



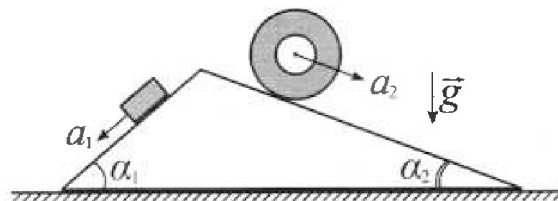
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

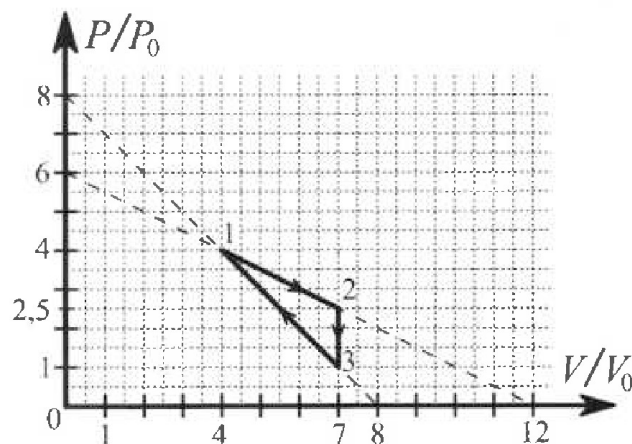


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

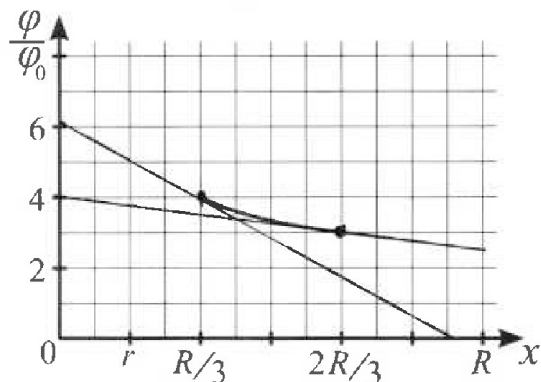
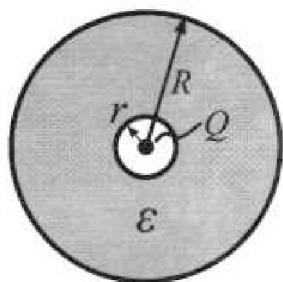
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

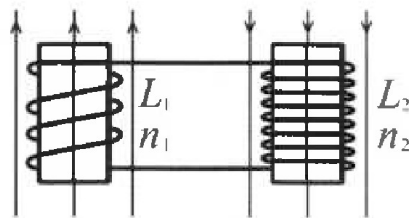


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

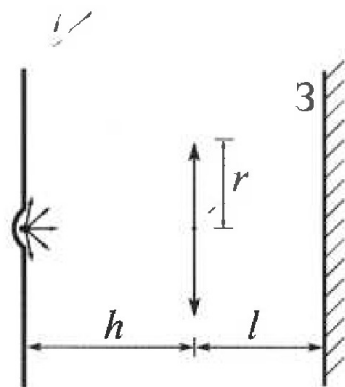
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 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

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

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

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

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

Ответ: 1) $\frac{14}{51} mg$

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

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



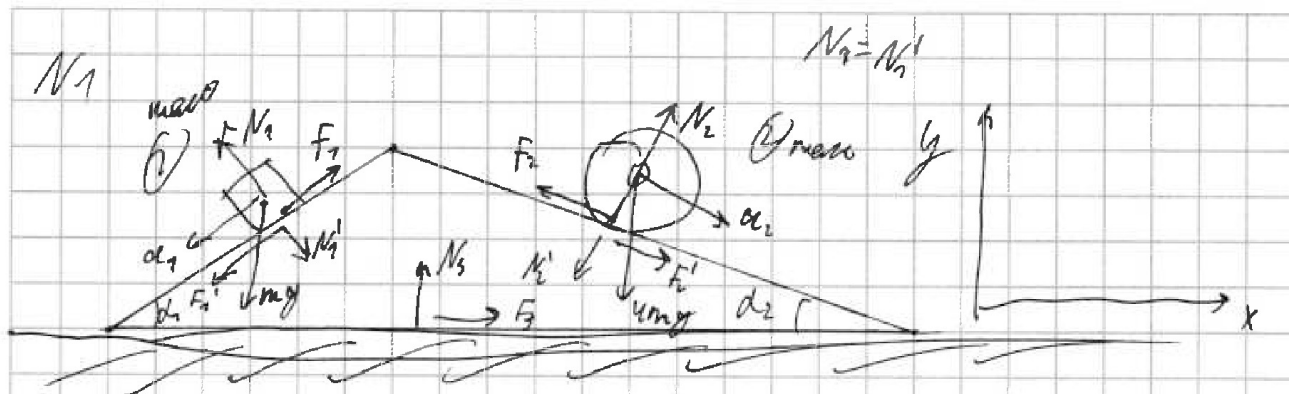
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad N_1' = mg \cos \alpha_1$$

