



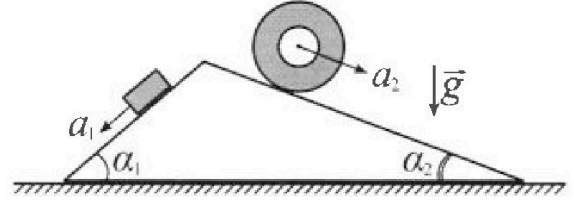
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

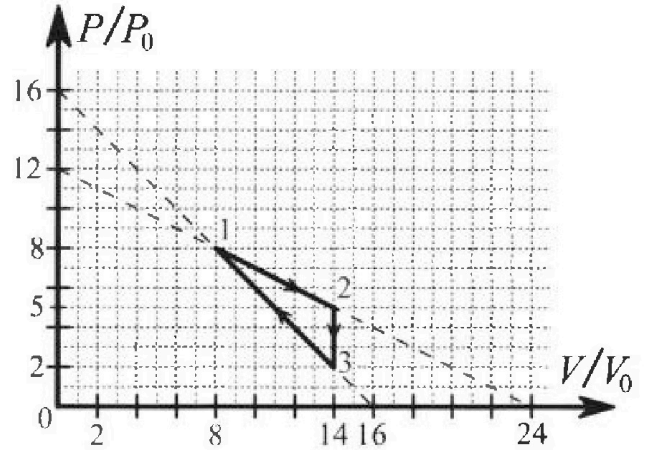
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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 числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

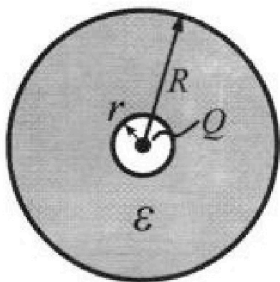
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



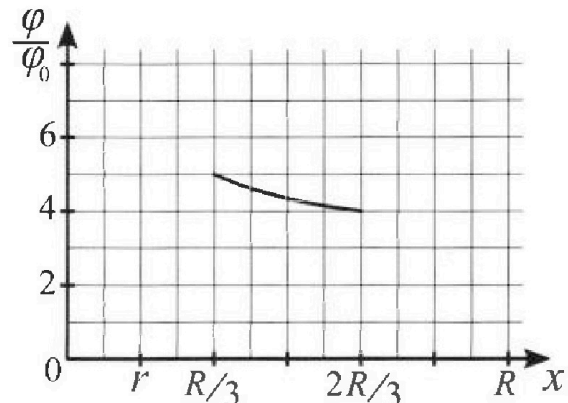
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



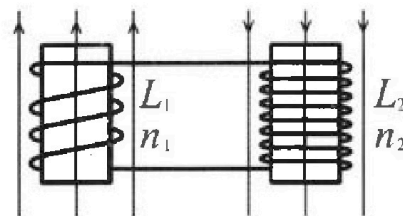
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

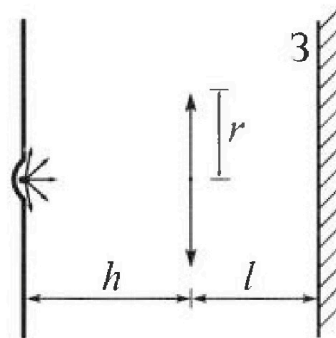


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $Z$ . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- ✗ Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- ✗ Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



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!

Аналогично для цилиндра

$$F_y = -2mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2, \text{ берем}$$

со знаком минус т.к. сила направлена против ОХ.

