



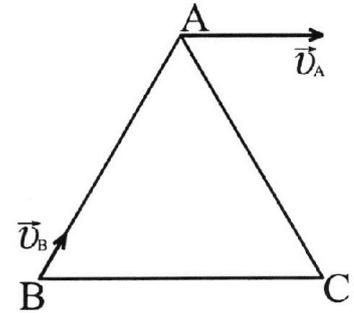
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t=0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_B$  вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна  $v_B = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника  $a = 0,4$  м.



1. Найдите модуль  $v_A$  скорости вершины A.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой  $m = 120$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

3. Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

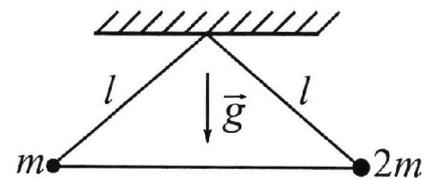
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте  $H$  разорвался фейерверк, если известно, что на высоте  $h = 14,2$  м фейерверк летел со скоростью  $V = 6$  м/с? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте  $H$  фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 20$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 90$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $2m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

2. Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $2m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



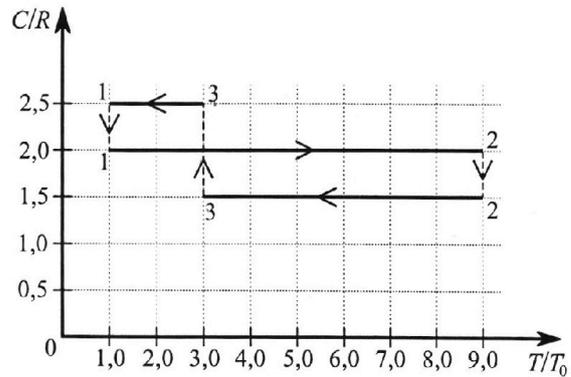
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 5$  моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 300$  К.

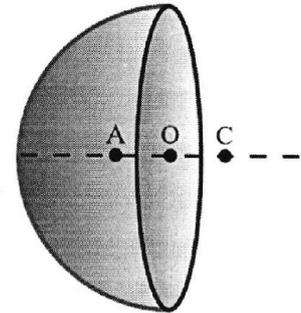


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу  $A_1$  газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 400$  кг за  $N = 20$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна  $K$ .



1. Найдите скорость  $V_O$  частицы в точке О. Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость  $V_C$  частицы в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\vec{v}_r' \perp R, \text{ т.к. } L + \frac{L}{2} = 90^\circ$$

$$a_g = \frac{v_r'^2}{R}$$

$$R = \frac{R}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$\underline{R = F = m a_g} = \frac{m v_r'^2}{R} = \frac{m v_D^2}{R} = \frac{m v_D^2 \sqrt{3}}{\sqrt{3} a} = \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 3 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4} =$$

$$= 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{174 \cdot 10^{-6} \text{ Н}}}$$

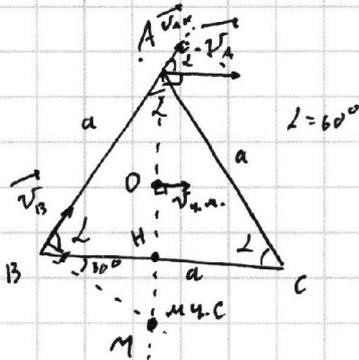


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



н 1

В проекции на сторону AB скорости  $v_B$  и  $v_A$  должны быть равными:

$$v_B = v_A \cos \alpha \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos \alpha} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8 \frac{м}{с}$$

Используя мгновенный центр скоростей найдем ходы наименее быстрого вектора скорости центра масс. (центр масс — точка перес. его медий)

$$AH = \frac{\sqrt{3}}{2} a, \quad OH = \frac{1}{3} AH = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{6} a, \quad HM = \frac{a}{2} \cdot \tan 30^\circ = \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{a\sqrt{3}}{6}$$

$$\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_{ц.м.}}{r_{ц.м.}} \Rightarrow v_{ц.м.} = \frac{v_A r_{ц.м.}}{r_A} = v_A \frac{MH + OH}{HM + HA} = v_A \frac{\frac{a\sqrt{3}}{6} + \frac{a\sqrt{3}}{6}}{\frac{a\sqrt{3}}{6} + \frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2a\sqrt{3}}{\frac{2\sqrt{3}}{3} a} v_A = \frac{3 \cdot 2\sqrt{3} a}{3 \cdot 2\sqrt{3} a} v_A = \frac{1}{2} v_A$$

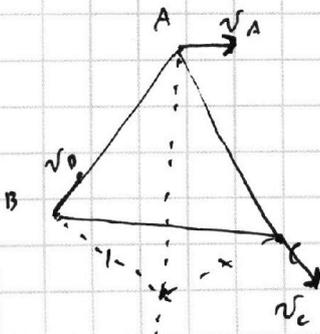
$$OM = r_{ц.м.}, \quad MA = r_A$$

CO: центр масс

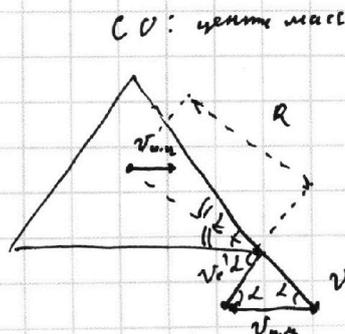
$$v_A' = v_A - v_{ц.м.} = v_A - \frac{1}{2} v_A = \frac{1}{2} v_A$$

$$T = \frac{2\pi R}{v_A'} = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a}{\frac{1}{2} v_A} = \frac{2\pi \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot a}{3 \cdot 2 v_A} = \frac{4\sqrt{3} \pi a}{3 v_A} = \frac{4 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot 0,4}{3 \cdot 0,8} = \frac{4\sqrt{3} \pi}{3} \text{ сек}$$

