



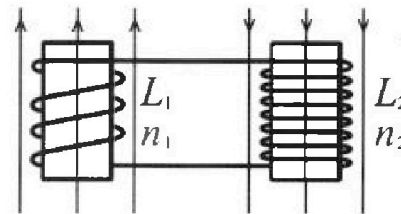
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03



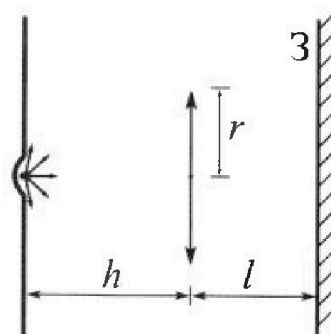
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 3. 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



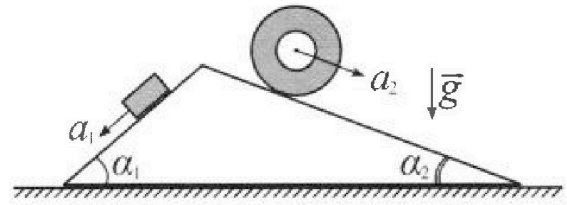
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

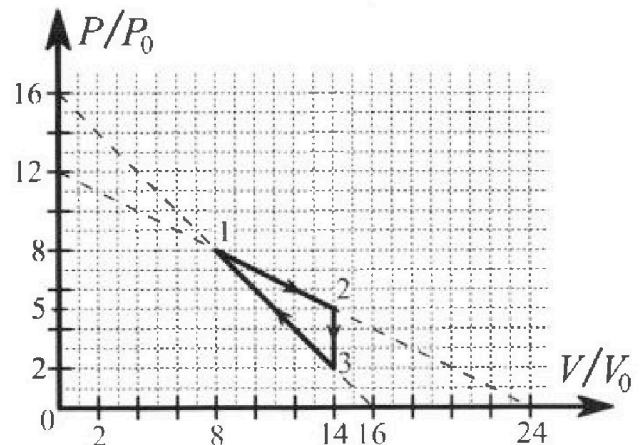


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовыми коэффициентами 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.

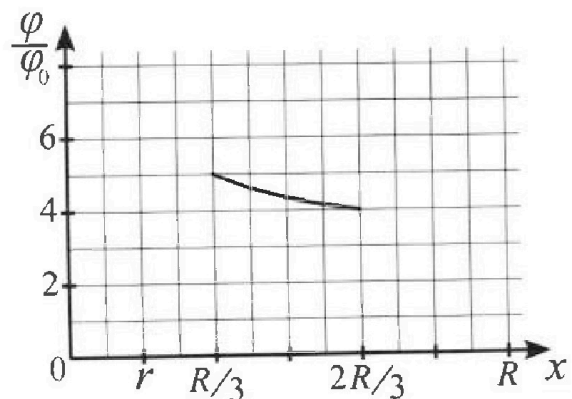
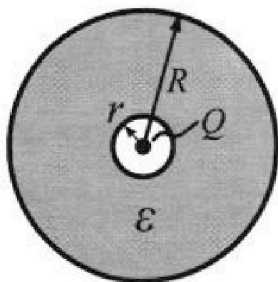
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



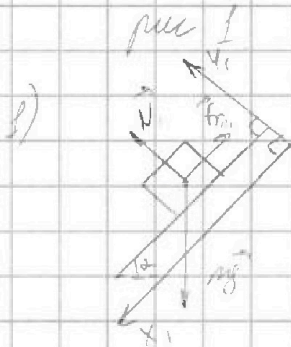
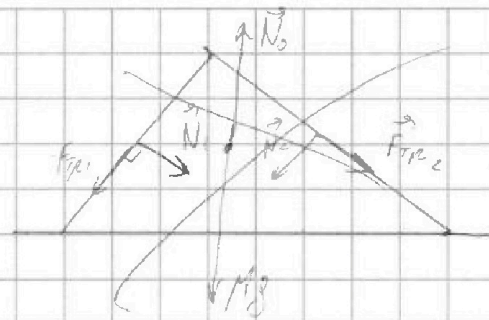
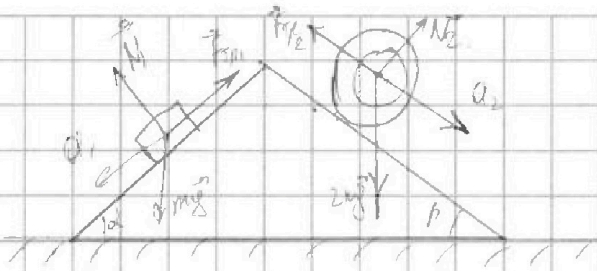


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



Пусть угол α_1 и $\alpha_2 = \beta$ соответственно.
Всегда ось y_1 и x_1 направлены \uparrow и \searrow вдоль поверхности клина и направлены \perp -ой к ней.

