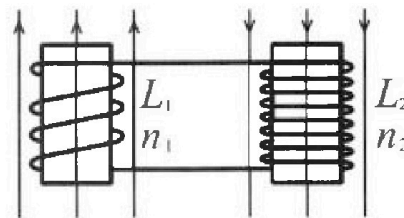


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

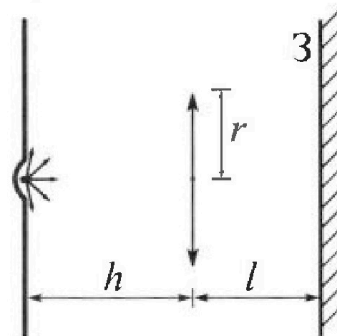
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 скор остью (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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



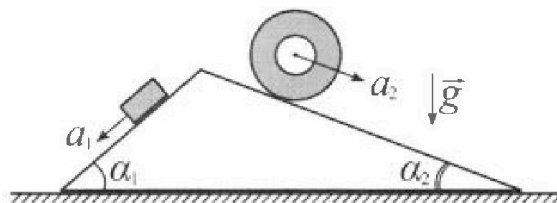
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

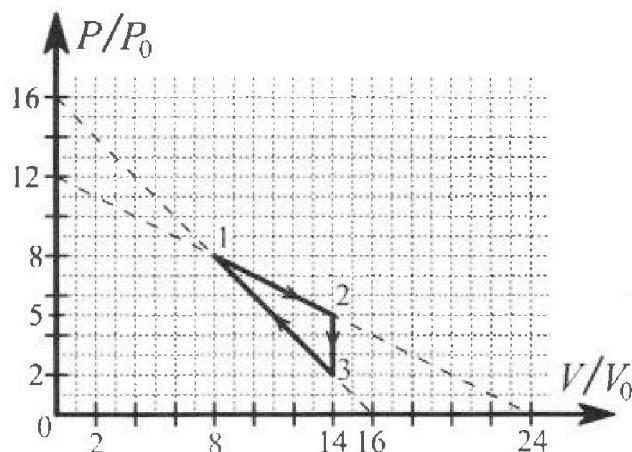


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

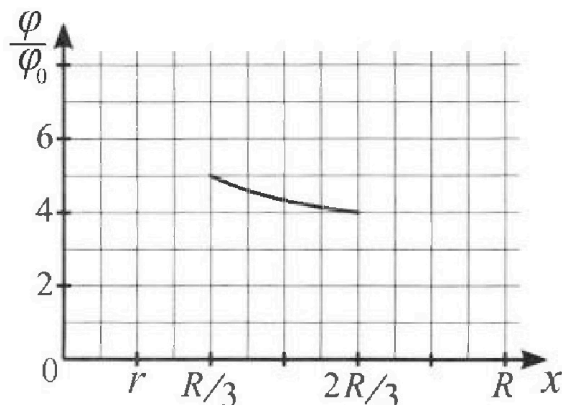
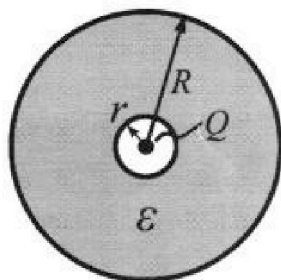
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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

Две пружины 1 пружины на наклонном плоскости:

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



$$F_1 = mg \frac{3}{5} - mg \frac{4}{13}$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \frac{3}{5} - m \frac{6}{13} g = mg \frac{39-30}{65} = \frac{9}{65} mg$$

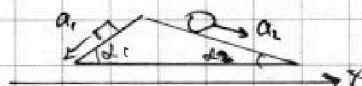
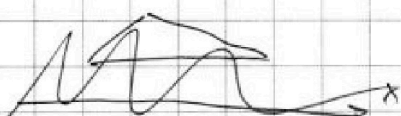
По закону сохранения момента импульса для цилиндра относительно его центра масс

