

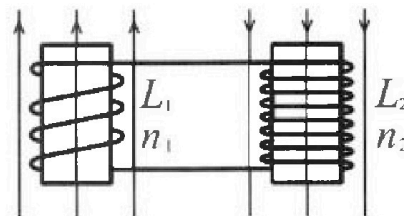
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

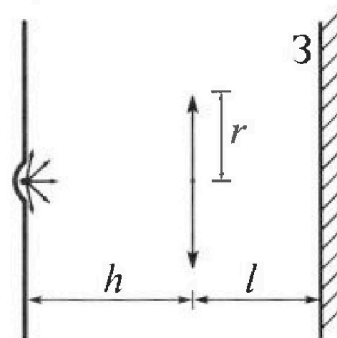


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало Z . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



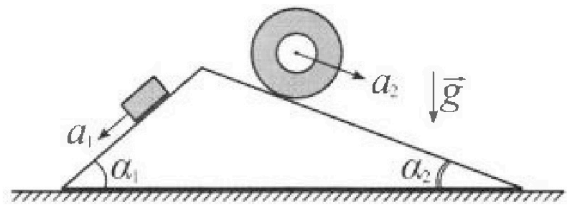
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

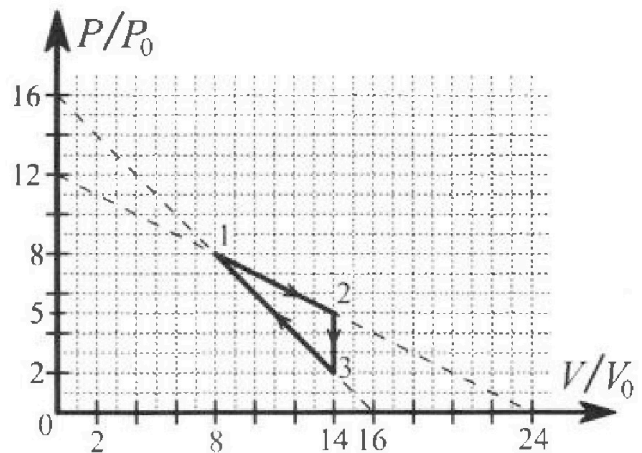


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

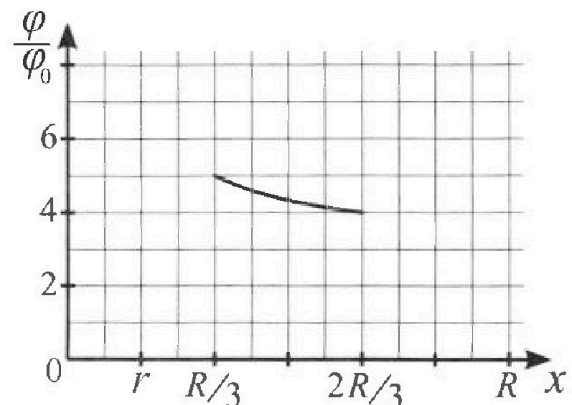
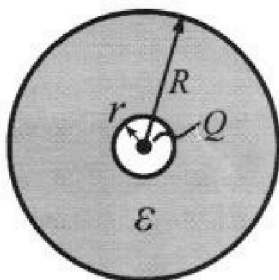
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





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

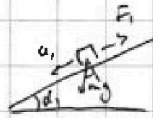
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Задача №1

Два груза 1 и 2 движутся по наклонной плоскости:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$



$$F_1 = mg \frac{3}{5} - mg \frac{4}{5}$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \frac{3}{5} - m \frac{6}{15} g = mg \frac{39-30}{65} = \frac{9}{65} mg$$

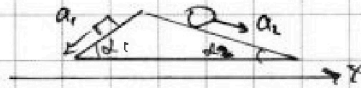
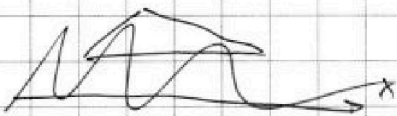
По закону сохранения момента импульса для цилиндра относительно его центра масс

$$2ma_2 \cdot R = F_2 \cdot R \Rightarrow F_2 = 2ma_2 = \frac{1}{2} mg$$

В горизонтальном направлении на систему действует

только сила трения между цилиндром и столом. \Rightarrow изменение проекции на ось