3)



$$\Rightarrow v_C = v_B$$



CO: центр масс

$v_C'$  = скорость точки C в CO центре масс

$$v_{ц.м.} = \frac{1}{2} v_A = v_B = v_C \Rightarrow |\vec{v}_C'| = |\vec{v}_{ц.м.}| = |\vec{v}_C| = |\vec{v}_C'|$$

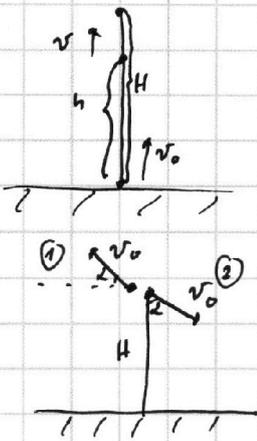


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \Rightarrow v_0^2 = 2gh + v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 14,2 + 36 = 320 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = \frac{320}{2 \cdot 10} = 16 \text{ м}$$

Оба осколка будут разлететься с одной скоростью  $v_0$ , при этом векторы их скорости будут находиться на одной прямой и будут противоположно направлены, что следует из закона сохранения импульса.

$$1) 0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$2) 0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$1) 5 t_1^2 - \sqrt{320} \sin \alpha t_1 - 16 = 0$$

$$2) 5 t_2^2 + \sqrt{320} \sin \alpha t_2 - 16 = 0$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{320} (\sin \alpha + \sqrt{1 + \sin^2 \alpha})}{10}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{320} (-\sin \alpha + \sqrt{1 + \sin^2 \alpha})}{10}$$

$$L_m = t_1 v_0 \cos \alpha + t_2 v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{\sqrt{320}}{10} (2 \sqrt{1 + \sin^2 \alpha}) =$$

$$= 32 \cos \alpha \cdot 2 \sqrt{1 + \sin^2 \alpha} = 64 \cos \alpha \sqrt{1 + \sin^2 \alpha}$$

вещицы на максимум можно получить макс. дальности.

Максимум будет достигнут при  $\alpha = 45^\circ$ , тогда:

$$L_{\text{max}} = 64 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{4}} = 64 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{1,5} = 64 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 32\sqrt{3} \text{ м}$$

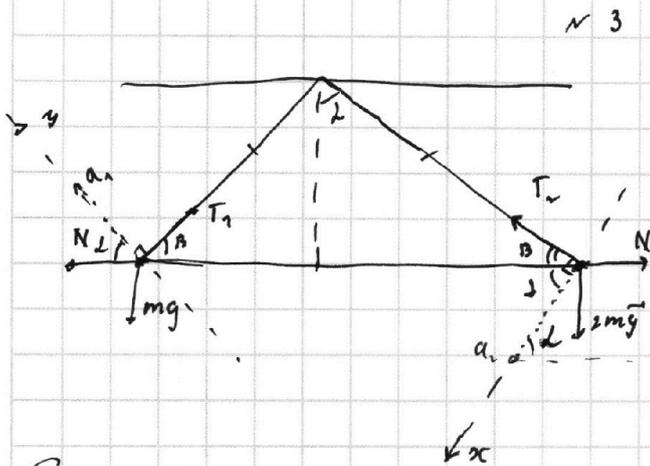


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \alpha = \frac{0,8L}{L} = 0,8$$

2 масса:

$$\text{ок: } 2ma_2 = 2mg \cos \beta - N \cos \alpha$$

1 масса

$$\text{ок: } ma_2 = N \cos \alpha - mg \cos \beta$$

$$a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \alpha \quad - \text{массы сцеплены на стержень и движутся вместе}$$

$$a_2 = a_1 = a$$

$$\begin{cases} 2ma = 2mg \sin \alpha - N \cos \alpha \\ ma = N \cos \alpha - mg \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow N \cos \alpha = 2mg \sin \alpha - 2ma$$

$$ma = 2mg \sin \alpha - 2ma - mg \sin \alpha$$

$$3a = mg \sin \alpha$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{3} = a_2 = \frac{10 \cdot 0,8}{3} = \frac{8}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$N = T = 2mg \sin \alpha - 2m \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{4}{3} mg \sin \alpha = \frac{4}{3} \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}$$

$$\cdot 0,8 = \frac{4}{3} \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 4 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 1,2 \cdot 0,8 = \underline{\underline{0,96 \text{ Н}}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Все процессы с повт. теплоемкостью, по этому с помощью уравнения для политропы, можно будет написать какой именно процесс.

