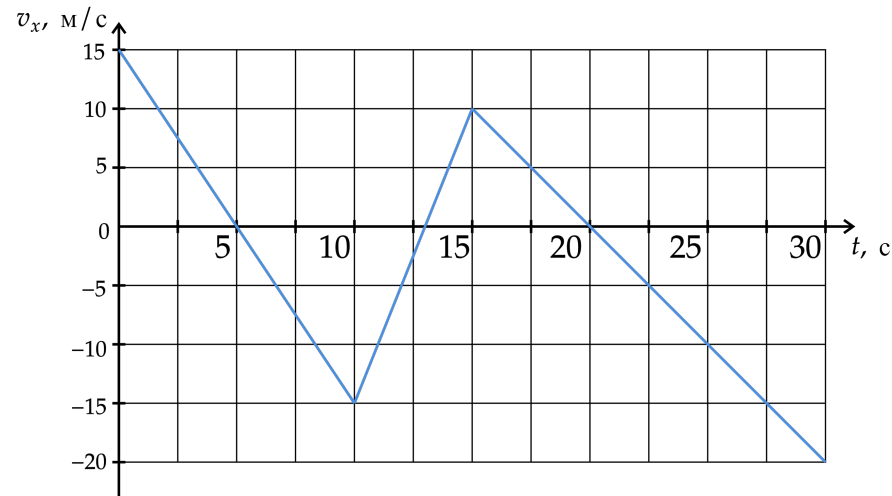


Преподаватель — Кондрашкин Артем Витальевич

СЛИВ Вариант 1

Задача 1.

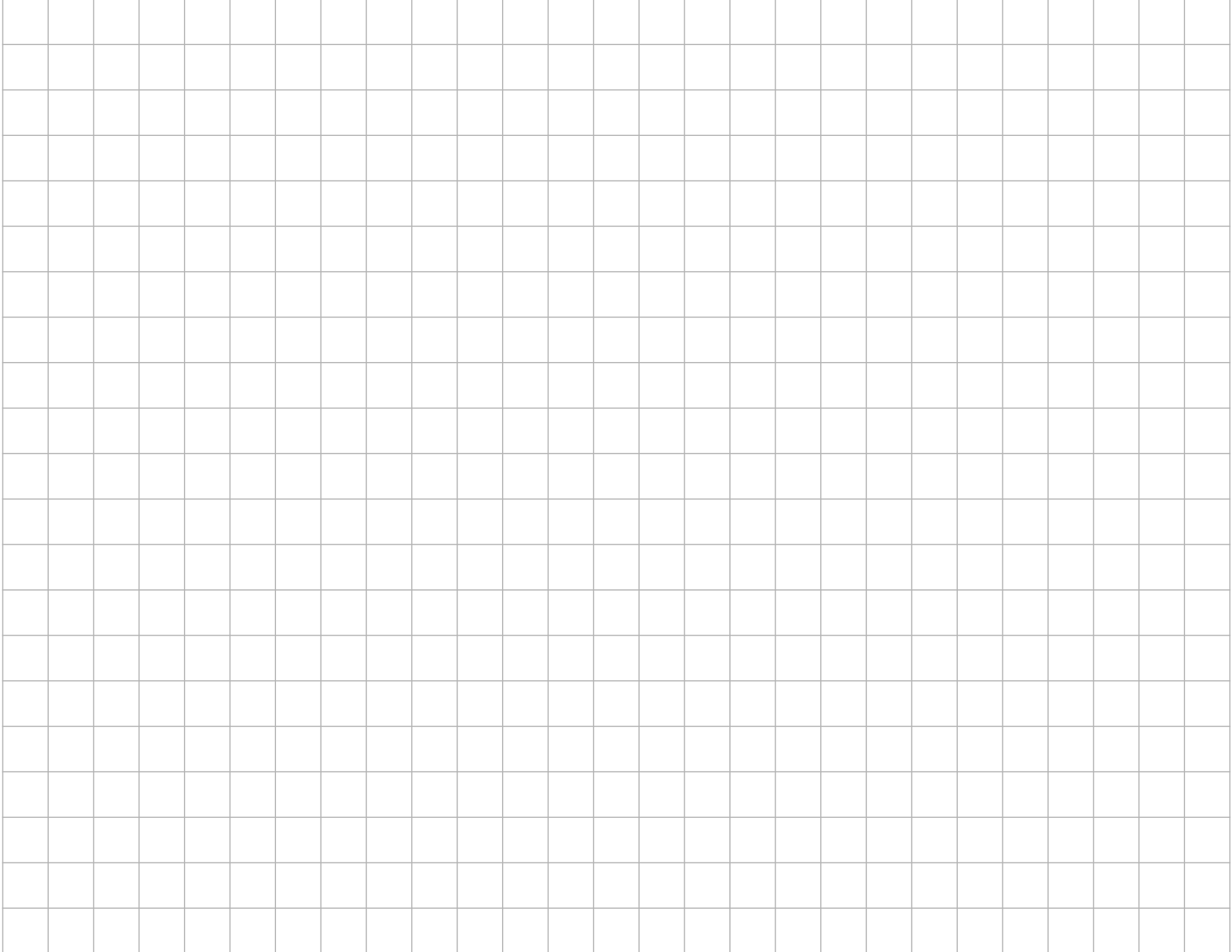
На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 20 до 30 с.

#85591

$$a_x = \frac{v_k - v_0}{t} = \frac{-20 - 0}{10} = \underline{-2 \text{ м/с}^2}$$



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:

$$\Delta v = -20 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с} = -20 \text{ м/с}$$

Найдем Δt :

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

Подставим исходные данные:

$$\Delta t = 30 \text{ с} - 20 \text{ с} = 10 \text{ с}$$

Подставим полученные данные в формулу проекции ускорения тела:

$$a_x = \frac{-20 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = -2 \text{ м/с}^2$$

Задача 2.

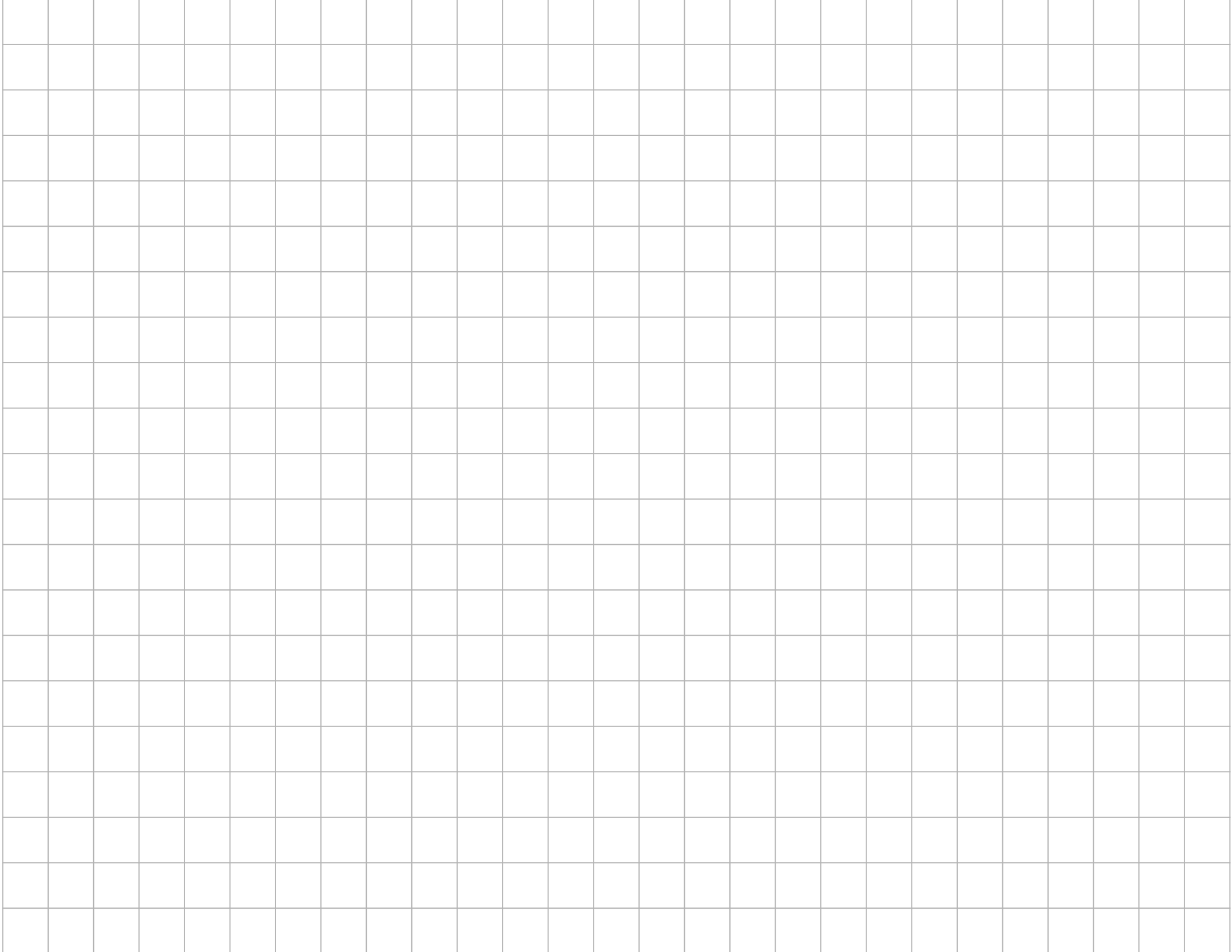
В инерциальной системе отсчёта сила 15 Н сообщает телу массой 2 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщит телу массой 6 кг в этой системе отсчёта в 2 раза большее ускорение? Ответ дайте в Н.

#65082

$$F_1 = m_1 a_1$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$F_2 = F_1 \frac{m_2 a_2}{m_1 a_1} = 15 \text{ Н} \frac{6 \text{ кг}^3}{2 \text{ кг}} 2 = 90 \text{ Н}$$



Решение.

Согласно второму закону Ньютона, в инерциальной системе отсчета сила, действующая на тело, ускорение, сообщаемое этой силой, и масса тела связаны соотношением:

$$F = ma,$$

где m – масса тела, а a – его ускорение.

В первом случае:

$$F_1 = m_1 a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F_1}{m_1}.$$

Во втором случае

$$F_2 = m_2 a_2 = 2m_2 a_1 = 2m_2 \frac{F_1}{m_1} = 2 \cdot 6 \text{ кг} \frac{15 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} = 90 \text{ Н}$$

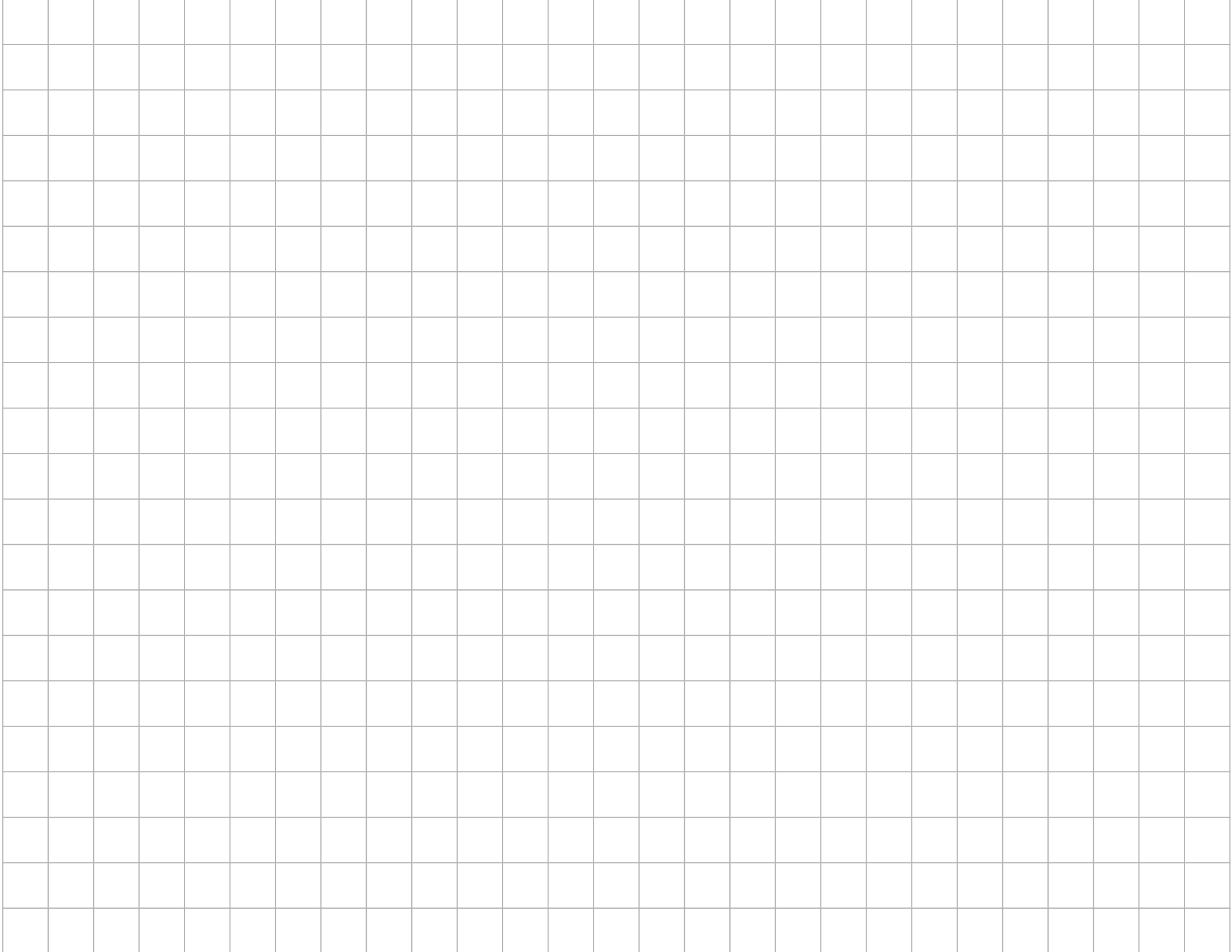
Задача 3.

В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой под действием постоянной силы величиной 22 Н, не меняя направления. Начальный импульс тела равен 40 кг·м/с. Каким станет импульс тела через 3 с? Ответ дайте в кг·м/с

#84971

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

$$p_k = p_0 + F \Delta t = 40 + 22 \cdot 3 = 106 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$



Решение.

Запишем закон об изменении импульса

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

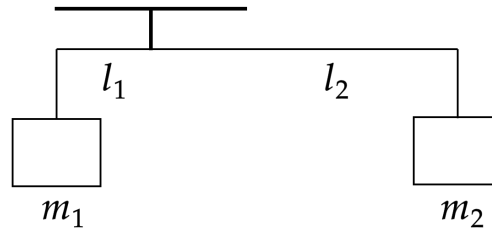
Спроецируем данное уравнение на ось x:

$$p_2 - p_1 = +F \Delta t$$

$$p_2 = p_1 + F \Delta t = 40 - 22 \cdot 3 = 106 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

Задача 4.

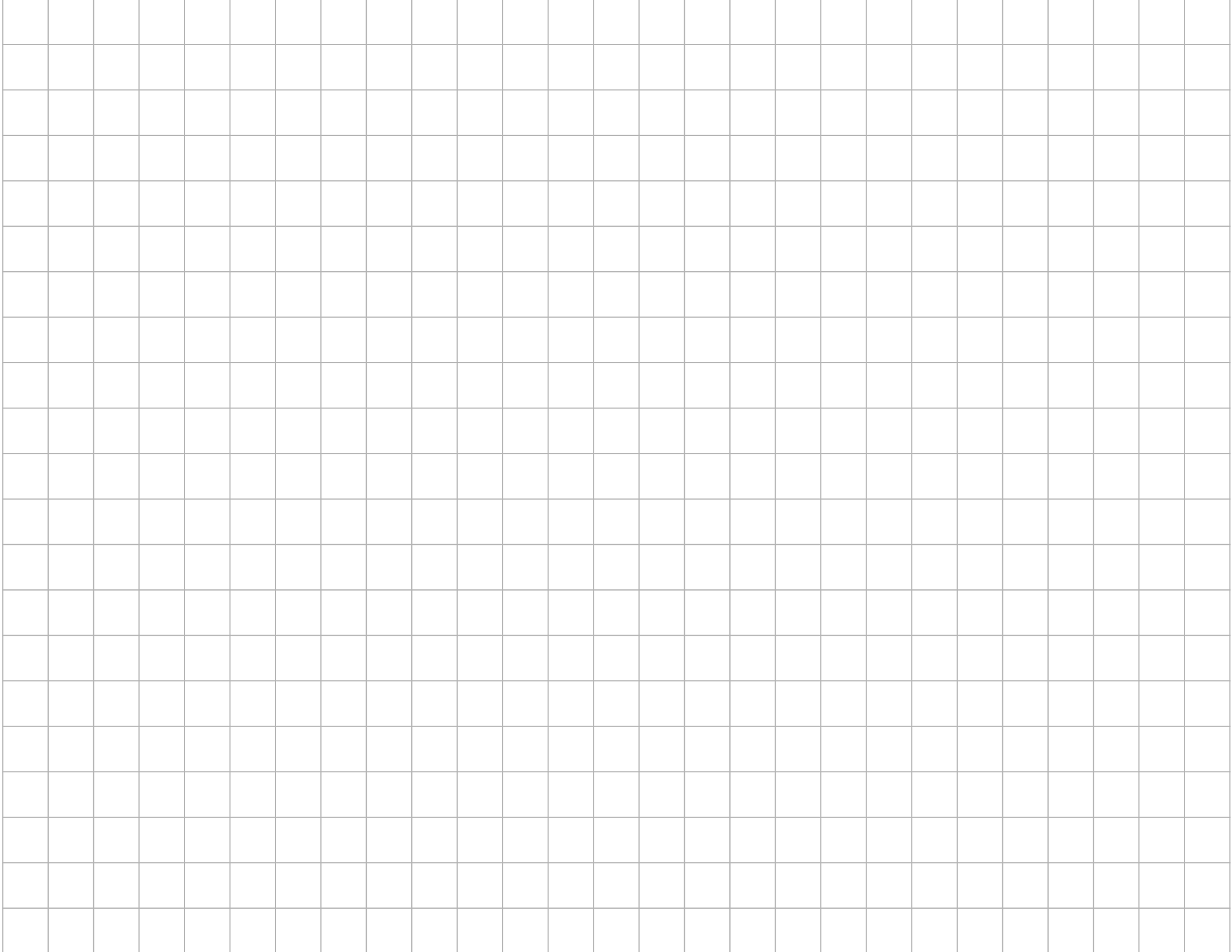
Невесомый рычаг находится в равновесии, когда к его левому концу длиной $l_1 = 18$ см подвешен груз массой $m_1 = 600$ г, а к правому плечу – груз массой $m_2 = 240$ г (см. рисунок). Чему равна длина правого плеча рычага l_2 ? Ответ дайте в см



#85592

$$m_1 l_1 = m_2 l_2 \quad m_1 g l_1 = m_2 g l_2$$

$$l_2 = \frac{m_1 l_1}{m_2} = \frac{600 \text{ г} \cdot 18 \text{ см}}{240 \text{ г}} = 45 \text{ см}$$



Решение.

