



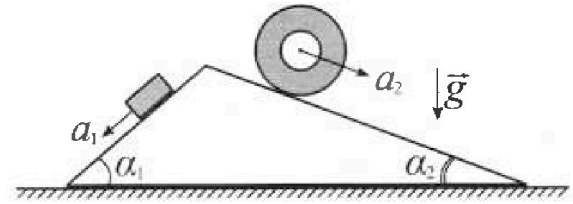
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

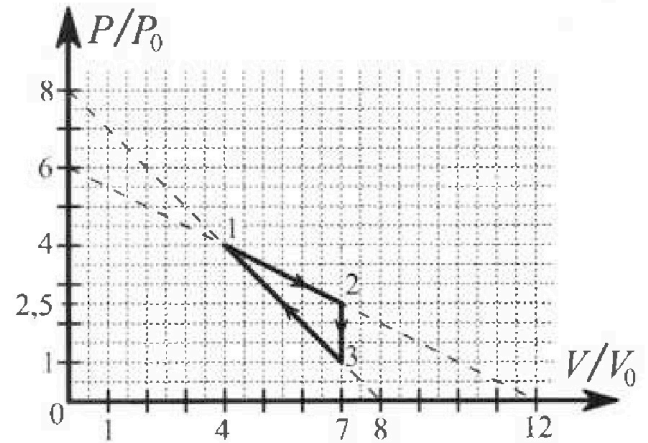
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

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.

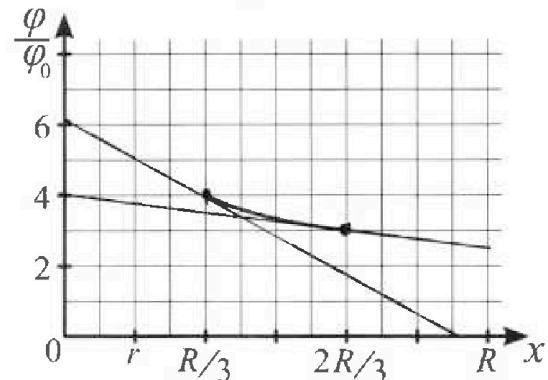
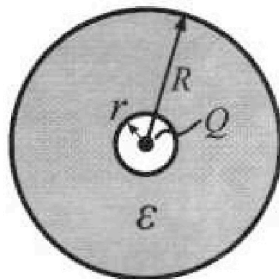


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

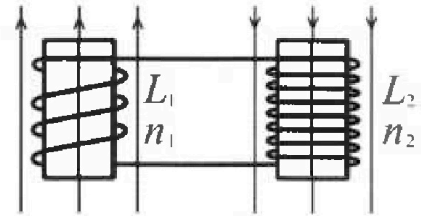


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

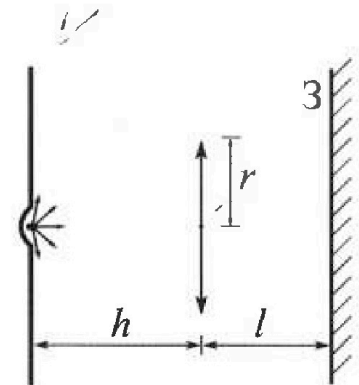
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 $\gamma\pi$, где γ - 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