импульса системы $\Rightarrow F_3 \cdot \Delta t$



$$2m \cdot a_2 \cdot \cos \alpha_2 - ma_1 \cdot \cos \alpha_1 = F_3 \cdot \Delta t$$

$$F_3 = 2ma_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1 = 2m \frac{g}{4} \cdot \frac{12}{13} - m \frac{6}{15} g \frac{4}{5} = \left(1 - \frac{4}{5}\right) \frac{6}{13} mg =$$

$$= \frac{6}{65} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{1}{2} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{65} mg$



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!

Задача 2

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (80 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) = 9 p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 \cdot 6 V_0 = 9 p_0 V_0 \text{ (как площадь чика на графике)}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$$

Найдем V , при котором 1 процессе $1 \rightarrow 2$ была максимальная температура.

В процессе $1 \rightarrow 2$ $p = 12 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0$ (по линейной зависимости, из графика).

$$U_{12} = \frac{3}{2} p V \Rightarrow dU_{12} = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{3}{2} (12 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0) dV + \frac{3}{2} V (-\frac{p_0}{2 V_0} dV) = 18 p_0 dV - \frac{3 V dV p_0}{2 V_0} = 3 p_0 dV (6 - \frac{V}{2 V_0})$$

Температура максимальна, когда $dU_{12} = 0 \Rightarrow 6 - \frac{V}{2 V_0} = 0 \Rightarrow V = 12 V_0$

Из графика $p_0 \Rightarrow p = 6 p_0$

$$6 p_0 \cdot 12 V_0 = 3 R T_{2 \max}$$

$$p_3 \cdot V_3 = 2 p_0 \cdot 14 V_0 = 3 R T_3 \Rightarrow \frac{T_{2 \max}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{2 \cdot 14} = \frac{18}{7}$$

$$Q_{12} = A_{12} + U_{12} \Rightarrow dQ_{12} = dA_{12} + dU_{12}$$

$$dA_{12} = \frac{1}{2} (p + dp) dV = \frac{1}{2} p dV + \frac{1}{2} p dV = p dV$$

$$dQ_{12} = 2 p dV + \frac{3}{2} V dp = 2 (12 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0) dV + \frac{3}{2} V (-\frac{p_0}{2 V_0} dV) =$$

$$= 24 p_0 dV - \frac{V p_0 dV}{V_0} - \frac{3}{4} \frac{V p_0 dV}{V_0} = 24 p_0 dV - \frac{7}{4} \frac{V p_0 dV}{V_0} =$$

$$= p_0 dV (24 - \frac{7V}{4 V_0}) \Rightarrow V = \frac{24 \cdot 4}{7} V_0 = \frac{96}{7} V_0 < 14 V_0$$

На участке $1 \rightarrow 2$ тепло подводится от состояния 1 до момента, когда объем достигнет $V = \frac{96}{7} V_0$ Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$

$$2) \frac{T_{2 \max}}{T_3} = \frac{18}{7}$$



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!

Задача 3

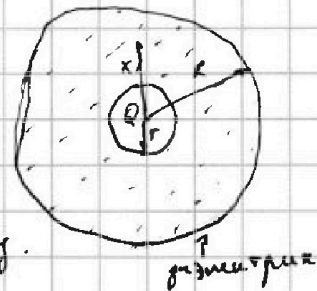
Потенциал внутренней поверхности диэлектрика $\varphi_r = \frac{kQ}{r}$

В отсутствие диэлектрика разность потенциалов между точками на расстояниях x и r от точечного заряда составила $\Delta\varphi$

$$\Delta\varphi'_{r \rightarrow x} = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{r} = kQ \frac{r-x}{xr}$$

Диэлектрик ослабляет напряженность поля

внутри себя в ϵ раз, поэтому с диэлектриком эта разность потенциалов такая же уменьшится в ϵ раз.