1) 1-2 процесс  $c = 2R$

$$\kappa = \frac{c - c_D}{c - c_V} = \frac{2R - 1,5R}{2R - 1,5R} = -1$$

$$pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow \text{процесс: } p = kV$$

$$V = \frac{\partial R T}{p} \Rightarrow p = k \frac{\partial R T}{p} \Rightarrow p \sim \sqrt{\partial R T}$$

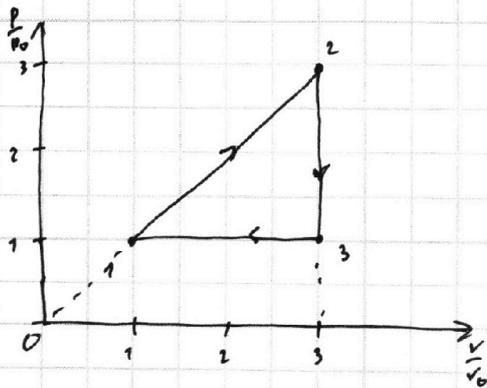
$$\frac{p_0}{p_2} = \sqrt{\frac{T_0}{T_2}} = \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3} \Rightarrow p_2 = 3p_0, V_2 = 3V_0$$

2) 2-3 процесс:  $c = 1,5R$  - изохора  $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow p_3 = \frac{T_3 p_2}{T_2} =$

$$= \frac{1}{3} 3p_0 = p_0 \quad V_3 = V_2 = 3V_0$$

3) 3-1 процесс:  $c = 2,5$  - изобара  $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow V_1 = \frac{V_3 T_1}{T_3} =$

$$= \frac{1}{3} V_3 = V_0 \quad \text{- мы вернулись в нач. точку - все законно}$$



Работу считаем как площадь, ограниченную циклом.

$$A_1 = 2V_0 \cdot 2p_0 \cdot \frac{1}{2} = 2V_0 p_0 = 2 \partial R T_0 =$$

$$= 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 = 24930 \text{ Дж}$$

$$A_n^* = \frac{A_1}{2} \text{ Дж} = \frac{24930}{2} = 12465 \text{ Дж}$$

$$A_n = mgH \Rightarrow H = \frac{A_n}{mg} = \frac{12465}{400 \cdot 9,8} = \frac{12465}{3920} = 3,18 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 5

Используем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R} = K$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R} = K$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R m}}$$