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

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

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

$$N_2 - 4mg \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4ma_2 \Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{55}{78} gm$$

3) пусть F_3 направлена вправо, тогда запишем

II закон Ньютона на оси y и x для клина:

$$0 = N_2 - F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2 + N_1 \cos \alpha_1 + N_2 \cos \alpha_2$$

$$0 = F_3 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

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

$$F_3 = \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + 4mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{22}{13} - \frac{55}{78} mg \cdot \frac{5}{13} - 4mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$



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!

N_2
~~в процессе~~ $2 \rightarrow 3$ $\Delta A = \Delta V P = 0$
 $A_{23} = 0$
 из графика
 $1) \text{ работа газа за цикл} - S_{123} \cdot P_0 V_0 = A_{123}$
 $S_{123} = 4 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 - 3 \cdot 1 = 9 - 1,5^2 - 2 \cdot 1,5^2 =$
 $= 3^2 \cdot 3 - 3 \cdot 1,5^2 = 3(3 - 1,5^2) = 3 \cdot 0,75 = 2,25$

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

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

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

$$\frac{|P \Delta U_{23}|}{|A_{123}|} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = 7$$

2) где состоит?

$$P_2 V_2 = 7 P_0 V_0 = 7 R T_1 = 7 R T_2$$

~~также~~ $T_{\text{поис}}$ лежит либо на $1 \rightarrow 2$ либо на $2 \rightarrow 3$ ~~или~~ $на 2 \rightarrow 3$
 ~~$P_2 V_2 = 7 P_0 V_0$ и $на 2 \rightarrow 3$ $y = kx + b$ $\frac{P}{P_0} = k \cdot \frac{V}{V_0} + b$~~
 ~~$на 2 \rightarrow 3$~~ очевидно, что если $T_{\text{поис}}$ на $2 \rightarrow 3$, то $T_{\text{поис}} = T_2$
 то он лежит и на $1 \rightarrow 2 \Rightarrow T_{\text{поис}}$ лежит на $1 \rightarrow 2$
~~изотерма~~ изотерма 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

адиабата: $P_0 V + \frac{3}{2} (P_0 V + \Delta P V) = Q_1 = \Delta Q = 0$

P -уменьшается $\Rightarrow \frac{5}{2} P_0 V = -\frac{3}{2} \Delta P V \quad \frac{5}{3} \cdot \frac{P}{V} = -\frac{\Delta P}{\Delta V} = 1 - \kappa$

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

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

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

$P = \kappa_1 \cdot V + b_1$

~~$\kappa = \frac{P_0}{2V_0}$~~ $\kappa = -\frac{P_0}{2V_0}$

$b_1 = 6P_0$

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

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

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

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

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

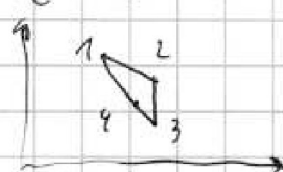
$\frac{8}{10} \frac{V}{V_0} = 6$

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

$\rightarrow$ выходим за график $1 \rightarrow 2$

~~$P = \frac{A_{\text{ном}}}{Q_{\text{ном}}}$~~

где $3 \rightarrow 1$



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

$\frac{10}{3} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{80}{13}$

4 - касание P и адиабаты

касание адиабаты $3 \rightarrow 1$

$3 \rightarrow 4 \rightarrow Q_4 < 0$

$4 \rightarrow 1 \rightarrow Q_1 > 0$

$Q_{\text{ном}} = Q_{12} + Q_{41}$

$Q_{12} = \frac{6.5 P_0 \cdot 3 V_0}{2} + \frac{3}{2} (2.5 P_0 \cdot 7 - 1.6 P_0 V_0) = 72 P_0 V_0$