$$\Delta\varphi_{r \rightarrow x} = \frac{1}{\epsilon} \Delta\varphi'_{r \rightarrow x} = \frac{kQ(r-x)}{\epsilon xr}$$

Тогда потенциал поля внутри диэлектрика на расстоянии x от центра равен $\varphi = \Delta\varphi_{r \rightarrow x} + \varphi_r = \frac{kQ(r-x)}{\epsilon xr} + \frac{kQ}{r} = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$ ($x \in [r; R]$)

С помощью графика понимаем, что $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{5}{4} \varphi\left(\frac{2R}{3}\right)$ и $r = \frac{R}{6}$

$$4 \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5 \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) \Rightarrow 4 kQ \left(\frac{1}{\epsilon \frac{R}{3}} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{\frac{R}{6}} \right) = 5 \left(\frac{1}{\epsilon \frac{2R}{3}} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{\frac{R}{6}} \right) kQ$$

$$\Rightarrow 4 \cdot \frac{3}{\epsilon R} + 4 \frac{6(\epsilon-1)}{\epsilon R} = 5 \frac{3}{\epsilon R} + 5 \frac{6(\epsilon-1)}{\epsilon R} \Rightarrow 12 + 24\epsilon - 24 = 7.5 + 30\epsilon - 30$$

$$\Rightarrow 6\epsilon = 19.5 \Rightarrow \epsilon = \frac{13}{12}$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\epsilon \frac{5R}{6}} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r} = \frac{6kQ}{5\epsilon R} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$$

Ответ: 1) $\frac{6kQ}{5\epsilon R} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$

2) $\epsilon = \frac{13}{12}$

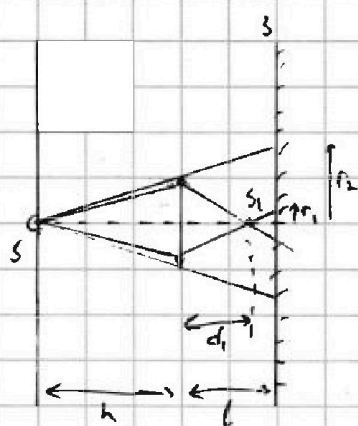


1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача ~ 5



S_1 - источник S
Изображение источника S_1 линзы находится на расстоянии f_1 от оптического центра!

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{h} \Rightarrow f_1 = \frac{h}{2}$$

Линза "заслоняет" собой круглый участок зеркала радиусом r_2 , найдем r_2 из подобия треугольников

$$\frac{r_2}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{\frac{5}{3}h}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow r_2 = \frac{5}{3}r = \frac{25}{3} \text{ см}$$

Свет, не проходящий через линзу, беспрерывно освещает зеркало.

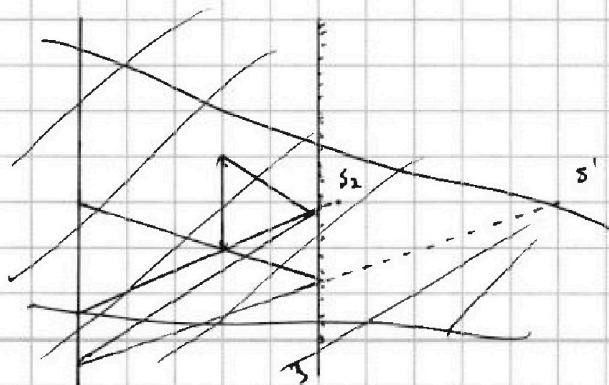
Свет, преломляемый линзой, освещит круглый пятно радиусом r_1 .

$$\frac{r_1}{r} = \frac{L-d_1}{d_1} = \frac{\frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h}{\frac{1}{2}h} = \frac{\frac{1}{6}h}{\frac{1}{2}h} = \frac{1}{3} \Rightarrow r_1 = \frac{1}{3}r = (\text{тоже из подобия}) = \frac{5}{3} \text{ см}$$