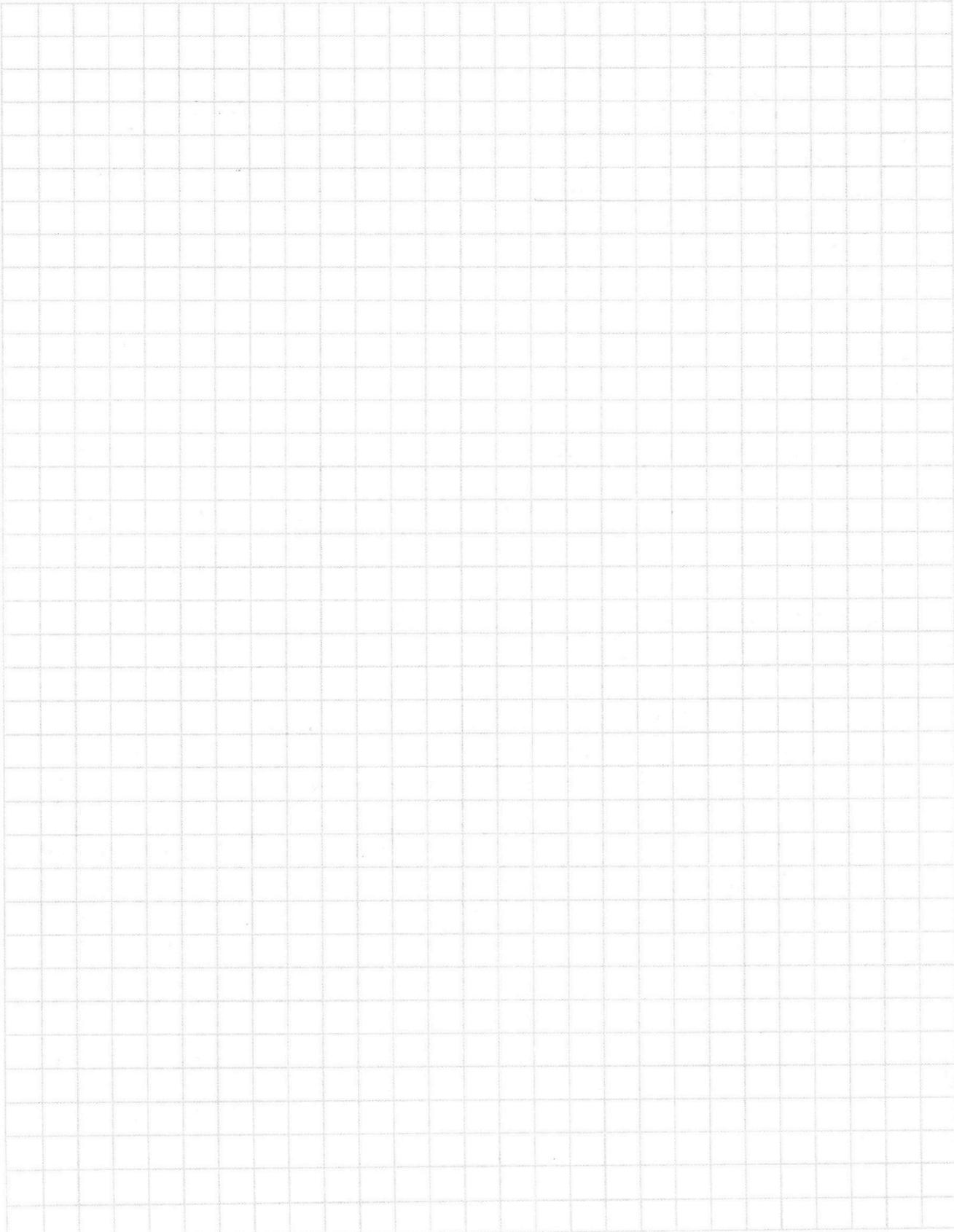


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

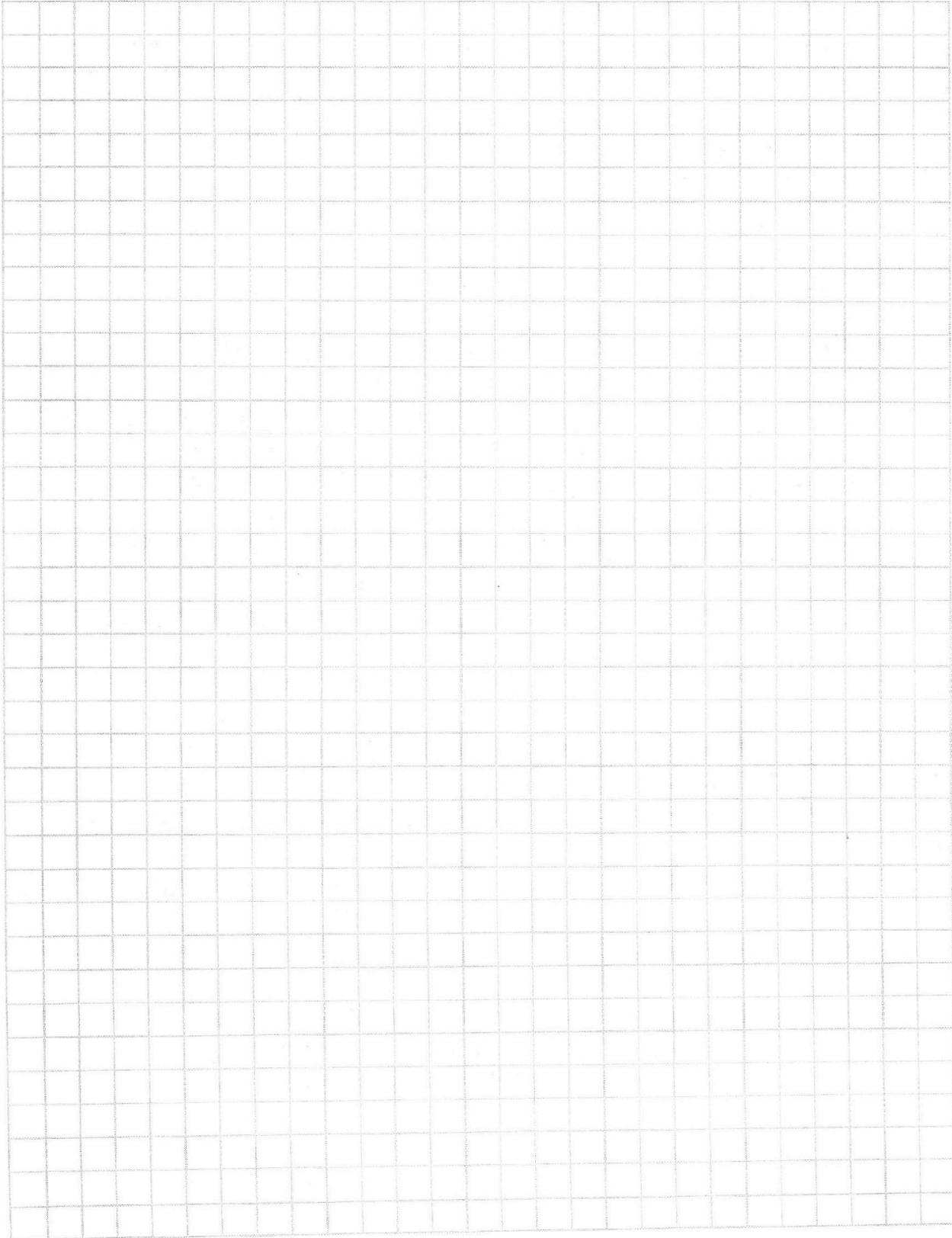
5

6

7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



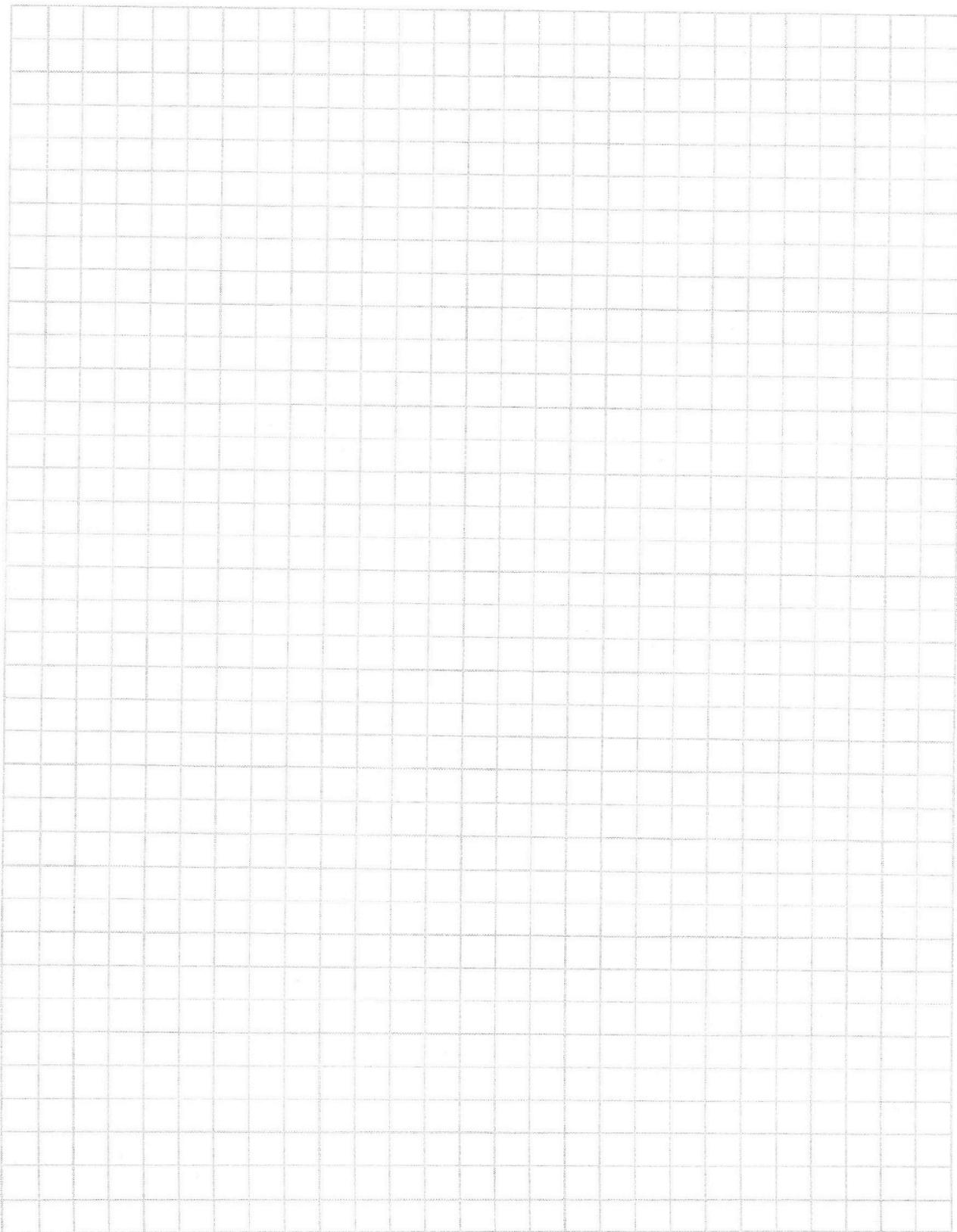


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



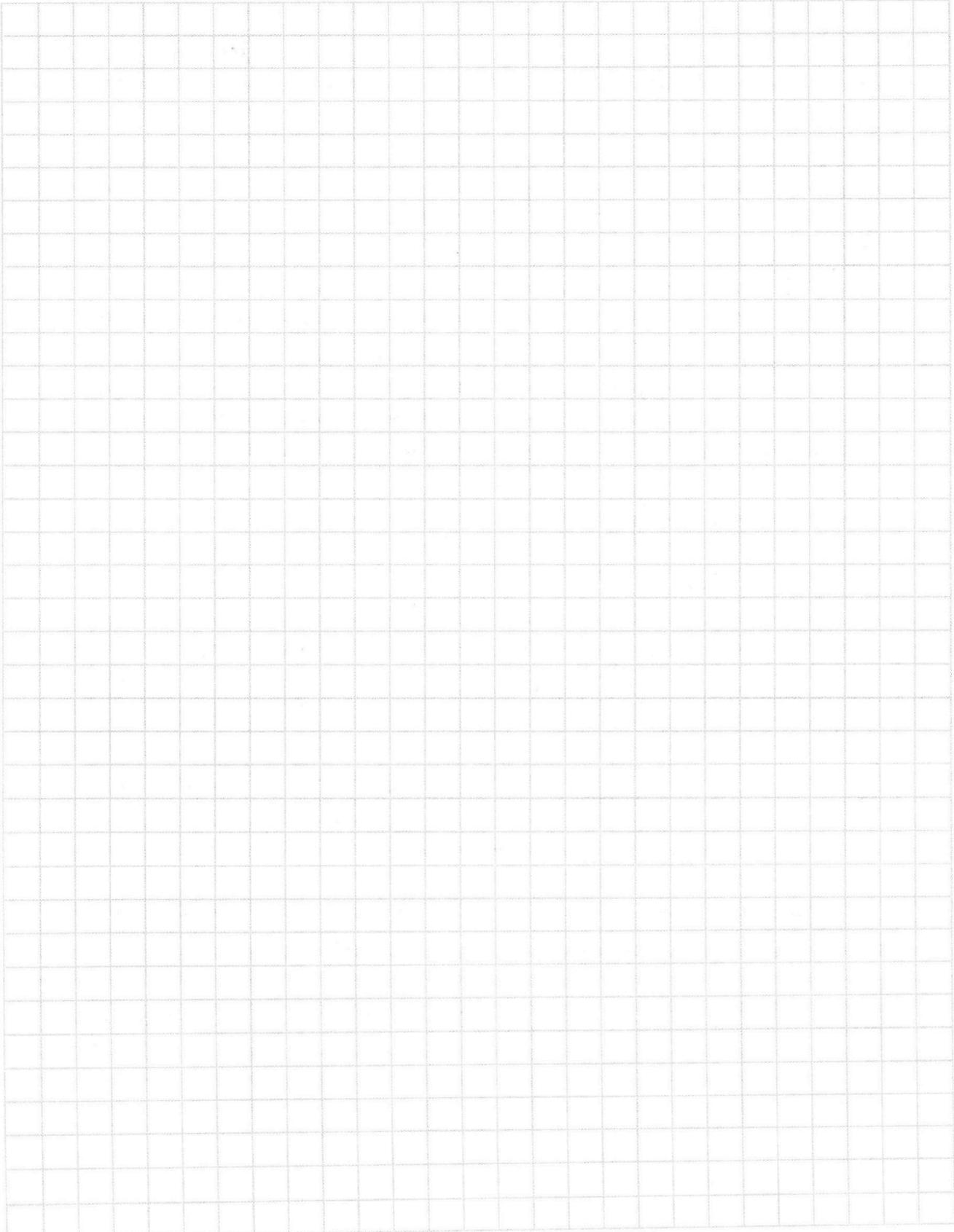


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{c}{R}$$

$$1 \text{ моль} : p_0 = \frac{\nu R T_0}{V_0}$$

$$p V^\gamma$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$\text{моль } 1-3 : c = 2,5 R :$$

$$: n =$$

$$c_p = 2,5$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$1) c = 2,5 R$$

$$3-1 - c = 2,5 R$$

- изобары

изобары

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$2) 1-2$$