П.к. клин неподвижен, тогда 2-му закону Ньютона в вертикальной ОО:

$$F_{тр} = F_x + F_y =$$

$$= mg (\cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 2 \cos \alpha_2 \sin \alpha_2) =$$

$$= mg \left( \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13^2} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{12}{25} - \frac{120}{13^2} \right) = mg \left( \frac{12 \cdot 169 - 120 \cdot 25}{(5 \cdot 13)^2} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{12(169 - 25 \cdot 10)}{(5 \cdot 13)^2} \right) = - \frac{12 \cdot 81}{(5 \cdot 13)^2} mg$$

Кроме этих 2 сил на ~~брусок~~ клин действуют силы трения на брусок и цилиндр, но в другую сторону



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!

$$F_{TPB \rightarrow K}^* = -F_{TPB} \cdot \overset{\cos}{\sin \alpha_1}$$

$$F_{TPB \rightarrow K} = +F_{TPB} \cdot \overset{\cos}{\sin \alpha_2}$$

Уточню по 2-му закону Ньютона для неподвижного клина на ох:

~~$$-F_{TP} = \frac{1}{2} mg \left( \frac{7}{26} \cdot \frac{5}{13} \right) - mg \left( \frac{9}{65} \cdot \frac{3}{5} \right) + mg \left( \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right)$$~~

~~$$-mg \left( \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} \right) = mg \left( \frac{7}{26} \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{3}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} \right)$$~~

~~$$= mg \left( \frac{5}{13} \cdot \left( \frac{7}{26} - \frac{5}{13} \right) + \frac{3}{5} \left( \frac{4}{5} - \frac{9}{65} \right) \right) =$$~~

~~$$= mg \left( \frac{5}{13} \cdot \frac{3}{26} + \frac{3}{5} \cdot \frac{43}{65} \right) =$$~~

~~$$= mg \left( \frac{3 \cdot 43}{5^2 \cdot 13} - \frac{3 \cdot 5}{13^2 \cdot 2} \right) =$$~~

~~$$= mg \left( \frac{3 \cdot 43 \cdot 13 \cdot 2 - 3 \cdot 5 \cdot 5^2}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2} \right)$$~~

Ответ: 1)  $\frac{9}{65} mg$

2)  $\frac{4}{26} mg$

~~3)  $mg \left( \frac{3 \cdot 43 \cdot 13 \cdot 2 - 3 \cdot 5^3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2} \right)$~~



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  
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!

Отсюда:

$$U_x = \frac{kQ}{r} + \frac{kQE}{r} - \frac{kQE}{\frac{5}{6}R} =$$
$$= kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{E}{r} - \frac{6E}{5R} \right) = kQ \left( \frac{1+E}{r} - \frac{6E}{5R} \right) =$$

$$\uparrow \quad \boxed{-kQ \left( \frac{5R + 5ER - 6Er}{5Rr} \right)}$$

Ответ:



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 5

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 расстоянии  $\frac{3}{2}F$  в противоположной  
от источника полуплоскости.

Из подобия  $\triangle ABO_1$  и  $\triangle O_1BE$

находим  $r_1$  (на рисунке):

$$r_1 = \frac{5}{3} \text{ см} \leftarrow \text{радиус освещенной}$$

области за линзой

Из подобия  $\triangle K_1C_1$  и  $\triangle OAB$ :

$$R_1 = \frac{5}{3} r = \frac{25}{3} \text{ см}$$

$S_{\text{осв}} = \pi R_1^2 - \pi r_1^2$  (внутри неосвещен-

ной области радиуса  $R_1$  есть

освещенная радиуса  $r_1$ )

$$1) S_{\text{осв}} = \pi \left( \frac{625}{9} - \frac{25}{9} \right) \text{ см}^2 = \pi \cdot \frac{600}{9} \text{ см}^2 =$$

$$= \boxed{\pi \cdot \frac{200}{3} \text{ см}^2}$$

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 5

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!

