



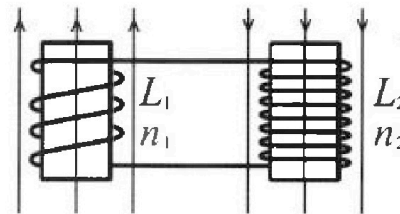
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03



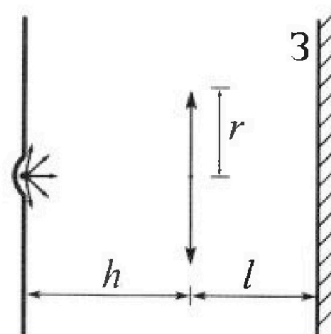
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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



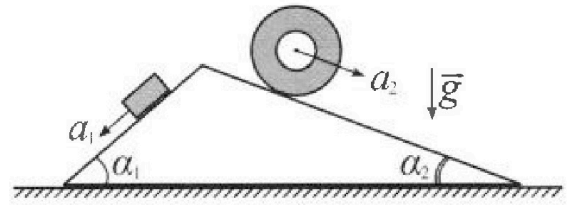
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

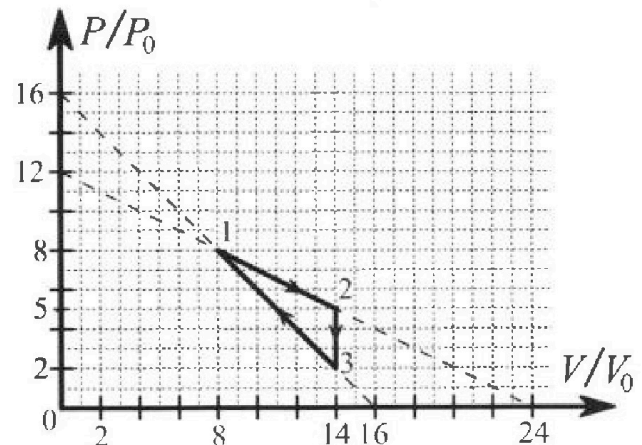


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

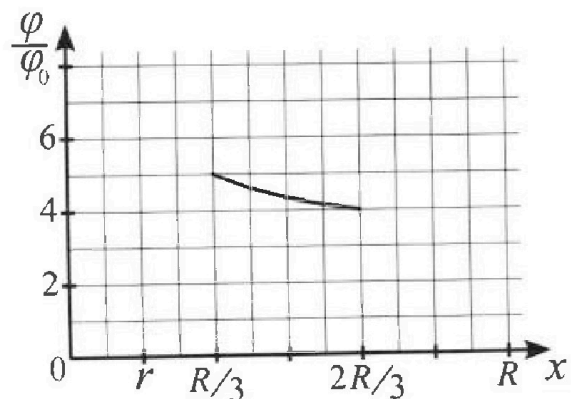
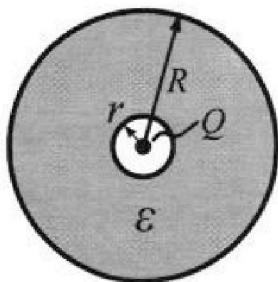
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



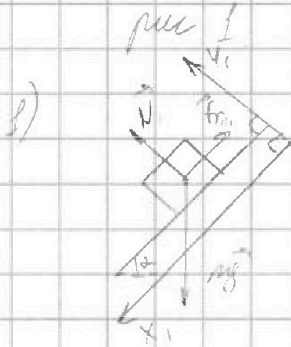
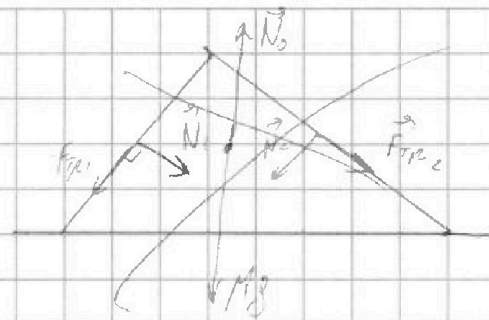
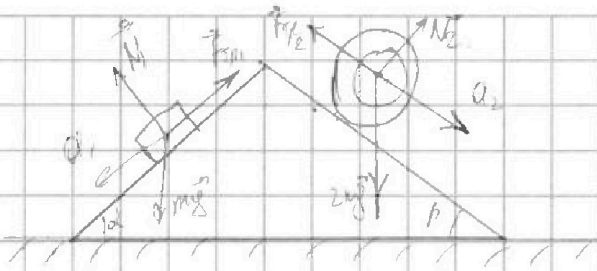