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

В горизонтальном направлении на систему действует

только сила трения между цилиндром и столом. $\Rightarrow$ изменение импульса системы ор. $\Rightarrow F_3 \cdot \Delta t$

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



$$2ma_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1 = F_3 \cdot \Delta t$$

$$F_3 = 2ma_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1 = 2m \frac{g}{4} \cdot \frac{12}{13} - m \frac{6}{13} g \frac{4}{5} = \left(1 - \frac{4}{5}\right) \frac{6}{13} mg = \frac{6}{65} mg$$

$$\text{Ответ: } 1) F_1 = \frac{9}{65} mg$$

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

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



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

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (8 p_0 V_0 - 6 p_0 V_0) = 9 p_0 V_0$$

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

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

Найдем V , при котором в 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).

$$U_{12} = \frac{3}{2} p V \Rightarrow dU_2 = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{3}{2} (12 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0) dV + \frac{3}{2} V (-\frac{p_0}{2 V_0} dV) = 18 p_0 dV - \frac{3 V dV p_0}{2 V_0} = 3 p_0 dV (6 - \frac{V}{2 V_0})$$

Температура максимальна, когда $dU_2 = 0 \Rightarrow 6 - \frac{V}{2 V_0} = 0 \Rightarrow V = 12 V_0$

Из графика тоже $\Rightarrow p = 6 p_0$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} dQ_{12} &= 2 p dV + \frac{3}{2} V dp = 2 (12 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0) dV + \frac{3}{2} V (-\frac{p_0}{2 V_0} dV) = \\ &= 24 p_0 dV - \frac{V p_0 dV}{V_0} - \frac{3}{4} \frac{V p_0 dV}{V_0} = 24 p_0 dV - \frac{7}{4} \frac{V p_0 dV}{V_0} = \\ &= p_0 dV (24 - \frac{7V}{4 V_0}) \Rightarrow V = \frac{24 \cdot 4}{7} V_0 = \frac{96}{7} V_0 < 14 V_0 \end{aligned}$$

На участке $1 \rightarrow 2$ тепло поглощается 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 также уменьшится в ε раз.

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow 6\varepsilon = 19.5 \Rightarrow \varepsilon = \frac{41}{12}$$

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

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

2) $\varepsilon = \frac{41}{12}$



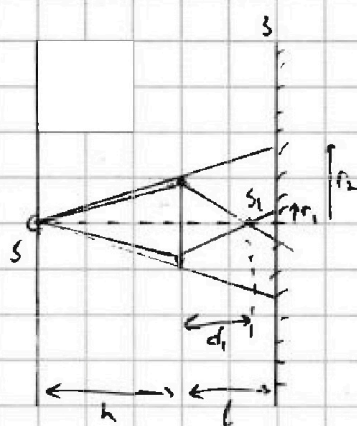
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача ~ 5



S_1 источника S
Изображение источника / линзы на экране
 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.

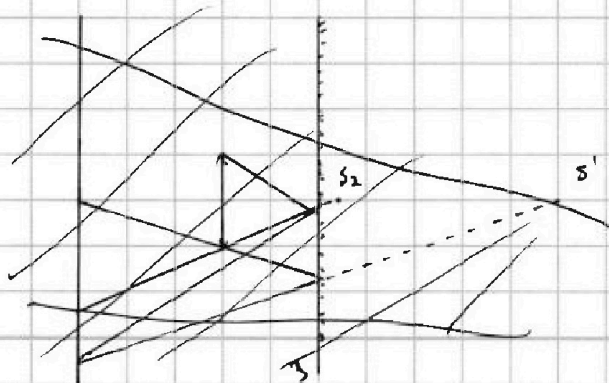
Свет, преломляемый линзой, освещает круглый пятно радиусом r_1 .