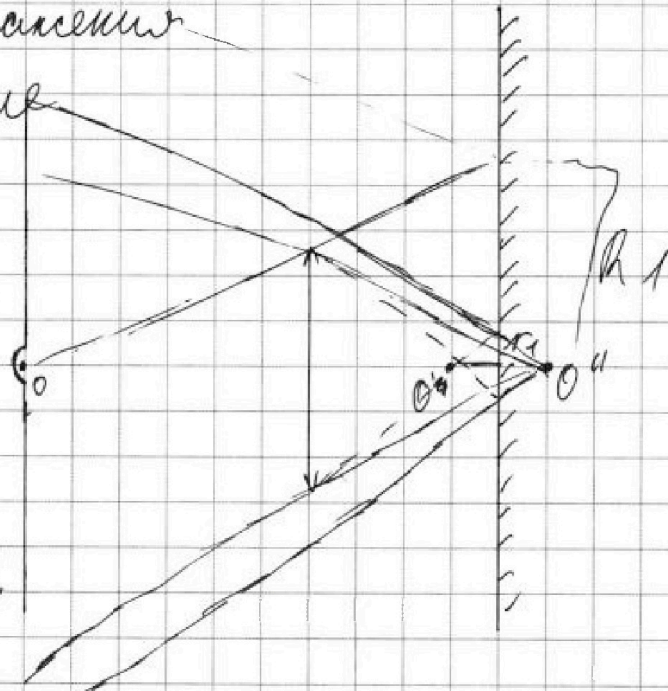
2) Рассмотрим, что происходит после того, как лучи ударяются об стенку

$O''$  - изображение изображения

источника в зеркале

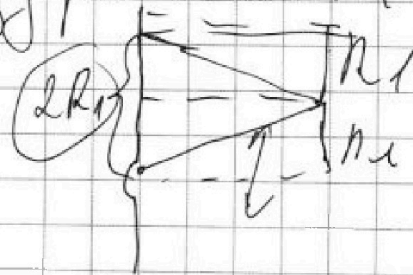
$O''$  находится на расстоянии  $\frac{F}{2}$  от зеркала, можно

сказать, что когда лучи идут обратно, то источник  $O''$



светит через дырку в зеркале радиуса

Нельзя понять, что радиус отверстия, не освещенный лучами, не проходящими через линзу равна  $2R_1$ :



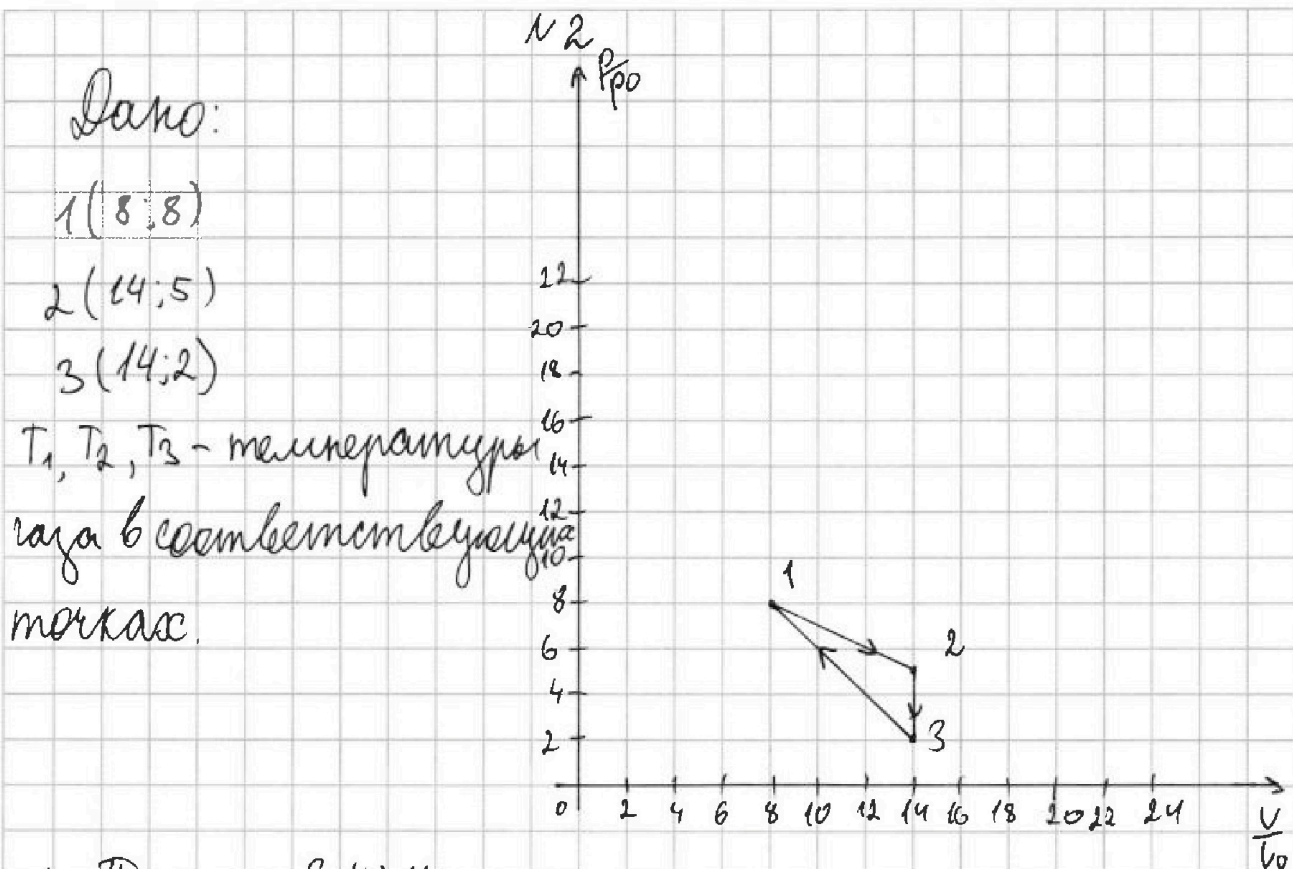
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