Спроецируем на эти оси:

$$\mu = \mu_0 N I$$

$$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_{тр1} = m a_1 = mg \cdot \frac{6}{13} \Rightarrow F_{тр1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{9}{65} mg$$

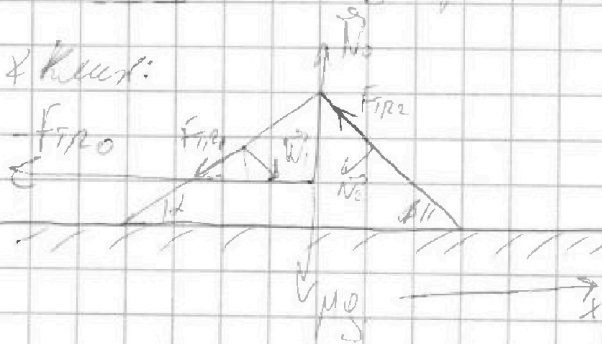
2) μ и μ_0 и всегда ось \perp и \searrow вдоль μ_0 -и клина.



$$y_2: N_2 = \lambda mg \cos \beta = \frac{24}{13} mg$$

$$x_2: \lambda mg \sin \beta - F_{тр2} = \lambda m a_2 = \frac{m g}{4} \Rightarrow F_{тр2} = \frac{7}{26} mg$$

3) μ и μ_0 :



Всегда ось x и y направлены \uparrow и \rightarrow .

$$\text{Условие: } \vec{F}_{тр1} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр2} + \vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{N}_4 + \vec{mg} = 0$$

$$N_3^y = 0 + F_{тр0} = 0$$

$$x: -F_{тр1} \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - F_{тр2} \cos \beta + N_2 \sin \beta + F_{тр0} = 0$$

$$F_{тр0} = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} mg = 0$$



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
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!

2) Участок 1-2 - является частью линейной зависимости $p(V)$, т.е. точки 1-2 соединяются $p = kV + a$. Запишем ур-я для точек 1 и 2:

$$\begin{cases} 8p_0 = k \cdot 8V_0 + a \\ 5p_0 = k \cdot 14V_0 + a \end{cases} \Rightarrow \textcircled{2} - \textcircled{1} = -3p_0 = 6kV_0 \Rightarrow k = -\frac{p_0}{2V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = 8p_0 - k \cdot 8V_0 = 12p_0.$$

т.к. $T = \frac{pV}{\nu R}$ T_{\max} при pV_{\max} , но $pV = V \cdot p(V) =$

$$= kV^2 + aV = -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12p_0V$$

— ур-е параболы ветви вниз \Rightarrow максимальное значение в вершине. $V = \frac{-12p_0 \cdot 16}{-p_0 \cdot 2} = 12V_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow p(12V_0) = 6p_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{72p_0V_0}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{2p_0 \cdot 14V_0}{\nu R} = \frac{28p_0V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72p_0V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{28p_0V_0} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7} \text{ кельс.}$$

T_{\max} — максимальная температура в процессе 1-2.

3) $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 9p_0V_0 + 9p_0V_0 = 18p_0V_0$ — ур-е 1-ого пункта.

$Q_{23} < 0$ т.к. $T \downarrow$, а $A_{23} = 0$.

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$, причем $A_{31} < 0$. $A_{31} = -30p_0V_0$ — ур-е 1-ого пункта.

$$\Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} (p_1V_1 - p_3V_3) = \frac{5}{2} (6p_0V_0 - 28p_0V_0) = 54p_0V_0$$

$$Q_{31} = -30p_0V_0 + 54p_0V_0 = 24p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_{11}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{9p_0V_0}{18p_0V_0 + 24p_0V_0} = \frac{9}{42} = 21,4\% \text{ или } \frac{1}{5} = 20\% \text{ или } 12,5\% \text{ кельс. } A_{11} = 9p_0V_0 \text{ — ур-е 1-ого пункта.}$$

Ответ: $\frac{\Delta U_{12}}{A_{11}} = \frac{1}{1}$; $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$; $\eta = 12,5\%$



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!

