



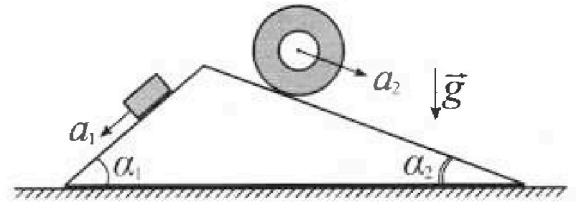
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

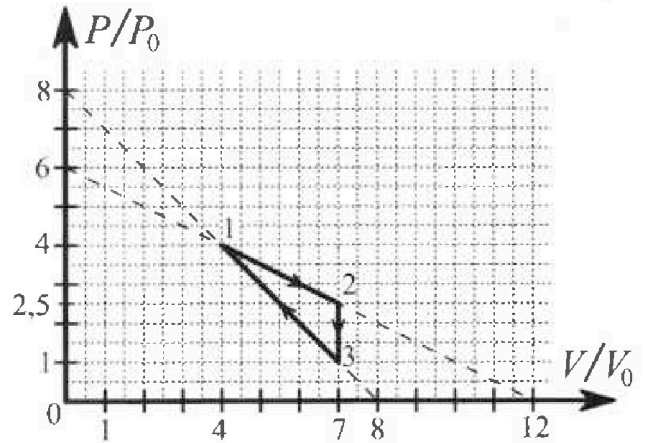
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

К 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.

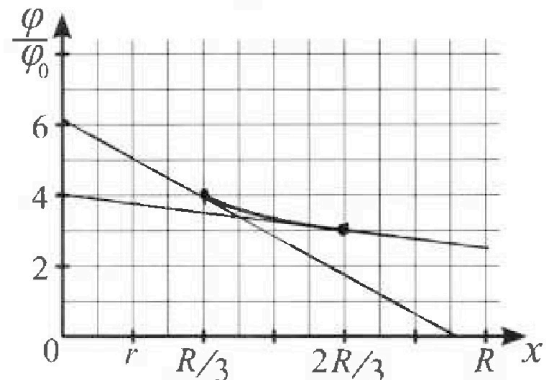
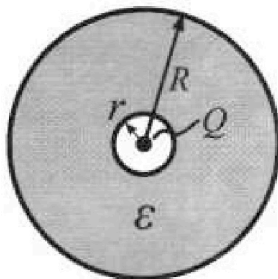


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



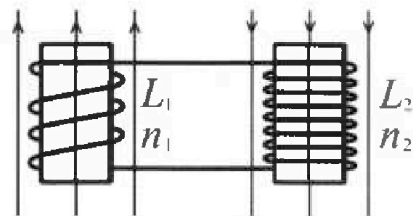
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

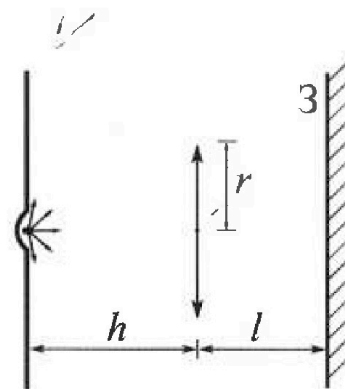


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  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  $\gamma n$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!

N1

$$F_3 = \left( \frac{7 \cdot 2^3}{5^2 \cdot 13} + \frac{2^4 \cdot 3 \cdot 5}{13^2} - \frac{5^1 \cdot 11}{13^2 \cdot 2 \cdot 3} - \frac{2^4 \cdot 3}{5^2} \right) \text{ mg}$$

$$F_3 = \frac{7 \cdot 2^3 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 3 + 2^4 \cdot 3 \cdot 5 - 5^2 \cdot 11 \cdot 5^2 - 2^4 \cdot 3 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3} \text{ mg} =$$

$$= \frac{7 \cdot 2^4 \cdot 13 \cdot 3 + 2^5 \cdot 3 \cdot 5^2 - 5^3 \cdot 11 - 2^5 \cdot 3^2 \cdot 13^2}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3} \text{ mg} = \frac{7 \cdot 2^4 \cdot 13 \cdot 3 - 11 \cdot 16 \cdot 3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3} =$$

$$= \frac{7 \cdot 2^4 \cdot 13 \cdot 3 - 11 \cdot 16 \cdot 3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3} \text{ mg}$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{5}$  mg

2)  $\frac{56}{38}$  mg

3)  $\frac{7 \cdot 2^4 \cdot 13 \cdot 3 - 11 \cdot 16 \cdot 3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2 \cdot 3}$  mg