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $\alpha_1$  и  $\alpha_2 = \beta$  соответственно.  
Всегда ось  $x_1$  и  $x_2$  направлены  $\uparrow$  и  $\searrow$  вдоль поверхности клина и запишем 2-ой закон Ньютона

спроецировав на эти оси:

$$F = \mu_0 N I$$

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

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

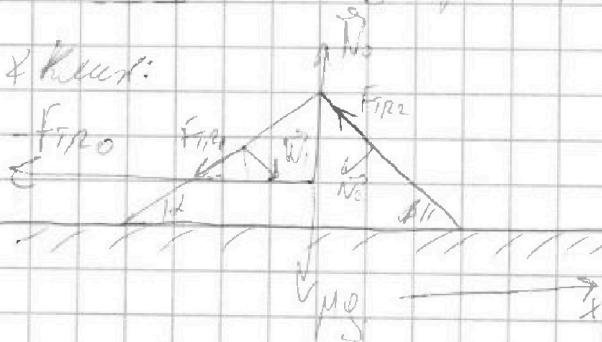
2)  $\neq$  клин  $x$  и всегда ось  $\uparrow$  и  $\searrow$  вдоль пов-и клина.



$$y_2: N_2 = 2mg \cos \beta = \frac{24}{13} mg$$

$$x_2: 2mg \sin \beta - F_{тр2} = 2m a_2 = \frac{2mg}{13} \Rightarrow F_{тр2} = \frac{7}{26} mg$$

3)  $\neq$  клин:



Всегда ось  $x$  и направление

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

$$\vec{M}_g = 0 + \vec{F}_{тр0} = 0$$

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

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



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 - элемент системы линейной зависимости  $p(V)$ , м.к. точки 1-2 соединяются  $p = kV + a$ . Запишем ур-я для точек 1 и 2:

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

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

м.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.  $V = \frac{-12p_0 \cdot 16}{-p_0 \cdot 2} = 12V_0 \Rightarrow$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\eta = \frac{A_{11} \cdot 100\%}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{9p_0V_0 \cdot 100\%}{18p_0V_0 + 24p_0V_0} = \frac{9}{42} \cdot 100\% = 21,4\% \text{ кк.}$$

$A_{11} = 9p_0V_0$  - уг. 1-ого пункта.

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



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 Джесса:

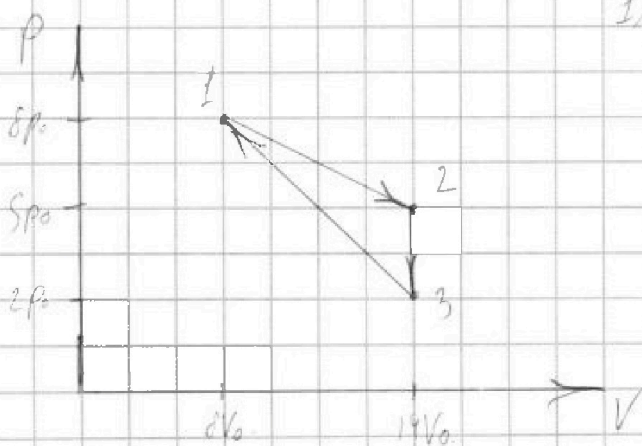
$$\frac{p}{p_0} = B \frac{V}{V_0} + b. \Rightarrow p = \frac{B p_0}{V_0} V + b p_0, \text{ где } B \text{ и } b - \text{некоторые}$$

константы. П.к.  $p_0$  и  $V_0$  такие константы на участке 1-2

график имеет в координатах  $p$  и  $V$  стандартно для участка 2-3,

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:



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

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

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

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

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

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

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

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



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.