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

$$Q_{41} = -Q \left(\frac{80}{13} - 4 \right) p_0 V_0 \cdot \left(\frac{24/13 + 4}{2} \right) + \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) = \frac{-28 \cdot 38}{13^2} p_0 V_0 + \frac{23}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{57}{2} p_0 V_0 - \frac{28 \cdot 38}{13^2} p_0 V_0$$

$$A_{\text{из}} = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

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

Ответ: 1) 7

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

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



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

N₂
 изотерма: $\frac{pV}{p_0V_0} = \frac{\nu RT_{max}}{p_0V_0} = n$
 $n = const$
 $\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$
 $b = 6$; $k = -\frac{1}{2}$
 $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6$
 $\frac{V}{V_0} (6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}) = n$
 $\frac{1}{2} (\frac{V}{V_0})^2 - 6 \frac{V}{V_0} + n = 0$
 это квадрат. уравнение
 относительно $\frac{V}{V_0}$
 II 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 квадратой (или их продолжением)



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 ☐

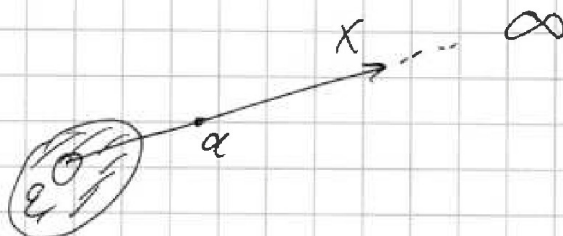
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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 $R \leq x \leq \infty$



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

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

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

$$\varphi_{\text{св}} = k \frac{Q}{R} + \int_R^{\alpha} k \frac{Q}{x^2} \left(\frac{1 dx}{\alpha^2} \right) = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R} + k \frac{Q}{\epsilon \alpha}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon = 4$$

~~$$\varphi_0 = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R} + k \frac{Q}{\epsilon R} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R}$$~~

из графика $2r = \frac{R}{3}$ $r = \frac{R}{6}$

~~$$\varphi_0 = 3.5 \frac{kQ}{\epsilon R} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q \cdot 5}{\epsilon R}$$~~

ответ: $k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R}$

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

$$2) \epsilon = 4$$



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 контуре, а первая

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

$$\sin B_1' = L_1 \dot{I}$$

$$B_1' = \alpha$$

$$\sin \alpha = L_1 \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\sin \alpha}{L_1} = \frac{\sin \alpha}{2L}$$

2) $\epsilon_1 + \epsilon_2 = \epsilon_{\text{ит}}$ т.е. магнитные потоки и их измерения помогают друг другу

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

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

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

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

$$2 - \frac{1}{3} =$$

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

$$\text{b) } \frac{B_0}{3} = \frac{L_1}{S n_1} \Delta I_1$$

$$\begin{aligned} \Delta I_1 + \Delta I_2 &= \frac{S n_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{L_1}}{\frac{B_0}{3}} + \frac{S n_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{L_2}}{\frac{B_0}{2}} \\ &= \frac{S n_1 B_0}{\frac{B_0}{3} \cdot \frac{1}{L_1}} + \frac{S n_2 B_0}{\frac{B_0}{2} \cdot \frac{1}{L_2}} = \frac{3}{4} \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 L} + \frac{S n_2 B_0}{\mu_0 L} \\ &= \frac{3}{4} \frac{S n_1 B_0}{\mu_0 L} \end{aligned}$$