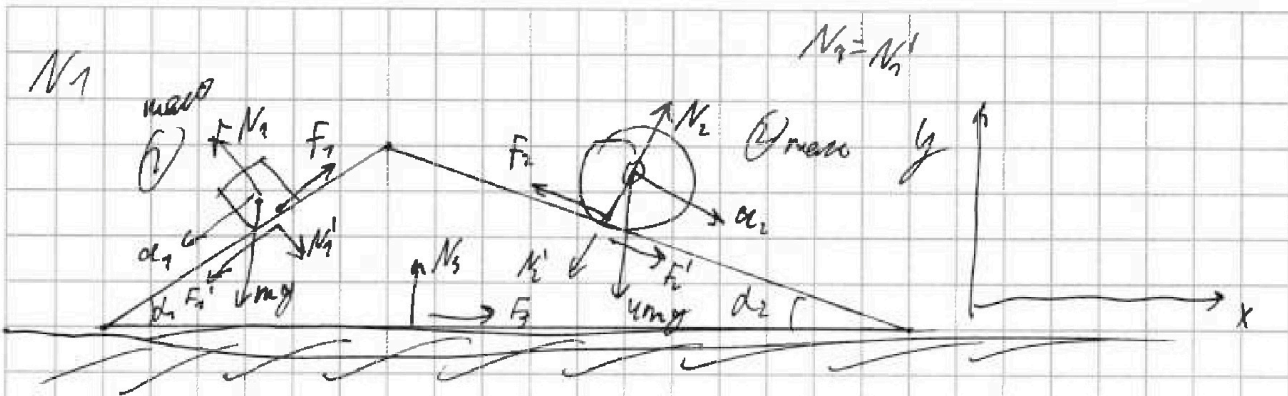


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 - $S_{123} \cdot P_0 V_0 = A_{123}$

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

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

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

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

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

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

2) где состоит?

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

~~Температура~~ ~~можно~~ ~~на~~ ~~1 → 2~~ ~~либо~~ ~~на~~ ~~2 → 3~~ ~~либо~~ ~~на~~ ~~3 → 1~~

очевидно, что если ~~температура~~ ~~на~~ ~~2 → 3~~, то ~~температура~~ ~~на~~ ~~1 → 2~~ ⇒ ~~температура~~ ~~на~~ ~~1 → 2~~

~~изотерма~~ изотерма касается 1 → 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

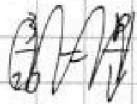
СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!

N_2

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

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 $\frac{P}{P_0} = -\frac{7}{2} \frac{V}{V_0} + 8$

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

$P = k_1 \cdot V + b_1$

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

$b_1 = 6P_0$

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

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

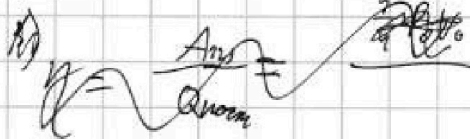
~~scribbles~~

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

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

$\frac{8}{10} \frac{V}{V_0} = 6 \quad \frac{V}{V_0} = \frac{25}{2}$

\rightarrow выложить за график $1 \rightarrow 2$



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 агломерат \rightarrow касание агломерат $13 \rightarrow 1$

$Q_{всч} = Q_{12} + Q_{21}$

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

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



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

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

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

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

$$A_{рас} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

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

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!

~~N₁~~
~~изотерма: $\frac{pV}{p_0V_0} = \nu R T_{max} = const$~~
 ~~$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$~~
 ~~$b = 8$ $k = -1$~~
 ~~$\frac{p}{p_0} = 8 - \frac{V}{V_0}$~~
 ~~$\frac{pV}{p_0V_0} = const = 16$~~
 ~~$\frac{V}{V_0} (8 - \frac{V}{V_0}) = const = 16$~~
 ~~$(\frac{V}{V_0})^2 - 8\frac{V}{V_0} + 16 = 0$~~
 ~~$D = 0 = 64 - 4 \cdot 16$~~
 ~~$k = 16 \Rightarrow \frac{pV}{p_0V_0} = 16$~~

N₂
 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

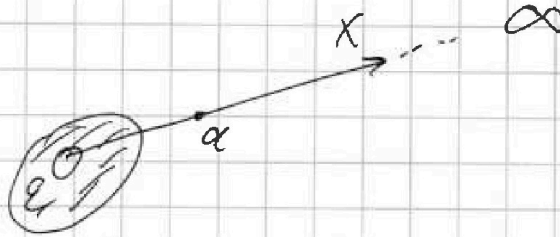
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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 заряда
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 $r = \frac{R}{3}$ $r = \frac{R}{6}$

~~$\varphi_0 = 3 \cdot \frac{Q \cdot 2}{\varepsilon R} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 5}{\varepsilon R}$~~

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) измерение B_2 действует на все витки во второй катушке α раз

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

$$S n_2 B_1' = L_1 \dot{I}$$

$$B_1' = \alpha$$

$$S n_2 \alpha = L_1 \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{S n_2 \alpha}{L_1} = \frac{S n_2 d}{2L}$$

2) $|\mathcal{E}_1| + |\mathcal{E}_2| = \mathcal{E}_{\text{sum}}$ на магнитные потоки и их измерения помогают друг другу