Тогда площадь не освещенной участка зеркала равна

$$S_{\text{зер}} = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \left(\frac{25^2}{9} - \frac{5^2}{9} \right) \pi = \frac{625-25}{9} \pi = \frac{200}{9} \pi \text{ см}^2$$

Пусть S_2 - изображение S_1 в зеркале, S_3 - изображение S_2 в линзе, S' - изображение S (исходного источника) в зеркале



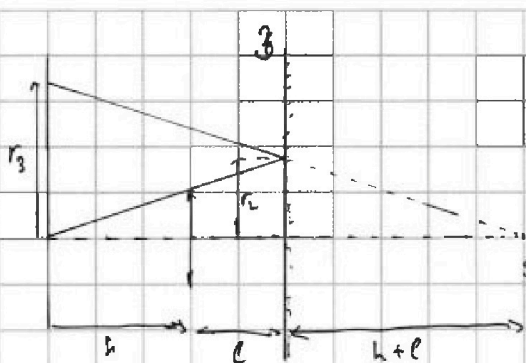
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

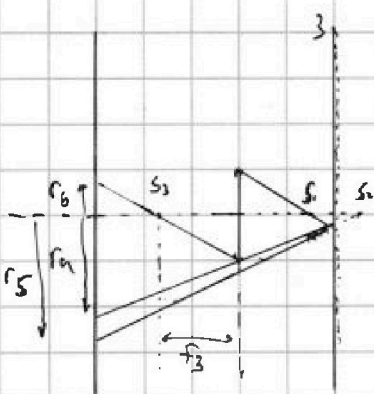
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



~~3) Прямой~~ ^{линза} Не преломляющий свет, отражается в зеркале, охватывает $\pi\alpha$, кроме круга радиусом r_3

$$\frac{r_3}{r_2} = \frac{2(h+l)}{h+l} = 2$$

$$r_3 = 2r_2 = \frac{50}{3} \text{ см}$$



~~4) Прямой~~ ^{линза} Преломляющий свет после отражения от дужки можно разделить на 2 потока: тот, который преломляется в линзе еще раз, и тот, который не проходит через линзу ~~вправо~~ во второй раз.

Свет, преломляющийся дважды, охватывает конус (радиусы r_4 и r_5 , их найдешь там же у породе)

$$\frac{r_5}{r_1} = \frac{h+l+(l-d_1)}{l-d_1} = \frac{h+\frac{2}{3}h+\frac{2}{3}h-\frac{h}{2}}{\frac{2}{3}h-\frac{h}{2}} = \frac{\frac{11}{6}h}{\frac{1}{6}h} = 11$$

$$r_5 = 11r_1 = \frac{55}{3} \text{ см}$$

$$\frac{r_4}{r} = \frac{\frac{11}{6}h}{l+l-d_1} = \frac{\frac{11}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5} \Rightarrow r_4 = \frac{11}{5}r = 11 \text{ см}$$

Заметим, что $r_5 > r_3 > r_4 \Rightarrow$ поверхность α ^{стен} перед нами круга радиусом r_4 , охватена.

Найдем отношение S_3 : $\frac{1}{\frac{5h}{6}} + \frac{1}{\frac{h}{3}} = \frac{3}{h} \Rightarrow F_3 = \frac{5h}{9}$

Свет, преломляющийся дважды, охватит круг радиусом r_6

$$\frac{r_6}{r} = \frac{h-\frac{5h}{9}}{\frac{5h}{9}} = \frac{4}{5} \Rightarrow r_6 = \frac{4}{5}r = 4 \text{ см}$$

Площадь наименьшей ~~и~~ ^{стен} - площадь кольца ~~с~~ радиусами r_6 и r_4 ($r_6 < r_4$): $S_{\text{ст}} = \pi(r_4^2 - r_6^2) = \pi(11^2 - 4^2) = 105\pi \text{ см}^2$

Ответ: ~~1) $S_{3\text{оп}} = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2$~~ ~~2) $S_{\text{ст}} = 105\pi \text{ см}^2$~~