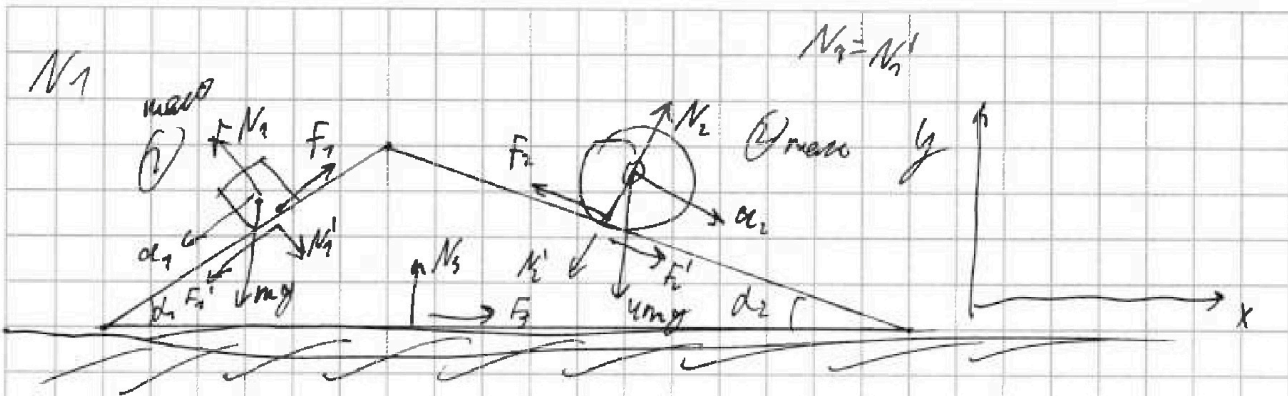


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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) II закон Ньютона по оси  $y$  и  $x$ ; для 1-го тела

$$\overset{oy}{N_1} = mg \cos \alpha_1 \quad \overset{ox}{0 \cdot m} = N_1 - mg \cos \alpha_1 \quad N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$\overset{ox}{m a_1} = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = -m(a_1 - g \sin \alpha_1) = m \frac{14}{65} g$$

2) II закон Ньютона по оси  $y$  и  $x$  для 2-го тела:

$$\overset{oy}{N_2} - 4mg \cos \alpha_2 = 0 \quad N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$\overset{ox}{4m a_2} = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \quad F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{55}{78} gm$$

3) пусть  $F_3$  направлена вправо, тогда запишем

II закон Ньютона на оси  $y$  и  $x$  для клина:

$$\overset{oy}{0} = N_2 - F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2 + N_1 \cos \alpha_1 - N_2 \cos \alpha_2$$

$$\overset{ox}{0} = F_3 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

$$F_3 = \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + 4mg \cdot \frac{5}{23} \cdot \frac{22}{23} - \frac{55}{78} mg \cdot \frac{5}{23} - 4mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

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 4

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!

N2

~~в процессе 2 → 3~~  $\Delta A = \Delta V P = 0$

$A_{23} = 0$

из процесса

1) работа газа за цикл -  $S_{123} \cdot P_0 V_0 = A_{123}$

$$S_{123} = 4 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 - 3 \cdot 1 = 9 - 1,5^2 - 2 \cdot 1,5^2 =$$

$$= 3 \cdot 3 - 3 \cdot 1,5^2 = 3(3 - 1,5^2) = 3 \cdot 0,75 = 2,25$$

$$A_{123} = S_{123} \cdot P_0 V_0 = 2,25 P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} P_3 V_3 - \frac{3}{2} P_2 V_2 = \frac{3}{2} (7 V_0 \cdot P_0 - 7 V_0 \cdot 2,5 P_0) =$$

$$= \frac{7 \cdot 3}{2} P_0 V_0 (1 - 2,5) = -\frac{63}{4} P_0 V_0$$

$$\frac{|Q_{23}|}{|A_{123}|} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = 7$$

2) где состоят?

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 = 76 P_0 V_0 = \nu R T_1$$

~~Также~~ Также лежит либо на  $1 \rightarrow 2$  либо на  $2 \rightarrow 3$  либо на  $3 \rightarrow 1$

~~$y = kx + b$ ,  $\frac{P}{P_0} = k \cdot \frac{V}{V_0} + b$~~

Очевидно, что если Также на  $2 \rightarrow 3$ , то  $T_{\text{Также}} = T_2$  но он лежит и на  $1 \rightarrow 2 \Rightarrow T_{\text{Также}} = T_1$  лежит на  $1 \rightarrow 2$

~~Итак~~ Итого касается  $1 \rightarrow 2$ .



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

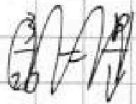
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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!