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta I_1 + \Delta I_2 = \frac{S n_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{L_1}}{B_0} + \frac{S n_2 \cdot \frac{1}{2}}{B_0} \Delta I_2$$

$$= \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 \frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{L_1} + \frac{S n_2 B_0}{\mu_0 \frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{L_2} = \frac{3}{4} \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 L} + \frac{S n_2 B_0}{\mu_0 L}$$

$$= \frac{3}{4} \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 L}$$

Ответ 1) $\dot{I} = \frac{S n_2 d}{2L}$

2) $\frac{3}{4} \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 L}$

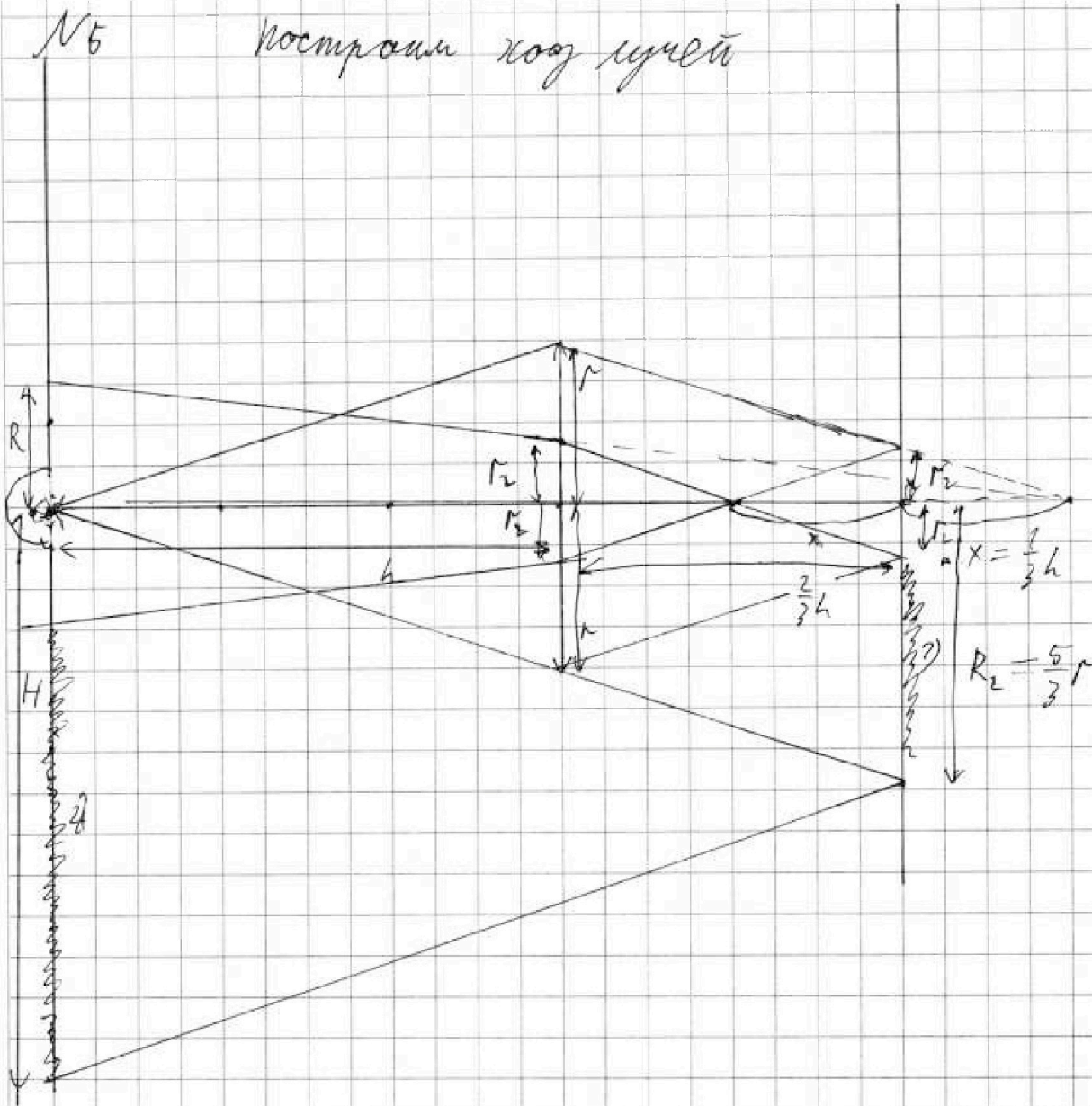


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
 R_2 - ось, часть куда попадает ^{лучи} ~~лучи~~ ^и ~~и~~ ^{не} ~~не~~ ^{лучи} ~~лучи~~
 $x = \frac{1}{3}h$ r - размер ^и ~~и~~ ^{не} ~~не~~ ^{лучи} ~~лучи~~
 H - ось, часть ^и ~~и~~ ^{не} ~~не~~ ^{лучи} ~~лучи~~ ^{куда} ~~куда~~ ^{попадают} ~~попадают~~ ^{лучи} ~~лучи~~ ^{просто} ~~просто~~ ^{отражены} ~~отражены~~ ^{лучи} ~~лучи~~
 R - ось, часть ^и ~~и~~ ^{не} ~~не~~ ^{лучи} ~~лучи~~ ^{куда} ~~куда~~ ^{попадают} ~~попадают~~ ^{предметные} ~~предметные~~ ^{лучи} ~~лучи~~
 g - место ^и ~~и~~ ^{не} ~~не~~ ^{лучи} ~~лучи~~ ^{нахождения} ~~нахождения~~ ^{лучи} ~~лучи~~ ^{от} ~~от~~ ^{перелом} ~~перелом~~ ^{лучей} ~~лучей~~