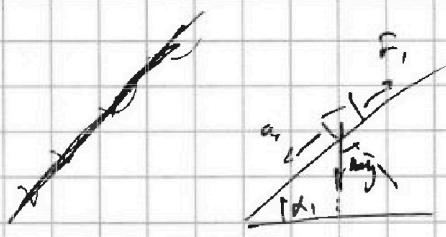


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$\frac{6}{13} \left(1 - \frac{4}{5} \right) = \frac{6}{13 \cdot 5} =$$

$$mg \cdot \sin \alpha - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha - ma_1$$

$$F_1 = mg \frac{3}{5} - mg \frac{6}{13}$$

$$F_1 = mg \frac{39 - 30}{65} = mg \frac{9}{65} = \boxed{mg \frac{9}{65}} \quad \text{①}$$



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

$$\Delta E_k + \Delta E_n = A$$

$$2ma_2 v^2$$

$$2ma_2 v^2 - mgh = -F_2 S$$

$$2ma_2 \frac{v^2}{2} - mg \frac{a_2 v^2}{2} \sin \alpha = -F_2 \frac{a_2 v^2}{2}$$

$$2ma_2 \cancel{v^2} = F_2 \cancel{v^2}$$

$$F_2 = 2ma_2 = \frac{mg}{2}$$

$$2ma_2 - 2mg \sin \alpha = -F_2$$

$$4ma_2 - 2mg \sin \alpha = -F_2$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha - 4ma_2 = 2mg \frac{5}{13} - 4m \frac{3}{9}$$

