



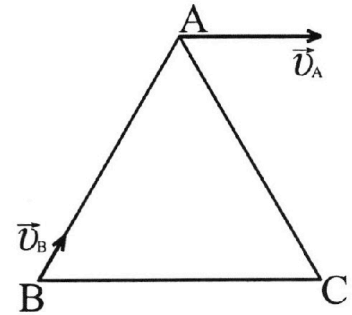
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 τ 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.

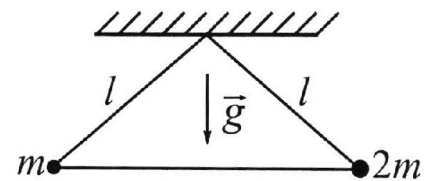
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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/с². 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_{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 α 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/с².

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



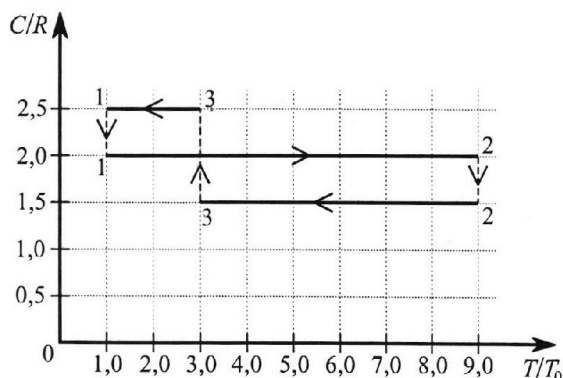
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

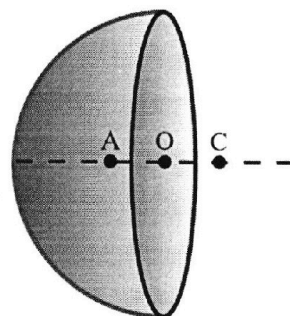


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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/с², 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 электрической 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 большем по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_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 поляризац ией 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!

$$\vec{v}_1' \perp R, \text{ т.к. } \angle + \frac{\angle}{2} = 90^\circ$$

$$a_g = \frac{v_1'^2}{R}$$

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

$$\underline{\underline{R = F = m a_g = \frac{m v_1'^2}{R} = \frac{m v_0^2}{R} = \frac{m v_0^2 \cdot 3}{\sqrt{3} a} = \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 3 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4} =$$

$$= 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{144 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} \text{ Н}}}$$



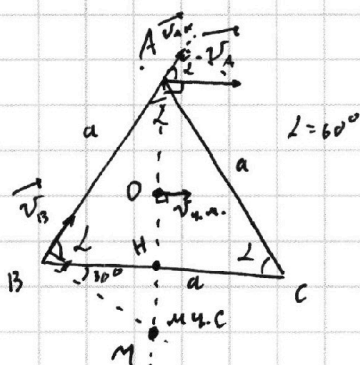
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



№ 1

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

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

Используя мгновенный центр скоростей найдем ходы плоского вектора скорости центра масс. (центр масс m_1 и m_2 - точка перес. его медиан)

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

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

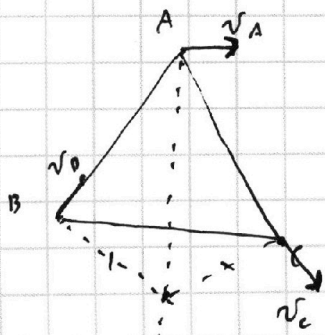
$$OM = r_{cm}, \quad MA = r_A$$

CO: центр масс

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

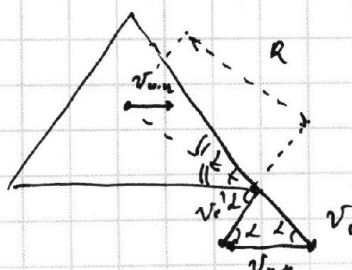
$$\tau = \frac{2\pi R}{v_A'} = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} a}{\frac{1}{2} v_A} = \frac{2\pi \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot a}{3 \cdot 2 v_A} = \frac{4\sqrt{3} \pi a}{3 v_A} = \frac{4 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot 0,4}{3 \cdot 0,8} = \frac{4\sqrt{3} \pi}{3} \text{ сек}$$