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

Тогда площадь неосвещенного участка зеркала равна

$$S_{\text{зер}} = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \left(\frac{25^2}{9} - \frac{5^2}{9} \right) \pi = \frac{625-25}{9} \pi = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

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





1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

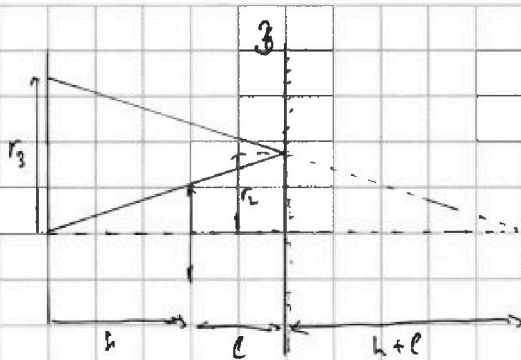
5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

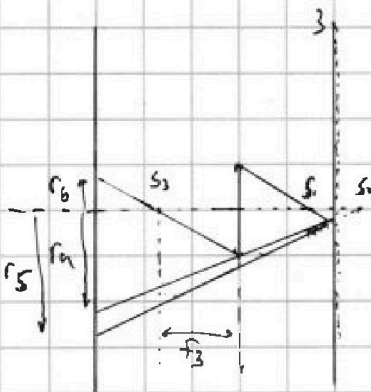
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



минус
~~Не преломленный свет, отражаясь~~
в зеркале, огибает r_3 , кроме круга
радиуса r_3

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

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



Преломленный 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, огибает кольцо
(радиус r_4 и r_5 , их найдем тоже из подобия)

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

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

$$\frac{r_4}{r_1} = \frac{\frac{11}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5} \Rightarrow r_4 = \frac{11}{5}r_1 = 11 \text{ см}$$

Заметим, что $r_5 > r_3 > r_4 \Rightarrow$ поверхность ~~стен~~ δ радиуса r_4 , огибана.

Найдем отношение S_3 : $\frac{1}{\frac{5h}{6}} + \frac{1}{f_3} = \frac{3}{h} \Rightarrow f_3 = \frac{5h}{9}$

Свет, преломляющийся дважды, огибает круг радиуса r_6

$$\frac{r_6}{r_1} = \frac{h-\frac{5h}{9}}{\frac{5h}{9}} = \frac{4}{5} \Rightarrow r_6 = \frac{4}{5}r_1 = 4 \text{ см}$$

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

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

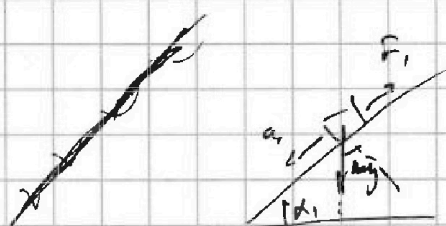


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



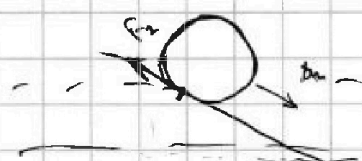
$$\frac{6}{13} \left(1 - \frac{4}{5} \right) = \frac{6}{13 \cdot 5} =$$

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

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

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

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



$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m v^2 = m v^2$$

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

$$\Delta m a_2^2$$

$$\Delta m a_2^2 - mgh = -F_2 S$$

$$2m a_2^2 - 4mg \frac{a_2^2}{2} \sin \alpha_2 = -F_2 \frac{a_2^2}{2}$$

$$2ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = -F_2 \frac{1}{2}$$

$$4ma_2 - 2mg \sin \alpha_2 = -F_2$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 2mg \frac{5}{13} - 4m \frac{5}{9}$$