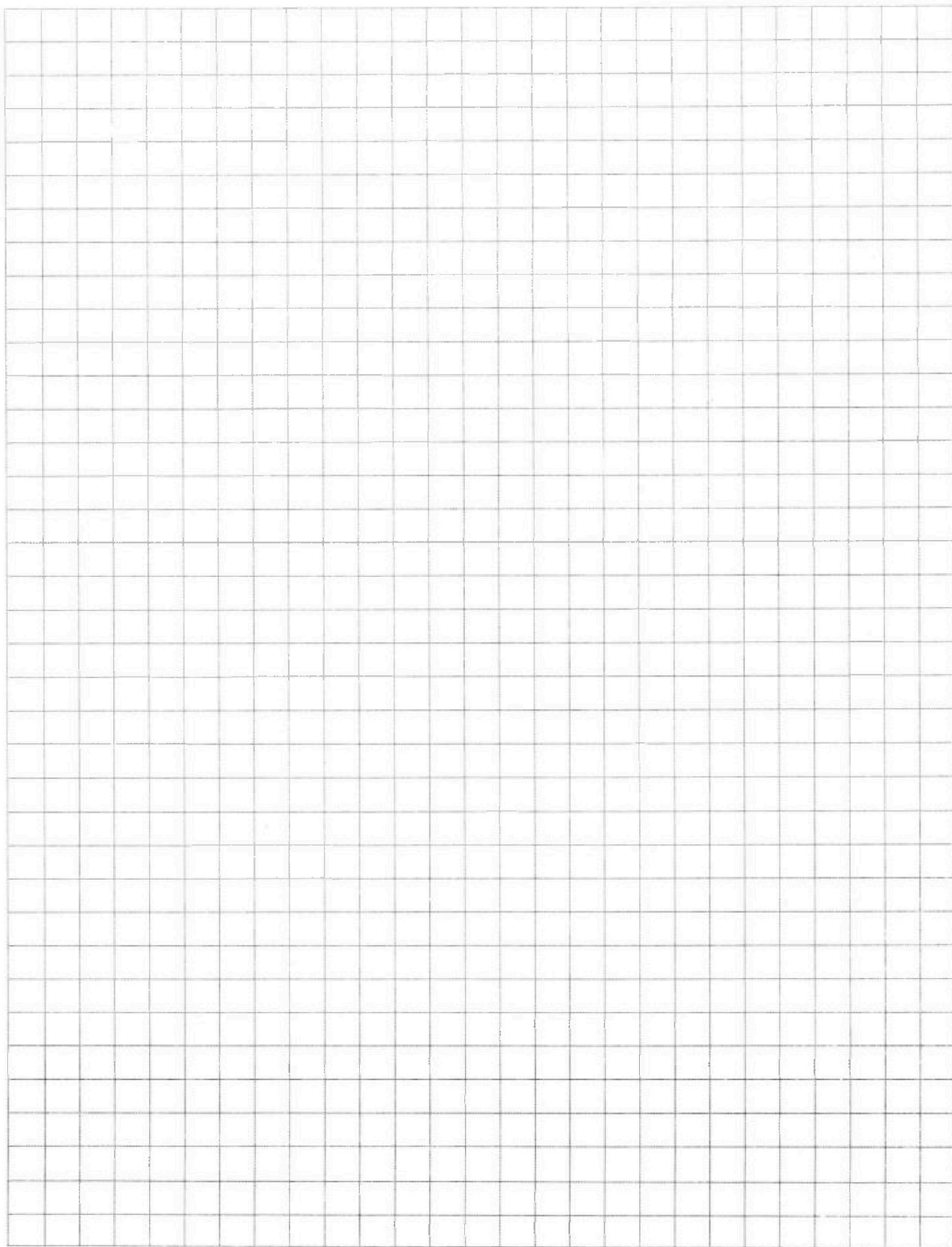


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 \cdot 8V_0 + \frac{3}{2} \cdot 5 p_0 \cdot 14V_0 = \frac{3}{2} (80 - 64) p_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 16 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 3p_0 = 9 p_0 V_0 \quad \left(\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1 \right)$$

1-32: $p = 12 p_0 - \frac{V}{2V_0} p_0$

$$dU_{12} = \frac{3}{2} p V = \frac{3}{2} p dV + \frac{1}{2} V dp = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$= \frac{3}{2} \left(12 p_0 - \frac{V}{2V_0} p_0 \right) dV + \frac{1}{2} V \left(- \frac{p_0}{2V_0} dV \right)$$

$$dp = d \left(12 p_0 - \frac{V}{2V_0} p_0 \right) = - \frac{dV}{2V_0} p_0 = - \frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$dU_{12} = 18 p_0 dV - \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot \frac{V p_0 dV}{2V_0} = 18 p_0 dV - \frac{3 p_0 dV \cdot V}{2V_0} = 3 p_0 dV \left(6 - \frac{V}{2V_0} \right)$$

~~для~~ $dU_{12} < 0$ при $V > 12 V_0$

Условие при $V_0 = 12$

$$2 p_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_{12 \text{ макс}} = \frac{6 p_0 \cdot 12 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{12 \text{ макс}}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{28} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 7 \cdot 2} = \frac{18}{7}$$

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!

В вакууме поле $\epsilon \mu_0 \rightarrow \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$

На поверхности пол-ти диэлектрика $\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$

~~$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$~~
 ~~$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$~~

$$\varphi_0 = \varphi_r + \int_r^x E_g dR$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon R^2} dR = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} \Big|_r^x$$

$$\Delta\varphi = \int_r^x E_0 dR = -\frac{kQ}{R} \Big|_r^x = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x}$$

$$\Delta\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{r} = kQ \frac{r-x}{xr}$$

$$\frac{kQ}{r} + \frac{kQ(r-x)}{\epsilon xr} =$$

$$\frac{kQ}{r\epsilon} - \frac{kQ}{r\epsilon} + \frac{kQ}{r} = \frac{kQ}{r\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$$

~~$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$~~

$$\varphi_{0a} = \frac{kQ}{r\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{kQ}{r\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r} = 5\varphi_0$$

$$\frac{\frac{1}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{\epsilon}} = \frac{5}{1}$$

$$\frac{kQ}{r\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r} = 4\varphi_0$$

$$\left(\frac{5}{r\epsilon} + \frac{6(\epsilon-1)}{r\epsilon} \right) \varphi_0 = 5 \left(\frac{1.5}{r\epsilon} + \frac{(\epsilon-1)6}{r\epsilon} \right)$$