3)



$$\Rightarrow v_C = v_B$$

CO: центр масс



v_C' = скорость точки C в CO центра масс

$$v_{cm} = \frac{1}{2} v_A = v_B = v_C \Rightarrow |\vec{v}_C| = |\vec{v}_{cm}| \quad |\vec{v}_C| = |\vec{v}_{cm}| = |\vec{v}_C'|$$



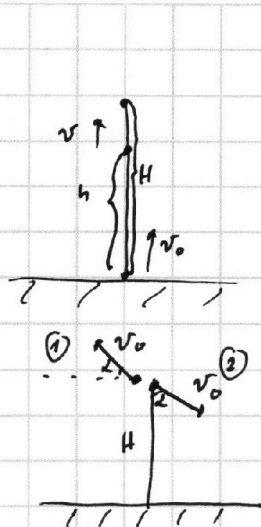
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



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

$$|v| = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{320}{2 \cdot 10} = 16 \text{ м}$$

Оба объекта будут разлетаться с одной скоростью v_0 , при этом векторы нач. ск-сти будут находиться на одной прямой и будут противоположно направлены, что следует из закона сохранения импульса.

$$1) 0 = H + v_0 \sin \angle t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$2) 0 = H - v_0 \sin \angle t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

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

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

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

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

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

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

вспомогательные функции можно получить макс. значения. Максимум будет достигнут при $\angle = 45^\circ$, 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.

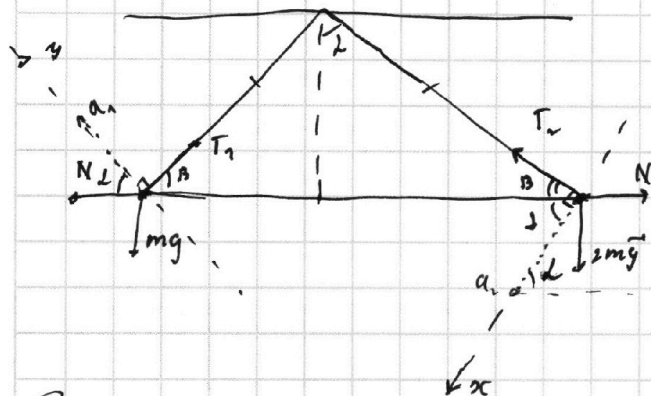


СТРАНИЦА

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!

№ 3



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

2 шаг:

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

1 шаг:

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

$$a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \alpha \quad - \text{проекция ускорений на стержень равна}$$

$$a_2 = a_1 = a$$

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

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

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

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

$$N = T = 2mg \sin \alpha - 2m \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{4}{3} mg \sin \alpha = \frac{4}{3} \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,8 = \frac{4}{3} \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 4 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 1,2 \cdot 0,8 = \underline{\underline{0,96 \text{ Н}}}$$



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 пост. теплоемкостью, по этому с помощью ур-ния для политропы. к-са будем почитать какой именно процесс.

1) 1-2 процесс $c = 2R$

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

$$pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow \text{процесс: } p = 2V$$

$$V = \frac{2RT}{p} \Rightarrow p = 2 \frac{2RT}{p} \Rightarrow p \sim \sqrt{2RT}$$

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

2) 2-3 процесс: $c = 1,5R$ - изохора

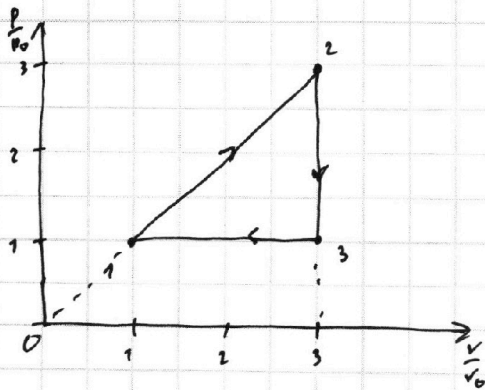
$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow p_3 = \frac{T_3 p_2}{T_2} =$$