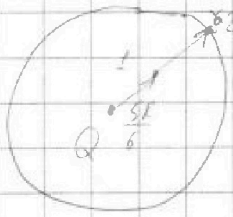
1  2  3  4  5  6  7

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  $\epsilon$ . 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  $q$  (?) 2 в бесконечность

$$A = q(\varphi_2 - 0) = \frac{kQq}{R}$$

Каким образом эти электростатические поля связаны между собой?

$$p = A \left( (\varphi_2 - \varphi_1) + (\varphi_2 - 0) \right) q = \frac{kQq}{5R\epsilon} + \frac{kQq}{R}$$

2) Используя нашу формулу: подставляем точки из графиков

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

$$9\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{R}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{2kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

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

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



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!

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


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

~~2) Ответ:~~  $\frac{dI}{dt} = \frac{n_1 a S}{L_1}$

2)  $L_1 I + L_2 I = \text{const}$   $\varphi = \text{const}$  - циркулярный ток

$$L_1 = \frac{\mu_0 n_1^2 S}{L_1} \quad \frac{\mu_0 n_2^2 S}{3L_2}$$

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

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

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

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

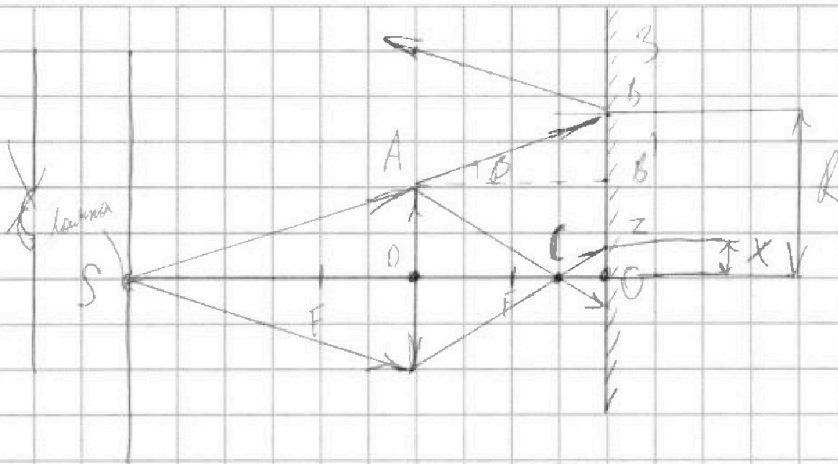


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $\frac{1}{f} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{3}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$

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

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

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

Найдём OZ - радиус светлого пятна вблизи линзы:

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

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

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

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

$$\angle ZCO = \alpha$$

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

$\angle ABA' = \beta$  - угол падения нормаль к зеркалу 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!

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

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.

Пусть некоторый луч падает на зеркало под углом  $\alpha$  к нормали  $NO$ , что преломится через край линзы. Пусть от центра

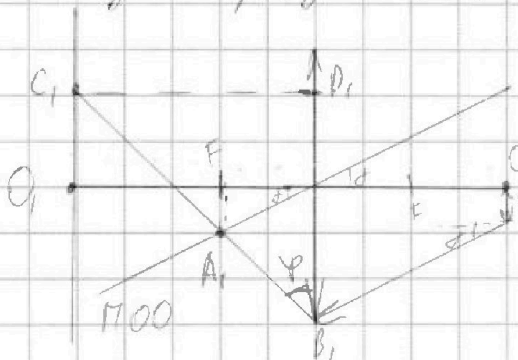
$$\text{линзы} \text{ на расстоянии } y \text{ см } (\cdot) O: tg \alpha = \frac{6y}{h} = \frac{r-y}{L} = \frac{(r-y) \cdot 5}{2h}$$

$$15y = 5(r-y) \Rightarrow y = \frac{5r}{15} = \frac{10}{3} \text{ см} = 3,33 \text{ см} \Rightarrow tg \alpha = \frac{20}{h}$$

Тогда  $\sin \alpha = \frac{20}{\sqrt{400 + h^2}}$  и  $\cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{400 + h^2}}$

$$tg \beta = (n+1) \cdot \alpha = \frac{5,6}{h} \cdot \frac{20}{h} + 0,6 = 2,2 \frac{\text{см}}{h} + 0,6 = R_2$$

4 луч треугольником:



Введем подложку вертикальную ось

$$tg \alpha = \frac{r-F}{F} = \frac{1,2 \cdot 2}{h}$$

$$= \frac{2,4 \text{ см}}{h} \Rightarrow C_1 O_1 = B_1 D_1 - r = \text{стор} \cdot h - r = -0,6 \text{ см}$$

Это  $C_1 O_1$  - та же точка  $O_1$ , однако значение радиуса вычитается

$$S_{\text{к2}} = \pi R_2^2 - \pi 0,6^2 = 23,4 \pi$$

$$\text{Отв: } S_{\text{к1}} = 24 \pi \quad S_{\text{к2}} = 23,4 \pi$$



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:  $\Delta U_{12}$

\*  $y = kx$

$n = 1.5 U_{12}$   
Анал.