$$12 + 24\epsilon - 24 = 7.5 + 30\epsilon - 30$$

$$\frac{24}{2} - 12 - 7.5 + 30 = 26.5$$

$$10 - 7.5 + 19.5 = \frac{21}{2}$$

$$\frac{21}{2} + 6\epsilon \Rightarrow \epsilon = \frac{21}{11}$$

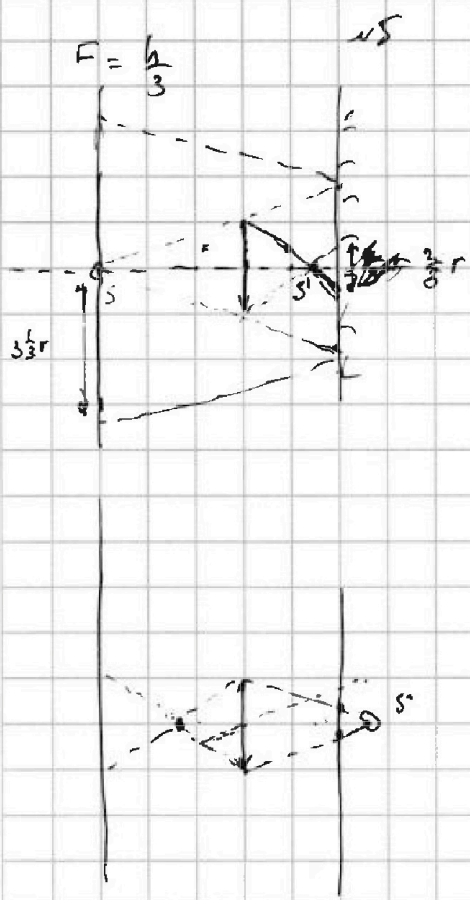


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

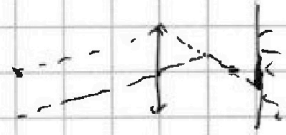


$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{p}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$$

$$f = \frac{h}{2}$$



$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{2}{h}$$

$$\frac{h}{2} + \frac{h}{3} = \frac{5}{3}h$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$f_1 = \frac{5h}{9}$$

~~Case 2~~

$$\frac{E}{2} = \text{charge}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2} \quad \varphi = \frac{kQ}{r}$$

$$\Delta\varphi = \frac{kQ}{r^2} \Delta r$$

$$\int \Delta\varphi = \int \frac{kQ}{r^2} \Delta r = kQ \int \frac{1}{r^2} = -\frac{kQ}{r}$$

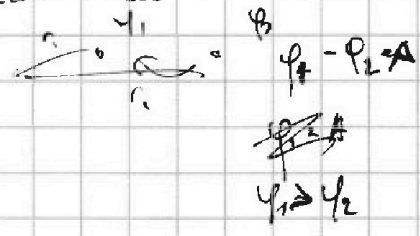
$$\Delta\varphi = E\Delta s$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)' = -\frac{1}{r^2}$$

$$\int \frac{1}{r^2} = -\frac{1}{r}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{kQ}{r}$$