$$R = R$$

$$R = R = F$$

$$R = R$$

$$2ma_2 R = F_2 R$$

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



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
☐

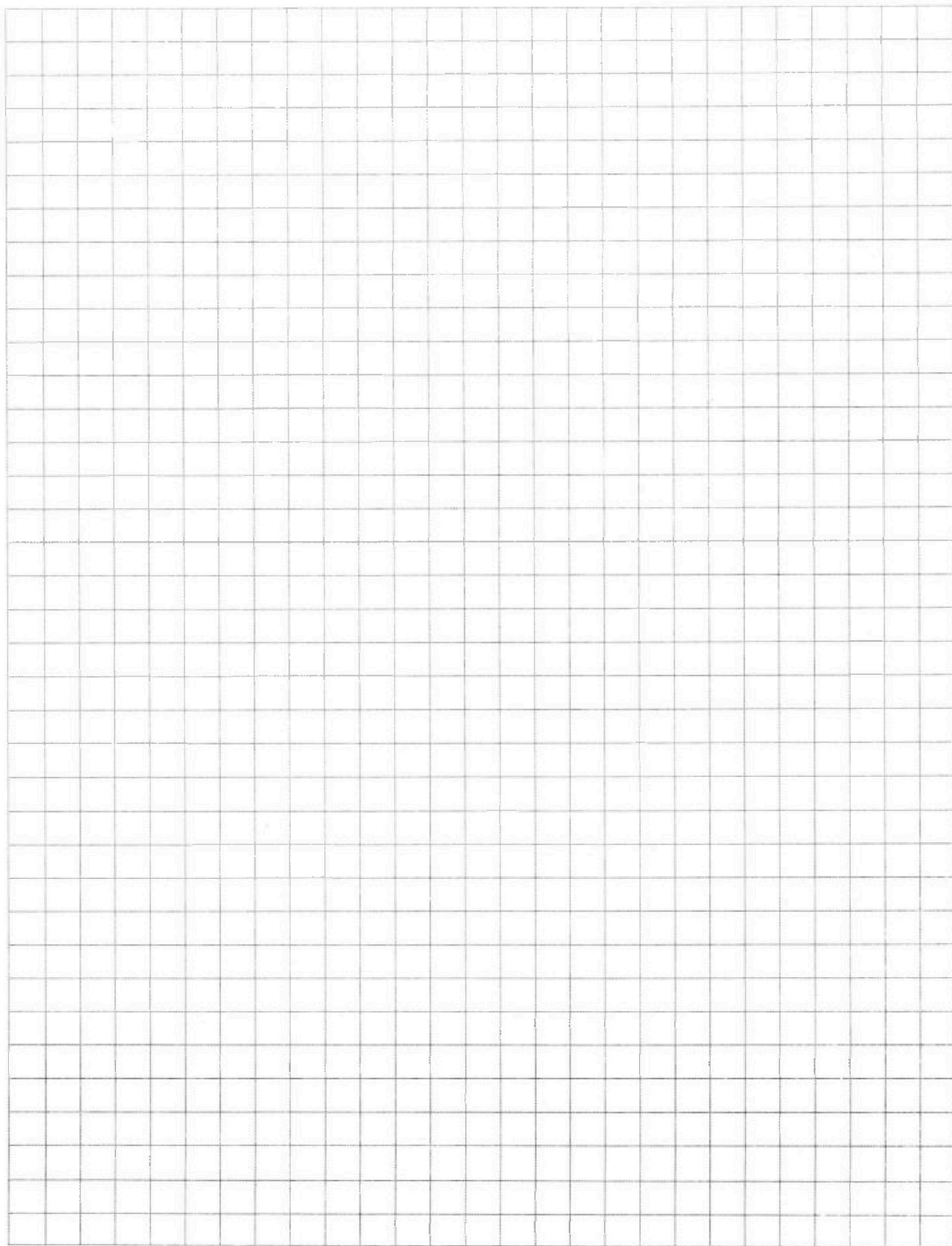
5
☐

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!





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!