4 Участок 1-2:

м.к. на графике от давлений:

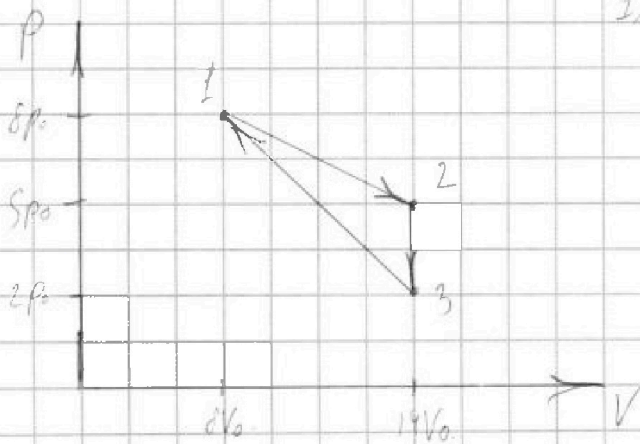
$$\frac{p}{p_0} = B \frac{V}{V_0} + b. \Rightarrow p = \frac{B p_0}{V_0} V + b p_0, \text{ где } B \text{ и } b - \text{некоторые}$$

коэффициенты. М.к. p_0 и V_0 такие постоянны на участке 1-2

график имеет в координатах p и V вид, показанный на графике 2-1, а

на участке 2-3 $V = \text{const}$. Процесс переключается в обратный график.

$\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$ на p - V координатах:



$$1) \delta U_{12} = \frac{3}{2} \int_1^2 V p \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \int_1^2 \frac{1}{p_0} \frac{p}{V_0} V p \frac{1}{T_2} -$$

$$1) \delta U_{12} = \frac{3}{2} \int_1^2 V p \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (5 p_0 \cdot 14 V_0 - 8 p_0 \cdot \delta V_0) =$$

$$= 9 p_0 V_0 \text{ (м.к. } pV = \nu R T \text{)}$$

$A_{12} = A_n$ - если площадь фигуры 1-2-3, касательна к графикам;

$$A_n = \frac{(8 p_0 + 5 p_0) (14 V_0 - \delta V_0)}{2} - \frac{(8 p_0 + 2 p_0) (14 V_0 - \delta V_0)}{2} = 9 p_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\frac{\delta U_{12}}{A_n} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$



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.

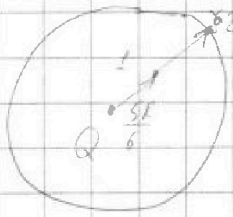
1 2 3 4 5 6 7

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!

1) Предположим, что все электростатическое поле создано диэлектриком ϵ . Тогда работа по перемещению

$$q \text{ из } 1 \rightarrow 2, \text{ это } (\varphi_2 - \varphi_1)q = \frac{kQq}{5R\epsilon} - \frac{kQq}{R} = \frac{kQq}{5R\epsilon}$$



Теперь предположим, что все электростатическое поле создается только работой поля по перемещению заряда q из (1) 2 в вакууме

$$A = q(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{kQq}{R}$$

Каким образом эти электростатические поля связаны между собой?

$$\varphi = A \left((\varphi_2 - \varphi_1) + (\varphi_2 - \varphi_1) \right) q = \frac{kQq}{5R\epsilon} + \frac{kQq}{R}$$

2) Пользуясь нашей формулой: подставляем точки из графиков

$$5\varphi_0 = \frac{2kQq}{\epsilon R} + \frac{kQq}{R}$$

$$9\varphi_0 = \frac{kQq}{\epsilon R} - \frac{kQq}{R}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{2kQq}{\epsilon R} - \frac{kQq}{2\epsilon R} = \frac{3kQq}{2\epsilon R}$$

$$\frac{12kQq}{2\epsilon R} - \frac{kQq}{2\epsilon R} + \frac{kQq}{R} = \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{2}$$

$$\text{Отв: } \varphi = \frac{kQq}{5\epsilon R} + \frac{kQq}{R}; \quad \epsilon = \frac{11}{2}$$



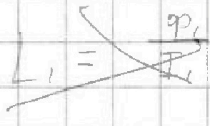
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
(ИЗ 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!

$$1) \mathcal{E} = \frac{d\varphi}{dt}; \quad \mathcal{E}_1 = -n_1 a S \frac{dI}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt}$$


$$L_1 = \frac{\mu_0 n_1^2 S}{L_1} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{n_1 a S}{L_1}$$