N2

аглодама:  $P_0 V + \frac{3}{2} (P_0 V + \Delta P V) = Q V = \Delta Q = 0$

$P$ -уменьшается  $\Rightarrow \frac{5}{2} P_0 V = -\frac{3}{2} \Delta P V \quad \frac{5}{3} \cdot \frac{P}{V} = -\frac{\Delta P}{\Delta V} = A-K$



~~$P = -\frac{7}{2} \frac{V}{V_0} + 8$~~  где  $1 \rightarrow 2$  где  $\frac{P}{P_0} = -\frac{7}{2} \frac{V}{V_0} + 8$

~~$P = \frac{3}{10} V$~~

$P = k_1 \cdot V + b_1$

~~$P = k_2 \cdot V + b_2$~~   $k_2 = -\frac{P_0}{2V_0}$

$b_1 = 6P_0$

$P = \frac{3}{10} V$

$\frac{5}{3} \cdot \frac{P}{V} = \frac{P_0}{2V_0} \quad \frac{10}{3} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$



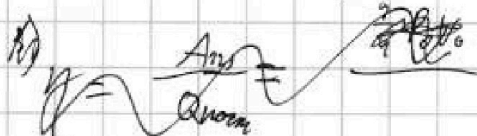
$\frac{3}{10} \frac{V}{V_0} = -\frac{7}{2} \frac{V}{V_0} + 6$

$\frac{8}{10} \frac{V}{V_0} = 6$

$\frac{V}{V_0} = \frac{25}{2}$

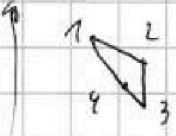
$\rightarrow$  выводить из график  $1 \rightarrow 2$

$\frac{P}{P_0} = -7 \cdot \frac{80}{13} + 8 = \frac{24}{13}$   
 $P = \frac{24}{13} P_0$



где  $3 \rightarrow 1$

$\begin{cases} \frac{P}{P_0} = -7 \cdot \frac{V}{V_0} + 8 \\ \frac{10}{3} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{80}{13} \end{cases}$



$4$  - касание  $13$  и аглодамы  $\rightarrow$  касание аглодамы  $13 \rightarrow 1$

$Q_{ном} = Q_{12} + Q_{41}$

$3 \rightarrow 4 \rightarrow Q_4 < 0 \quad 4 \rightarrow 1 \quad Q_4 > 0$

$Q_{12} = \frac{6.5 P_0 \cdot 3 V_0}{2} + \frac{3}{2} (2.5 P_0 \cdot 7 V_0 - 2.6 P_0 V_0) = 72 P_0 V_0$

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  
4 ИЗ 4

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!

N 2

$$Q_{ч1} = -\frac{1}{4} \left( \frac{50}{13} - 4 \right) P_0 V_0 \cdot \left( \frac{24/13 + 4}{2} \right) + \frac{3}{2} (16 P_0 V_0 - 7 P_0 V_0) = \frac{-28 \cdot 38}{13^2} P_0 V_0 +$$

$$+ \frac{23}{2} P_0 V_0$$

$$Q_{расч} = \frac{57}{2} P_0 V_0 - \frac{28 \cdot 38}{13^2} P_0 V_0$$

$$A_{расч} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{расч}}{Q_{расч}} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{57}{2} - \frac{28 \cdot 38}{13^2}} = \frac{9}{102 - \frac{28 \cdot 38 \cdot 4}{13^2}}$$

Ответ: 1) 7

2)  $\frac{9}{8}$

3)  $\frac{9}{102 - \frac{28 \cdot 38 \cdot 4}{13^2}}$

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  
2 из 4

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!

~~N<sub>1</sub>~~  
~~изотерма:  $\frac{pV}{p_0V_0} = \nu R T_{max} = const$~~   
 ~~$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$~~   
 ~~$b = 8$      $k = -1$~~   
 ~~$\frac{p}{p_0} = 8 - \frac{V}{V_0}$~~   
 ~~$\frac{pV}{p_0V_0} = const = 16$~~   
 ~~$\frac{V}{V_0} (8 - \frac{V}{V_0}) = const = 16$~~   
 ~~$(\frac{V}{V_0})^2 - 8\frac{V}{V_0} + 16 = 0$~~   
 ~~$D = 0 = 64 - 4 \cdot 16$~~   
 ~~$k = 16 \Rightarrow \frac{pV}{p_0V_0} = 16$~~

N<sub>2</sub>  
 изотерма:  $\frac{pV}{p_0V_0} = \frac{\nu R T_{max}}{p_0V_0} = n$   
 $n = const$   
 $\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$   
 $b = 6$ ;  $k = -\frac{1}{2}$   
 $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6$   
 $\frac{V}{V_0} (6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}) = n$   
 $\frac{1}{2} (\frac{V}{V_0})^2 - 6 \frac{V}{V_0} + n = 0$   
 это квадрат. уравнение  
 относительно  $\frac{V}{V_0}$   
 касание  $\Rightarrow$  корни  $\Rightarrow D = 0$   
 $D = 36 - 4n \cdot \frac{1}{2}$   
 $n = 18 = \frac{pV}{p_0V_0}$

достигается  
 при  $\frac{p}{p_0} = 3$ ;  $\frac{V}{V_0} = 6$

$\nu R T_{max} = 3p_0 \cdot 6V_0$   
 $\nu R T_1 = 4p_0 \cdot 4V_0$   
 $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$

3) найдем касание  $1 \rightarrow 2$  и  $3 \rightarrow 1$  с квадратом (или их графиками)