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

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

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

$12 p = \frac{k P_0 V + b P_0}{V_0} - \text{мн. заб. др}$

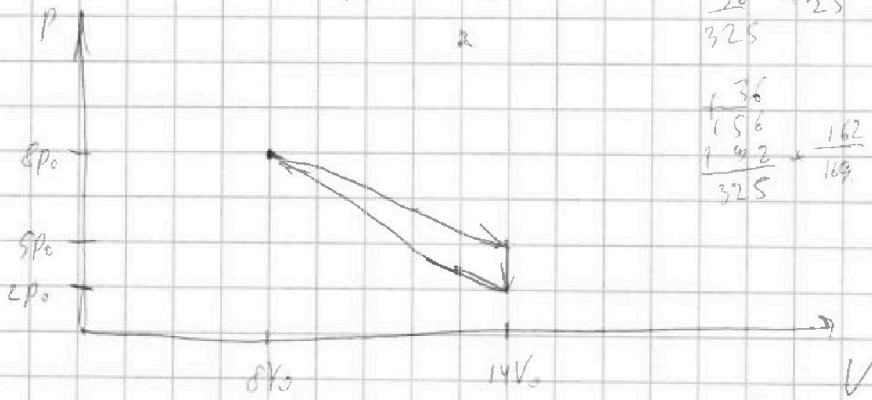
$\frac{p}{V} = \text{const}$

$\frac{10}{13} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20+13}{26} = \frac{33}{26}$

$$\begin{array}{r} 162 \\ 163 \\ + 42 \\ \hline 120 \\ 163 \end{array}$$

$$\frac{36}{325} + \frac{12}{25} + \frac{42}{163} = \frac{120}{169}$$

$$\frac{36}{325} + \frac{162}{169} = \frac{162}{169}$$



а)  $V = \text{const}$

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

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

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

$T_n = 8p_0 \quad T = \frac{p_0 V_0}{\nu R T}$

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

$T_{\text{исх.}} = p_0 V_0 \text{ м}$

$p(V) = kV + b$

$8p_0 = 8kV_0 + b$

$5p_0 = 14kV_0 + b$

$\Rightarrow -3p_0 = 6kV_0$

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

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



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

$m = 2m$

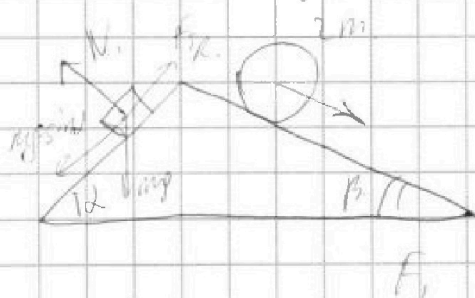
$\epsilon_2 = \frac{g}{4}$

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

$N_1 = mg \cos \alpha$

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

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

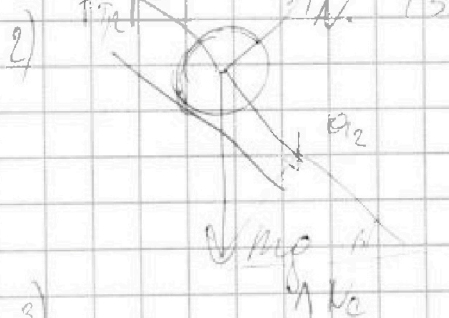


$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} =$

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

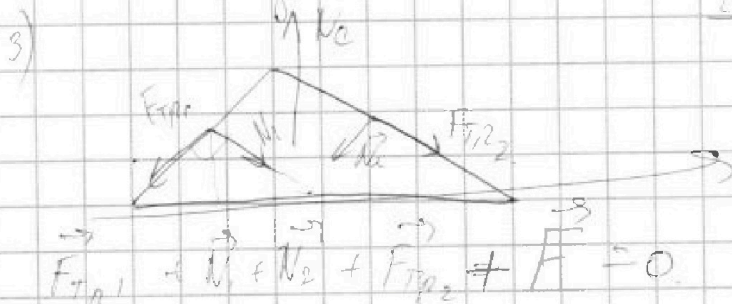
$mg \sin \alpha - F_{fr1} = mg \cos \alpha \mu = ma_1$