~~Омб:~~ $\frac{dI}{dt} = \frac{n_1 a S}{L_1}$

2) $L_1 I + L_2 I = \text{const}$ $\varphi = \text{const}$ - *уравнение тока*

$$L_1 = \frac{\mu_0 n_1^2 S}{L_1} \quad \frac{\mu_0 n_2^2 S}{3L_1}$$

$$\mu_0 n_1^2 S + \mu_0 n_2^2 S = (L_1 + L_2) I + \frac{\mu_0 n_1^2 S}{3} + \frac{\mu_0 n_2^2 S}{4}$$

$$\frac{2}{3} \mu_0 n_1^2 S + \frac{3}{4} \mu_0 n_2^2 S = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{\mu_0 S}{L_1 + L_2} \left(\frac{2}{3} n_1^2 + \frac{3}{4} n_2^2 \right)$$

Омб: $\frac{dI}{dt} = \frac{n_1 a S}{L_1}; \quad I = \frac{\mu_0 S}{(L_1 + L_2)} \left(\frac{2}{3} n_1^2 + \frac{3}{4} n_2^2 \right)$

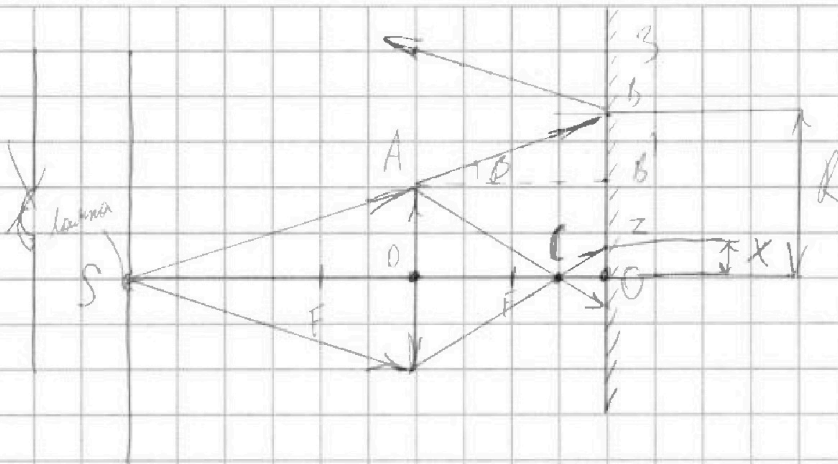


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) По правилу тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{l'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{3}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$

Значит, любой луч, прошедший через линзу пройдет точку в расстоянии $\frac{h}{2}$ от линзы вправо.

Найдём OB: из $\triangle SAD \sim \triangle SBO$ п.е.: $\frac{AD}{OB} = \frac{SD}{SO} \Rightarrow$

$$OB = \frac{SO \cdot AD}{SD} = \frac{(h+l) \cdot f}{h} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{h} \cdot f = \frac{5}{3} f = 5 \text{ см} = R$$

Найдём OZ - радиус светлого пятна вблизи линзы:

$$\triangle DAC \sim \triangle COZ \Rightarrow \frac{AD}{OZ} = \frac{DC}{CO} \Rightarrow OZ = x = \frac{AD \cdot CO}{DC} = f \cdot \frac{(l-f)}{f}$$

$$= f \cdot \frac{1}{3} = 1 \text{ см} = x$$

S - освещ. часть зеркала, $S = \pi R^2 - \pi x^2 = 24\pi$

2) $\angle ZCO = \alpha$ - угол падения луча на зеркало (нормаль перпендикулярна)

$$\angle ZCO = \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{l-f} = \frac{6x}{h} \Rightarrow x_2 = h + \tan \alpha \cdot (h+l) = 11 \text{ см. радиус освещенной части стенки до каблука тени, которая получится на стене (считая от лампы)}$$

$\angle ABA' = \beta$ - угол падения центрального луча на зеркало



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!

$$\text{tg } \beta = \frac{AB'}{R-r} = \frac{6 \text{ см}}{2h} = \frac{5 \text{ см}}{h} \Rightarrow R_2 = R + \text{tg } \beta \cdot (L+h) = 10 \text{ см}$$

П.к. $X_2 > R_2$. Это значит, что для данной задачи не будет решения, но это не так, так как будет решение благодаря тому, что световые лучи от зеркала и слова преломятся через линзу.

Будет некоторый луч, который падает на зеркало под углом α и преломляется под углом β в точку F , что является центром кривизмы зеркала.