Пусть M_1 – момент силы, приложенной к рычагу справа, а M_2 – слева. Чтобы рычаг находился в равновесии, моменты сил, действующих на него слева и справа, должны быть равны:

$$M_1 = M_2$$

В то же время момент силы M по определению равен произведению силы на ее плечо:

$$M = F \cdot l,$$

где F – величина силы, приложенной слева; l – длина плеча слева. Исходя из этого получаем, что:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

Сила равна $F_1 = m_1 g$, $F_2 = m_2 g$. Тогда

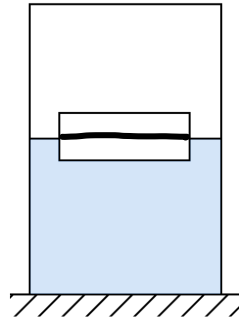
$$m_1 l_1 = m_2 l_2 \Rightarrow l_2 = l_1 \frac{m_1}{m_2} = 18 \text{ см} \frac{0,6 \text{ кг}}{0,24 \text{ кг}} = 45 \text{ см}.$$

Задача 5.

Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

$$F_{\text{Арх}}^{\text{const}} = F_{\text{тяж}}^{\text{const}}$$

$$\rho_{\text{в}} g \cdot V_{\text{н.ч}} = \rho_{\text{т}} \cdot V_{\text{т}} \cdot g$$



$$\frac{\rho_{\text{т}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{V_{\text{н.ч}}}{V_{\text{т}}} = \frac{1}{2}$$

- 1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м³.
- ~~2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 10 Н.~~
- ~~3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.~~
- ~~4) Если на верхний брусок положить груз массой 1,5 кг, то бруски утонут.~~
- 5) Если в стопку добавить ещё один такой же брусок, то глубина её погружения увеличится на 2,5 см.

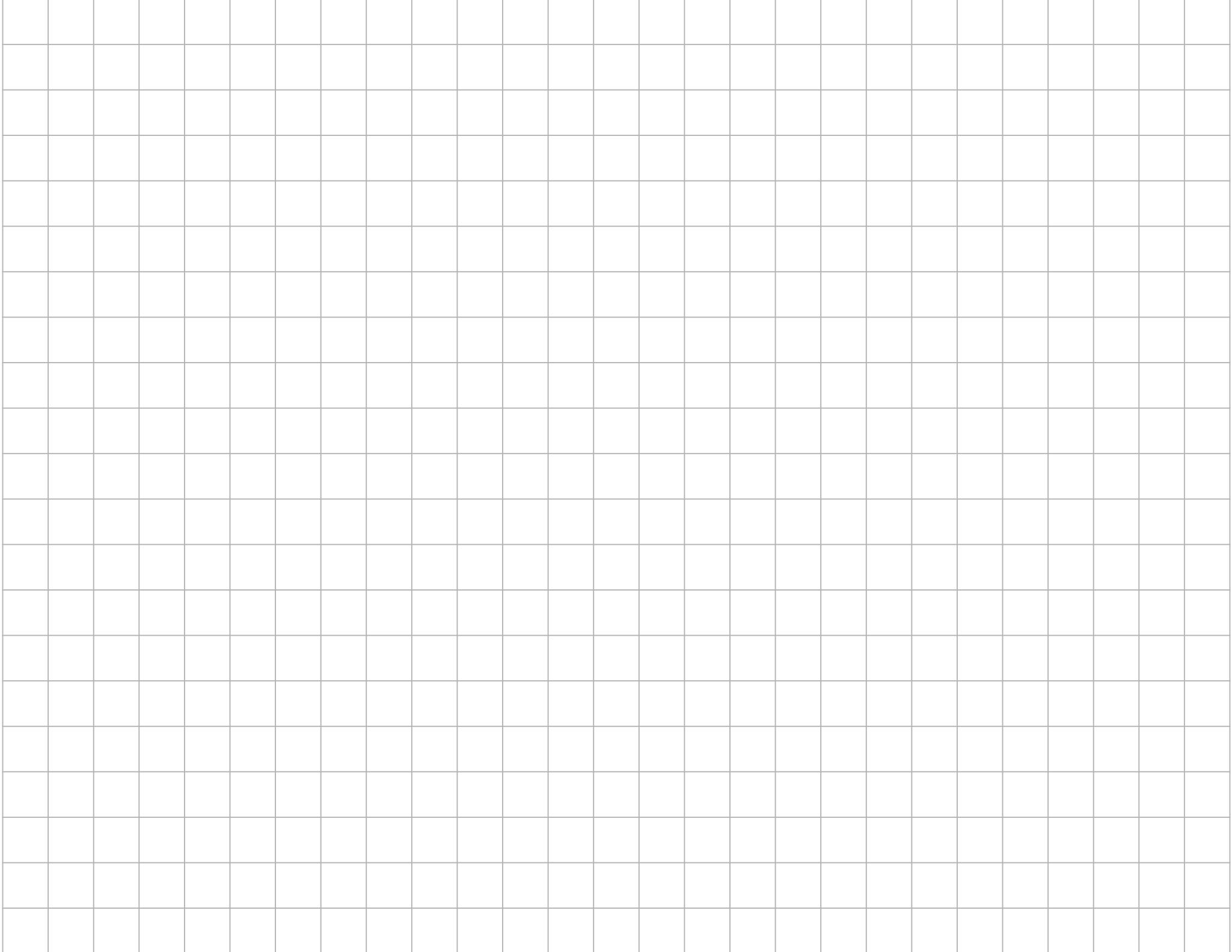
#84972

$$\rho_{\text{т}} = \frac{1}{2} 1000 = 500 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\text{тяж}} = 20 \text{ Н} \quad F_{\text{Арх}} = 20 \text{ Н}$$

$$F_{\text{Арх}}^{\text{const}} = \rho_{\text{в}} g \cdot V_{\text{н.ч}} \uparrow$$

$$F_{\text{Арх.мах}} = 40 \text{ Н} \Rightarrow \underline{\underline{4 \text{ кг}}}$$



Решение.

1) Верно

Пусть масса одного бруска равна m , а его объем V , тогда из условия равновесия и того, что уровень воды находится на границе раздела кубиков:

$$\rho g V = 2mg = 2\rho_1 g V,$$

где ρ и ρ_1 – плотность воды и материала кубиков.

Откуда плотность материала кубиков:

$$\rho_1 = \frac{\rho}{2} = 500 \text{ кг/м}^3$$

2) Неверно

Из равновесия:

$$\rho g V = 2mg \Leftrightarrow 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 20 \text{ Н}$$

3) Неверно

Из равновесия:

$$\rho g V = 2mg$$

если плотность жидкости уменьшить, то объем увеличится.

4) Неверно

Если положить брусок массой 1,5 кг, то сила тяжести дополнительно увеличится на 15 Н, а максимальная возможная сила Архимеда (при полном погружении брусков) равна:

$$F_{\max} = \rho g \cdot 2V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 40 \text{ Н}$$

Бруски весят 20 Н и 15 Н с дополнительного груза не дает 40 Н, следовательно, бруски не смогут утонуть

5) Верно

Ясно, что при добавлении в стопку одного такого же бруска 1,5 бруска окажутся под водой, а 1,5 над ней. Значит, глубина погружения стопки увеличится на 2,5 см.

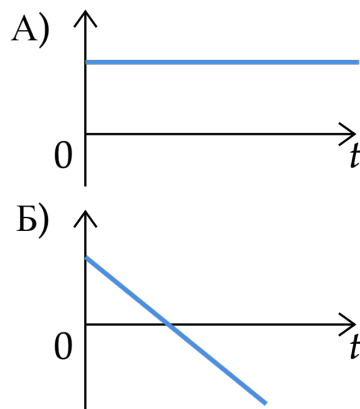
Задача 6.

Тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = 10 + 5t - 2t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени в условиях данной задачи.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция p_x импульса тела

~~2) кинетическая энергия E_k~~

~~3) проекция F_x равнодействующей сил, действующих на тело~~

4) модуль a ускорения тела

$$p_x = mv_x$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

A 5
4 1

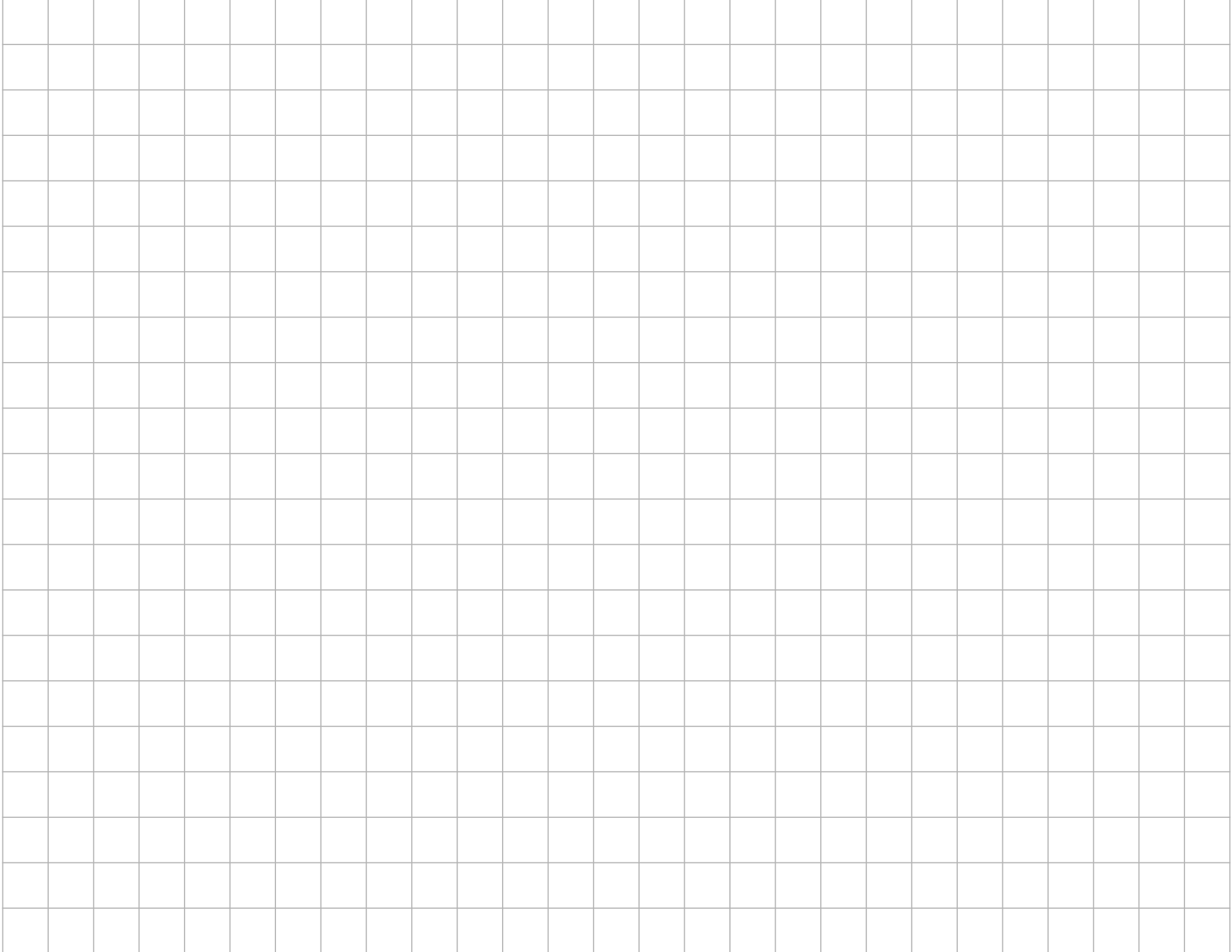
#65086

$$x(t) = 10 + 5t - 2t^2$$

$$x'(t) = v_x(t) = 5 - 4t$$

$$a_x = v_x'(t) = -4$$

$$F_x = ma_x$$



Решение.

Координата описывается формулой:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Скорость описывается формулой

$$v(t) = v_0 + at = x'(t) = 5 - 4t.$$

Ускорение описывается формулой:

$$a(t) = v'(t) = -4.$$

1) Проекция импульса равна:

$$p(t) = mv(t) = m(5 - 4t),$$

то есть Б – 1.

2) Кинетическая энергия тела:

$$E(t) = \frac{mv^2(t)}{2} = \frac{m(5 - 4t)^2}{2},$$

то есть парабола.

3) Равнодействующая сил равна:

$$F(t) = ma(t) = -4m,$$

то есть горизонтальная линия в отрицательной плоскости.

4) Модуль ускорения равен 4, то есть $A = 4$.

Задача 7.

В сосуде содержится аргон под давлением 300 кПа. Концентрацию аргона уменьшили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул увеличили в 3 раза. Определите установившееся давление газа. Ответ дайте в кПа.

#84973

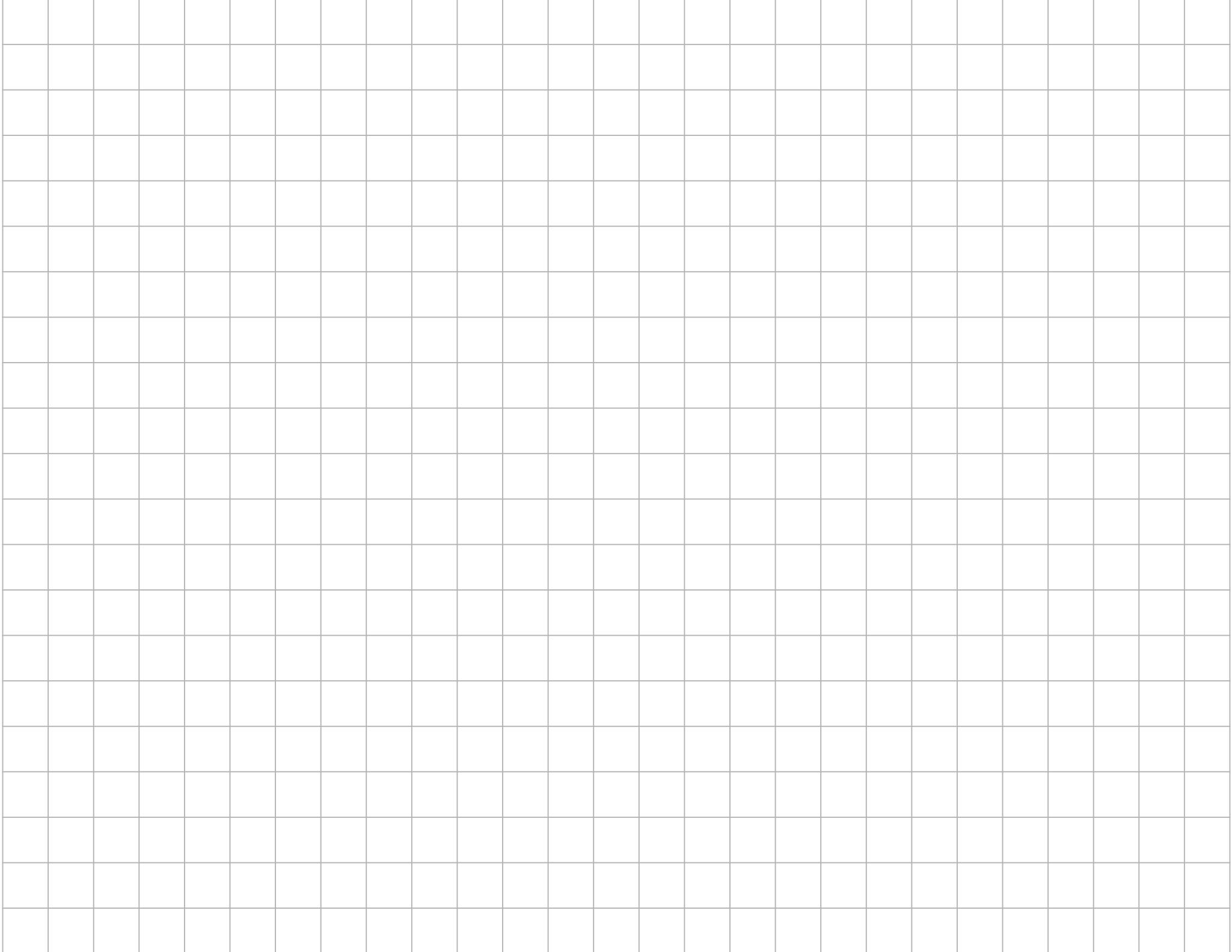
$$p = \frac{2}{3} n E$$

Handwritten annotations: p has a red arrow pointing up with '3' and a red arrow pointing down with '2'. n has a red arrow pointing down with '2'. E has a red arrow pointing up with '3'.

$$p \uparrow 1,5$$

$$300 \text{ кПа} \cdot 1,5$$

$$\underline{450 \text{ кПа}}$$



Решение.