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

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

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

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

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

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

$$dU_{12} = 18 p_0 dV - \frac{3}{2} \cdot \frac{V p_0 dV}{2V_0} = 18 p_0 dV - \frac{3 p_0 dV \cdot V}{4V_0} = 3 p_0 dV \left(6 - \frac{V}{2V_0} \right)$$

$$dU_{12} < 0 \text{ при } V > 12 V_0$$

$$U_{max} \text{ при } V_0 = 12$$

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

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

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



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 диэлектрике ϵ находится заряд Q $\epsilon \rightarrow \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$

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

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

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

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

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

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

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

$\varphi_{\text{ср}}$

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{kQ}{xr} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{kQ}{r}$$

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

$$\frac{\frac{1}{R\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{r}}{\frac{1}{R\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{r}} = \frac{5}{4}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{21}{2} + 6\epsilon = 26.5 \Rightarrow \epsilon = \frac{21}{11}$$

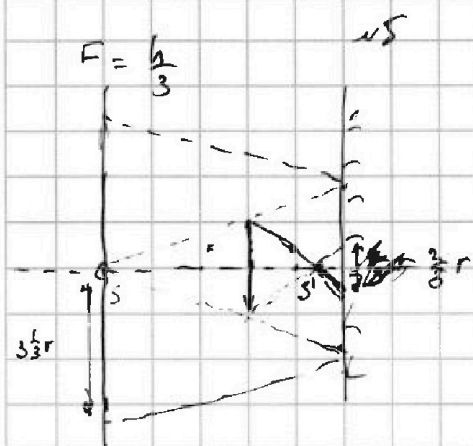


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

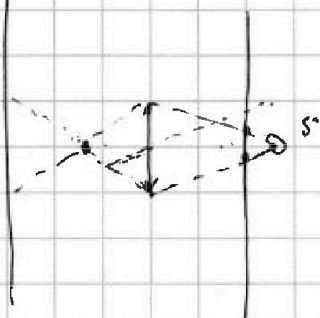
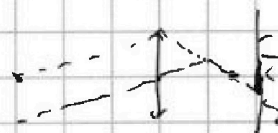
1 2 3 4 5 6 7

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!



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{p}$$
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$$
$$f = \frac{h}{2}$$