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

3) 3-1 процесс: $c = 2,5$ - изобара

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

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



Работу считаем как м-ф, площадь цикла.

$$A_1 = 2V_0 \cdot 2p_0 \cdot \frac{1}{2} = 2V_0 p_0 = 20R T_0 =$$

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

$$A_n^* = \frac{A_1}{2} N = \frac{A_1}{2} \cdot 20 = 10 A$$

$$A_n = mgH \Rightarrow H = \frac{A_n}{mg} = \frac{10 A}{mg} = \frac{A_1}{m} = \frac{24930}{400} = 62,325 \text{ м}$$



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.

☐☐☐☐☒☐☐

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:

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

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

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

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

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

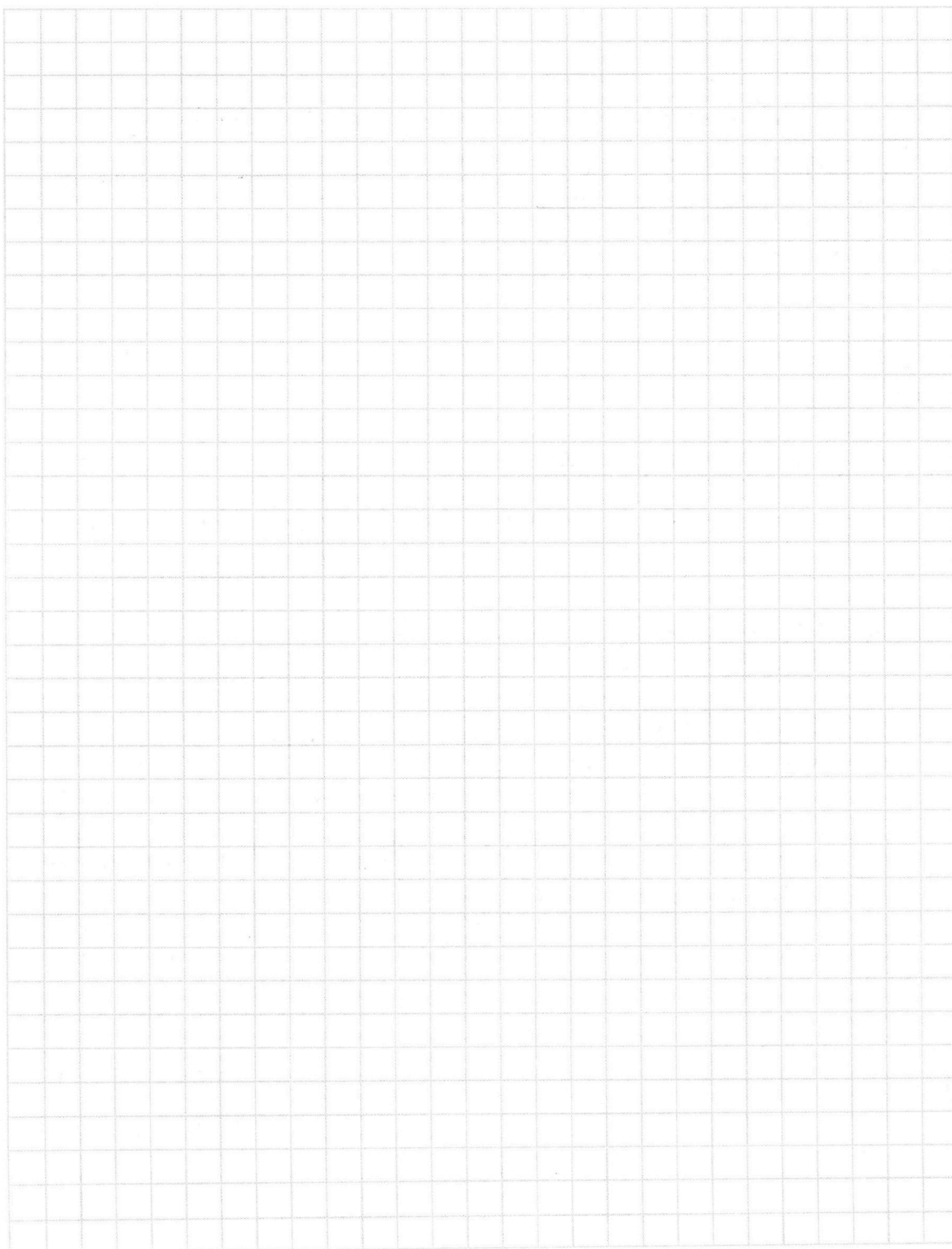


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

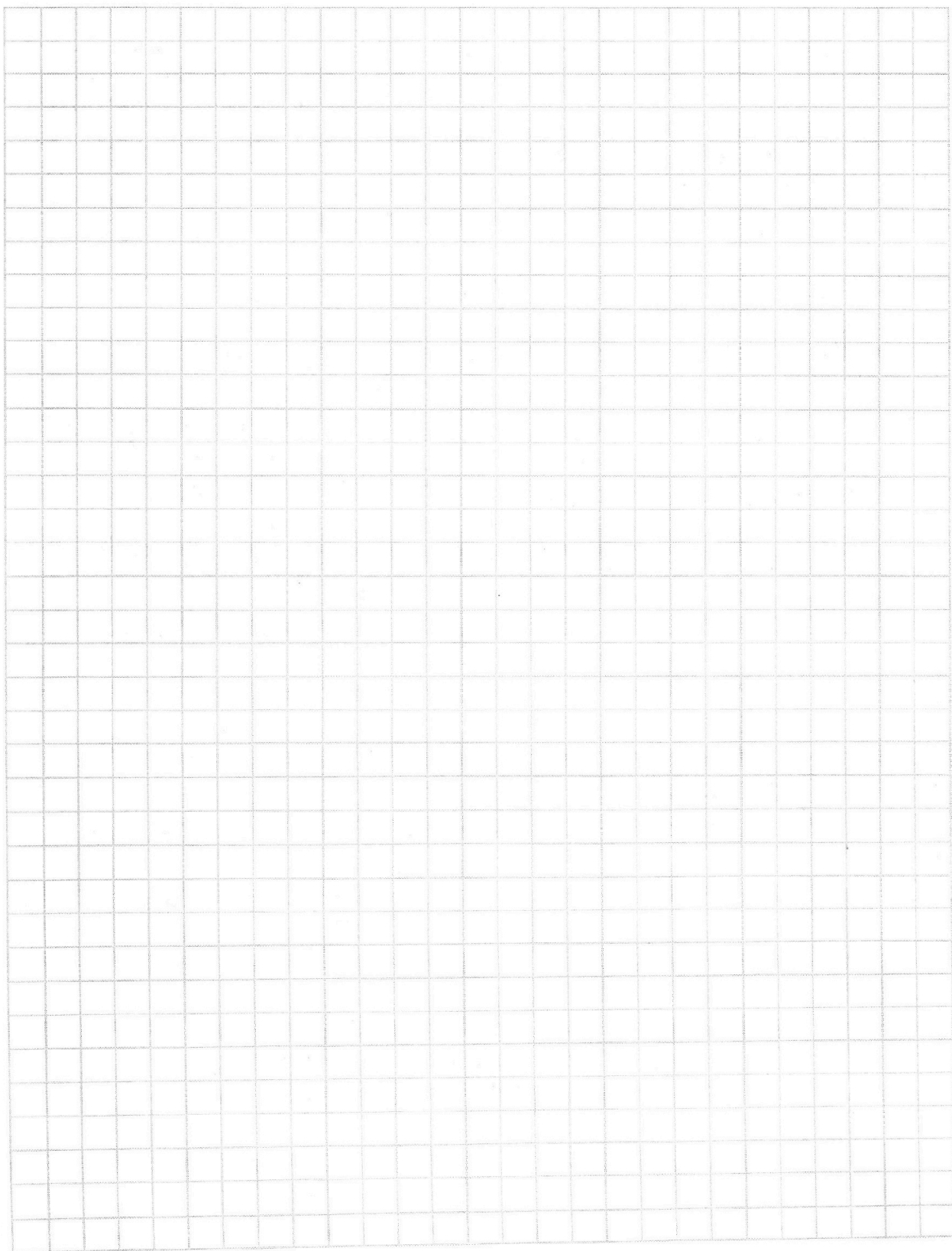
5
☐

6
☐

7
☐

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
☐

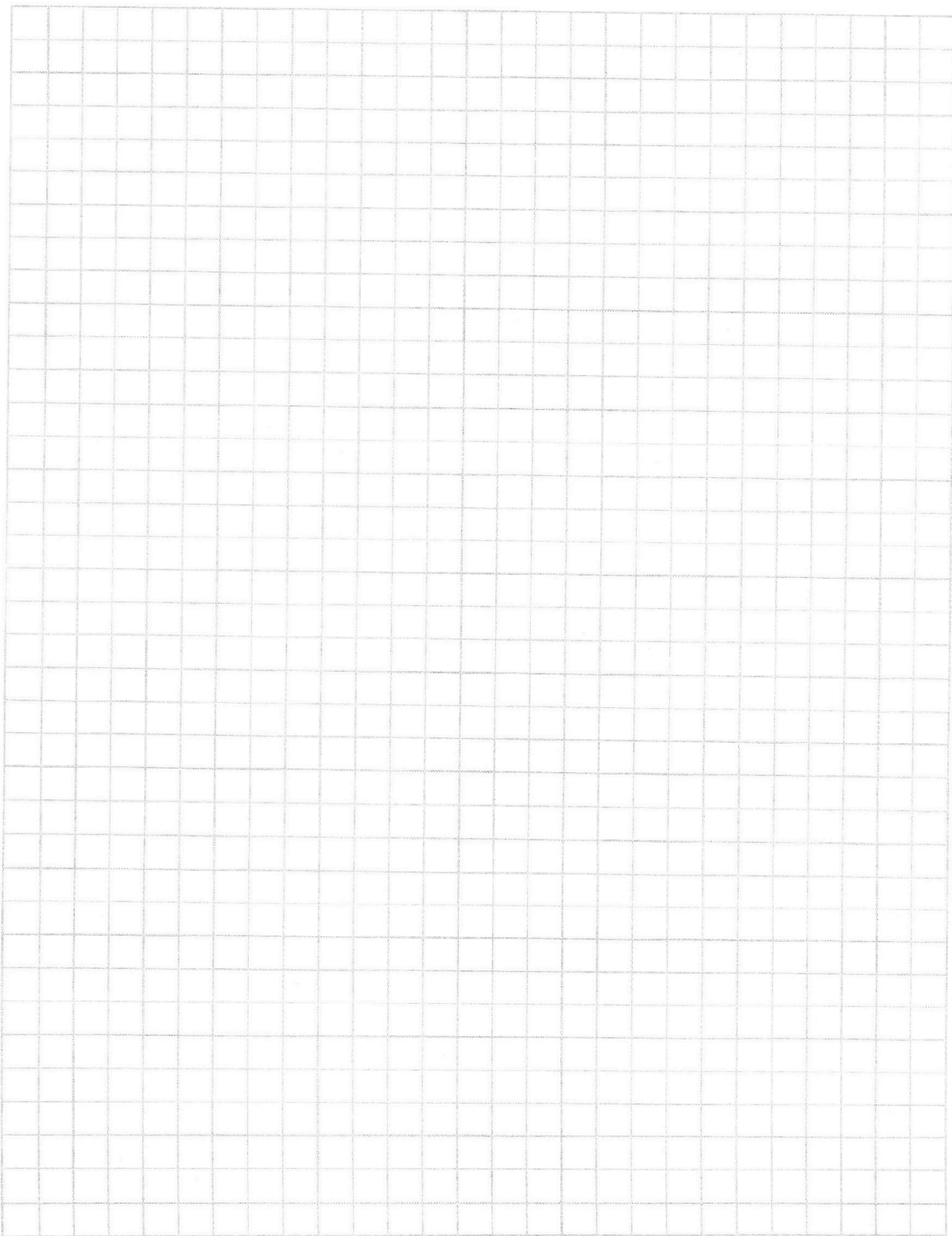
5
☐

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!