$F_1 = mg \sin \alpha - 6m \frac{g}{13} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{9}{65} mg$



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

$F_{fr2} = mg \left( \frac{4}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{52} mg$



$\vec{F}_{fr1} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{fr2} + \vec{F} = 0$

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

$F = \frac{9}{65} mg \frac{5}{5} - \frac{mg}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{mg}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{7}{52} mg \cdot \frac{12}{13}$



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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$t_{op} = \frac{h}{\Gamma - t_{op} F} \cdot \frac{h(\Gamma - 4)^2 - 4 \cdot 6^2}{24}$$

$$t_{op} = \frac{h(\Gamma - t_{op} F)}{F} \quad \Gamma - 4 = 44$$

$$t_{op} = \frac{46}{36} = \frac{23}{18}$$

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

$$\frac{15 \cdot 2}{\pi \cdot 2^2} \frac{\pi r^2}{\pi r^2} = \frac{15 r^2}{4 r^2} = \frac{15}{4} \frac{h}{h}$$

$$\frac{15}{4} = \frac{36}{10} = \frac{18}{5}$$

$$\frac{15}{4} = \frac{36}{10} = \frac{18}{5}$$



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  
из

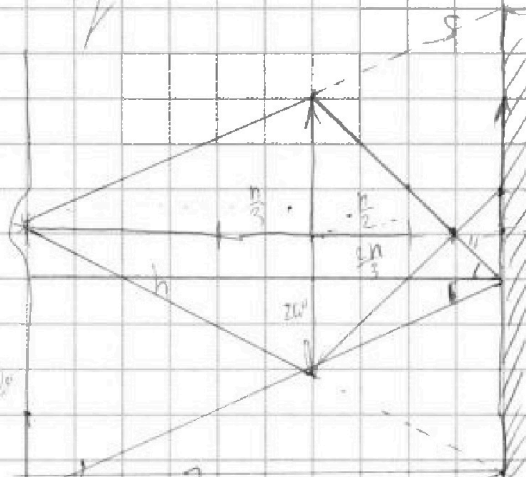
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$Q, \epsilon, r, R$

$$\varphi = \frac{Aq}{\epsilon} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{S \epsilon \rho}{\epsilon}$$

$$S = \pi r^2$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{S}{3}$$



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

$$\Delta\varphi = \frac{S}{3} \rho = \frac{S \rho}{3} = R$$

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

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

$$x = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

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

$$S_{\text{срез}} = \frac{\pi x^2}{4}$$

$$d\varphi = \frac{S}{h} \cdot \frac{6}{h} \cdot \frac{S \rho}{3}$$

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

$$\frac{6}{3} \cdot \frac{6}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{5} = \frac{8}{5}$$

Наше внутреннее поле равно  $\frac{1}{2} \epsilon$

$$\varphi = \frac{K Q \epsilon}{S R \epsilon}$$

$$\varphi_0 = \frac{K Q \epsilon}{R \epsilon}$$

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

Поле  $\varphi$ -го заряда равно

$$\varphi_0 = \frac{K Q \epsilon}{2 \epsilon R}$$

$$\frac{5}{3} \cdot \frac{3}{2} = 2.5$$

$$S = \frac{2 \pi R^2}{4}$$

$$\varphi(r) = \frac{K Q}{R \epsilon} + K Q \frac{K \rho \cdot \frac{2}{3} \pi (R^2 - r^2)}{R \epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{K Q \epsilon}{S R \epsilon}$$

$$\varphi(R) = R$$



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.

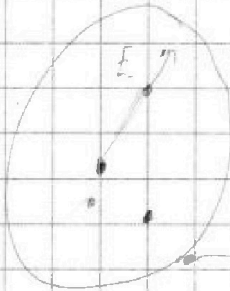
1  2  3  4  5  6  7

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!