Давление газа можно найти по формуле:

$$p = nkT$$

где n — концентрация вещества, k — постоянная Больцмана, T — температура газа.
Связь кинетической энергии с температурой

$$E_k = \frac{3}{2}kT$$

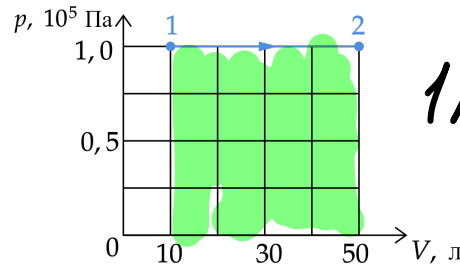
Тогда

$$p = \frac{2}{3}nE$$

Так как концентрация уменьшается в 2 раза, а кинетическая энергия увеличивается в 3 раза, то давление увеличивается в 1,5 раза и будет равно 450 кПа.

Задача 8.

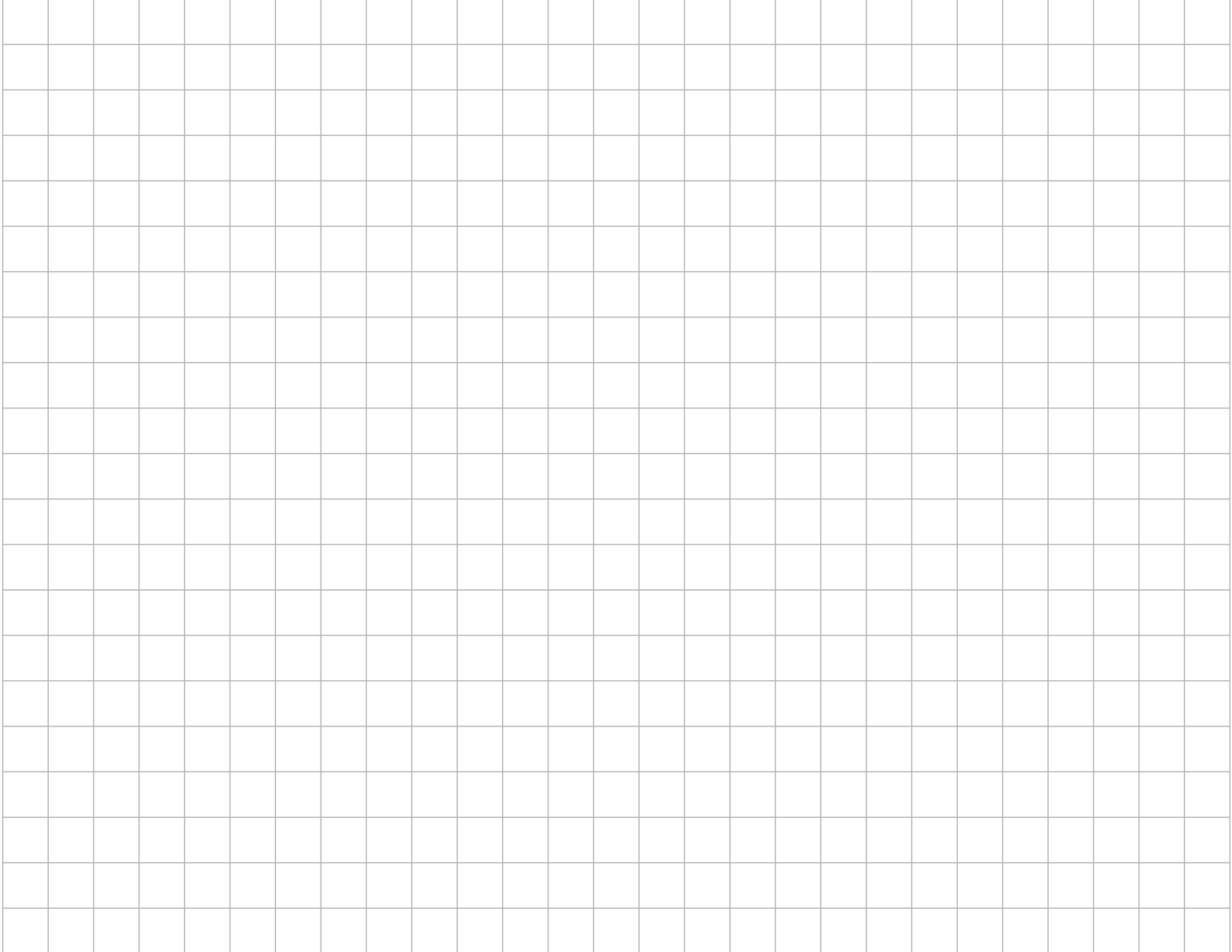
Идеальный газ участвует в процессе 1-2, график которого показан рисунке. Какую работу совершил газ в этом процессе? Ответ дайте в кДж.



$$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$$

#85593

$$A = 10^5 \text{ Па} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 4000 \text{ Дж} = \underline{4 \text{ кДж}}$$



Решение.

Работа газа в изобарном процессе равна:

$$A = p\Delta V,$$

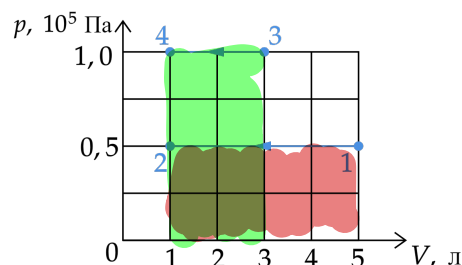
где p – давление, ΔV – изменение объёма.

Отсюда

$$A = 10^5 \text{ Па} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 4 \text{ кДж}$$

Задача 9.

На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.



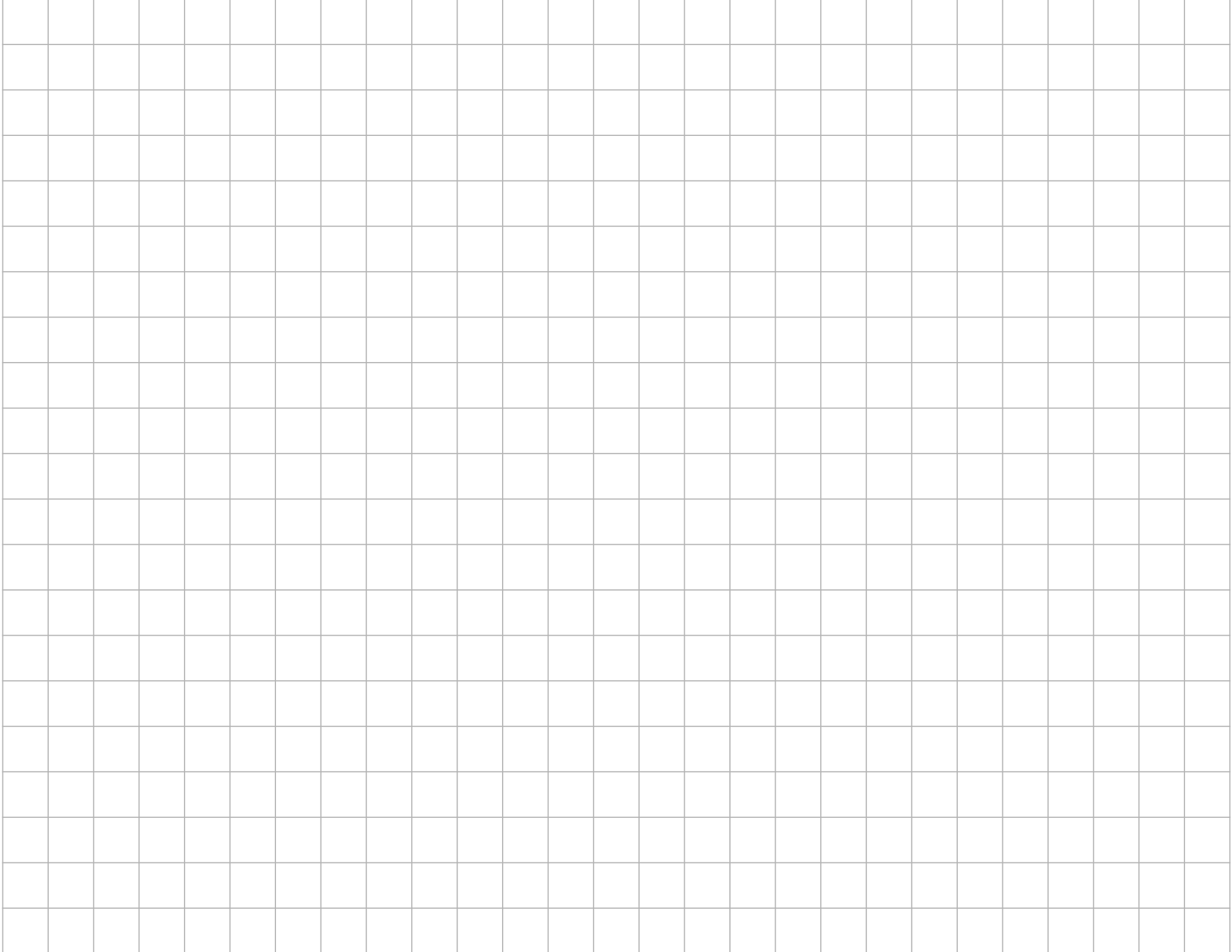
- 1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова. 3
- ~~2) В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.~~
- ~~3) В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза больше, чем в процессе 3–4.~~
- ~~4) В процессе 1–2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.~~
- 5) В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

#85594

$$p = \text{const}$$

$$V \sim T$$

↓ 5 ↓ 5



Решение.

1) Верно

Работа над газом в изобарном процессе:

$$A = -p\Delta V$$

Тогда для первого и второго процесса:

$$A_{12} = -0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot (-4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) = 200 \text{ Дж}$$

$$A_{34} = -1 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot (-2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) = 200 \text{ Дж.}$$

То есть работа над газом в обоих процессах одинакова.

2) Неверно

Из закона Менделеева-Клапейрона для постоянного количества газа:

$$\frac{pV}{T} = \nu R,$$

где T – температура, ν – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная. Так как давление постоянно, а объём газа уменьшается в 3 раза, то температура также уменьшается в 3 раза.

3) Неверно

Нет, по графику давление в 1-2 в 3 раза меньше, чем в процессе 3-4.

4) Неверно

Нет, объём уменьшается на 4 л.

5) Верно

Из закона Менделеева-Клапейрона для постоянного количества газа:

$$\frac{pV}{T} = \nu R,$$

где T – температура, ν – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная. Так как давление постоянно, а объём газа уменьшается в 5 раз, то температура также уменьшается в 5 раз.

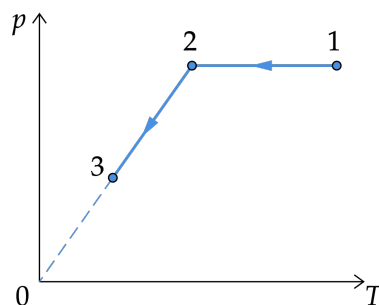
Внутренняя энергия равна

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

так как температура уменьшилась в 5 раз, то и внутренняя энергия уменьшается в 5 раз.

Задача 10.

Один моль идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Как изменяются объём газа в ходе процесса 1-2 и концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3?



$$n = \frac{N}{V} \text{ const}$$

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

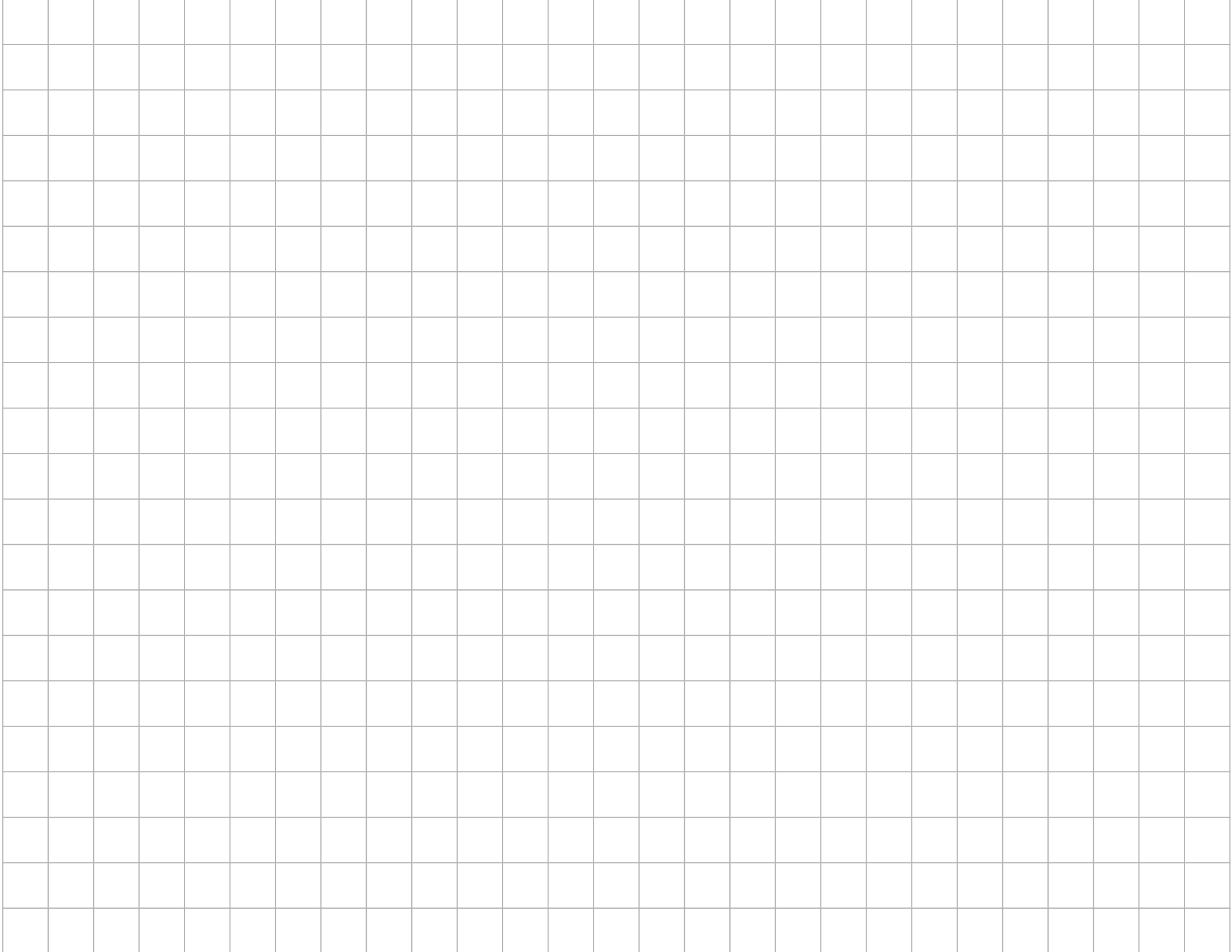
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Объём газа в ходе процесса 1-2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3
2	3

#65090

1-2: $p = \text{const}$ $T \downarrow$ $\downarrow V \sim T \downarrow$

2-3: $p \sim T$ $V = \text{const}$



Решение.

Так как давление в ходе процесса 1-2 постоянно, то по закону Гей-Люссака:

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

так как температура T уменьшается, то уменьшается и объём V .

Давление равно:

$$p = nkT,$$

где n – концентрация молекул газа, T – температура газа.

Из графика

$$p = \alpha T,$$

где α – некоторый коэффициент.

Тогда

$$n = \frac{p}{kT} = \frac{\alpha T}{kT} = \frac{\alpha}{k} = \text{const}.$$

Задача 11.

Во сколько раз увеличатся силы электростатического взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 2 раза, а каждый заряд увеличить в 4 раза?