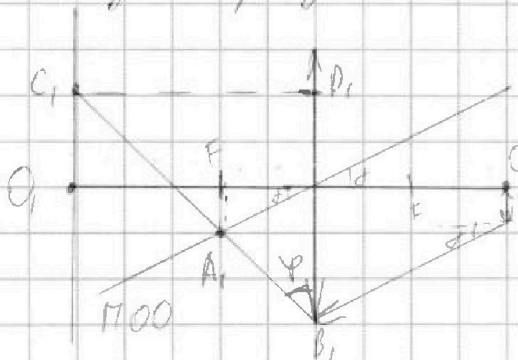
$$\text{tg } \alpha = \frac{64}{h} = \frac{L-y}{2h} = \frac{(L-y) \cdot 5}{2h}$$

$$154 = 5 \cdot 2L \Rightarrow y = \frac{3L}{5} = \frac{154}{5} = 30,8 \text{ см} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{33,2}{h}$$

Тогда $\text{tg } \beta = \frac{64}{h} = \frac{L-y}{2h} = \frac{(L-y) \cdot 5}{2h}$

$$\text{tg } \alpha \cdot (L+y) + y = \frac{33,2}{h} \cdot (L+y) + y = 2,2 \cdot 2 + 30,8 = 35,2 \text{ см} = R_2$$

4 луч треугольной:



Введем подложку с радиусом R_2

$$\text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \beta = \frac{L-y}{F} = \frac{1,2 \cdot 2}{h}$$

$$= \frac{2,4 \text{ см}}{h} \Rightarrow C_1 O_1 = B_1 P_1 - r = \text{tg } \alpha \cdot h - r = -0,6 \text{ (" означает, что } C_1 \text{ ле-тает ниже } O_1 \text{, однако размер радиуса вычитается)}$$

Что C_1 ле-тает ниже O_1 , однако размер радиуса вычитается)

$$S_{K2} = \pi R_2^2 - \pi 0,6^2 = 23,4 \pi$$

$$\text{Отв: } S_{\text{ст}} = 24 \pi \quad S_{K2} = 23,4 \pi$$

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!

Д: NH_2

* $y = kx$

$n = 13 V_{12}$
Анал.

$p = k \frac{V}{V_0} + b$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 5 \\ \hline 60 \\ + 36 \\ \hline 120 \\ \hline 56 \end{array}$$

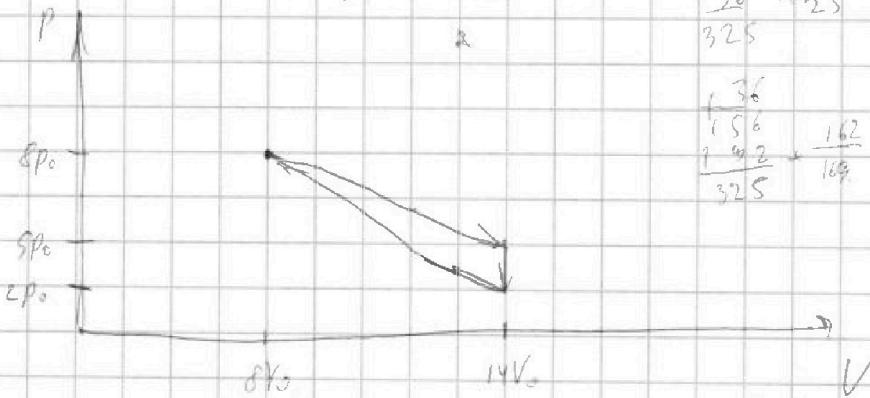
$\leftarrow 12 \frac{R_0 p}{P_0} \cdot \frac{V_0}{V} = const$

12 $p = \frac{k P_0}{V_0} V + b P_0$ — лин. зав-ция

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

$\frac{10}{13} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20+13}{26} \cdot \frac{3}{2}$

$$\begin{array}{r} 162 \\ \times 169 \\ \hline 169 \\ + 156 \\ \hline 325 \\ + 12 \\ \hline 325 \\ + \frac{42}{169} \\ \hline \frac{120}{169} \end{array}$$



а) $V = const$

12) $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = \frac{3}{2} 9 p_0 V_0$

$A_n = Q = \frac{(8p_0 + 5p_0) \cdot 6V_0 - (8p_0 + 2p_0) \cdot 6V_0}{2} = 39 p_0 V_0 - 30 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$

$\frac{\Delta U}{A_n} = \frac{1}{1}$

$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R T}$

Теп. упр. $p_0 V_0 m$

$\frac{4 p_0 \cdot 18}{20}$

$K = -\frac{p_0}{2V_0}$ $b = 12 p_0$

$p(V) = kV + b$

$8p_0 = 8kV_0 + b$

$5p_0 = 14kV_0 + b$

$\Rightarrow -3p_0 = 6kV_0$

$pV = p V \Rightarrow k = -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12 p_0 V$

$p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0$



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!