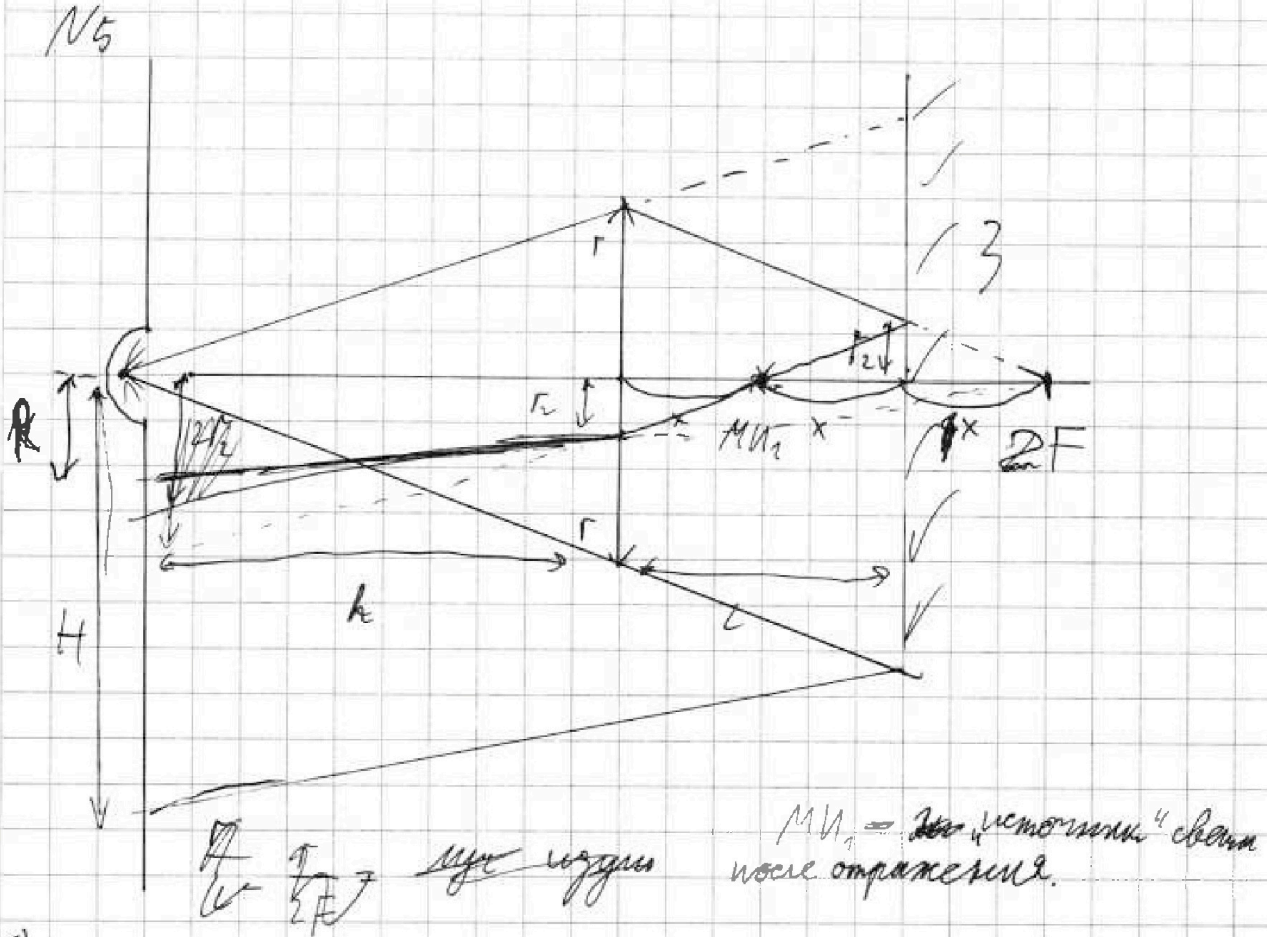


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 двойном фокусе

$$\frac{1}{lF} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$$

но там зеркало \Rightarrow лучи отражаются и освещают часть на зеркале $S_{\text{осв}} = \dots$ с рисунком

$S_{\text{осв}} = \pi R_2^2 - \pi R_1^2$

из подобия Δ -ов $\frac{R_1}{\frac{5}{3}l} = \frac{r_1}{2F-l} \Rightarrow R_1 = \frac{r_1}{2F-l} \cdot \frac{5}{3}l$

$\frac{R_2}{\frac{5}{3}l} = \frac{r_2}{2F} \Rightarrow R_2 = \frac{r_2}{2F} \cdot \frac{5}{3}l$

$S_{\text{осв}} = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi \left(\frac{25}{9} l^2 \frac{r_2^2}{4F^2} - \frac{25}{9} l^2 \frac{r_1^2}{(2F-l)^2} \right) = 8\pi \frac{l^2}{9} \left(\frac{r_2^2}{4F^2} - \frac{r_1^2}{(2F-l)^2} \right)$

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



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

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