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

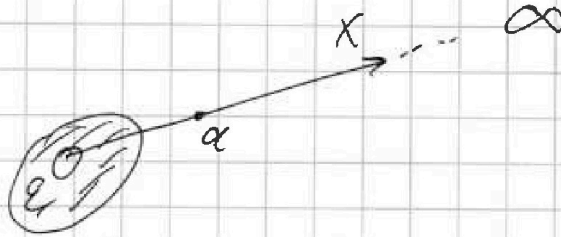
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

рассмотрим:

найти потенциал  
от зарядов  
на  $R \leq x \leq \infty$



$$\varphi_{\text{св}} = - \int_{\infty}^{\alpha} E_{\text{св}} dx = - \int_{\infty}^{\alpha} k \frac{Q}{x^2} dx = -kQ \left( -\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\infty} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{\alpha} \quad \text{для } R \leq \alpha$$

далее  $\varphi_{\text{св}}$  при  $r \leq \alpha \leq R$

$$\varphi_{\text{св}} = k \frac{Q}{R} + \int_{\alpha}^R k \frac{Q}{\varepsilon} \left( \frac{1}{a^2} \right) da = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\varepsilon R} + k \frac{Q}{\varepsilon \alpha}$$

поэтому найдем  $\varphi\left(\frac{R}{4}\right)$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\varepsilon R} + k \frac{Q}{\varepsilon \cdot \frac{R}{4}} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 4}{\varepsilon R} + k \frac{Q \cdot 3}{\varepsilon R}$$

возьмем  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right)$  и  $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)$  и составим систему

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0 = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\varepsilon R} \cdot 2$$

$$3k \frac{Q}{R} + 6k \frac{Q}{\varepsilon R} = 4k \frac{Q}{R} + 2k \frac{Q}{\varepsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3} \cdot 2\right) = 3\varphi_0 = k \frac{Q}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon R \cdot 2}$$

$$4 \cdot \frac{1}{\varepsilon} = 1$$

$$\varepsilon = 4$$

~~$\varphi_0 = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\varepsilon R} + k \frac{Q}{\varepsilon R} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 2}{\varepsilon R}$~~

из графика  $r = \frac{R}{3}$   $r = \frac{R}{6}$

~~$\varphi_0 = 3 \cdot \frac{Q \cdot Q}{\varepsilon R} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 5}{\varepsilon R}$~~

ответ:  $k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 3}{\varepsilon R}$

1)  $k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 3}{\varepsilon R}$

2)  $\varepsilon = 4$



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!

N 4

1) изменение  $B_2$  действует на все витки во второй катушке, а первая

$$B_1' S \cdot n_1 = \epsilon = L_1 \dot{I}$$

$$S n_1 B_1' = L_1 \dot{I}$$

$$B_1' = \alpha$$

$$S n_1 \alpha = L_1 \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{S n_1 \alpha}{L_1} = \frac{S n_1 d}{2L}$$

2)  $|\epsilon_1| + |\epsilon_2| = \epsilon_{\text{sum}}$  все магнитные потоки и их изменение помогают друг другу

$$B_2 S n_2 = L_2 \dot{I}$$

$$\Delta B_2 S n_2 = L_2 \Delta I_2$$

$$B_1 S n_1 = L_1 \dot{I}$$

$$\Delta B_1 S n_1 = L_1 \Delta I_1$$

$$2 - \frac{L_1}{L_2} =$$

$$\text{a) } \frac{B_0}{2} = \frac{L_2}{S n_2} \cdot \Delta I_2$$

$$\text{b) } \frac{B_0}{2} = \frac{L_1}{S n_1} \Delta I_1$$

$$\Delta I_1 + \Delta I_2 = \frac{S n_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{L_1}}{\frac{1}{\mu_0 \cdot \frac{1}{3}}} + \frac{S n_2 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{\mu_0 \cdot \frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{S n_1 \mu_0 \cdot \frac{1}{3}}{\mu_0 \cdot \frac{1}{3} \cdot L_1} + \frac{S n_2 \mu_0 \cdot \frac{1}{2}}{\mu_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot L_2} = \frac{3}{4} \frac{S n_1 \mu_0}{\mu_0 L} + \frac{S n_2 \mu_0}{\mu_0 L}$$