Q: $m; \omega_1 = \frac{6g}{13}$

$m = 2m$

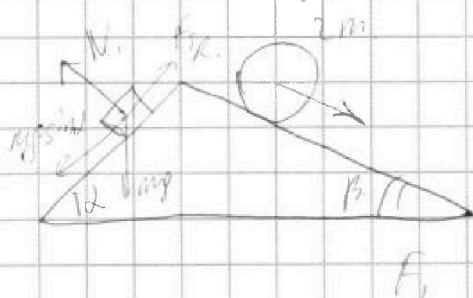
$\epsilon_2 = \frac{g}{4}$

~~$\omega_1 \sin \alpha = \sin \alpha = \frac{4}{5}$~~

$N_1 = mg \cos \alpha$

$N_2 = mg \sin \alpha \cos \beta$

$W_{\omega_1} = \frac{I \omega^2}{2} = \frac{m R^2 \omega^2}{2}$



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

$\frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$

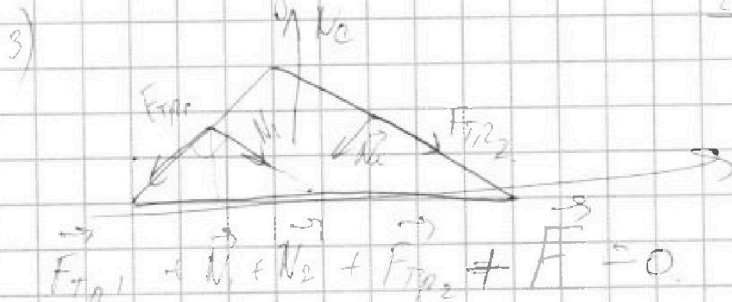
$mg \sin \alpha - F_{fr1} = mg \cos \alpha \mu = ma_1$

$F_{fr1} = mg \sin \alpha - 6m \frac{g}{13} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{9}{65} mg$



$mg \sin \beta - F_{fr2} = ma_2$

$F_{fr2} = mg \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{20} mg$



$F_{fr1} + N_1 + N_2 + F_{fr2} + F = 0$

$\Sigma: -F_{fr1} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha - N_2 \sin \beta + F_{fr2} \cos \beta + F = 0$

$F = \frac{9}{65} mg \frac{5}{3} - \frac{mg}{5} \cdot \frac{4}{5} + mg \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{20} mg \cdot \frac{12}{13}$



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!

$-\frac{p_0}{2V_0} y^2 + 12 p_0 V$ — уравнение параболы с макс. в вершине:

$$x_0 = V_m = \frac{-12 p_0 \cdot 2V_0}{-2 p_0} = 12 V_0$$

$$p(12V_0) = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot 12^2 V_0 + 12 p_0 = 6 p_0$$

$$pV\text{-max} = 72 p_0 V_0 \Rightarrow T_{m12} = 72 p_0 V_0$$

$$T_3 = 2 p_0 V_0 \cdot 14 V_0$$

$$\frac{T_{m12}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{A_n}{Q_n}$$

$$1) : A_{12} = A_{12} = 39 p_0 V_0 \quad \frac{18}{13} = \frac{1}{2} = \frac{20-13}{26} = \frac{7}{26} \quad \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 39 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} < 0 \quad \frac{46,6}{6,6} \quad \frac{26}{0,36}$$

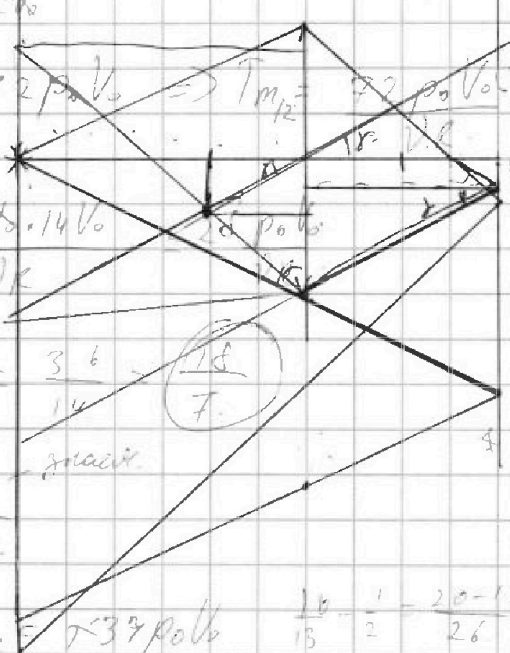
$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (70 p_0 V_0 + 28) \quad 54$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -30 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 26 p_0 V_0) = 24 p_0 V_0$$