1) П.к.  $A = \int p(V) dV$ , то площадь треугольника 1-2-3 и будет работой газа за цикл (из математического смысла интеграла)

$$S_{1-2-3} = \frac{6 V_0 \cdot 3 p_0}{2} = 9 p_0 V_0 \text{ (высота на основании)}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$$

из уравн. Менделеева-Клапейрона:

$$\nu R T_1 = 8 p_0 \cdot 8 V_0 = 64 p_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 14 V_0 \cdot 5 p_0 = 70 p_0 V_0$$





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  
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!

Подставим полученные значения в формулу для измерения внутр. энергии:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 40 p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot 64 p_0 V_0 = 105 p_0 V_0 - 96 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

получается  $\boxed{\frac{\Delta U_{1-2}}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1}$

2) Заметим, что участок цикла лежит на прямой, описывающей уравнение:  $p(V) = 12 p_0 - \frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0}$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона явно следует, что  $T \sim pV \Rightarrow$  при максимальном значении  $p \cdot V$   $T$  тоже принимает максимальное значение.

Найдем максимальное значение  $p(V) \cdot V$  отн. к  $V$ :

$$p(V) \cdot V = 12 p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2} p_0 \frac{V^2}{V_0^2} = \underbrace{\frac{12 p_0}{V_0}}_b V - \underbrace{\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0^2}}_a V^2$$

Отн. к  $V$  это парабола, ветви вниз  $\Rightarrow$  для максимальное значение достигается в вершине, найдем её



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!

$$V_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{\frac{12p_0}{V_0}}{-1 \frac{p_0}{V_0^2}} = 12V_0$$

При  $V = 12V_0$   $p \rightarrow \max \Rightarrow$   
 $\Rightarrow T \rightarrow \max$

$$p(12V_0) = 6p_0$$

Из ур-я Менделеева-Клапейрона

$$pR T_{\max} = 6p_0 \cdot 12V_0 = 72p_0V_0$$

$$pR T_3 = 2p_0 \cdot 14V_0 = 28p_0V_0$$

$$\frac{pR T_{\max}}{pR T_3} = \frac{72p_0V_0}{28p_0V_0} = \frac{18}{7}$$

3)  $p - \text{кнв}$   
 $p = \frac{A}{Q^+}$  (по опр)

А как уже известно, осталось найти  $Q^+$ . Из 1-го начала термодинамики:

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} (64p_0V_0 - 64p_0V_0) + \frac{8+5}{2} p_0 \cdot 6V_0 =$$

$$= 9p_0V_0 + 39p_0V_0 = 48p_0V_0$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} (28p_0V_0 - 70p_0V_0) = -63p_0V_0$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{3}{2} (64p_0V_0 - 28p_0V_0) - 20p_0V_0 = 24p_0V_0$$



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!