$$= \frac{3}{4} \frac{S n_1 \mu_0}{\mu_0 L}$$

Ответ 1)  $\dot{I} = \frac{S n_1 d}{2L}$

2)  $\frac{3}{4} \frac{S n_1 \mu_0}{\mu_0 L}$

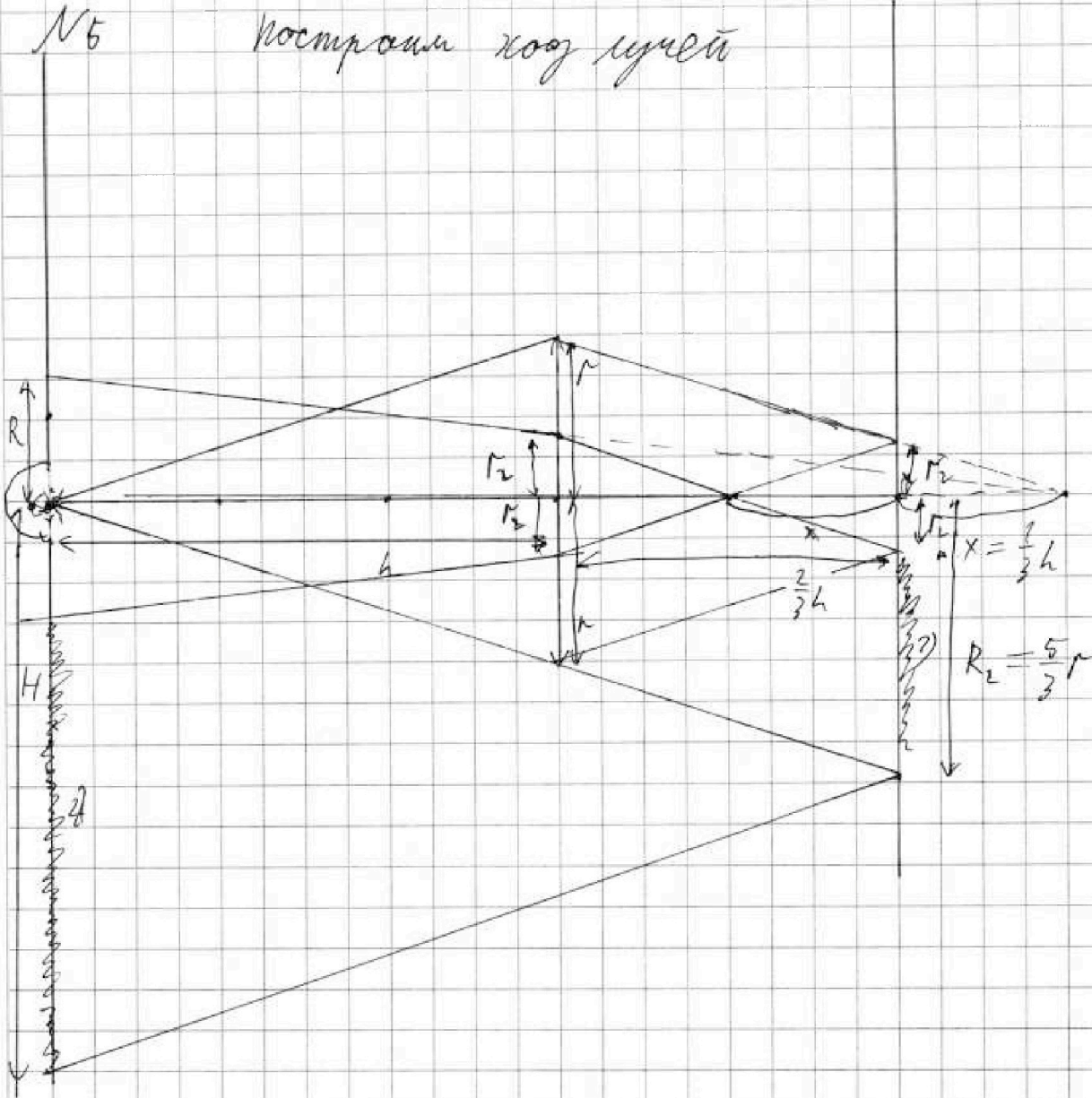


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$r$  - ось, часть зеркала  
зеркала

$R_2$  - часть кривизны позадом кривизне лучей  
и не

$x = \frac{1}{3}h$   $r$  - размер линзы

$H$  - часть кривизны ~~не~~

$R$  - часть кривизны позадом  
предметные лучи

позадом просто отражены  
не лучи.

$g$  - место нахождения линзы от перелома оптич. лучей.

