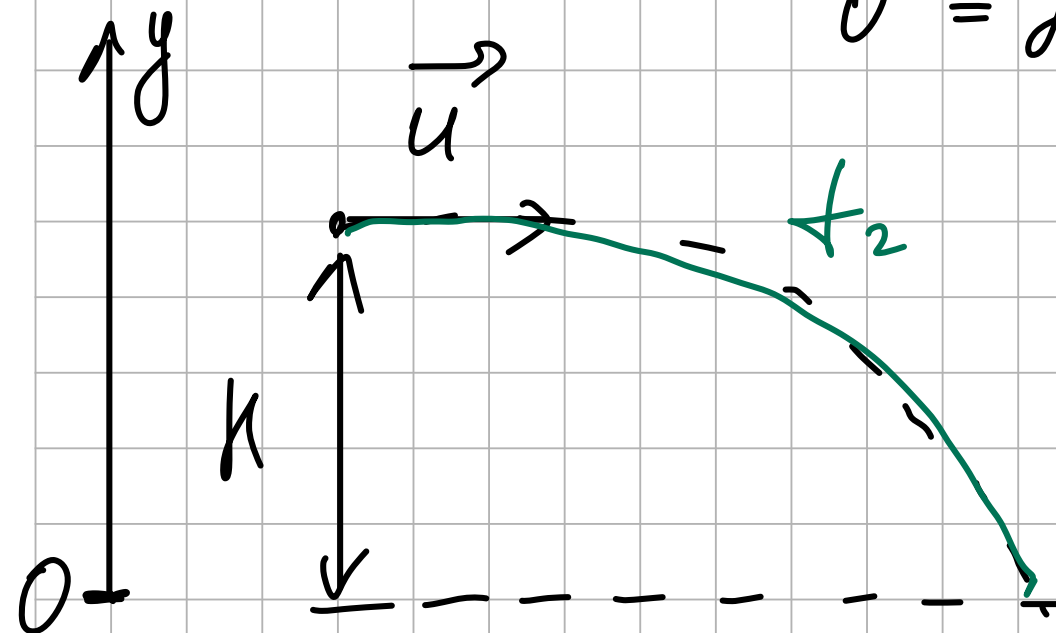
$$H = \frac{3}{8} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$y(t) = H + 0 \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$0 = H - \frac{g t_2^2}{2} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2}{g} \cdot \frac{3}{8} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

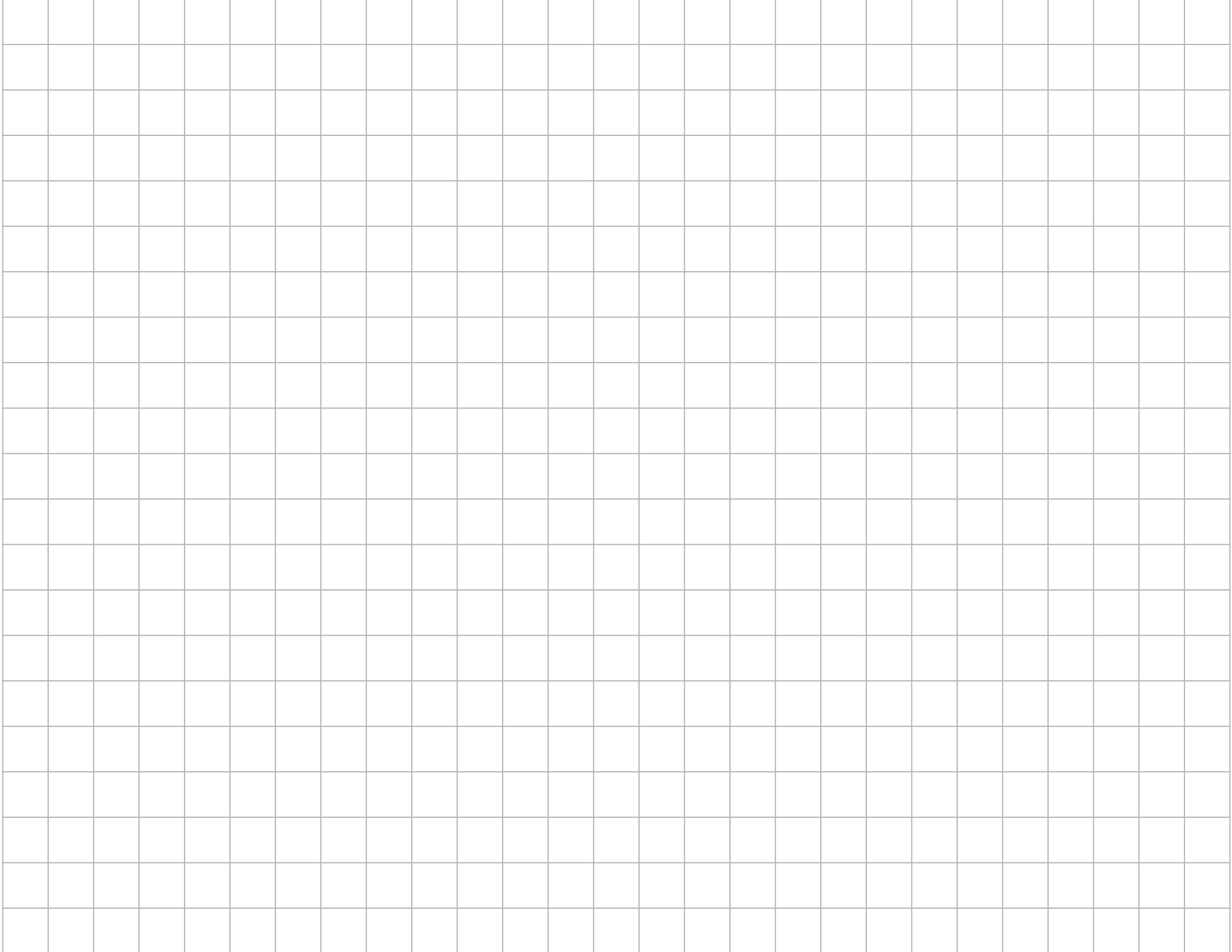


Задача 26.

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью 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.

#84927

$$\tau = t_1 + t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} + \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_0 \sin \alpha}{g} =$$
$$= \frac{(1 + \sqrt{3}) v_0 \sin \alpha}{2g}$$



Решение.

Обоснование

Инерциальную систему отсчета свяжем с Землей. Шарики будем считать материальными точками, поскольку их размерами в условиях задачи можно пренебречь. Так как сопротивление воздуха не учитывается, то шарики до и после столкновения находятся в свободном падении и можно использовать формулы кинематики для тела, брошенного под углом к горизонту, и для тела, падающего вертикально. Для абсолютно неупругого столкновения шариков можно использовать закон сохранения импульса, так как время столкновения мало и действием внешней силы тяжести за это время можно пренебречь.

Решение

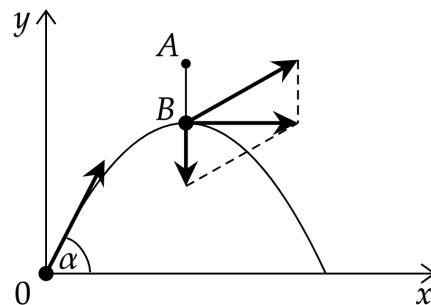
1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй – из точки А. До и после столкновения (в точке В) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

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

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

а для второго шарика

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



2. Шарики 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 $(v_0 \sin \alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0$, 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 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. Шарики упадут на Землю в момент

$$\tau = t_1 + t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \cdot (1 + \sqrt{3})$$