#84976

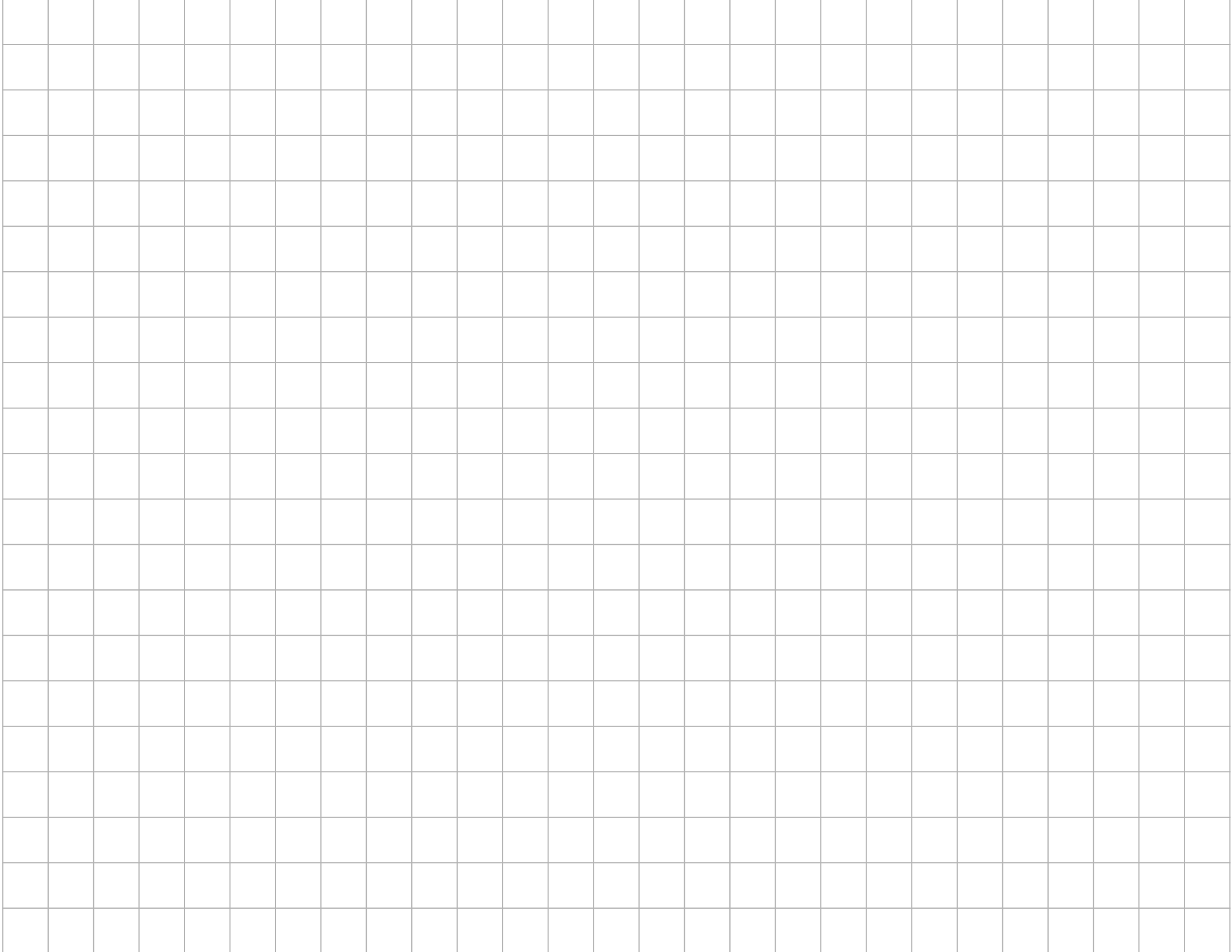
$$F_k = K \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

Handwritten annotations in red:

- Arrows pointing up from $|q_1|$ and $|q_2|$ to 4 and 4 respectively, with a large arrow pointing up from the entire fraction to 16 .
- An arrow pointing up from r^2 to 2^2 , which is then equated to 4 .

$$F_k \uparrow 16 \downarrow 4$$

$$F_k \uparrow 4$$



Решение.

Сила Кулона равна:

$$F = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = \frac{kq^2}{r^2}$$

где k — коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 — заряды, r — расстояние между зарядами.

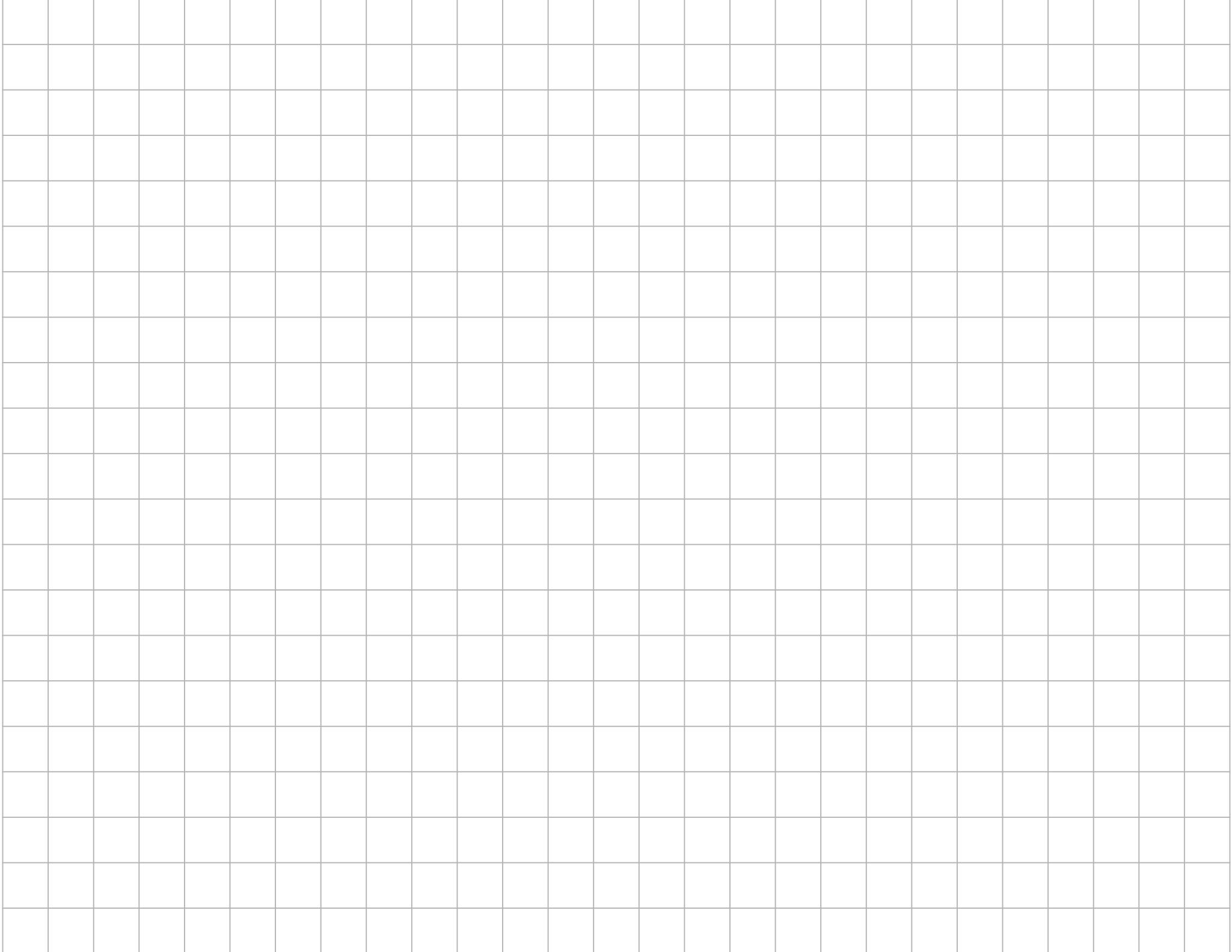
Если расстояние увеличить в 2 раза, а каждый из зарядов увеличить в 4 раза, то сила увеличится в 4 раза.

Задача 12.

Две частицы с одинаковыми массами и зарядами $3q$ и $2q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и $1,5v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

#84977

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{B v_1 q_1 \sin 90^\circ}{B v_2 q_2 \sin 90^\circ} = \frac{\overset{1,5}{\cancel{1,5}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2v}{\cancel{1,5v}}}{1} = 2$$



Решение.

Сила Лоренца:

$$F_L = Bvq\sin\alpha$$

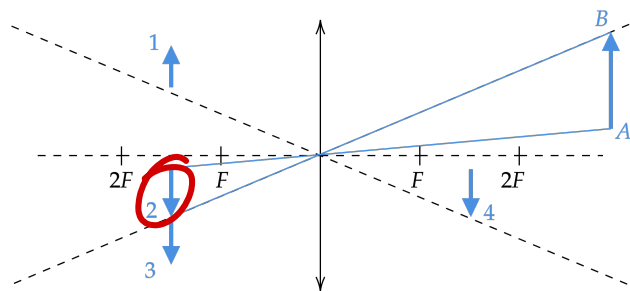
где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы.

Тогда

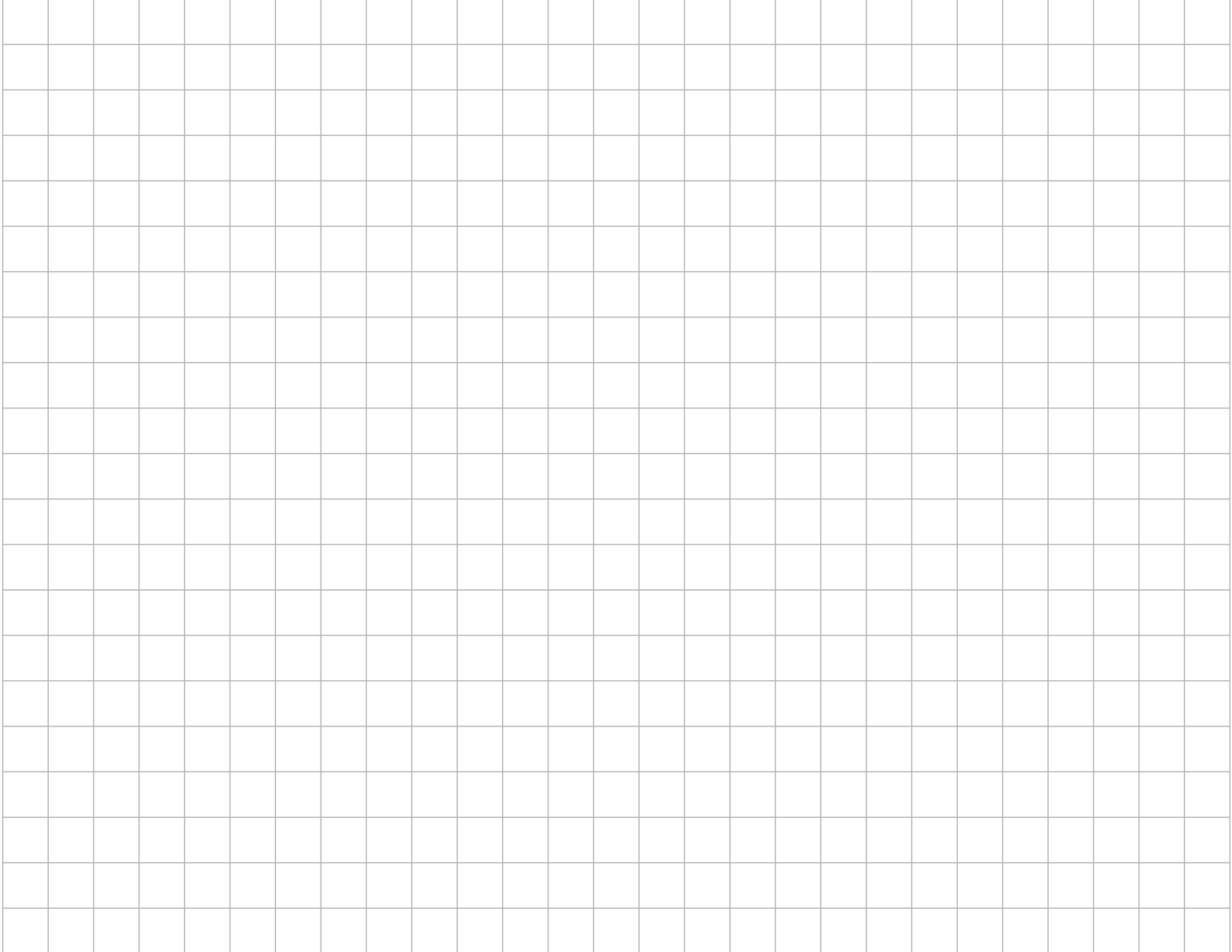
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{B \cdot 2v \cdot 3q}{B \cdot 1,5v \cdot 2q} = 2.$$

Задача 13.

Какому из предметов 1–4 соответствует изображение АВ в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?

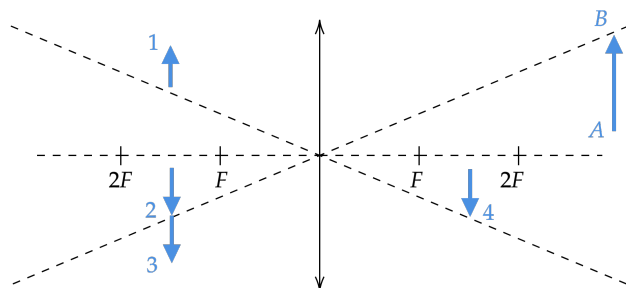


#85669



Решение.

Проведём две линии через центр линзы

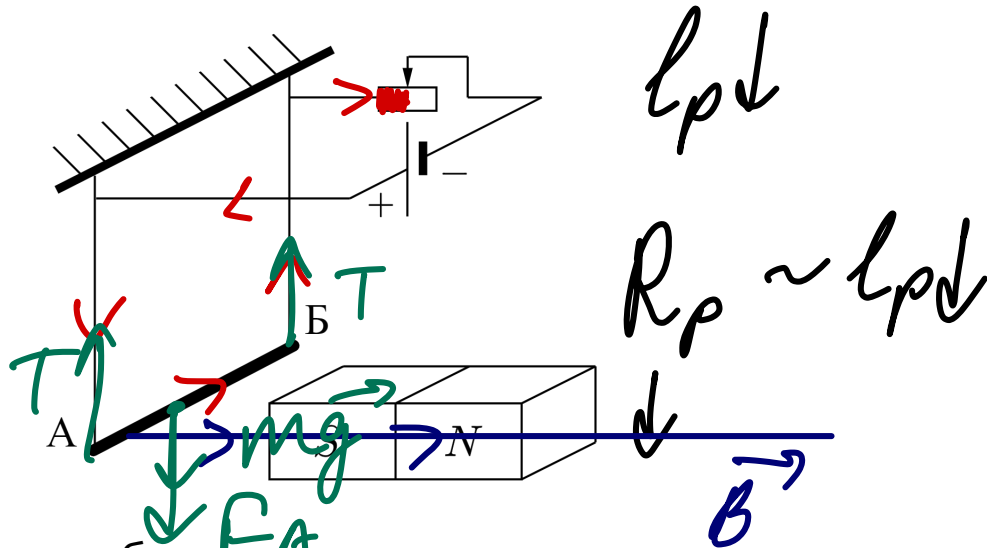


То есть ответ 2.

Задача 14.

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

$$\uparrow \mathcal{I} = \frac{\mathcal{E}}{\downarrow R_p + r}$$



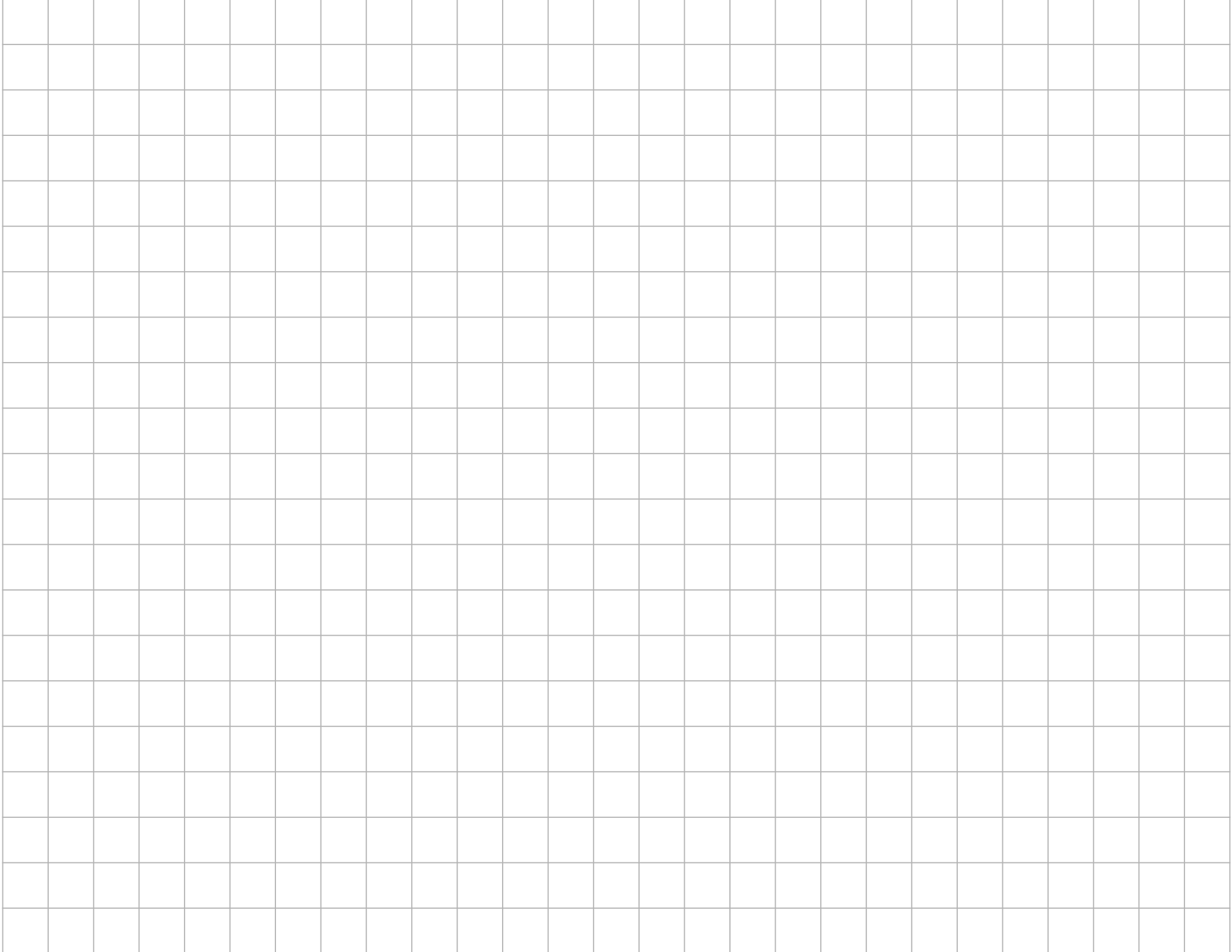
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- ☒ 1) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены ~~влево~~ **вправо**.
- ☐ 2) Сила натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличивается.
- ☒ 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- ☒ 4) Сопротивление внешней цепи увеличивается.
- ☒ 5) Сила тока, протекающего через проводник АБ, увеличивается.