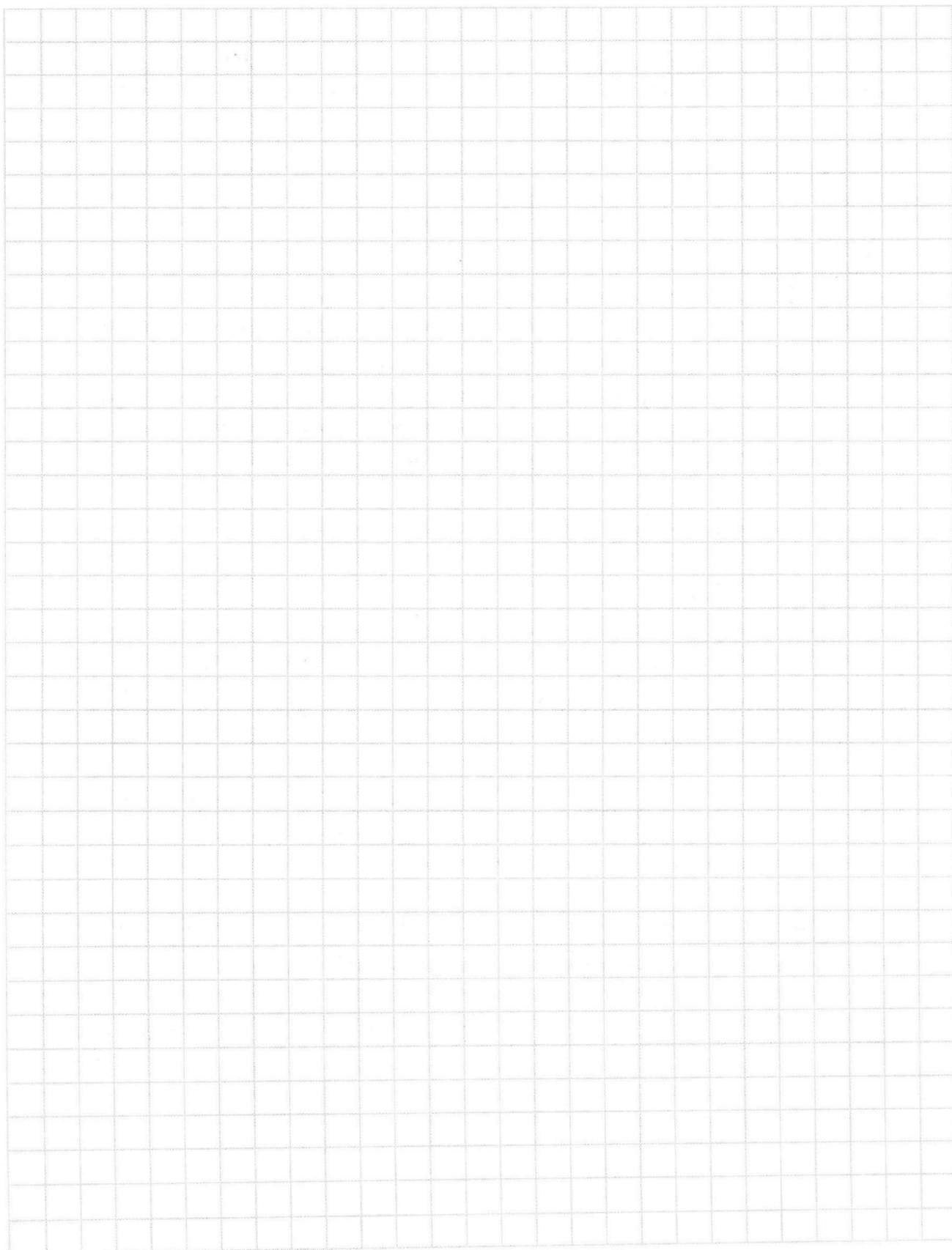


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

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

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

$$p V^\gamma$$

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

$$\text{моль } 1-3 : c = 2,5 R :$$

$$: n =$$

$$c_p = 2,5$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

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

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

- изобар

изобар

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$2) 1-2$$

$$c = 2 R$$

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

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

$$2-3$$

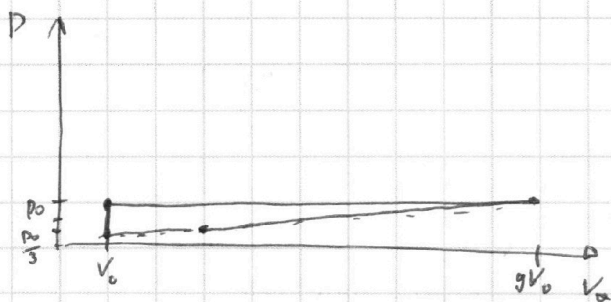
$$3) 2-3 - c = 1,5$$

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

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

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

- изохор



$$\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{3}$$

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

$$p \propto V$$

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

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

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

$$p \propto \sqrt{T}$$

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

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