Посчитав изменение теплоты на всех участках видим:

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31} = 72 \text{ pD} \text{ B}_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9 \text{ pD} \text{ B}_0}{72 \text{ pD} \text{ B}_0} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{1-2}}{A} = 1$

2)  $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$

3)  $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{1}{8}$



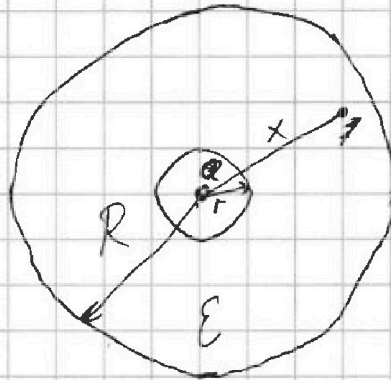
1  2  3  4  5  6  7

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!

№3

Дано:



$$1) \varphi = \frac{kq \epsilon_{\text{ср}}}{R}$$

$\varphi$  - потенциал некоторого заряда отн. заряду  $q$  на расстоянии  $R$  в диэлектрической среде с  $\epsilon_{\text{ср}} \epsilon_0$ .

Рассмотрим точку  $x$ .

Из суперпозиции потенциалов:

$$\varphi_x = \varphi_{x(0 \rightarrow r)} + \varphi_{x(r \rightarrow x)}$$

$\varphi_{x(0 \rightarrow r)}$  - потенциал точки  $r$  отн.  $0$

$\varphi_{x(r \rightarrow x)}$  - потенциал точки  $x$  отн.  $r$

$$\varphi_{x(0 \rightarrow r)} = \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi_{x(r \rightarrow x)} = \frac{kQ \epsilon}{R} - \frac{kQ \epsilon}{\epsilon R}$$

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  
1 из 5

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!

NS

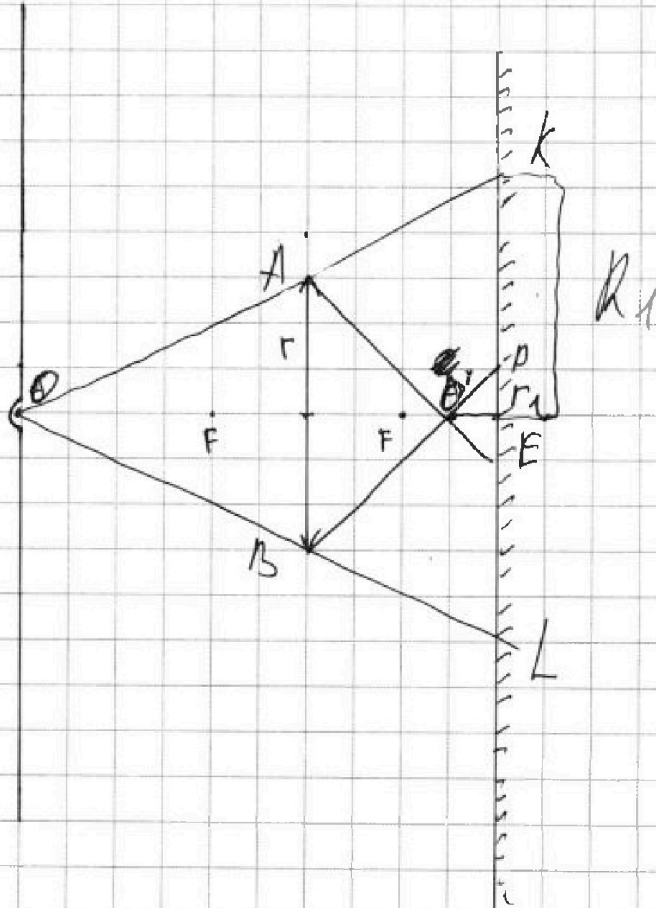
Dano:

$$h = 3F$$

$$l = \frac{2}{3}h = 2F$$

$$F$$

$$F = 5 \text{ см}$$



1)

Минимально меньше стен и зеркал,  
будем считать все лучи из источника  
на линзу параллельными  $\Rightarrow$   
они все пересекаются в фокусе  
линзы