Ответ 1) $\dot{I} = \frac{\sin \alpha}{2L}$

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

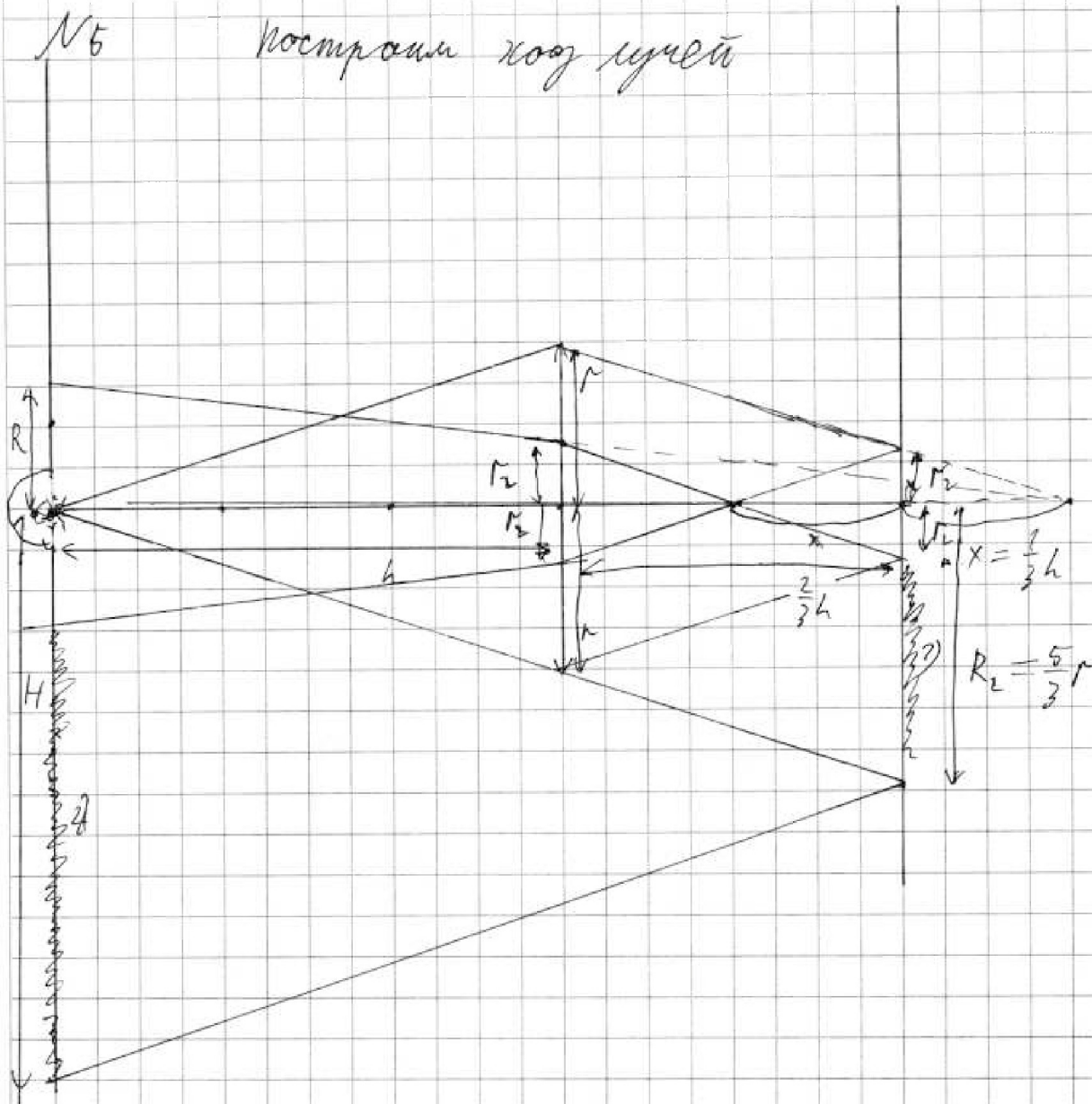


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 — радиус кривизны зеркала

R_2 — радиус кривизны поверхности кривизны (или)

$x = \frac{2}{3}h$ — радиус кривизны

h — радиус кривизны

R — радиус кривизны поверхности кривизны (или)