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

$$p \propto \sqrt{\nu R T}$$



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!

$$0 = 2H +$$

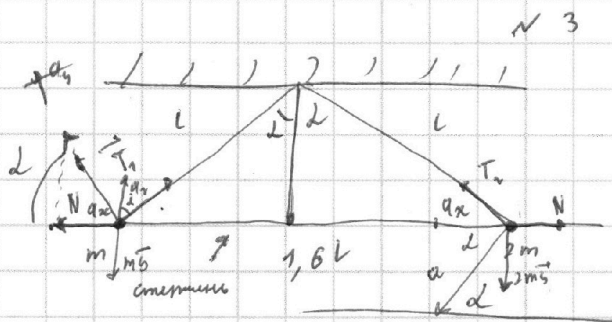
$$0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} +$$

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

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

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

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



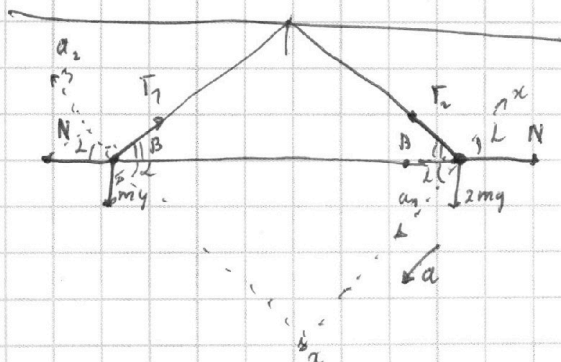
1 шаг

$$ma_x = N - T_1 \sin \alpha$$

$$ma_y = T_1 \cos \alpha - mg$$

$$2ma_x = T_2 \sin \alpha - N$$

$$2ma_x$$



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

$$\sin \alpha = \frac{0.8}{1} = 0.8$$

$$N = \frac{2mg \sin \alpha - 2ma}{\cos \alpha} = \frac{2mg \sin \alpha - \frac{2}{3}g \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{4}{3}mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4}{3} \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

2 шаг

$$2ma_1 = 2mg \cos \beta - N \cos \alpha$$

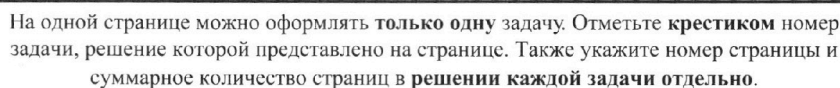
$$ma_2 = N \cos \alpha - mg \cos \beta$$

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

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

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

$$3ma = mg \sin \alpha$$



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!