Из формулы тонкой линзы найдем,  
что изображение находится



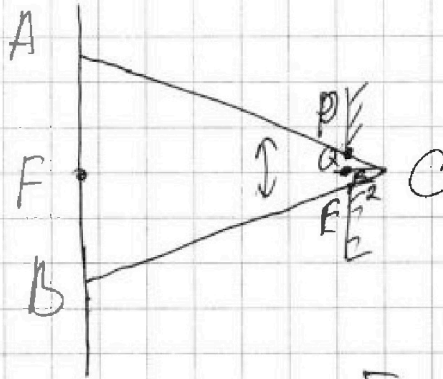
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 5

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!

Рассмотрим область, которую  
засвечивает  $O''$ :



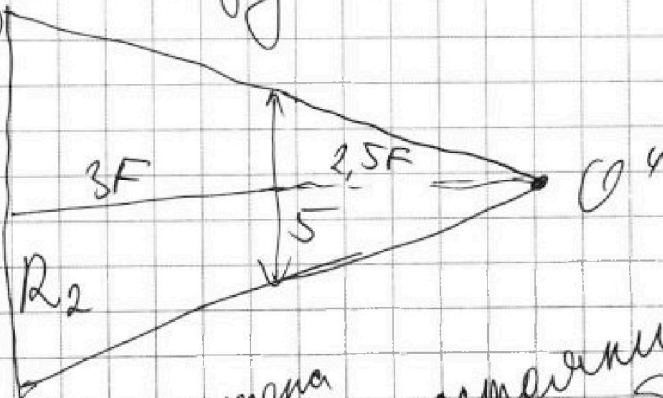
Из подобия  $\triangle BFC$  и  $\triangle EQC$ :

$$\frac{FB}{QE} = \frac{5,5F}{\frac{1}{2}F} = 11, \quad QE = \frac{5}{3} \text{ см} = r_1$$

$$FB = \frac{55}{3} \text{ см}, \text{ причём } 2R_1 = \frac{50}{3} \text{ см}$$

$\Rightarrow$  вся область на расстоянии  
более  $\frac{50}{3}$  см ~~от~~ освещена.

рассмотрим крайние  
лучи через линзу



$$\frac{R_2}{5} = \frac{5,5F}{2,5F}$$

$$R_2 = 11 \text{ см}$$

стена  
все на расстоянии  
более 11 см будет  
освещена

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.

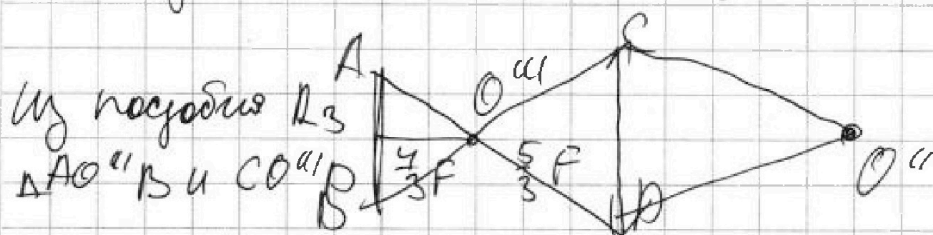


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 из 5

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!

По формуле тонкой линзы изображение  $O''$  в линзе будет находиться на расстоянии  $\frac{5}{3}F$ :



$$R_3 = 5 \cdot \frac{\frac{4}{3}F}{\frac{5}{3}F} = 4 \text{ см}$$

$R_3$  - освещенная область  
внутри неосв. области  $R_2$

Итого:

$$S_{\text{неосв}} = (11^2 \pi - 4^2 \pi) \text{ см}^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $(\frac{200}{3} \pi) \text{ см}^2$

2)  $105 \pi$

ответы даны в  $\text{см}^2$



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  
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 1