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

~~1/2~~

$$y = -h$$

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

тогда из условия с другой стороны

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

$$\frac{H}{2h + 2 \cdot \frac{2}{3}h} = \frac{r_2}{h} = \frac{H}{\frac{16}{3}h}$$

$$H = \frac{16}{3}r_2 = 16\text{см}$$

тогда область освещенной части стены:

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

Ответ:

- 1) $24\pi \text{ см}^2$
- 2) $252\pi \text{ см}^2$

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 _

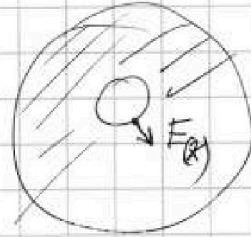
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 3

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

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

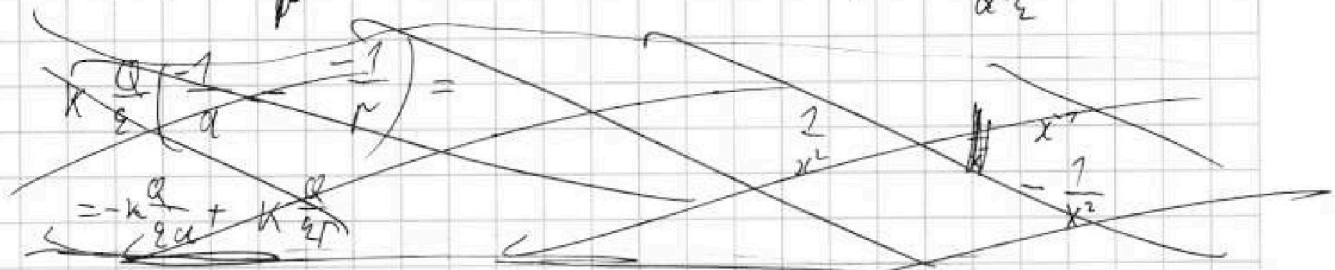
~~$$\varphi(a) = k \frac{Q}{r} - \int_r^a k \frac{Q}{x^2 \epsilon} = k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{\epsilon a}$$~~