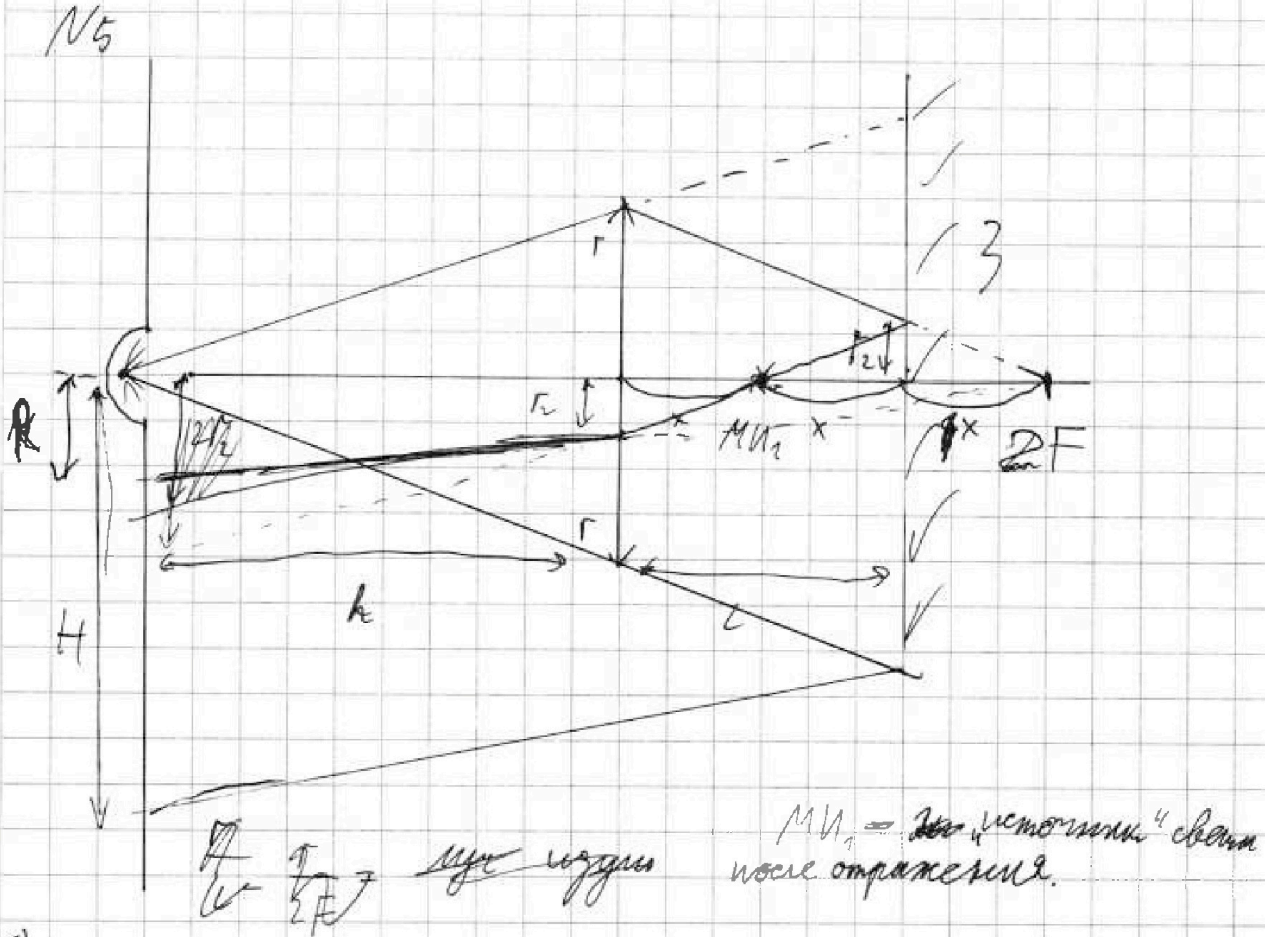


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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



1) лучи из источника идут через линзу и фокусируются в том же двойном фокусе  $\frac{1}{2F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$

но там зеркало  $\Rightarrow$  лучи отражаются и освещают малую часть на зеркале  $\Rightarrow$  лучи отражаются и освещают малую часть на зеркале  $\Rightarrow$  лучи отражаются и освещают малую часть на зеркале

$$S_{\text{осв}} = \pi R_2^2 + \pi R^2$$

$$R_2 = \frac{r}{2F} \quad R = \frac{5}{3}r = 5k$$

$$\frac{r}{2F} = \frac{r_2}{2F - l} \Rightarrow r_2 = (2F - l) \frac{r}{2F} = \frac{2}{3} \frac{r}{2}$$

$$S_{\text{осв}} = \pi (R_2^2 + R^2) = \pi \left( \left( \frac{2}{3} \frac{r}{2} \right)^2 + (5k)^2 \right) = 8\pi k^2 \approx 24.5 \pi k^2$$

$$2) x = \frac{2}{3} \cdot 2F = \frac{4}{3} \quad \frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F} = \frac{3}{4} + \frac{1}{y} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$



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!

N5

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{h} + \frac{1}{y} = \frac{2}{h}$$

✗

$$y = -h$$

тогда после второго отражения лучи выйдут из мнимого источника на  $2F$  от линзы, а область ~~света~~ а область линзы круга покажет свет -  $r_2$

тогда из условия с другой стороны

$$\frac{R}{h+3x} = \frac{R}{4F} = \frac{r_2}{2F} \Rightarrow R = 2r_2 = \frac{2}{3}r_2 = 26\text{см}$$

$$\frac{H}{2h + 2 \cdot \frac{2}{3}h} = \frac{r}{h} = \frac{H}{\frac{16}{3}h}$$

$$H = \frac{16}{3}r = 16\text{см}$$

тогда область освещенной части стены:

$$S = \pi H^2 - \pi R^2 = \pi(H^2 - R^2) = 70 \cdot 25 \text{ cm}^2$$

Ответ:

1)  $24\pi \text{ cm}^2$

2)  $252\pi \text{ cm}^2$

рисунком на 3-й стр.