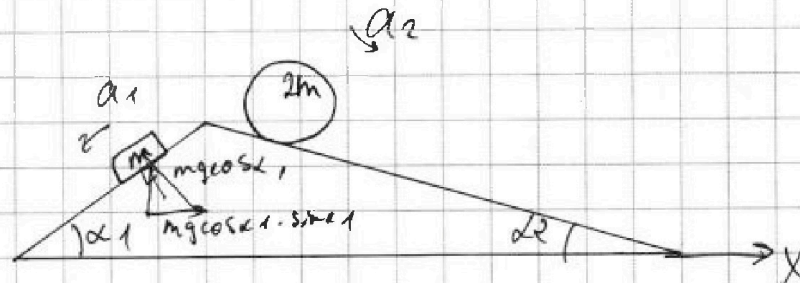
Дано:

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$a_2 = \frac{9}{64}g$$

$$a_1 = \frac{6}{13}g$$



По 2-му закону Ньютона в лабораторной СО для бруска на ось поверхности клина:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{TP5}$$

$$F_{TP} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$F_{TP5} = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13}g \right) = mg \cdot \frac{9}{65} = \frac{9}{65}mg$$

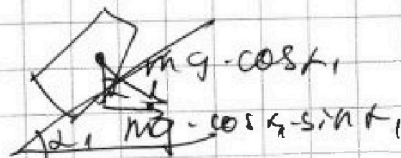
Аналогично для цилиндра массой  $2m$ :

$$2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{TPy}$$

$$F_{TPy} = 2m \left( g \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{64}g \right) = \frac{4 \cdot 2}{52} mg = \frac{14}{52} mg = \frac{7}{26} mg$$

посмотрим, как действует

брусок на клин в направлении  $Ox$ :



$$F_{\delta} = mg \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1$$



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  
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!

$$F_{TPB} = \frac{9}{65} mg$$

$$F_{TPY} = \frac{7}{26} mg$$

$$F_{TPB \rightarrow K} = -F_{TPB} \cdot \cos \alpha_1 = -\frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_{TPY \rightarrow K} = F_{TPY} \cdot \cos \alpha_2 = \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13}$$

по 1-му закону Ньютона:

$$F_{TP} = mg \left( \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{4}{5} \left( \frac{9}{65} - \frac{3}{5} \right) + \frac{12}{13} \left( \frac{5}{13} - \frac{7}{26} \right) \right) =$$

$$= mg \left( -\frac{4}{5} \cdot \frac{43}{65} + \frac{12}{13} \cdot \frac{3}{26} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{12 \cdot 3}{13 \cdot 26} - \frac{4 \cdot 43}{5 \cdot 65} \right)$$

$$|F_{TP}| = mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 2mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 +$$

$$+ mg \frac{7}{26} \cos \alpha_2 - mg \frac{9}{65} \cos \alpha_1 =$$

$$= mg \cos \alpha_1 \left( \sin \alpha_1 - \frac{9}{65} \right) + mg \cos \alpha_2 \left( \frac{7}{26} - 2 \sin \alpha_2 \right) =$$

$$= mg \left( \cos \alpha_1 \left( \frac{3}{5} - \frac{9}{65} \right) + \frac{12}{13} \cdot \left( \frac{7}{26} - \frac{10}{13} \right) \right) =$$

$$= mg \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{306}{65} + \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{26 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{24}{65} - \frac{6}{13} \right) = \boxed{-\frac{6}{65} mg}$$