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

$$v_{n+13} = v_{n+1}$$

$\angle = 000^\circ$

$$v_B = v_A \cos 2 \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos 1} = \frac{0,4}{0,8} = 0,8 \frac{m}{s}$$

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

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

$$r_{\text{max}} = r_y + \frac{r}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

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

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{v_{um}}{v_{lu}} \Rightarrow v_{um} = \frac{v_A v_{lu}}{v_B} = \frac{\sqrt{3} R}{2 \sqrt{3} R} v_A = \frac{1}{2} v_A$$

CO: center mass)

$$v_A' = v_A - v_{u,u} = \frac{1}{2} v_A$$

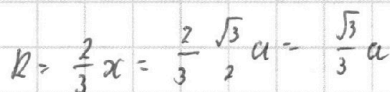
$$\Gamma = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{3} \alpha}{\frac{1}{2} v_A} = \frac{2 \cdot 2\pi \cdot 2\alpha}{3 v_A} = \frac{8\pi \alpha}{3 v_A} = \frac{8\pi \cdot 0,4}{3 \cdot 0,1} = 33,5$$

✓ 3

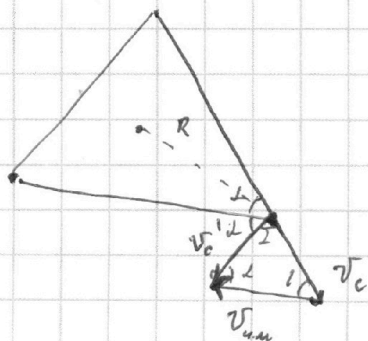
$$ma = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{117}{134} = \tan 30^\circ \Rightarrow$$

15M = B18 1920⁰⁰



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



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

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



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!

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

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

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

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

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

$5 t_1^2 - \sqrt{320} \sin \angle t_1 - 16 = 0$
 $D = 320 \sin^2 \angle + 5 \cdot 4 \cdot 16 = 320 \sin^2 \angle + 320 = 320 (1 + \sin^2 \angle)$
 $t_1 = \frac{\sqrt{320} \sin \angle \pm \sqrt{320 (1 + \sin^2 \angle)}}{10} = \frac{\sqrt{320} \sin \angle \pm \sqrt{320} \sqrt{1 + \sin^2 \angle}}{10} = \frac{\sqrt{320} (\sin \angle \pm \sqrt{1 + \sin^2 \angle})}{10}$
 $t_2 = \frac{-\sqrt{320} \sin \angle + \sqrt{320} \sqrt{1 + \sin^2 \angle}}{10} = \frac{\sqrt{320} (-\sin \angle + \sqrt{1 + \sin^2 \angle})}{10} v_0 \cos \angle$

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

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

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



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
☐

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!

25

302:

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

$$E_{k\phi} + E_{g-u} = E_L$$

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

$$h$$
$$E_{g-u} = \frac{kQq}{R}$$

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



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

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

$$c = 2R$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5}{0,5} = -1$$

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

$$R p = \gamma V$$

$$V = \frac{2R\gamma}{p} \quad p = \gamma \frac{2R\gamma}{p}$$

$$p \sim \sqrt{RT}$$

$$p \sim \sqrt{RT}$$

$$\frac{p_2}{p_0} \sim \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{9} = 3$$

2) 2-3

$$c = 1,5$$

- изохора

$$V = \text{const}$$

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

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

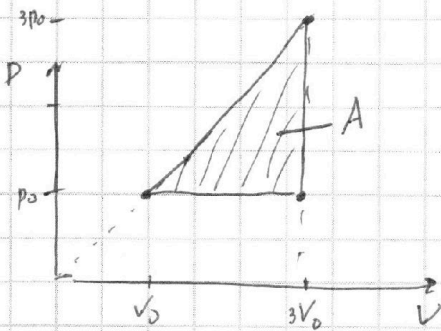
3) 3-1

$$c = 2,5$$

изобара

$$p = \text{const}$$

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



$$\frac{8,31}{3} = 2,77$$

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

$$mgH = A$$

$$\Rightarrow H = \frac{10 A}{mg} = \frac{A}{m} = \frac{24,93}{400} =$$

$$\begin{array}{r} 2493 \overline{) 40} \\ 240 \\ \hline 93 \\ - 80 \\ \hline 130 \\ 100 \\ \hline 300 \\ 200 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2493 \overline{) 40} \\ 240 \\ \hline 93 \\ - 80 \\ \hline 130 \\ 100 \\ \hline 300 \\ 200 \\ \hline 100 \end{array}$$