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

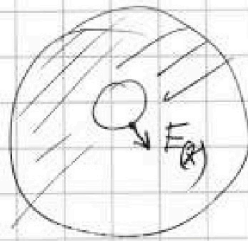
СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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!

N 3

$$\varphi(r) = k \frac{Q}{r} \quad \text{при } r=r$$

~~$$\varphi(x) = k \frac{Q}{r}$$~~

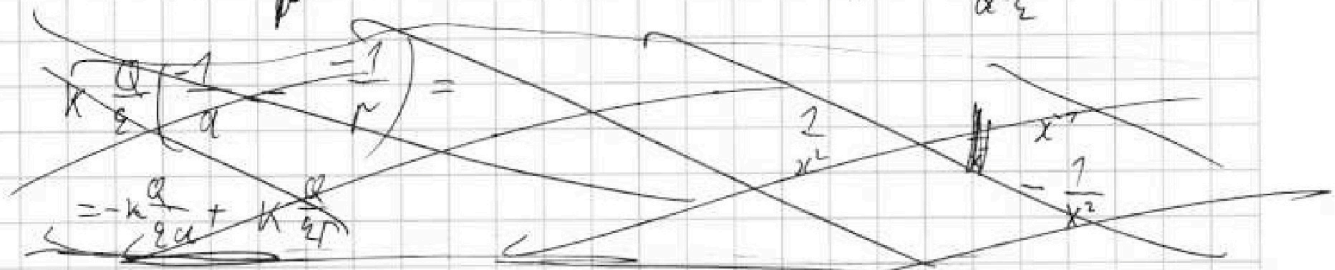


$\frac{Q}{r} = \frac{Q}{2+8}$   
 $V=10$

~~$$\varphi(a) = k \frac{Q}{r} - \int_r^a k \frac{Q}{x^2 \epsilon} = k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{\epsilon a}$$~~

~~$$E(r) = k \frac{Q}{r^2 \epsilon}$$~~  

$$E(a) = k \frac{Q}{a^2 \epsilon}$$



умною

$$\varphi(a) = k \frac{Q}{r} - \int_r^a k \frac{Q}{x^2 \epsilon} = k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{\epsilon} \left( -\frac{1}{a} - \frac{-1}{r} \right) =$$

$$= k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{\epsilon r} + k \frac{Q}{\epsilon a}$$

← если  $\varphi(r) = k \frac{Q}{r}$   
тогда  $\varphi(\infty) \neq 0$

$$0 = \psi_1 - \psi_2 = 0$$

$$g_2 = \psi \quad 0 = \psi + x \epsilon - r^2$$

$$\psi = r - x \epsilon$$



$$\varphi_0 = - \int_{\infty}^a E(a) = - \int_{\infty}^a k \frac{Q}{a^2 \epsilon} = k \frac{Q}{\epsilon} \left( -\frac{1}{a} - \frac{-1}{\infty} \right) = + k \frac{Q}{\epsilon a}$$

$$\varphi_0 = k \frac{Q}{\epsilon r} \quad \leftarrow \text{из формулы}$$



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!

$$\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon r}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{\frac{R}{3}} = 4\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{R} + C$$

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}R} = 3\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} + C$$

~~$$\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon R} - k \frac{Q}{\varepsilon a}$$~~

~~$$\varphi - k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{R} = 4\varphi_0$$~~
~~$$\varphi - k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} = 3\varphi_0$$~~

~~$$-k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} = \varphi_0$$~~

$$3\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R}$$

$$r = \frac{R}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

~~$$k \frac{Q}{r}$$~~

$$\varepsilon = \frac{Q}{2} \cdot \frac{r}{R} = \frac{Q}{4}$$

$$\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R}$$

~~$$\frac{2}{R} \cdot \frac{6}{R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{R}$$~~

~~$$k \frac{Q}{\varepsilon x}$$~~

$$4\varphi_0 = 3\varphi_1 + C = 3\varphi_1 + 2\varphi_0$$

$$3\varphi_0 = 3\varphi_1 + C$$

$$2\varphi_0 = C$$



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

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!

$$5^3 - 23^2$$

$$169 - 725$$

44

$$\frac{2^7 \cdot 3^2}{2^7 \cdot 3^2} \cdot 11$$

268

$$2 \quad 4 \quad 8 \quad 16 \quad 32 \quad 64 \quad 128$$

$$2^7 \cdot 3^2 \cdot 11$$

$$5 \quad 6$$

$$11(2^7 \cdot 3^2 - 5^4) = 11 \cdot 11$$

~~BTV~~

$$7 \cdot 2^4 \cdot 13 \cdot 3$$

$$\begin{array}{r} 728 \\ 9 \\ \hline 7752 \\ \hline 625 \end{array}$$

~~BTV~~

$$BqV = F$$

BIL

$$BqV = F$$

$$BVL = \frac{F \cdot L}{q} = \varepsilon$$

$$\frac{A \cdot L}{q} = BV$$

$\uparrow$   
(BS)

$$\frac{BS}{AL} = \frac{F}{q}$$

$$\begin{array}{r} 335 + 752 \\ + 752 \\ \hline 527 \\ 7637 \end{array}$$

$$\frac{70}{80+61} \cdot 12 = 12 \cdot 1 = 12 = 521 \cdot \frac{70}{80+61}$$



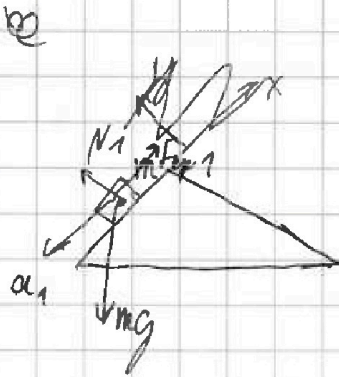


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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