$$c = 2 R$$

$$n = \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = \frac{-0,5}{0,5} = -1$$

$$\frac{p}{V} = \text{const}$$

$$2-3$$

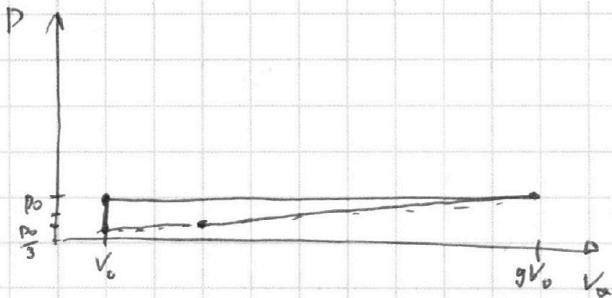
$$3) 1,5 - c = 1,5$$

$$n = \frac{1,5 - 2,5}{c} =$$

$$p_0 V_0 = \text{const}$$

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

- изохоры



$$p = \frac{\nu R T}{V}$$

$$p \sim \nu V$$

$$V = \frac{\nu R T}{p}$$

$$p \sim \nu \frac{\nu R T}{p}$$

$$p^2 \sim \nu^2 R T$$

$$p \sim \nu$$

$$p \sim \nu V = \nu \frac{\nu R T}{p}$$

$$p^2 \sim \nu^2 R T$$

$$p^2 \sim R T$$

$$p \sim \sqrt{R T}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \sqrt{\frac{T_1}{T_0}} = \sqrt{3}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$0 = 2H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$0 = 2H + v_0 \sin \alpha (t_1 - t_2) - \frac{g}{2} (t_1^2 + t_2^2)$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_0 \cos \alpha} \quad t_2 = \frac{L_2}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \Rightarrow$$

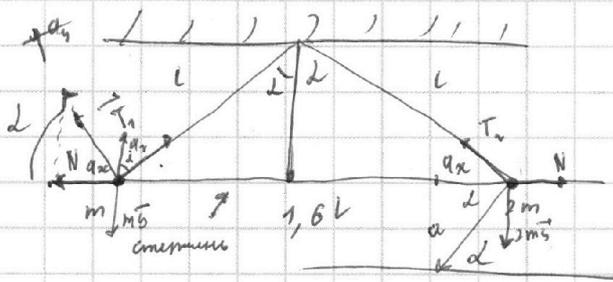
$$2g h = v_0^2 - v^2 \quad 2 \cdot 9.8 \cdot 1.4 = v_0^2 - v^2$$

$$v_0^2 = 2g h + v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1.4 + 2^2$$

$$v_0^2 = 320$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{320}{20} = 16 \text{ м}$$

$$a = (\cos \alpha \sqrt{2 - \cos^2 \alpha}) - \sin \alpha \frac{1}{2\sqrt{2 - \cos^2 \alpha}} \cdot (-1) \cdot \cos \alpha (-\sin \alpha)$$