#84978

$$\uparrow F_A = B \uparrow \mathcal{I} \ell \sin \alpha$$

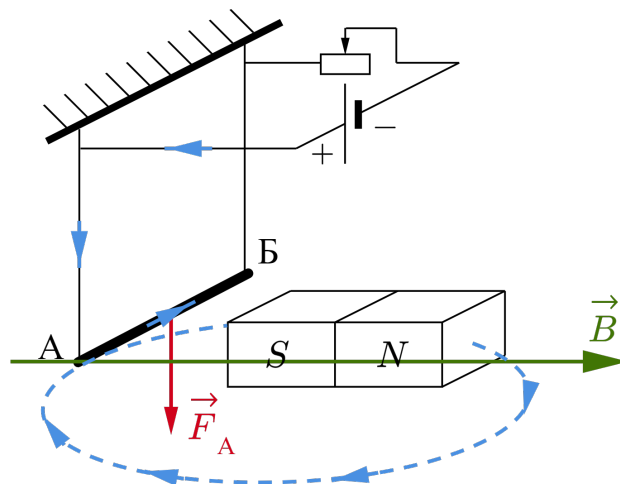
$$mg + \uparrow F_A = 2 \uparrow \mathcal{I}$$



Решение.

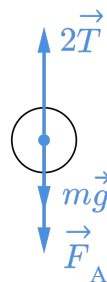
1) Неверно

Силовые линии «выходят» из северного полюса и «входят» в южный.



2) Верно

При перемещении ползунка реостата влево его сопротивление уменьшается, значит, сопротивление внешней цепи уменьшается.



Ток по проводнику течет от «+» к «-» (см. рис. пункт 1). Для определения направления силы Ампера воспользуемся правилом левой руки. Силовые линии входят в ладонь, 4 пальца левой руки направляем вдоль силы тока, следовательно, сила Ампера направ-

ляется вниз (см. рис. пункт 1) Найдем её модуль:

$$F_A = IBl,$$

где I – сила тока через проводник, B – модуль вектора магнитной индукции, l – длина проводника.

Сила тока через проводник равна силе тока в цепи, которая вычисляется по формуле:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где $\mathcal{E}$ – ЭДС источника, R – сопротивление реостата, r – внутреннее сопротивление источника.

Так как сопротивление уменьшается, то сила тока увеличивается, следовательно, увеличивается и сила Ампера.

Запишем второй закон Ньютона с учетом, что проводник покоится:

$$F_A + 2T = mg$$

где T – сила натяжения нити (так как их 2, то действует $2T$), mg – сила тяжести.

Так как сила Ампера увеличивается, то сила натяжения нитей увеличивается.

3) Верно

Да, см. пункт 2.

4) Неверно

Нет, при перемещении ползунка реостата влево его сопротивление уменьшается, значит, сопротивление внешней цепи уменьшается.

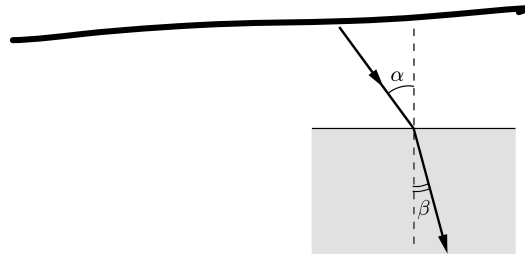
5) Верно

Да, см. пункт 2.

Задача 15.

Световой пучок входит из воздуха в стекло (см. рисунок).

$v_{распр} \downarrow$



$$n = \text{const}$$

Что происходит при переходе света из воздуха в стекло с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

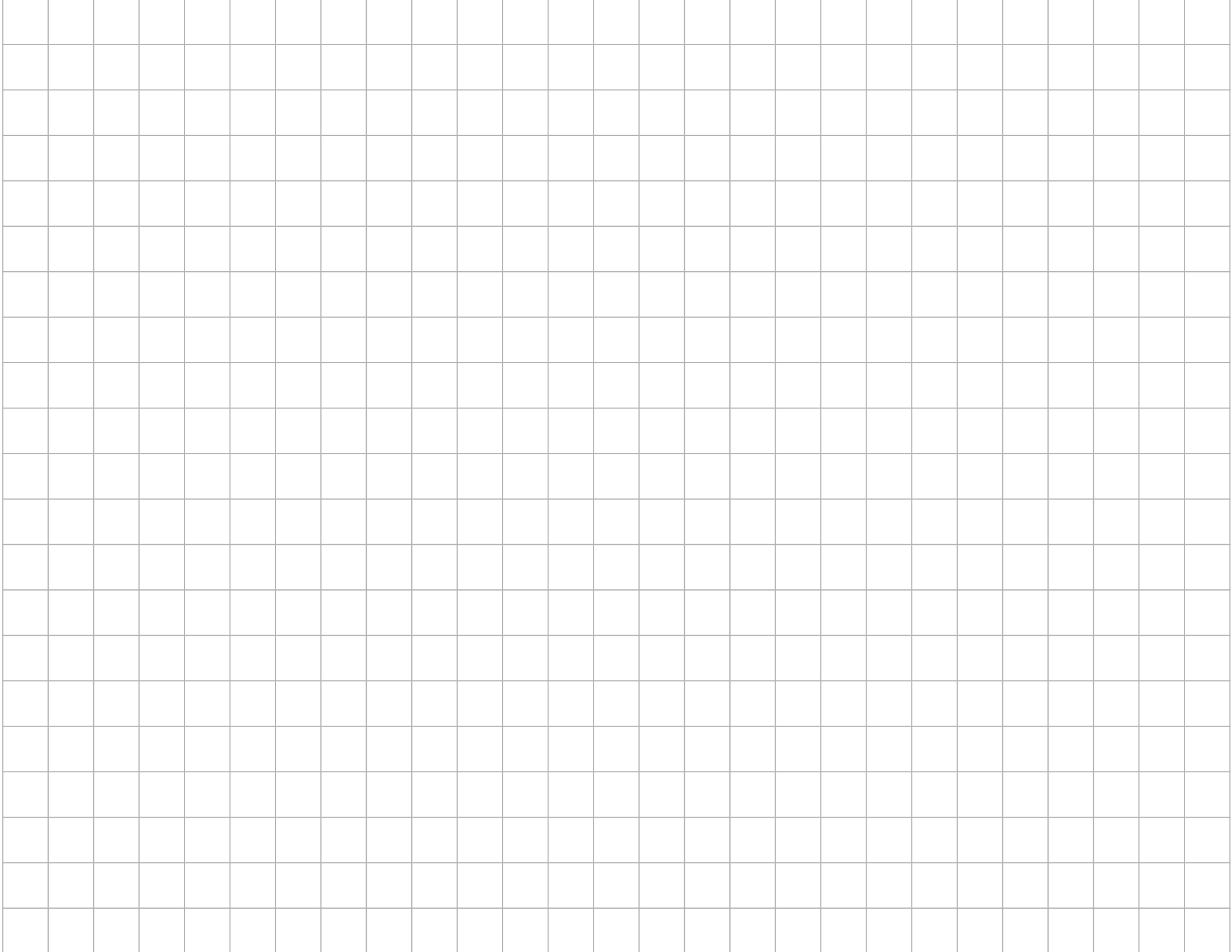
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота	Скорость
3	2

#84979

$$n = \frac{c}{v_{ср}}$$



Решение.

При переходе из одной среды в другую частота света остается неизменной, при этом изменяется скорость и длина волны.

При этом длина волны определяется формулой:

$$\lambda = \frac{v}{\nu},$$

где ν – частота, v – скорость распространения волны.

При этом показатель преломления равен:

$$n = \frac{c}{v},$$

где c – скорость света в вакууме.

Значит, при увеличении показателя преломления скорость распространения волны в среде уменьшается.

Задача 16.

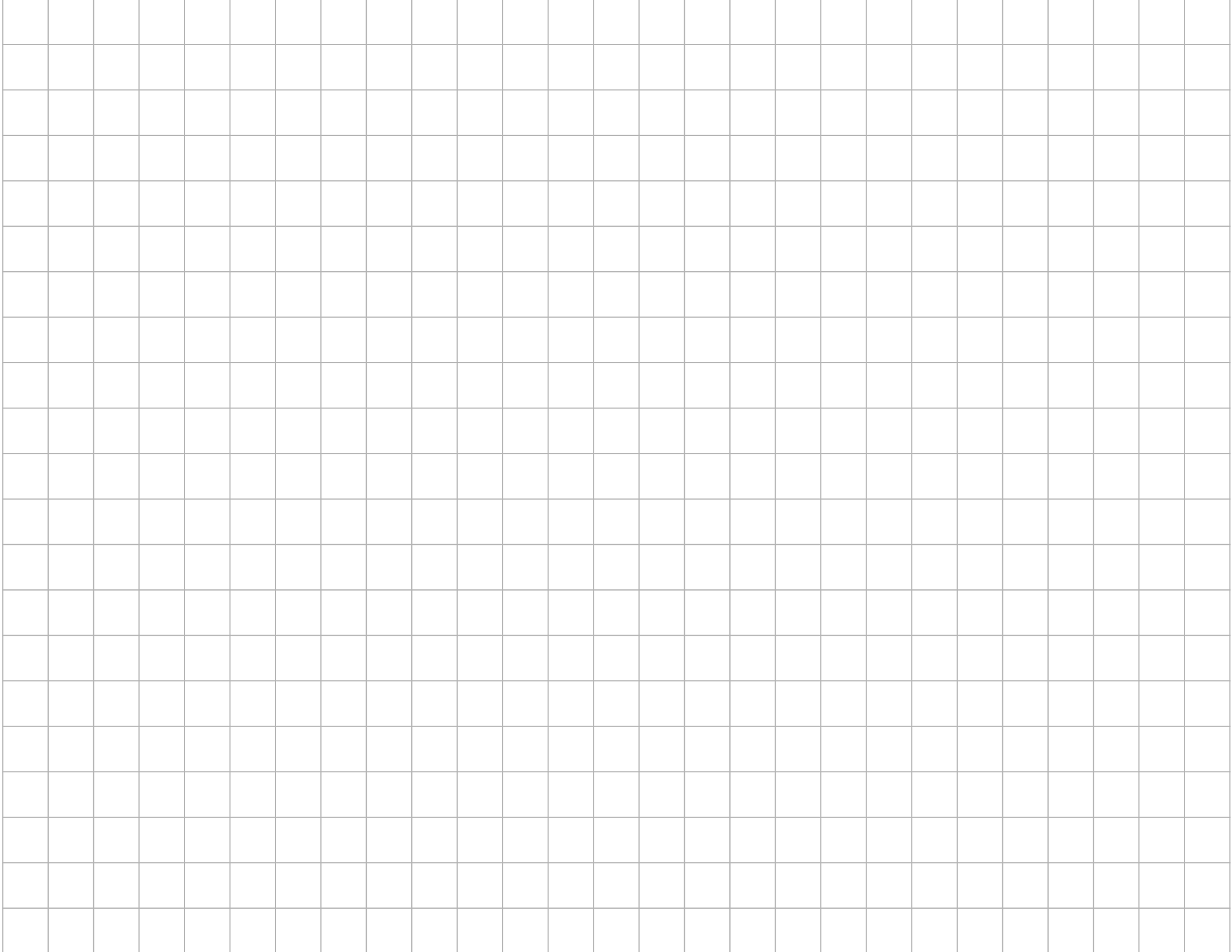
На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	B 5 БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	Al 13 АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu 29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Zn 30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Ga 31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

68
30 Zn

Определите число нейтронов в ядре **наименее** распространенного изотопа цинка.
#84980

$$N_p = 30 \quad N_n = 68 - 30 = 38$$



Решение.

Число нейтронов равно разности массового и зарядового числа. Менее распространенный изотоп цинка ${}_{30}^{68}\text{Zn}$. Тогда число нейтронов $68-30=38$.

Задача 17.

Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

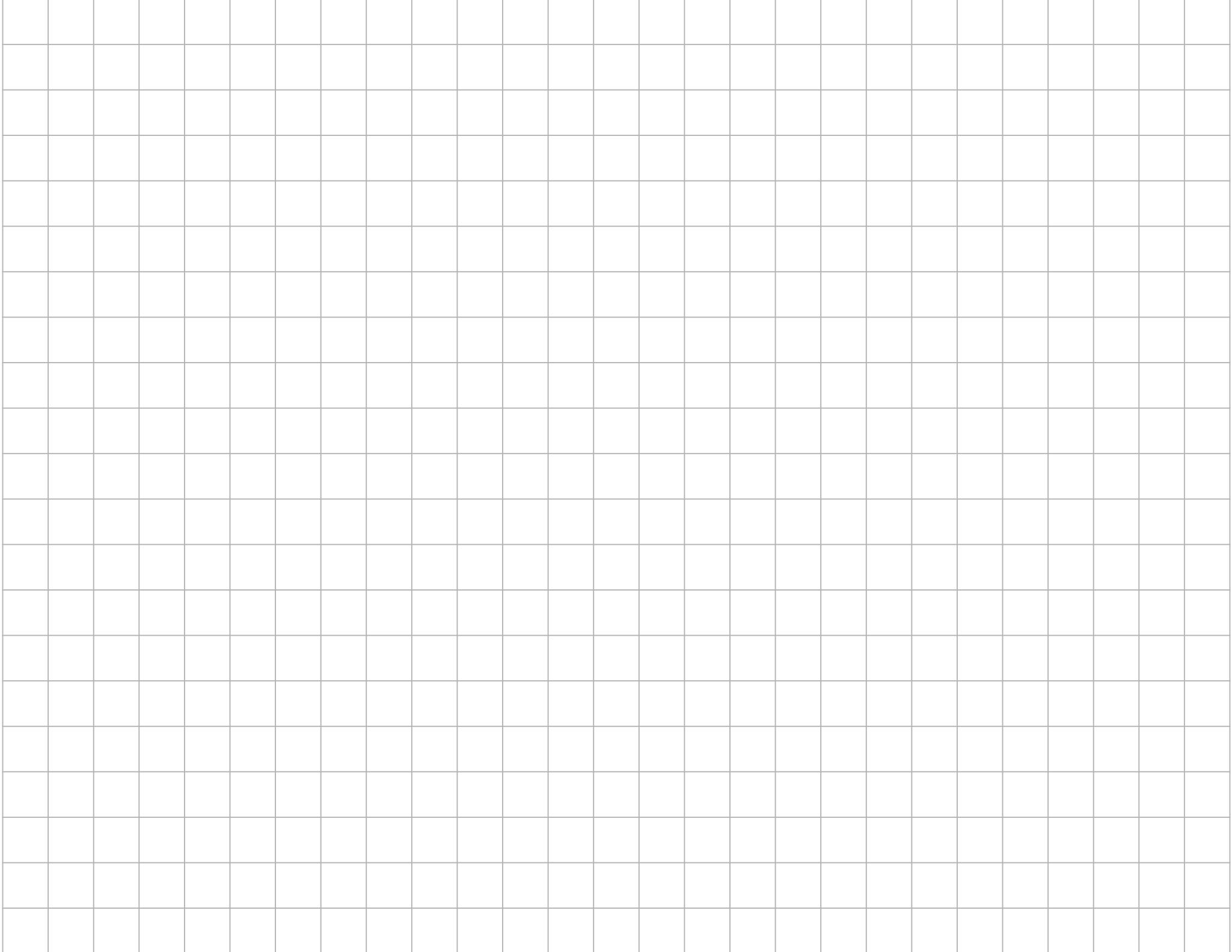
$$\uparrow E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda \downarrow}$$

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$
2	1

#84981

$$\uparrow E_{\text{ф}} = A_{\text{вых}}^{\text{const}} + E_{\text{кин. max}} \uparrow$$

$$\uparrow E_{\text{кин. max}} = e U_{\text{зап}} \uparrow$$



Решение.