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

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



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

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

~~kQ~~

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

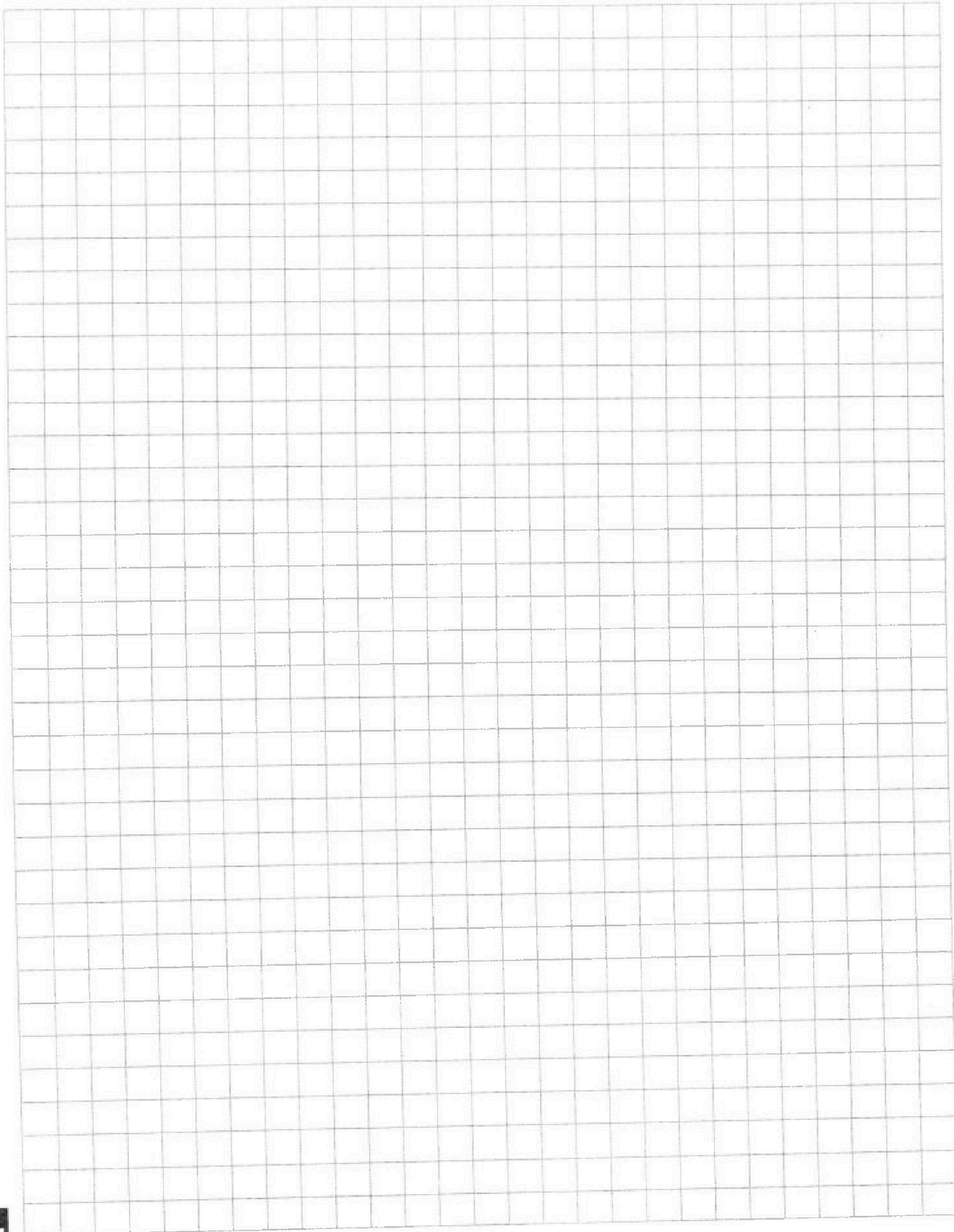


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$F_{\text{тп0}} = mg \left( \frac{9}{65} + \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 8}{5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) =$$
$$= mg \left( \frac{192}{325} + \frac{162}{169} \right)$$

Отв:  $F_{\text{тп1}} = \frac{9}{65} mg$ ;  $F_{\text{тп2}} = \frac{7}{26} mg$ ;  $F_{\text{тп}} = mg \left( \frac{192}{325} + \frac{162}{169} \right)$