поверхности кривизны (или) поверхности кривизны

g — место нахождения источника света от поверхности кривизны



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
☐

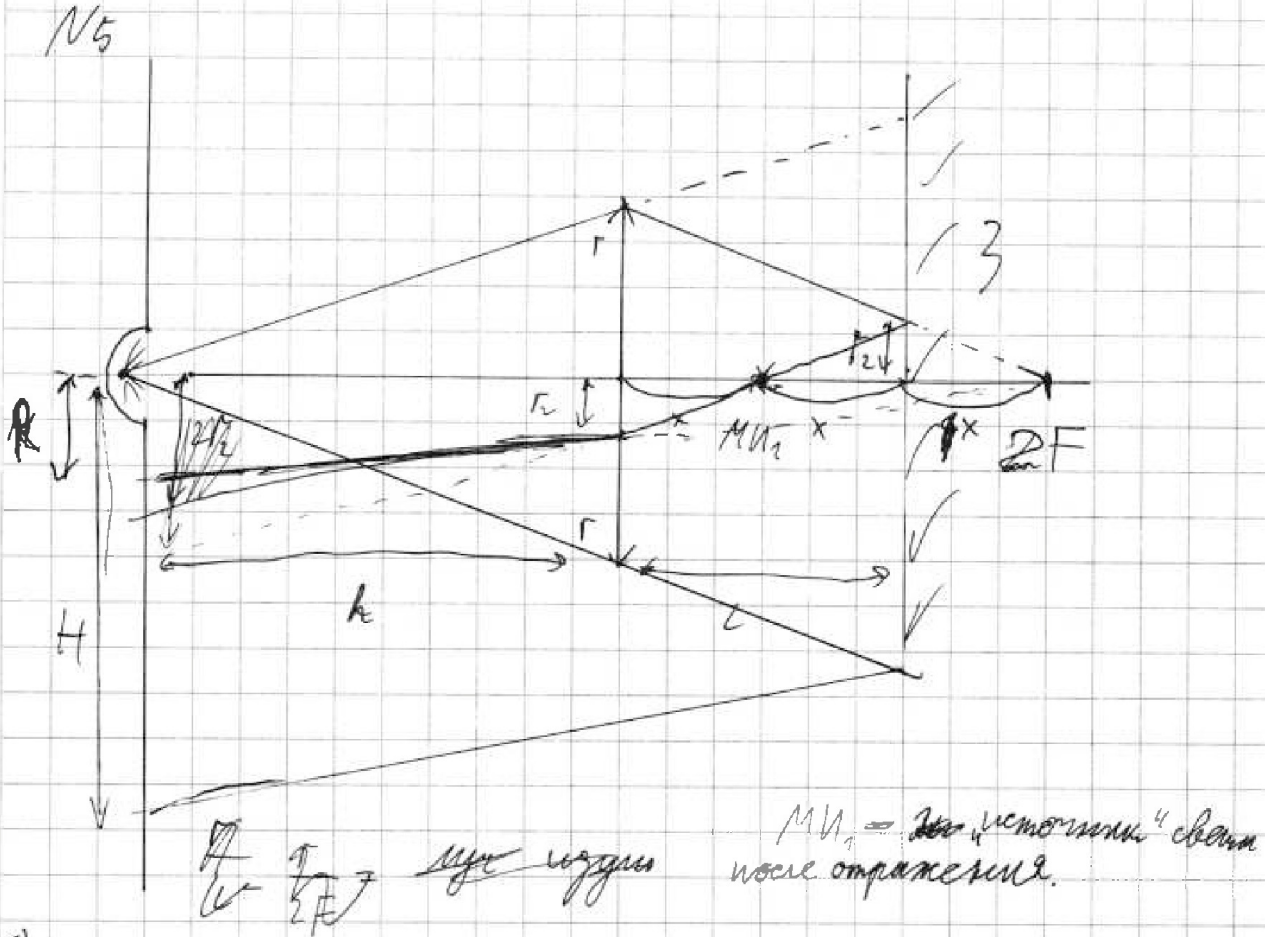
5
☒

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 так зеркало $\Rightarrow$ лучи отражаются и не освещают часть на зеркале. Будем, сдвигая рисунок

$$S_{\text{осв}} = -\pi r_2^2 + \pi r^2$$

$$\frac{r_2}{\frac{5}{3}L} = \frac{r}{L} \quad r_2 = \frac{5}{3}r = 5L$$

$$\frac{1}{2F} = \frac{r_2}{LF - L} \Rightarrow r_2 = (LF - L) \frac{r}{2F} = \frac{5}{3} \frac{r}{2}$$

$$S_{\text{осв}} = \pi(r^2 - r_2^2) = \pi \left(\left(\frac{25}{9} L^2 - L^2 \right) \right) = 8\pi L^2 = 24\pi L^2$$

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



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

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

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

~~из~~

$$y = -h$$

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

тогда из условия с другой стороны

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

$$H = \frac{16}{3}r_2 = 16\text{ см}$$

тогда область освещенной части стены:

$$S = \pi H^2 - \pi R^2 = \pi(H^2 - R^2) = 70.25\text{ см}^2$$

Ответ: 1) $24\pi\text{ см}^2$
2) 252.50 см^2

рисунок 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

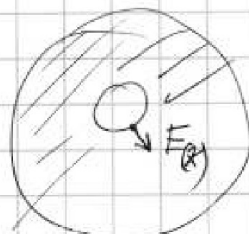
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

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

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

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



$$\frac{Q}{r} = \frac{Q}{a} + \frac{Q}{a^2} + \frac{Q}{a^3} + \dots$$

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

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

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

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

$$0 = \varphi(r) - \varphi(r) = 0$$

$$g(r) = \varphi$$

$$0 = \varphi + \varphi - \varphi$$

$$\varphi = \varphi - \varphi$$



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

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



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!