Энергия фотона

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda},$$

так как энергия увеличивается, то длина волны уменьшается.
Уравнение Эйнштейна (фотоэффект):

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_k$$

Запирающее напряжение:

$$eU_{\text{зап}} = E_k = E_{\phi} - A_{\text{вых}}$$

Запирающее напряжение зависит от энергии фотона, поэтому при увеличении энергии модуль запирающего напряжения увеличивается.

Задача 18.

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

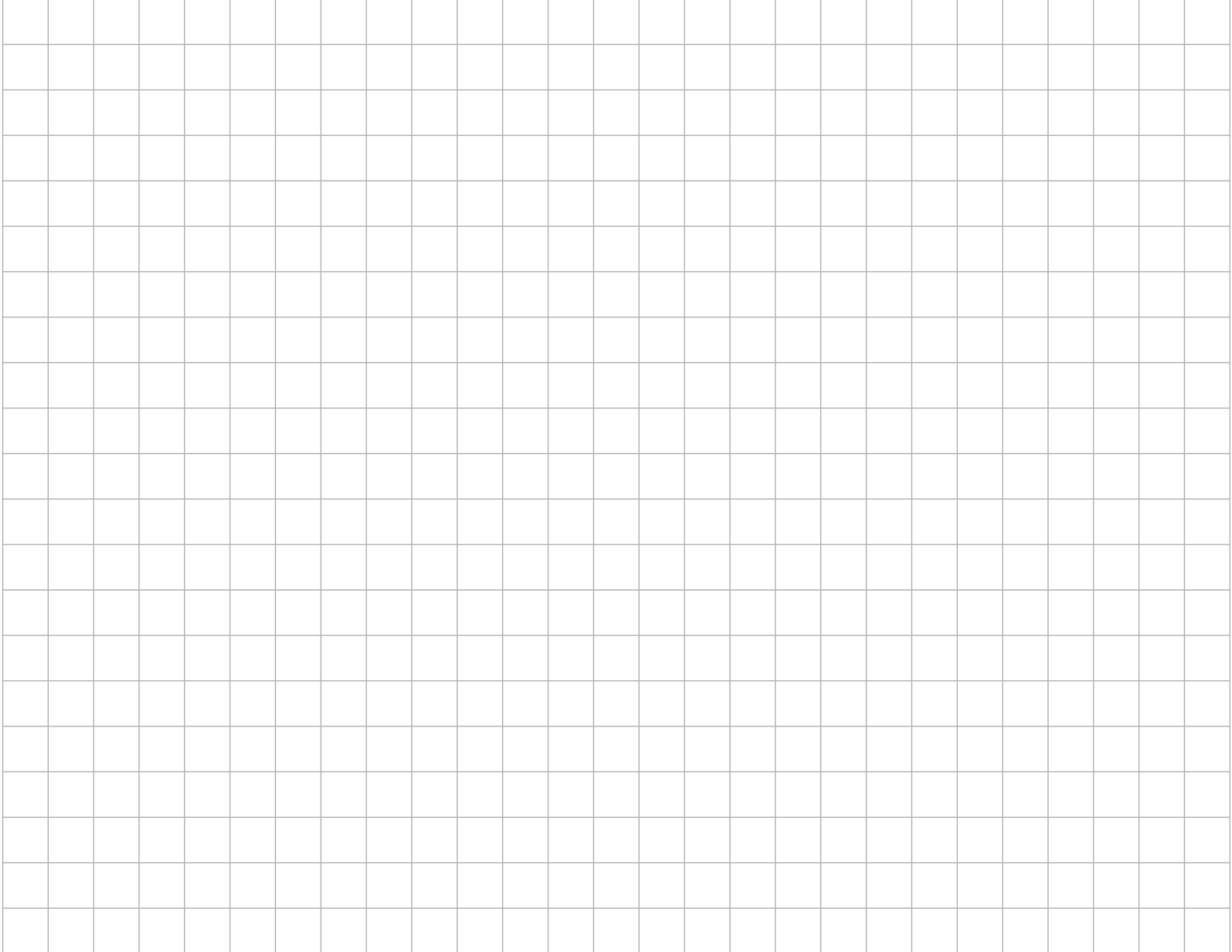
- ☒ 1) Давление столба жидкости на дно сосуда ~~обратно~~ пропорционально её плотности.
- ☒ 2) Удельная теплота плавления вещества показывает, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг вещества, находящемуся ~~при любой~~ температуре, чтобы его расплавить.
- ☒ 3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают разноимённые и одинаковые по модулю заряды.
- ☒ 4) При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду угол падения меньше угла преломления.
- ☒ 5) При α -распаде ядра выполняется закон сохранения электрического заряда, ~~но не~~ выполняется закон сохранения импульса.

#84982

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$n_1 > n_2$$

$$\sin \alpha_1 < \sin \alpha_2 \rightarrow \alpha_1 < \alpha_2$$



Решение.

1) Неверно

Давление столба жидкости равно:

$$p = \rho gh,$$

где ρ – плотность жидкости, h – высота столба.

То есть, прямая пропорциональность

2) Неверно

Удельная теплота плавления вещества показывает, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг вещества, находящемуся при *температуре плавления*, чтобы его расплавить.

3) Верно

Верно.

4) Верно

По закону преломления:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$$

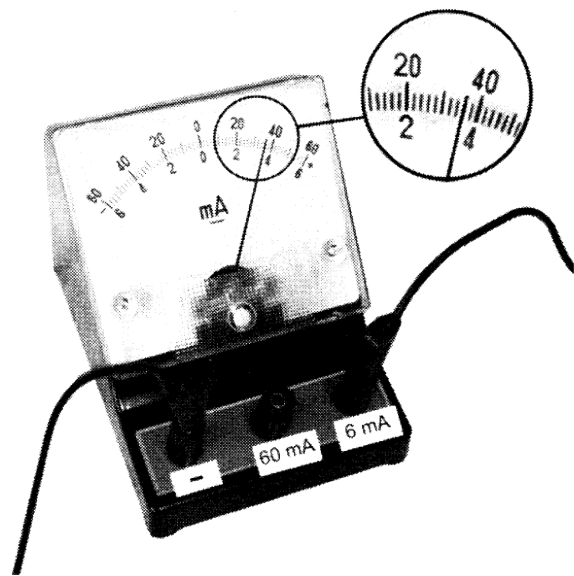
где $\sin \alpha_1$ – синус угла падения, а $\sin \alpha_2$ – синус угла преломления.

5) Неверно

Нет, выполняется закон сохранения импульса.

Задача 19.

Определите показания миллиамперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления миллиамперметра. Ответ дайте в мА.



$$32 \pm 0,2 \text{ мА}$$

$$3,00,2$$

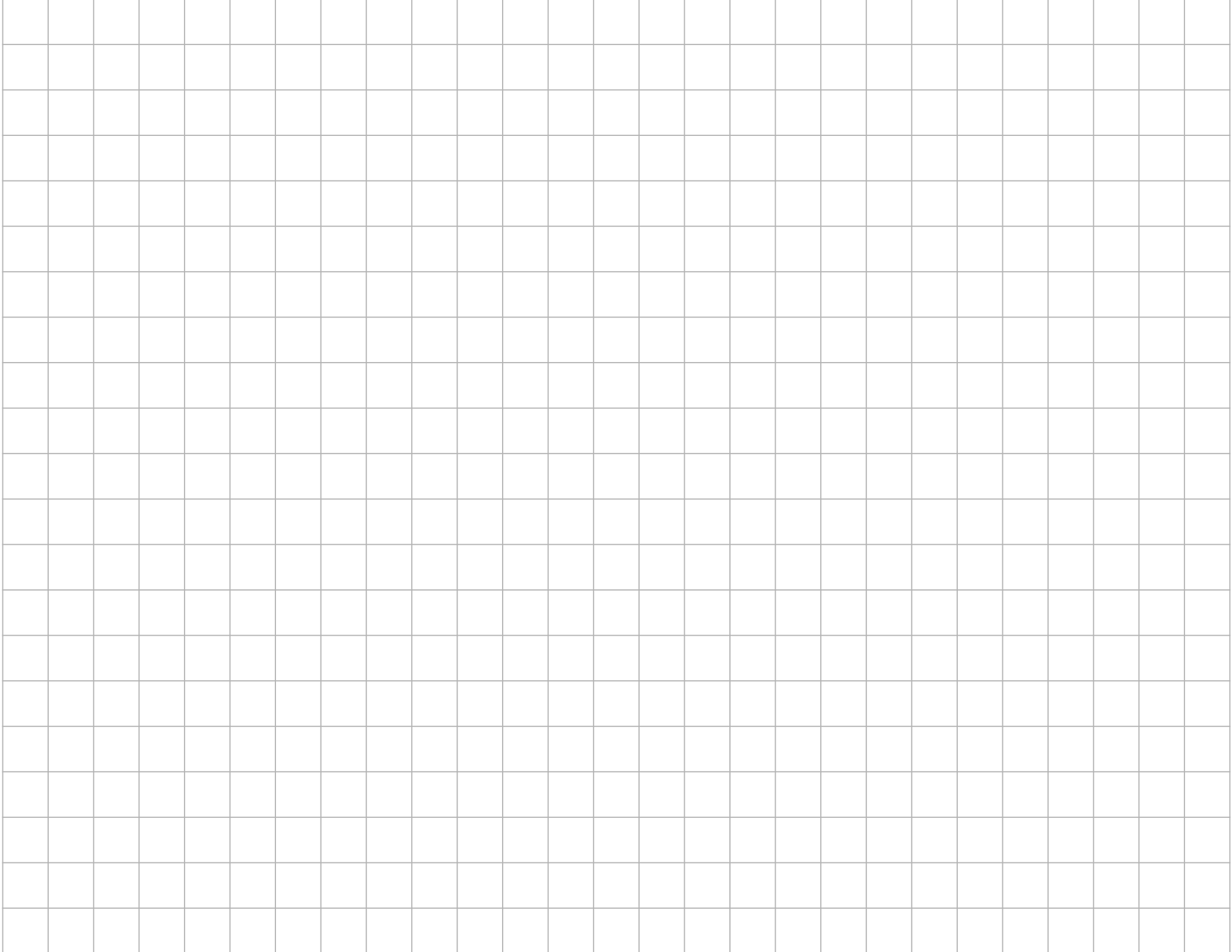
#65106

$$\text{ц. д.} = 0,2 \text{ мА}$$

$$3,6 \text{ мА} \pm 0,2 \text{ мА}$$

$$3,6 \pm 0,2 \text{ мА}$$

$$3,60,2$$



Решение.

Миллиамперметр подключён к клемме 6 мА, то есть показания определяем по нижней шкале.

Цена деления равна:

$$\frac{4 \text{ мА} - 2 \text{ мА}}{10} = 0,2 \text{ мА}.$$

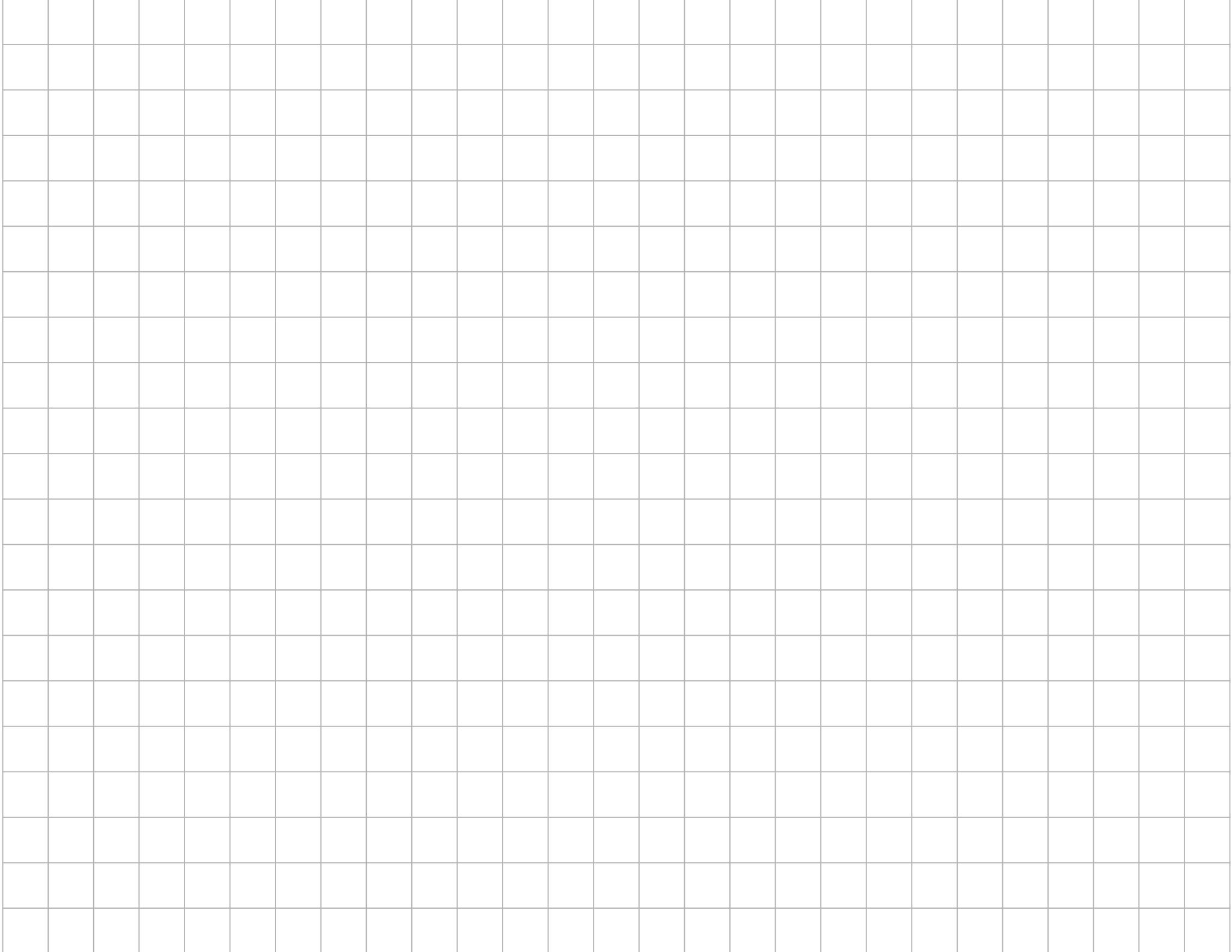
Показания равны 3,6 мА.

Задача 20.

Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого изготовлен проводник, ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	200см	1,0мм	алюминий
2	100см	0,5мм	сталь
3	100см	1,0мм	медь
4	200см	0,5мм	алюминий
5	200см	1,0мм	медь

#84983

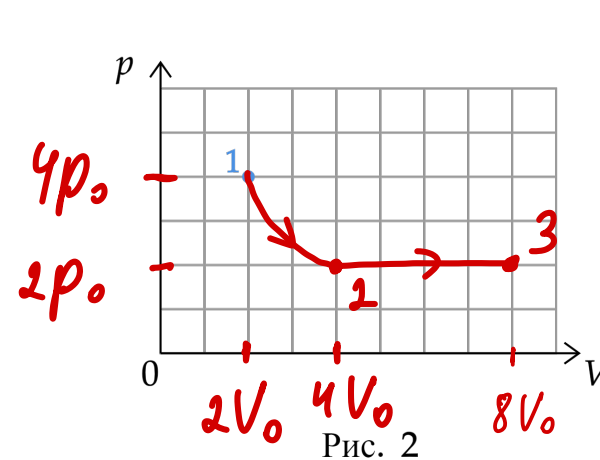
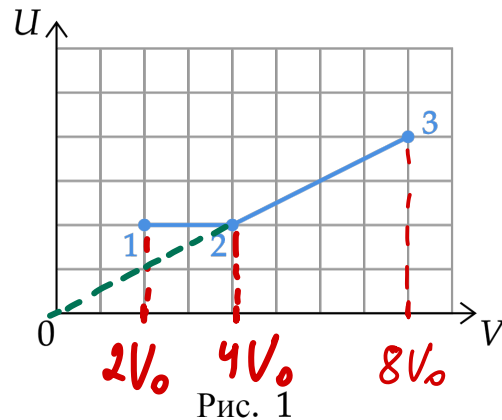


Решение.

Необходимо выбрать все параметры одинаковыми, кроме материала, то есть 1 и 5.

Задача 21.