$\frac{Q}{\epsilon a}$
 $-\frac{1}{a} + \frac{1}{r}$
 $\frac{1}{\epsilon a}$

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

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



умножить

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

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

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

$$0 = \psi h - h g = 0$$

$$g = \psi$$

$$0 = \psi + x \epsilon - \psi \epsilon$$

$$\psi = \frac{x}{\epsilon - x}$$



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

$$\varphi_0 = k \frac{Q}{\epsilon r} \quad \text{← по формуле}$$



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)

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

$$\begin{array}{r} 335 + 752 \\ + 752 \\ \hline 529 \\ 7637 \end{array}$$

$$\frac{70}{I+1} \cdot 11 = 11 \cdot I = 529 \quad \frac{70}{80+6}$$

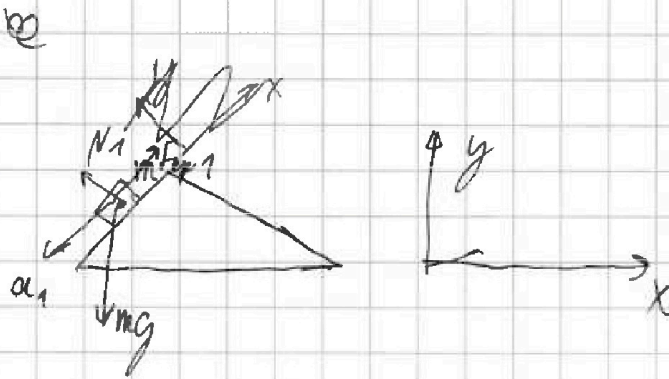


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



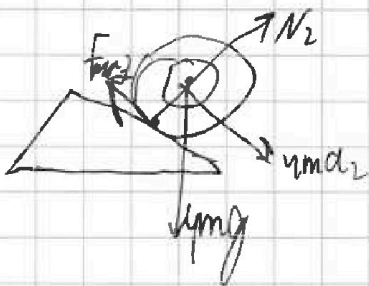
1) брусок $N_1 = mg \cos \alpha_1$
 $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1}$

$$F_{\text{тр}1} = \mu mg \sin \alpha_1 =$$

$$= 0.13 \cdot 9 =$$

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)

$$\frac{2}{5} - \frac{5}{73} =$$

$$\frac{39}{35} - 25$$

$$\frac{24}{65} = x$$

$$y = kx + b$$

$$\frac{v}{v_0} = x$$

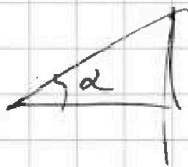
$$\frac{P}{P_0} = y$$

$$\frac{24}{65} = \frac{28}{312}$$

$$\frac{73 \cdot 2^3 \cdot 3}{5 \cdot 2}$$

$$6 \cdot 73 = 78$$

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



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

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

$$U = k \frac{R}{R}$$

$$\frac{1}{a} - 1$$

нрав R <= a

$$\frac{k \frac{R}{R}}{R} \int \left(-\frac{1}{a} + 1 \right) R$$



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.



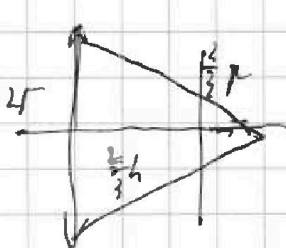
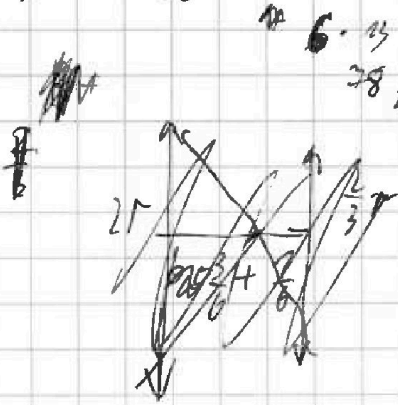
1 2 3 4 5 6 7

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!

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

$$BI = \text{const}$$



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

$$70 + 27 = 97$$

$$6 \cdot 93 =$$

$$60 + 18 = 78$$

$$70 + 27 = 97$$

$$704$$

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

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

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

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

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

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

Handwritten scribbles and symbols.

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

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

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

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

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

$$\frac{5}{13} - \frac{5}{13} = 0$$

$$\frac{1}{2h} \cdot \frac{1}{2h} = \frac{1}{4h^2}$$

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

$$256$$

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

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