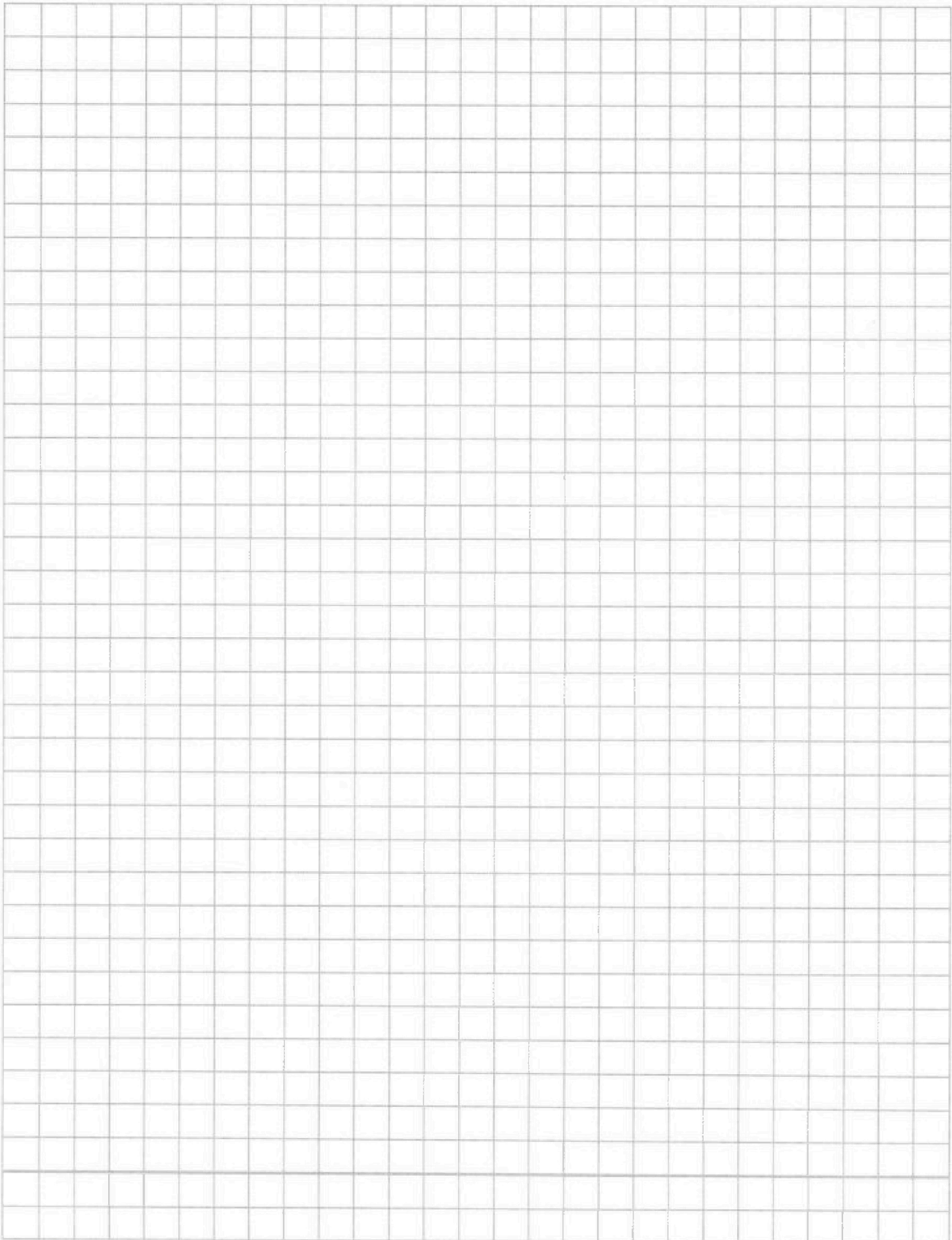


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

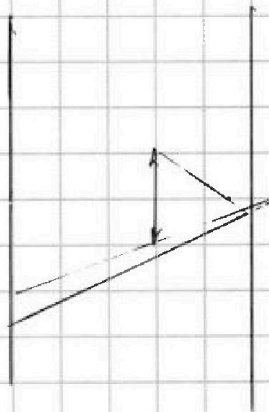
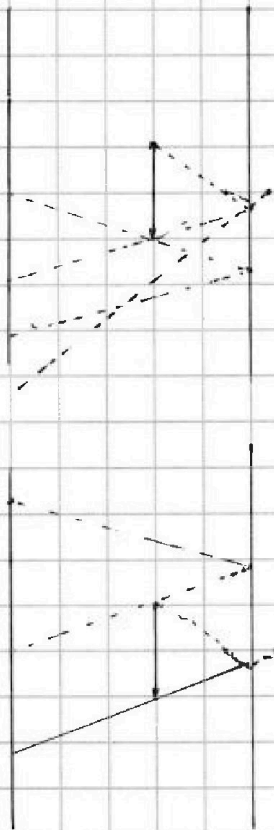


3
25
25
15
225

25
225
25
25

3
25
225
125
50
625

$$\frac{600}{9} = \frac{100}{3}$$



$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_2} = \frac{9}{h}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{95}{5h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$121 - 16 = 2$$

$$= 105$$