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.



$$pV = \nu RT$$

#85689

1-2: $U = \text{const}$

$V \uparrow$ 2 p

T_{const}

$pV = \text{const}$
 $2 \downarrow \uparrow 2$

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

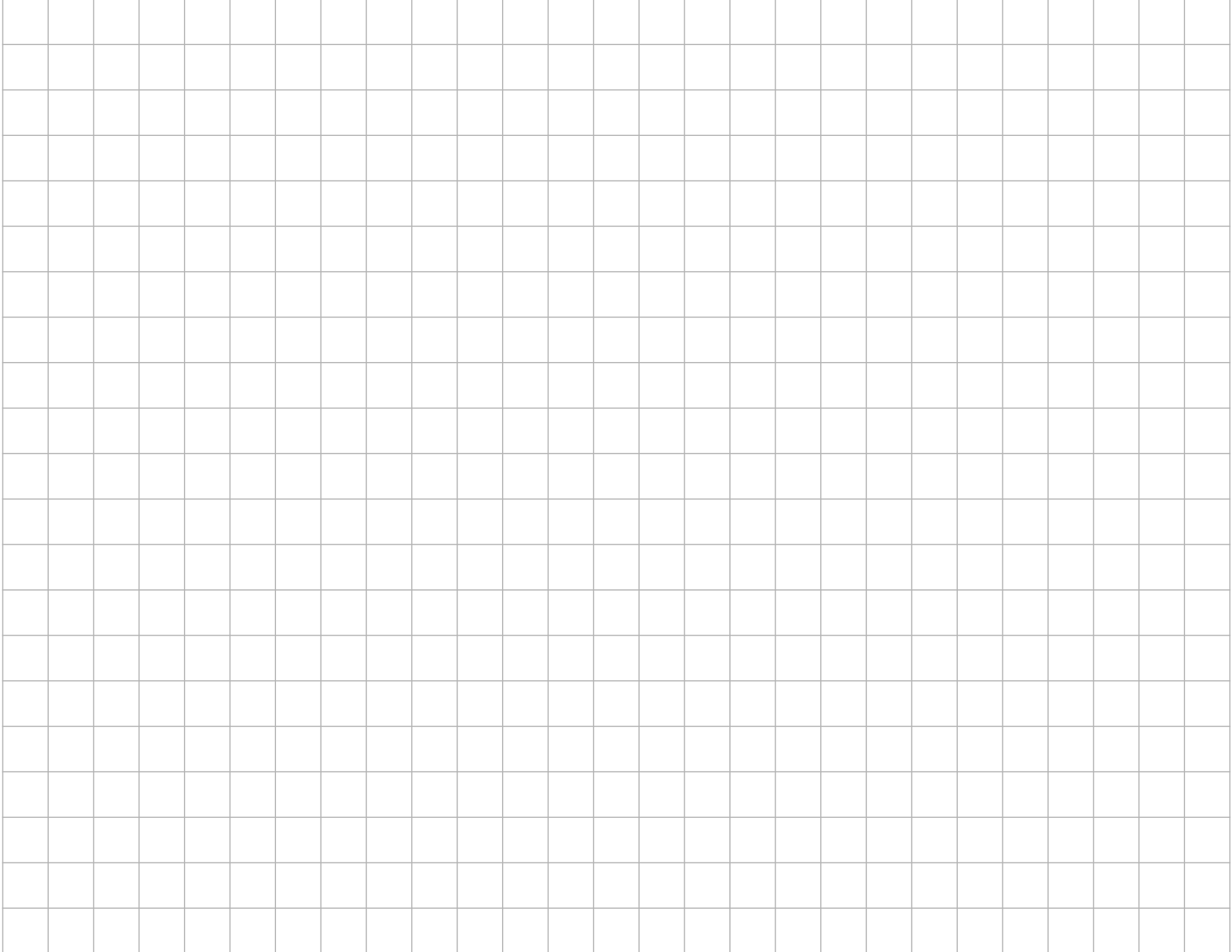
$\uparrow U = \frac{3}{2} \nu R T \uparrow \quad U \sim T$

2-3: $U \uparrow \quad V \uparrow$

$T \uparrow$

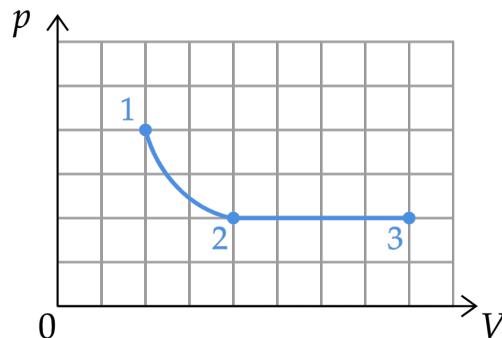
$p = \text{const} \quad U \sim V$

$T \sim V$



Решение.

1. График процесса в переменных p - V имеет вид:

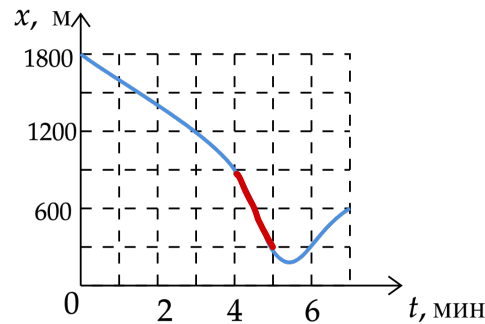


2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: $U = \frac{3}{2}\nu RT$. Значит, на участке 1-2 температура газа не меняется, происходит изотермическое расширение, давление в этом процессе в соответствии с законом Бойля - Мариотта ($p_1V_1 = p_2V_2$) уменьшается в 2 раза. В координатах p - V график является гиперболой.

3. На участке 2-3 внутренняя энергия, а также температура пропорциональны объёму, процесс при постоянном количестве вещества согласно уравнению Клапейрона - Менделеева ($pV = \nu RT$) является изобарным расширением, давление в нём не меняется, а объём в соответствии с графиком на рис. 1 увеличивается в 2 раза. В координатах p - V график является отрезком горизонтальной прямой

Задача 22.

Автомобиль массой 1700 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



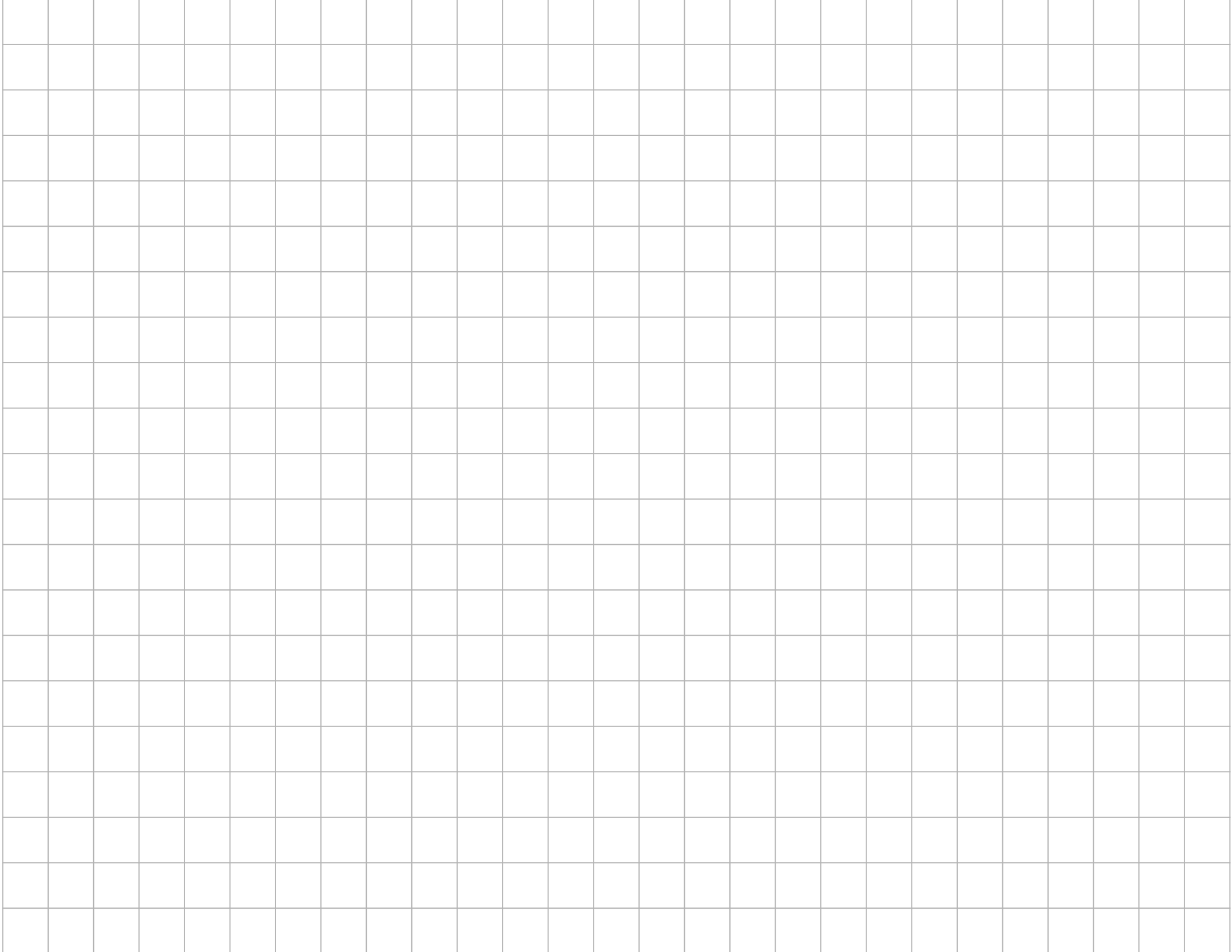
#85693

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_x(t) = x'(t)$$

$$v_{\text{max}} = \frac{600 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 10 \text{ м/с} \quad E_{\text{кин}} = \frac{1700 \cdot 10^2}{2}$$

$$E_{\text{кин}} = 85 \text{ кДж}$$



Решение.

Скорость тела определяется изменением его координаты с течением времени. Анализируя график зависимости координаты автомобиля от времени $x(t)$, видим, что в промежутке от 4 до 5 мин. его координата изменяется линейно и быстрее всего. Следовательно, в этот промежуток времени автомобиль движется равномерно с максимальной скоростью. Определим модуль максимальной скорости автомобиля:

$$v_{max} = \frac{|x(5) - x(4)|}{\Delta t} = \frac{|300 - 900|}{60} = 10 \text{ м/с.}$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия автомобиля равна

$$E_{kmax} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{1700 \cdot 10^2}{2} = 85 \text{ кДж}$$

Задача 23.

Магнитный поток через замкнутый и проводящий контур сопротивлением R равномерно изменился за $\Delta t = 10$ с на $\Delta\Phi = 10$ мВб. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за это время, $Q = 5$ мкДж. Найдите сопротивление проводника. Самоиндукцией контура пренебречь.

#85696

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

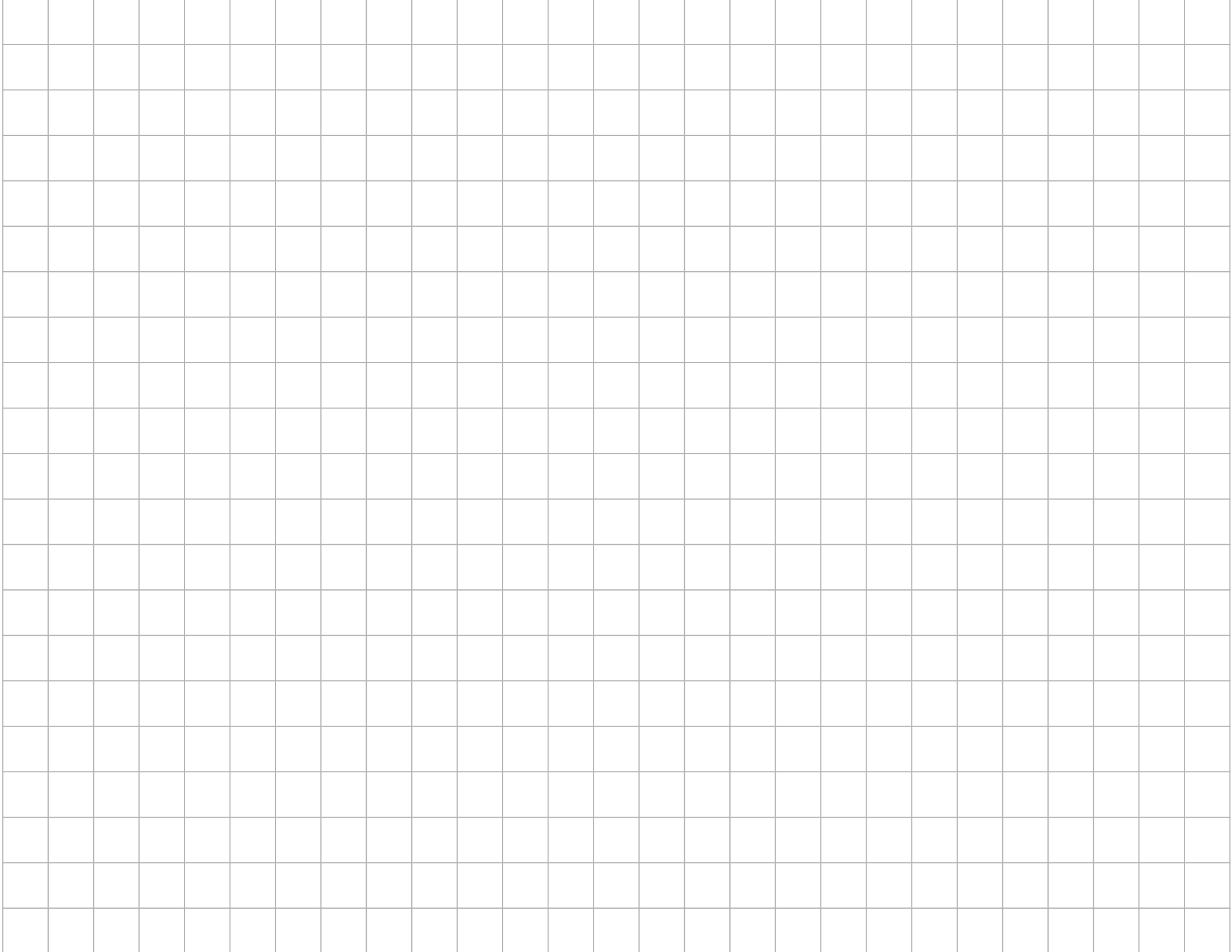
$$|\mathcal{E}_i| = \frac{10 \text{ мВб}}{10 \text{ с}} = 1 \text{ мВ}$$

$$Q = I_i^2 R \Delta t$$

$$I_i = \frac{|\mathcal{E}_i|}{R}$$

$$Q = \frac{|\mathcal{E}_i|^2}{R} \cdot \Delta t$$

$$R =$$



Решение.

1. ЭДС индукции, возникающая в контуре при изменении магнитного потока,

$$|\mathcal{E}| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

2. По закону Джоуля–Ленца количество теплоты, выделяющееся в проводнике за время Δt ,

$$Q = \frac{|\mathcal{E}|^2 \Delta t}{R} = \frac{\Delta\Phi^2}{R\Delta t}.$$

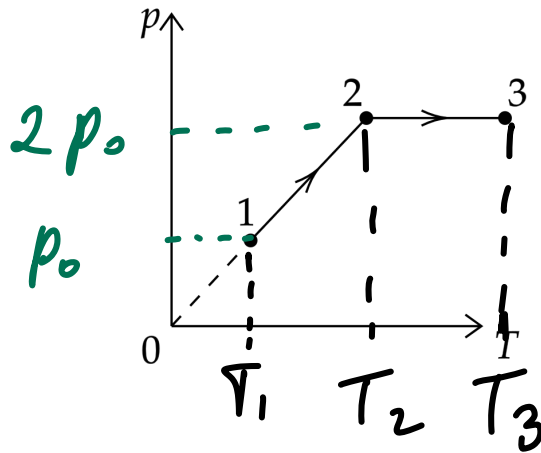
Откуда получим:

$$R = \frac{\Delta\Phi^2}{\Delta t Q} = \frac{10^2 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 2 \text{ Ом}$$

Задача 24.

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3, график которого показан на рисунке в координатах $p - T$. Известно, что давление газа p в процессе 1-2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1-2-3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 900 К?

$$Q = \Delta U + A$$



$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_3 = 900 \text{ K}$$

$$T_2 = 600 \text{ K}$$

#79888

$$1-2: p \sim T \rightarrow V = \text{const}$$

↑2 ↑2

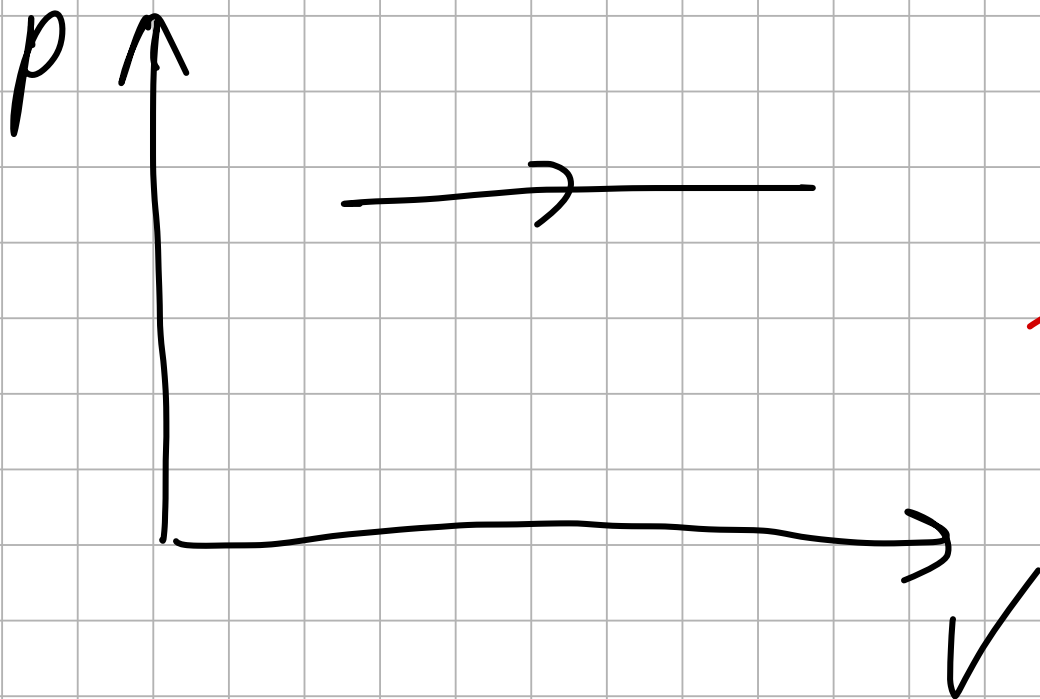
$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$Q = 10 \text{ кДж}$$

$$2-3: p = \text{const}$$

$$Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{12} + \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$Q_{123} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \nu R (T_3 - T_2)$$



$$p = \text{const}$$

$$pV = \nu R T$$

$$\begin{aligned} \underline{A} &= p \Delta V = p(V_k - V_n) = pV_k - pV_n \\ &= \nu R T_k - \nu R T_n = \underline{\nu R \Delta T} \end{aligned}$$

Решение.