$$\sin \alpha = \frac{1.6L}{L} = 0.8$$

$$m a_x = N - T_1 \sin \alpha$$

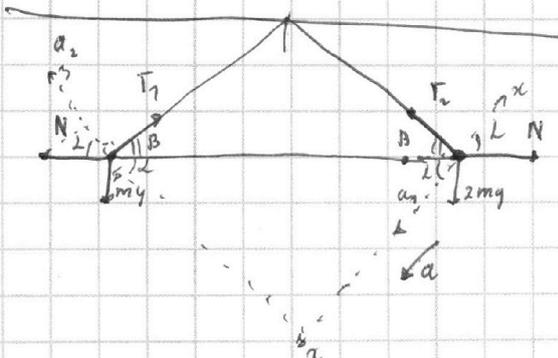
$$m a_y = T_1 \cos \alpha - mg$$

$$2m a_x = T_2 \sin \alpha - N$$

$$2m a_x$$

$$N = \frac{2mg \sin \alpha - 2ma}{\cos \alpha} = \frac{2mg \sin \alpha - \frac{2}{3}g \sin \alpha m}{\cos \alpha}$$

$$= \frac{\frac{4}{3}mg \sin \alpha}{3 \cos \alpha} = \frac{4}{9}$$



$$2m a_1 = 2mg \cos \alpha - N \cos \alpha$$

$$m a_2 = N \cos \alpha - mg \cos \alpha$$

$$a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \alpha = a$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{3}$$

$$\begin{cases} 2ma = 2mg \sin \alpha - N \cos \alpha \Rightarrow N \cos \alpha = 2mg \sin \alpha - 2ma \\ ma = N \cos \alpha - mg \sin \alpha \\ ma = 2mg \sin \alpha - 2ma - mg \sin \alpha \\ 3ma = mg \sin \alpha \end{cases}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

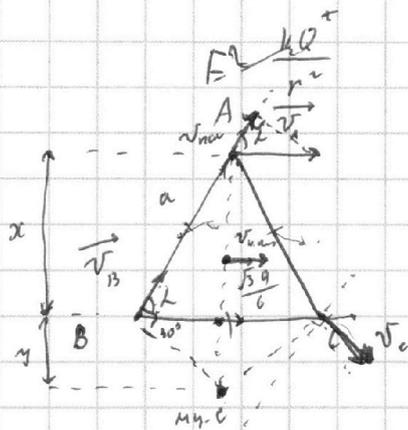
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_\_ ИЗ \_\_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 1

$$x = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}a^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$



$$v_{\text{max } B} = v_{\text{max } A} \quad \angle = 60^\circ$$

$$v_B = v_A \cos \angle \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos \angle} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_C = v_B = \frac{2\pi \cdot \frac{a}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a}{\frac{1}{2} v_A} = 4\sqrt{3} \pi a$$

$$y = \frac{a}{2} \cdot \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{6}a$$

$$v_{\text{ум}} = 4y + \frac{a}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

$$v_A = x + y = \frac{\sqrt{3}}{2}a + \frac{\sqrt{3}}{6}a = \frac{2\sqrt{3}}{3}a + \frac{\sqrt{3}}{6}a = \frac{2\sqrt{3}}{3}a$$

$$\frac{v_A}{v_A} = \frac{v_{\text{ум}}}{v_A} \Rightarrow v_{\text{ум}} = \frac{v_A v_{\text{ум}}}{v_A} = \frac{\sqrt{3}a}{2 \cdot \sqrt{3}a} v_A = \frac{1}{2} v_A$$

$$\frac{360 \cdot 2,5}{0,4} = 2250$$

CO: центр масс

$$v_A' = v_A - v_{\text{ум}} = \frac{1}{2} v_A$$

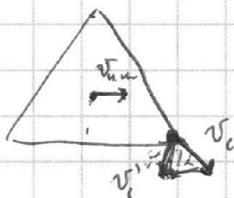
$$r = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{3}a}{\frac{1}{2} v_A} = \frac{2 \cdot 2\pi \cdot 2a}{3 v_A} = \frac{8\pi a}{3 v_A} = \frac{8\pi \cdot 0,4}{3 \cdot 0,8} = \dots$$

№ 3

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

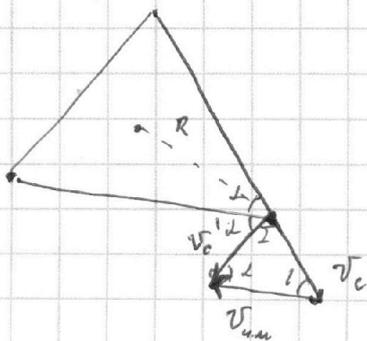
$$\frac{HA}{BH} = \tan 30^\circ \Rightarrow$$

$$HA = BH \tan 20^\circ$$



$$R = \frac{2}{3}x = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

$$F = ma = \frac{mv^2}{R} = \frac{m v_C'^2}{R} = \frac{m v_C'^2 \cdot 3}{\sqrt{3}a} = \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 0,4}$$



$$64 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{1 + 0,5}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 64$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\cos \angle \sqrt{2 - \cos^2 \angle}$       $v_0$

$v_0 \sin \angle$   
 $\cos^2 \angle + \sin^2 \angle = 1$   
 $\sin^2 \angle = 1 - \cos^2 \angle$   
 $\sqrt{1 + \cos^2 \angle} = \sqrt{1 + 1 - \cos^2 \angle} = \sqrt{2 - \cos^2 \angle}$

$H = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$   
 $h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g}$       $2g h = v_0^2 - v^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh + v^2}$