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

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

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}R} = 1.5\varphi_0 = k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} + C$$

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= k \frac{Q}{R\varepsilon} - k \frac{Q}{\varepsilon a} \\ \varphi &= k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{R} = 3\varphi_0 \\ \varphi &= k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} = 1.5\varphi_0 \end{aligned}$$

$$-k \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R} = 1.5\varphi_0$$

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{R} \quad \frac{2}{R} \quad \frac{6}{R} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{3}{2} - \frac{3}{R}$$

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

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

$$3\varphi_0 = 1.5\varphi_1 + C$$

$$2\varphi_0 = C$$



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!

$$5^3 - 73^2$$

$$169 - 725$$

$$44$$

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

$$218$$

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

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

$$5 \quad 6$$

$$11(2^7 \cdot 3^2 - 5^4) = 11 \cdot 1$$

$$B \cdot L \cdot V$$

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

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

$$B \cdot L \cdot V$$

$$B \cdot q \cdot V = F$$

$$B \cdot V \cdot L = \frac{F \cdot L}{q} = \varepsilon$$

$$B \cdot L \cdot V$$

$$B \cdot q \cdot V = F$$

$$\frac{A \cdot L}{q} = B \cdot V$$

$$\frac{B \cdot S}{A \cdot L} = \frac{F}{q}$$

$$\begin{array}{r} 335 + 752 \\ + 752 \\ \hline 527 \\ 7632 \end{array}$$

$$(B \cdot S)$$

$$\frac{70}{17+1} \cdot 17 = 121 = 571 \cdot \frac{70}{80+6}$$



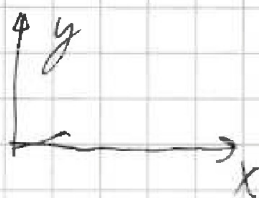
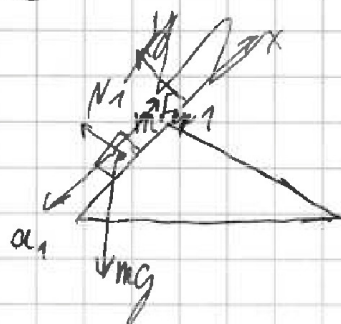
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

в



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

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

$$= 0.13 \cdot 13 \cdot 9.8 =$$

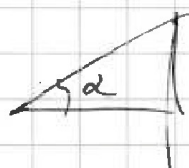
2) $N_2 = 4mg \cos \alpha_2$
 $- F_{\text{тр}2} + 4mg \sin \alpha_2 = 4ma_2$

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

$$\frac{2}{5} - \frac{5}{13} =$$

$$39 - 25 =$$

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



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

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

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

3

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

$$R \leq a$$

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

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





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.

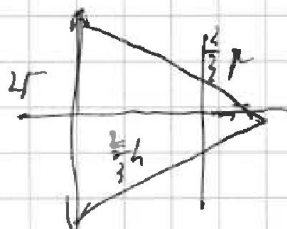
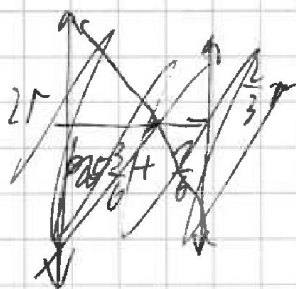
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$BIL = F = \cos \alpha$$

$$BI = \cos \alpha$$



$$\frac{4}{5} \quad \frac{9}{30} \quad \frac{2}{25} \cdot \frac{1}{V_0}$$

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

4

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

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

$$\frac{80}{13} \approx -\frac{28}{13} P_0 V_0 \cdot \frac{38}{13} + \frac{22}{2} P_0 V_0$$

$$\frac{204}{24} \frac{24}{13}$$

$$\frac{5}{13} \cdot \frac{5}{24} \cdot 11$$

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

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

$$256$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{24}$$

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

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

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