1. Проанализируем процессы

$$T \sim P$$

1-2 Температура увеличивается ~~линейно~~ давлению, следовательно, процесс изохорный. 2-3 Процесс изобарный, тогда выполняется равенство

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

Значит объём увеличивается.

2. Количество теплоты, полученное в процессе 1-2-3, равно сумме количеств теплоты, полученных в процессах 1-2 и 2-3.

$$Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} \quad (1)$$

3. По первому закону термодинамики

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, полученное системой, ΔU – изменение внутренней энергии системы, A – работа газа.

$$V = \text{const}$$

Значит в процессе 1-2 работа газа равна нулю, а количество теплоты

$$Q_{12} = \Delta U_{12}$$

Изменение внутренней энергии равно

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1).$$

где ν – количество вещества, T_1 и T_2 – температура в точках 1 и 2 соответственно.
Для процесса 1-2 справедливо равенство

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

так как по условию $p_2 = 2p_1$, то $T_2 = 2T_1$ и

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(2T_1 - T_1) = \frac{3}{2}\nu RT_1 \quad (2)$$

Для процесса 2-3

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}, \quad (3)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - 2T_1) \quad (4)$$

для изобарного процесса

$$A_{23} = p_{23}(V_3 - V_2)$$

По закону Клапейрона-Менделеева

$$pV = \nu RT$$

Тогда

$$A_{23} = \nu RT_3 - \nu RT_2 = \nu R(T_3 - 2T_1) \quad (5)$$

Объединяя (1) – (5)

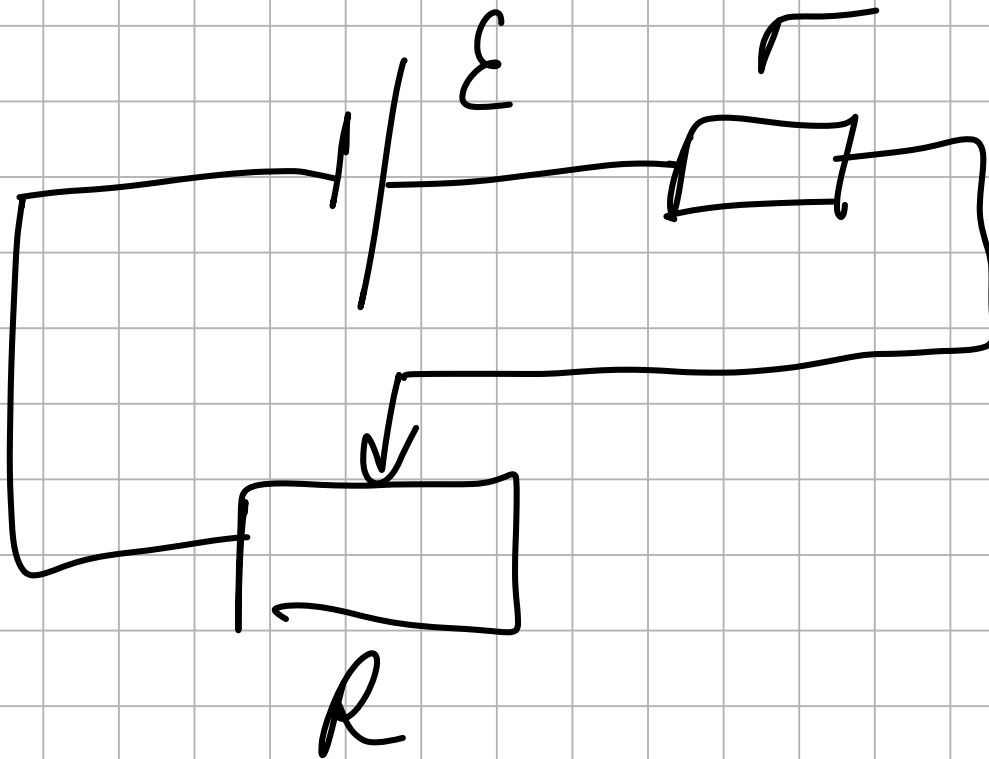
$$Q = \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - 2T_1) = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 300 \text{ К} + \frac{5}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot (900 \text{ К} -$$

$$Q = 10 \text{ кДж}$$

Задача 25.

Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

#85702



$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$$

$$\mathcal{E} = I \cdot r + I \cdot R$$

$$U_{\text{реост}} = I \cdot R$$

$$U_{\text{реост}} = \mathcal{E} - I \cdot r$$

$$P_{\text{реост}} = I \cdot U_{\text{реост}}$$

$$P = I \cdot (\mathcal{E} - I \cdot r) = \mathcal{E} I - I^2 r$$

Задача 25.

Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

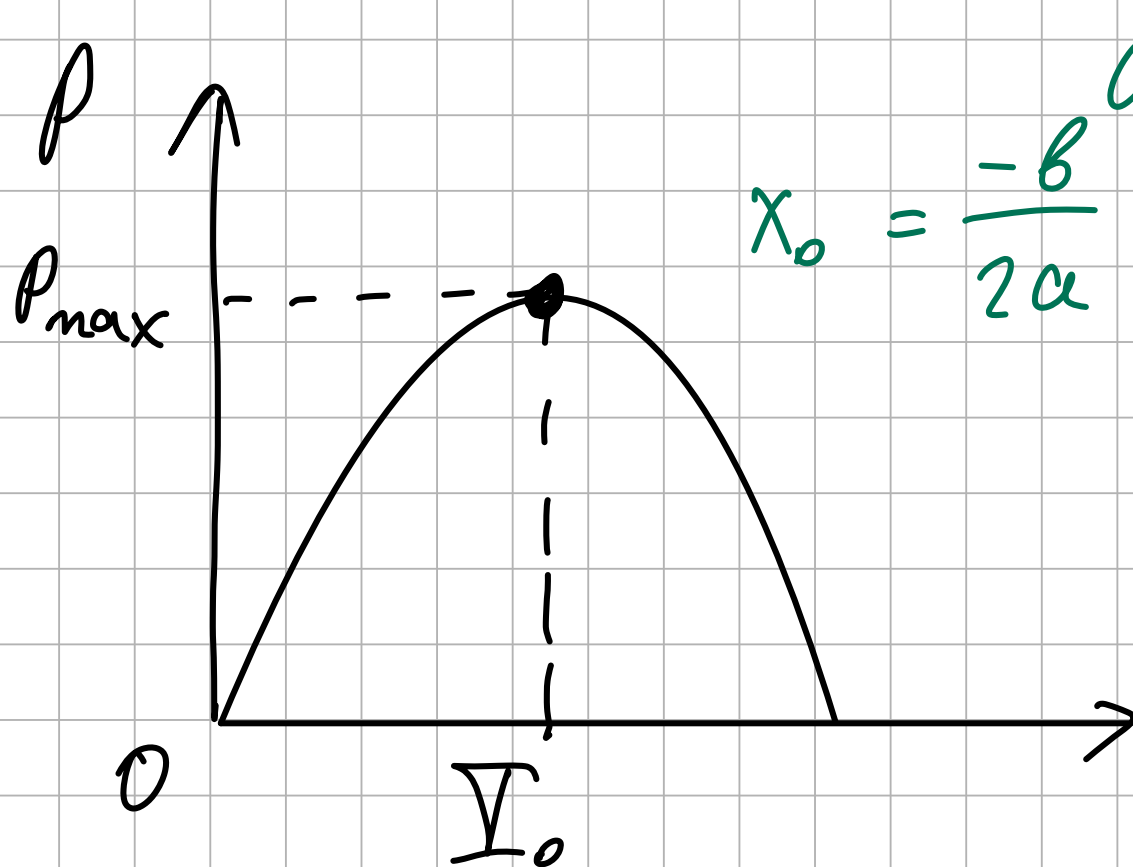
#85702

$$P_{max} : \underline{R = r}$$

$$P_{max} = \frac{1}{4} \frac{\mathcal{E}^2}{r} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{P_{max} \cdot 4R} = \sqrt{4 \cdot 4,5 \cdot 2} = 6 \text{ В}$$

$$P(I) = EI - I^2 r = -r \cdot I^2 + E \cdot I$$



$$I_0 = \frac{-E}{-2r} = \frac{E}{2r}$$

$$I = \frac{E}{r+R}$$

$$\frac{E}{2r} = \frac{E}{r+R}$$

$$2r = r+R$$

$$R = r$$

$$P_{\max} = -r \cdot \frac{1}{4} \frac{E^2}{r^2} + E \cdot \frac{1}{2} \frac{E}{r} = \frac{1}{4} \frac{E^2}{r}$$

$P_{\max}$

Решение.

По закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где напряжение на реостате $U = IR$.

Мощность, выделяемая на реостате,

$$P = IU = I(\mathcal{E} - Ir).$$

Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$:

$$I_1 = 0, I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \mathcal{E}/(2r)$ и равен $P_{max} = \mathcal{E}^2/(4r)$. С другой стороны, $P = I^2 R = \mathcal{E}^2 R/(r + R)^2$. Отсюда получаем, что P_{max} достигается при $R = r$. Поэтому $P_{max} = \mathcal{E}^2/(4R)$. ЭДС источника $\mathcal{E} = \sqrt{4RP_{max}} = 6 \text{ В}$

Задача 26.

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Какие законы Вы использовали для описания движения системы грузов? Обоснуйте их применимость к данному случаю. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

$$T = (M + m) a$$

$$mg - T = ma$$

$$mg = 2ma + Ma$$

$$F_{\text{тр}} = ma$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N_1$$

$$N_1 = mg$$

$$m \leq 0,4 \text{ кг}$$

#34611

$$a = \frac{mg}{2m + M}$$

$$\frac{mg}{2m + M} \leq \mu g$$

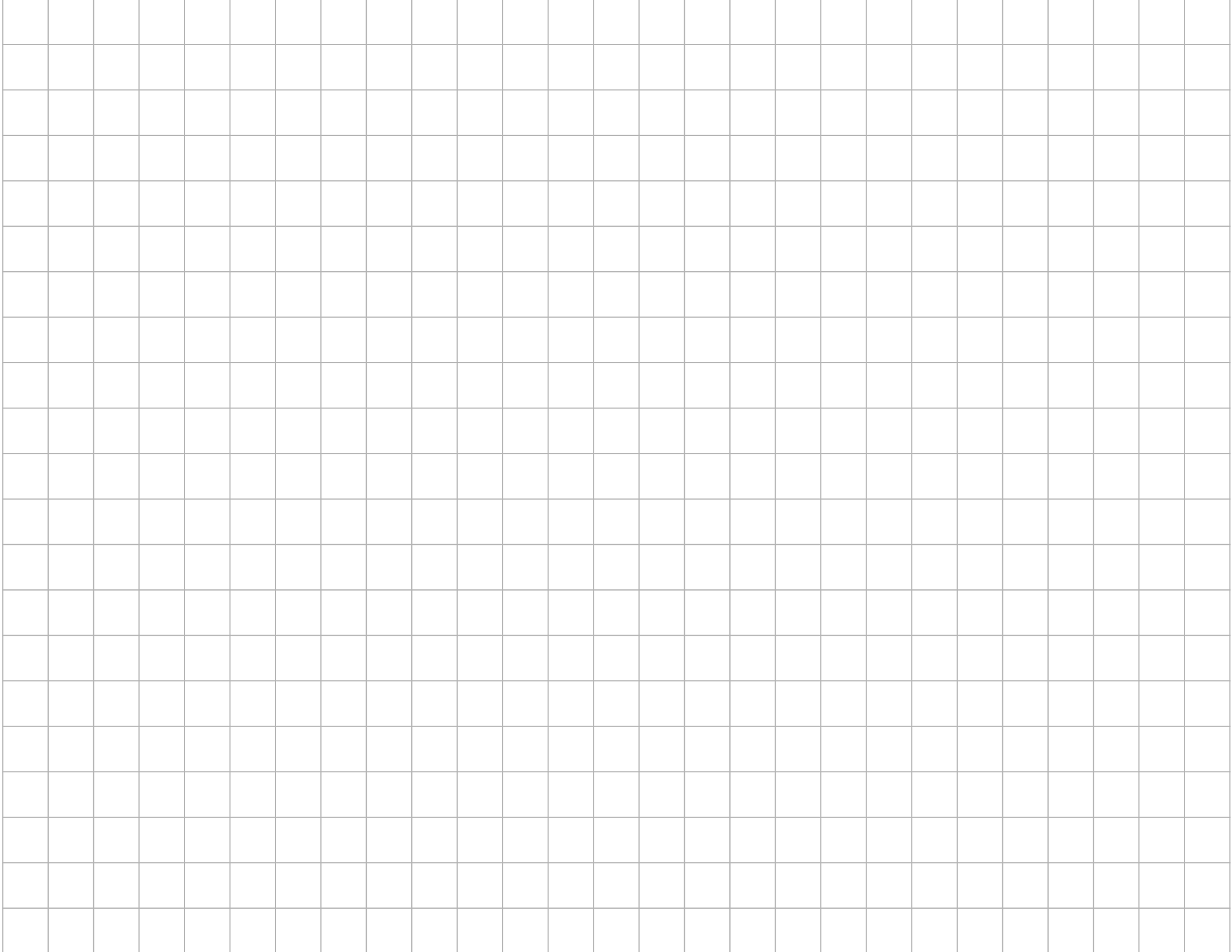
$$ma \leq \mu mg$$

$$m \leq 2\mu m + \mu M$$

$$m(1 - 2\mu) \leq \mu M$$

$$m \leq \frac{\mu M}{1 - 2\mu}$$

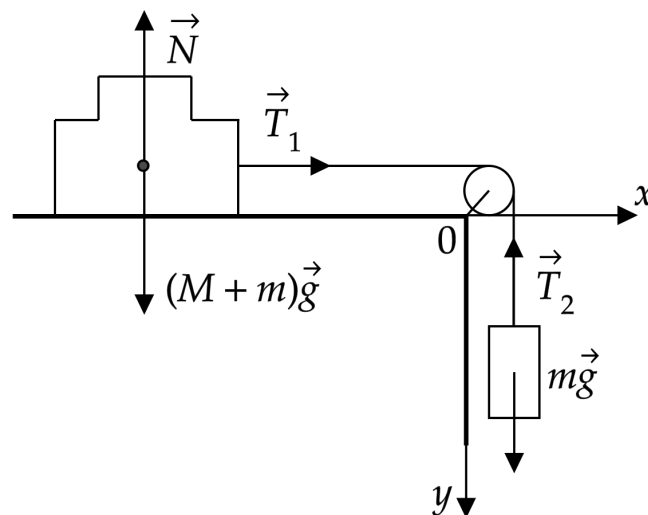
$$m \leq \frac{0,2 \cdot 1,2}{1 - 2 \cdot 0,2}$$



Решение.

Обоснование

Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, их можно считать одним твёрдым телом $M + m$ сложной формы. Это тело движется поступательно, как и груз m_2 , поэтому можно использовать второй закон Ньютона для модели материальной точки. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .



Так как нить лёгкая и скользит по блоку без трения, то можно считать

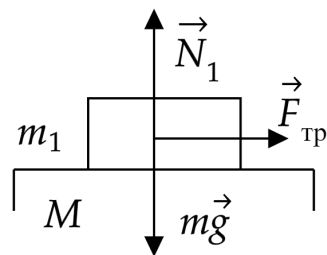
$$T_1 = T_2 = T. \quad (1)$$

Так как нить нерастяжима, то ускорения тел

$$a_1 = a_2 = a. \quad (2)$$

Груз m_1 покоится относительно груза M . Силы, действующие на этот груз, показаны на рисунке. Так как на груз действует сила трения покоя, то она удовлетворяет условию

$$F < \mu N_1.$$



Решение

Запишем второй закон Ньютона для составного тела и m_2 :

$$\vec{T}_1 + (M + m)\vec{g} + \vec{N} = (m + M)\vec{a},$$

$$\vec{T}_2 + m\vec{g} = m\vec{a},$$

где N – сила реакции опоры.

Спроецируем первое уравнение на ось Ox , а второе на Oy :

$$T = (m + M)a$$

$$mg - T = ma$$

Сложим

$$mg = 2ma + Ma \Rightarrow a = \frac{mg}{2m + M}.$$

Запишем второй закон Ньютона для груза m_1 :

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

или в проекциях на оси Ox и Oy :

$$F_{\text{тр}} = ma$$

$$N_1 = mg$$

Так как для силы трения покоя выполняется неравенство $F_{\text{тр}} \leq \mu N_1$, то

$$F_{\text{тр}} \leq \mu mg \Leftrightarrow ma \leq \mu mg \Rightarrow \frac{m}{2m + M} \leq \mu$$

Отсюда

$$m \leq \frac{\mu M}{1 - 2\mu} = 0,4 \text{ кг}$$