$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 14,2 + 6^2} = \sqrt{284 + 36} = \sqrt{320} = v_0$

$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{320}{20} = 16 \text{ m}$

$(t_1 + t_2)(t_2 - t_1)$   
 $(t_1 + t_2)$

$1) \quad 0 = H + v_0 \sin \angle t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$   
 $2) \quad 0 = H - v_0 \sin \angle t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$l_1 = t_1 v_0 \cos \angle$       $l_2 = t_2 v_0 \cos \angle$

$$5 t_1^2 - \sqrt{320} \sin \angle t_1 - 16 = 0$$

$$D = 320 \sin^2 \angle + 5 \cdot 4 \cdot 16 = 320 \sin^2 \angle + 320 = 320 (1 + \sin^2 \angle)$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{320} \sin \angle \pm \sqrt{320 (1 + \sin^2 \angle)}}{10} = \frac{\sqrt{320} \sin \angle \pm \sqrt{320} \sqrt{1 + \sin^2 \angle}}{10} = \frac{\sqrt{320} (\sin \angle \pm \sqrt{1 + \sin^2 \angle})}{10}$$

$$t_2 = \frac{-\sqrt{320} \sin \angle + \sqrt{320} \sqrt{1 + \sin^2 \angle}}{10} = \frac{\sqrt{320} (-\sin \angle + \sqrt{1 + \sin^2 \angle})}{10} \quad v_0 \cos \angle$$

$$l_1 + l_2 = v_0 \cos \angle \frac{\sqrt{320}}{10} \left( -\sin \angle + \sqrt{1 + \sin^2 \angle} + \sin \angle + \sqrt{1 + \sin^2 \angle} \right) = \frac{\sqrt{320} \cos \angle \sqrt{1 + \sin^2 \angle}}{5} = \sqrt{\cos^2 \angle + \cos^2 \angle \sin^2 \angle} =$$

$$0 = H + v_0 \sin \angle t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$0 = H - v_0 \sin \angle t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$0 = 0 + v_0 \sin \angle (t_1 + t_2) - \frac{g t_1^2}{2} + \frac{g t_2^2}{2}$$

$$0 = v_0 \sin \angle (t_1 + t_2) + \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$v_0 \sin \angle = \frac{g}{2} (t_1 - t_2) \Rightarrow \boxed{t_1 - t_2 = \frac{2 v_0 \sin \angle}{g}}$$

$$v_0 \sin \angle + \frac{g}{2} (t_2 - t_1) = 0$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

2F

3(2):

$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$$

$$E_{k_0} + E_{3-u} = E_L$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Qq}{R} = K$$

$$E_{3-u} = \frac{kQq}{R}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} = K$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) 1-2

$$\frac{p}{V} = \text{const}$$

$$c = 2R$$

$$n = \frac{c - c_D}{c - c_V} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5}{0,5} = -1$$

$$\frac{p}{V} = \text{const}$$

$$R p = \lambda V$$

$$V = \frac{2R\Gamma}{p} \quad p = \lambda \frac{2R\Gamma}{p}$$

$$p \sim \sqrt{2R\Gamma}$$

$$p \sim \sqrt{2R\Gamma}$$

$$\frac{p_2}{p_0} \sim \sqrt{\frac{\Gamma_2}{\Gamma_1}} = \sqrt{9} = 3$$

2) 2-3

$$c = 1,5$$

- изохора

$$V = \text{const}$$

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow p_3 = \frac{T_3 p_2}{T_2} = \frac{p_2}{3}$$

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow p_3 = \frac{T_3 p_2}{T_2} = \frac{p_2}{3} = p_0$$

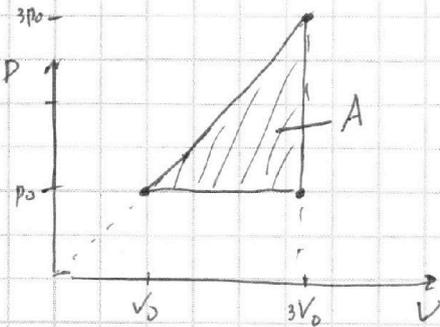
3) 3-1

$$c = 2,5$$

изобары

$$p = \text{const}$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow V_1 = \frac{V_3 T_1}{T_3} = \frac{V_3}{3} = V_0$$



$$\frac{8,31}{3} = 24,93$$

$$3) \quad A_n = \frac{A}{2} N = \frac{A}{2} \cdot 20 = 10 A$$

$$mgH = 10A$$

$$\Rightarrow H = \frac{10A}{mg} = \frac{A}{m} = \frac{2493 \text{ Дж}}{100 \text{ кг}} = 24,93 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 2493 \overline{) 40} \\ 240 \phantom{0} \\ \hline 93 \phantom{0} \\ - 80 \phantom{0} \\ \hline 170 \phantom{0} \\ 160 \phantom{0} \\ \hline 100 \phantom{0} \\ 100 \phantom{0} \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2493 \overline{) 40} \\ 240 \phantom{0} \\ \hline 93 \phantom{0} \\ - 80 \phantom{0} \\ \hline 170 \phantom{0} \\ 160 \phantom{0} \\ \hline 100 \phantom{0} \\ 100 \phantom{0} \\ \hline 0 \end{array}$$