$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}$$

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

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

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

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

Решение

$$\frac{E}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{kQ}{r^2}$$

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

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

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

$$\Delta \varphi = E \Delta r$$

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

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



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

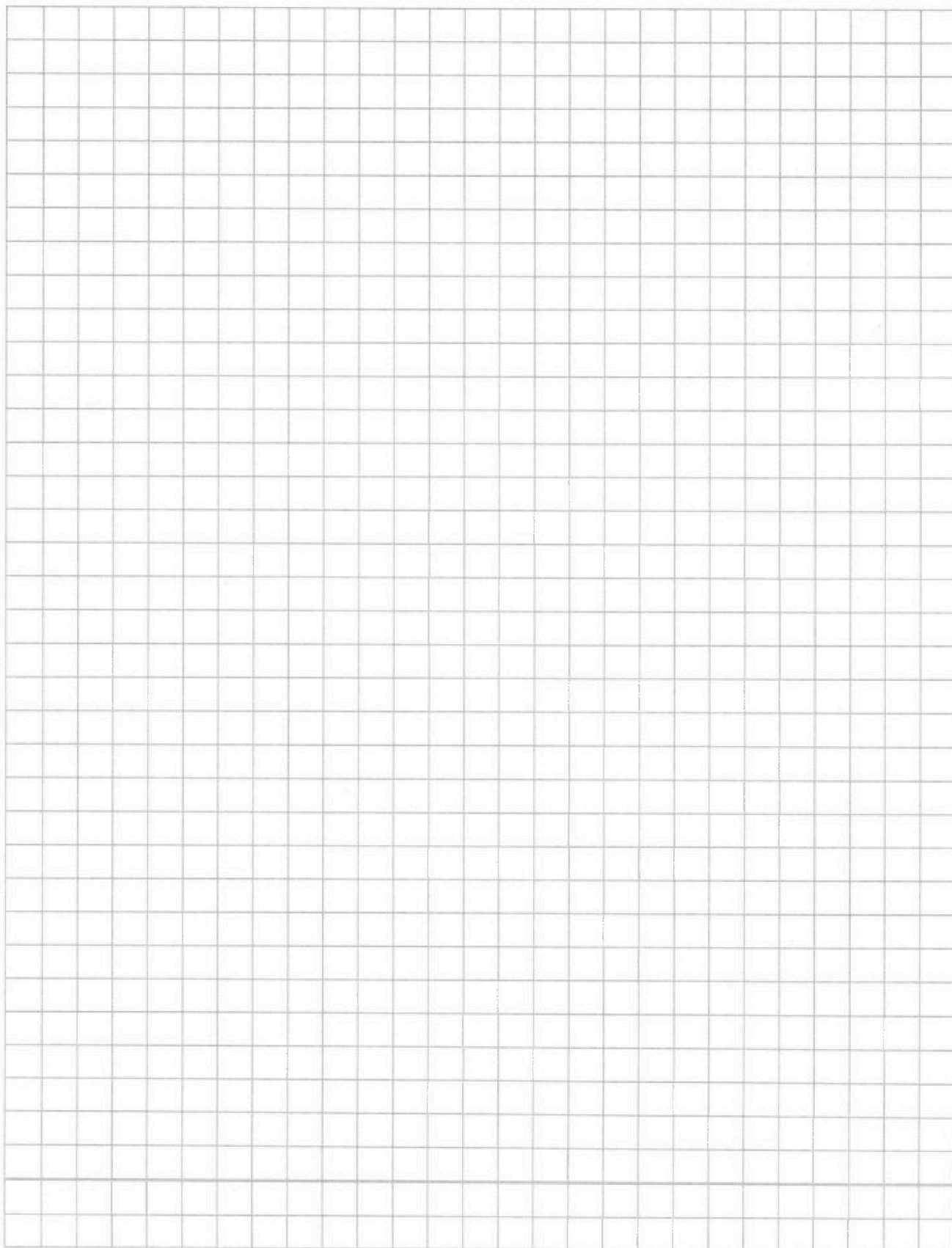


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

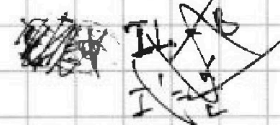
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

РР

$$E = \Phi' = \frac{AB}{\delta n_1}$$

$$\Phi_1 = 18 \delta n_1$$

$$\Phi_{1,2} = \frac{AB}{\delta n_1}$$

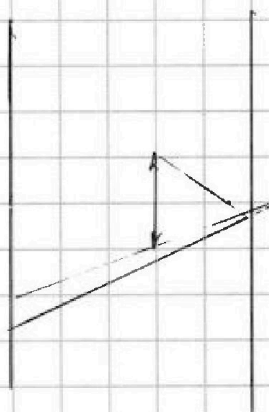
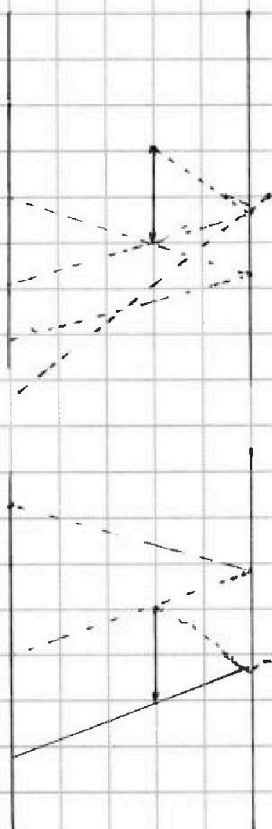


$$\begin{array}{r} 3 \\ 5 \\ 15 \\ 25 \\ 15 \\ 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 225 \\ 25 \\ 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 225 \\ 125 \\ 50 \\ 625 \end{array}$$

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



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

$$\frac{1}{f_2} = \frac{35}{5h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$121 - 16 = 2105$$