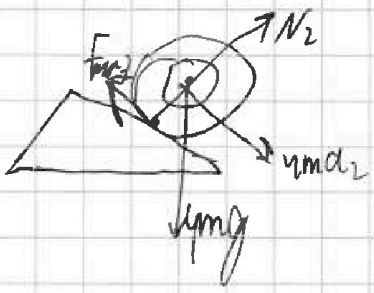
1) брусок  $N_1 = mg \cos \alpha_1$   
 $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1}$

$F_{\text{тр}1} = \mu (mg \cos \alpha_1) =$

$= 0.13 \cdot 13 \cdot 9.8 =$

2)  $N_2 = 4mg \cos \alpha_2$   
 $- F_{\text{тр}2} + 4mg \sin \alpha_2 = 4ma_2$

$F_{\text{тр}2} = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$



5. (12)

$\frac{2}{5} - \frac{5}{13} =$   
 $\frac{26}{65} - \frac{25}{65} =$

$\frac{1}{65} = x$

$y = kx + b$

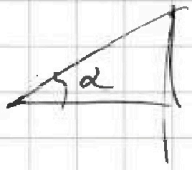
$\frac{1}{65} = x$

$\frac{1}{65} = y$

$\frac{26}{65} - \frac{25}{65} =$   
 $\frac{1}{65}$

$13 \cdot 2^3 \cdot 3$   
 $6 \cdot 13 = 78$

$\frac{5}{13} - \frac{5}{24} =$



$k \frac{R}{R} + k \frac{R}{R} - k \frac{R}{R}$

$E = k \frac{Q}{R}$

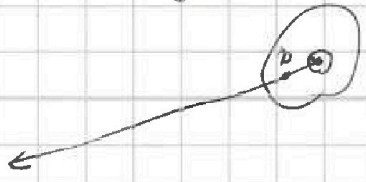
$\varphi = k \frac{Q}{R}$

$\frac{1}{R}$

при  $R \leq a$

$\frac{1}{R}$

$\frac{kQ}{R} \int_0^a \left( -\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) r dr$





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.

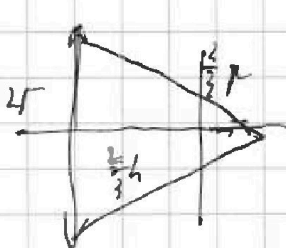
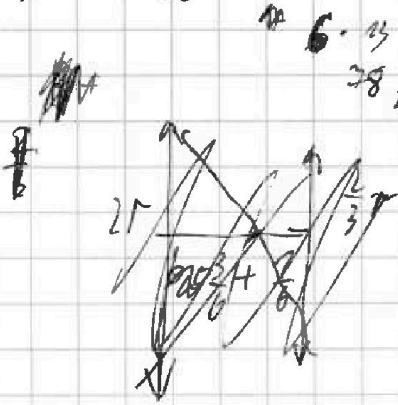
1  2  3  4  5  6  7

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!

$$BIL = F = \text{const}$$

$$BI = \text{const}$$



$$\frac{F}{LI}$$

$$70 + 27 = 97$$

$$6 \cdot 93 =$$

$$60 + 18 = 78$$

$$70 + 27 = 97$$

$$704$$

$$1 - \frac{2}{23} =$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{2r}$$

$$\frac{4}{8} \quad \frac{9}{30} \quad \frac{2}{25} \cdot \frac{1}{V_0}$$

$$7,5 \cdot 2,25 =$$

$$\frac{79,5}{2} +$$

$$\frac{22,5}{2} -$$

$$\frac{2,5 \cdot 5}{2}$$

Handwritten scribbles and symbols, possibly representing a lightning bolt or a specific symbol.

$$\frac{P}{P_0} = -1 \frac{P}{V_0} + 8$$

$$\frac{13}{20} \frac{V}{V_0} \neq 8$$

$$\frac{80}{13} \approx - \frac{28}{13} P_0 V_0 \cdot \frac{38}{13} + \frac{27}{2} P_0 V_0$$

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

$$\frac{39 - 25}{5 \cdot 13} =$$

$$\frac{5}{13} - \frac{5}{24}$$

$$\frac{1}{2h} \cdot \frac{1}{2h}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{16}{3}$$

$$256$$

$$4 + \frac{4}{3}$$