$$Q_n = Q_{12} + Q_{31} = 48 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 72 p_0 V_0$$

$$\frac{A_n}{Q_n} = \frac{39 p_0 V_0}{72 p_0 V_0} = \frac{13}{24}$$

$$t_{op} = \frac{h}{\Gamma - t_{op} F} \cdot \frac{h(\Gamma - t_{op} F) - \Gamma}{24} = \frac{46,6}{36} = \frac{12}{9}$$



$$\frac{15 \cdot 2}{\pi \cdot 2^2} \frac{\pi r^2}{\pi r^2} = \frac{10 p_0 h}{V} = \frac{10 p_0 h}{28 V}$$

$$\frac{2h}{3} = \frac{h}{2} = \frac{h}{6} = \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ + 216 \\ \hline 255 \\ - 23,16 \\ \hline 231,84 \end{array}$$



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

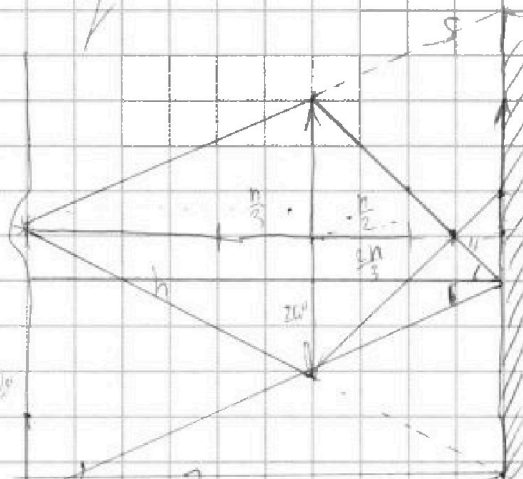
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Q, ε, r, R

$$\varphi = \frac{A_n}{Q} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{SE d}{R^2}$$

$$S = \pi r^2$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{S}{3} = \frac{S}{3}$$



$$\frac{h}{h+L} = \frac{r}{R} \Rightarrow R = \frac{r(h+L)}{h}$$

$$\Delta x = \frac{S}{3} r = \frac{S}{3} R = R$$

$$\frac{2r}{x} \cdot \frac{r}{2} = \frac{h}{2} \cdot \frac{6}{h} = 3$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{r} = \frac{3}{h}$$

$$x = \frac{r}{3} = \frac{1}{3} R$$

$$\frac{1}{r} = \frac{2}{h} \Rightarrow r = \frac{h}{2}$$

$$S_{\text{сфер}} = \frac{4\pi R^2}{3}$$

$$S_{\text{пл}} = \frac{2\pi R^2}{3} = \frac{2\pi}{3} \cdot \frac{h^2}{4} = \frac{\pi h^2}{3}$$

$$\frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{4h}{6} - \frac{3h}{6} = \frac{h}{6}$$

$$\frac{6}{3} \cdot \frac{r}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{5} = \frac{2}{5}$$

Наше внутреннее поле равно $3E$.

$$\varphi = \frac{K Q \cdot 6}{SR \cdot \varepsilon}$$

$$\varphi_0 = \frac{K Q \cdot 3}{RE}$$

$$1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{3} = \frac{5}{2} = 2.5$$

Поле $3E$ - на поверхности сферы

$$4\varphi_0 = \frac{K Q \cdot 3}{2RE}$$

$$\frac{5}{3} \cdot \frac{3}{5} = 1$$

$$S = \frac{2\pi R^2}{3}$$

$$\varphi(R) = \frac{K Q}{R \cdot \varepsilon} + K Q \cdot \frac{4\pi R^2 (K^2 - 1)^2}{RE}$$

$$\varphi\left(\frac{SR}{\varepsilon}\right) = \frac{K Q \cdot 6}{SR \cdot \varepsilon}$$

$$\varphi(R) = R$$



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.

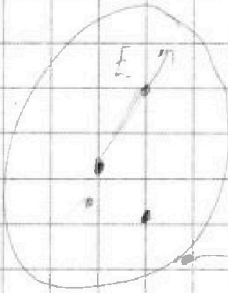
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\varphi = \frac{kQ}{RE}$$

$$\varphi = \frac{E}{Q}$$



$$\varphi = \int E \cdot R \, dSA$$

$$\varphi = \frac{kQR}{R}$$

~~kQ~~

$$\frac{kQ}{RE} = \frac{kQ}{RE} = \frac{kQ}{RE}$$

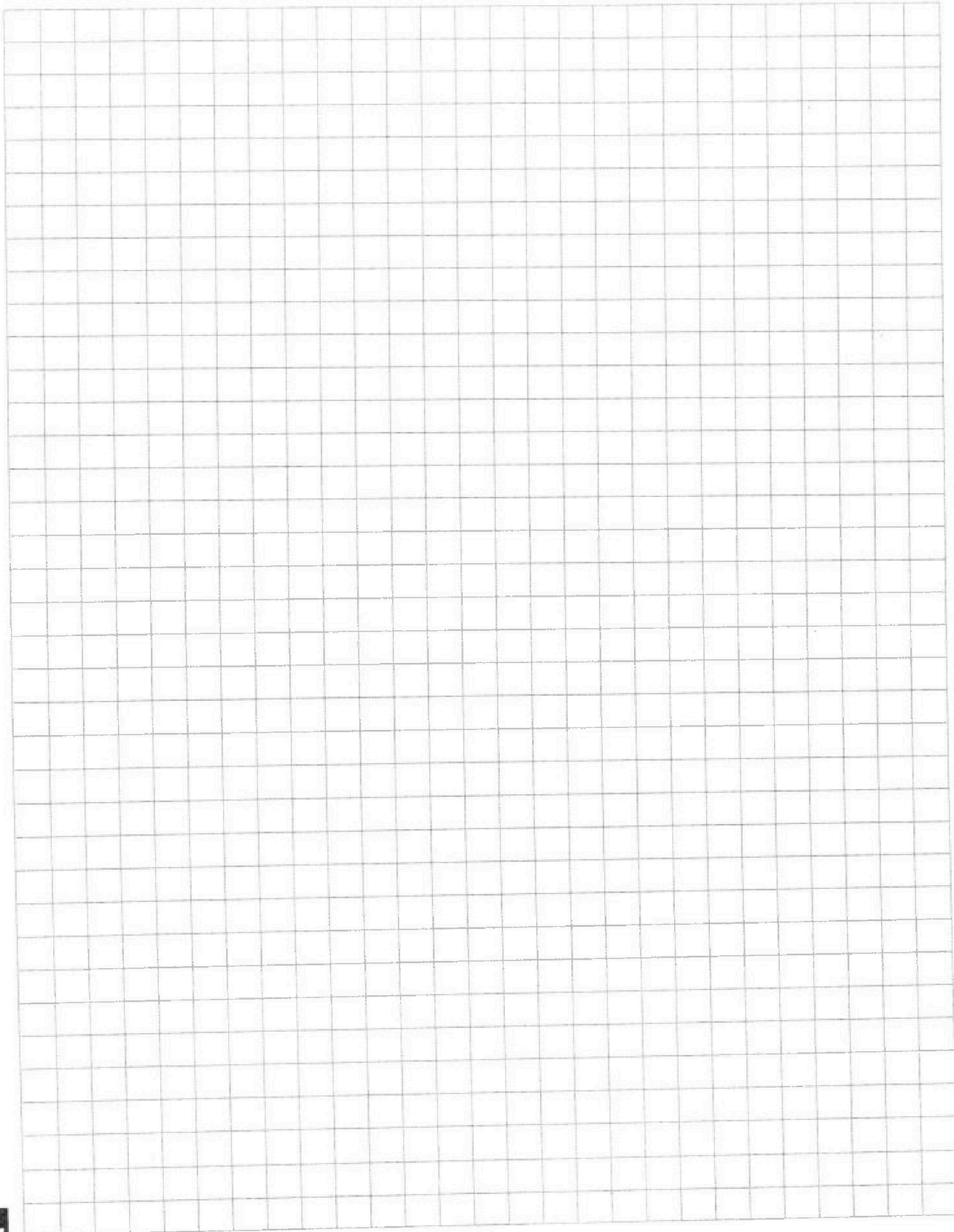


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
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!

$$F_{\text{уп}} = mg \left(\frac{9}{65} + \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 8}{5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) =$$
$$= mg \left(\frac{192}{325} + \frac{162}{169} \right)$$

Отв: $F_{\text{уп}1} = \frac{9}{65} mg$; $F_{\text{уп}2} = \frac{7}{26} mg$; $F_{\text{уп}} = mg \left(\frac{192}{325} + \frac{162}{169} \right)$