Ответ: 3)  $\frac{6}{65} mg$  вверх OX

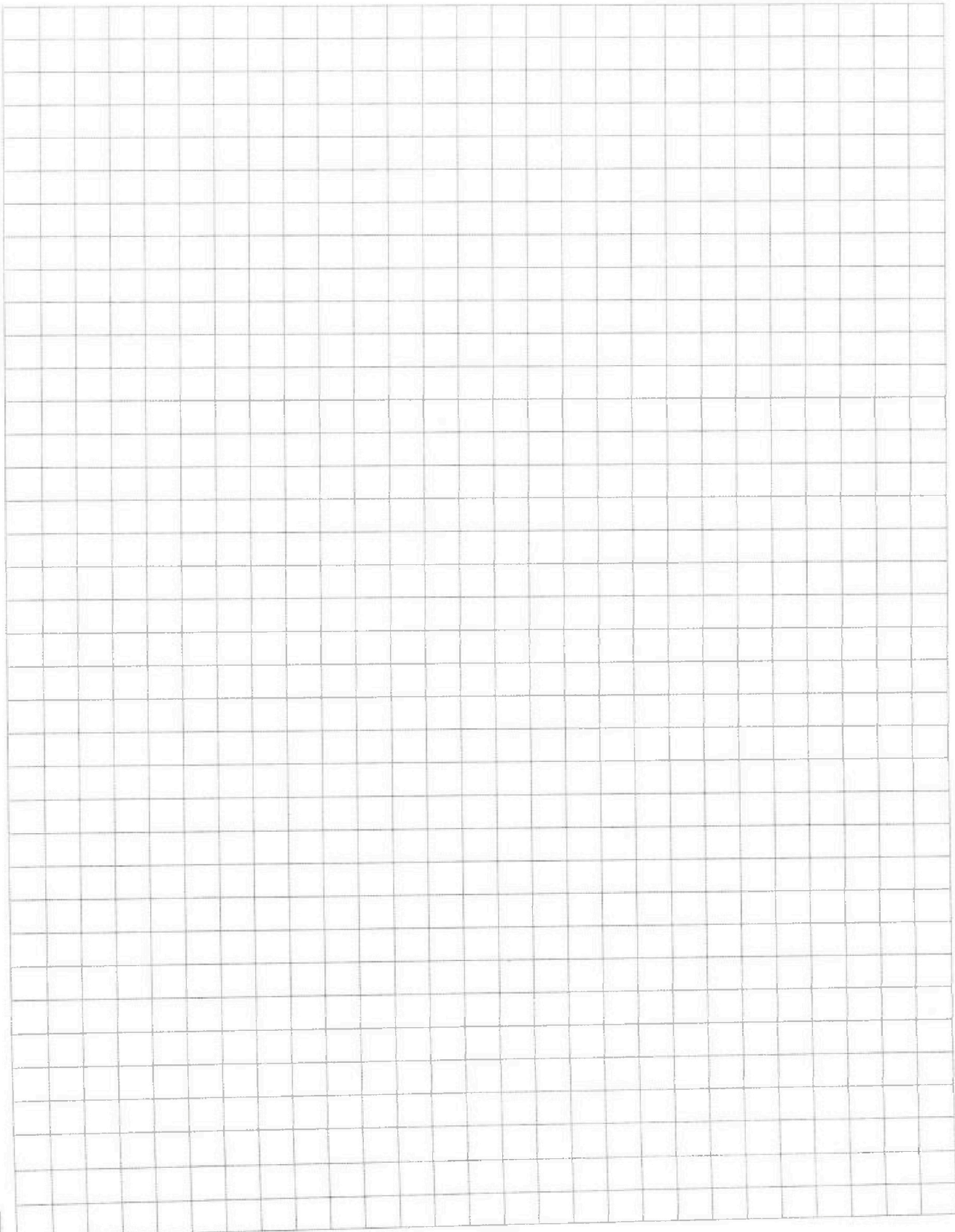


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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

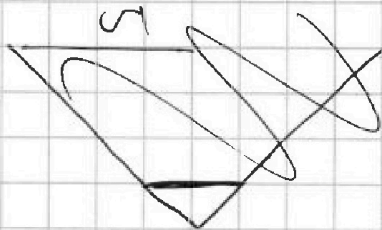
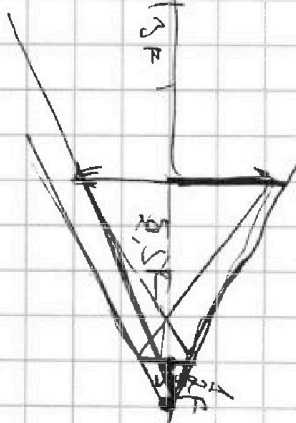
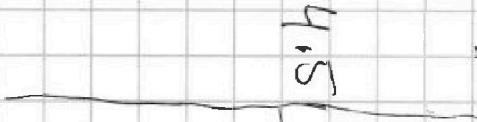
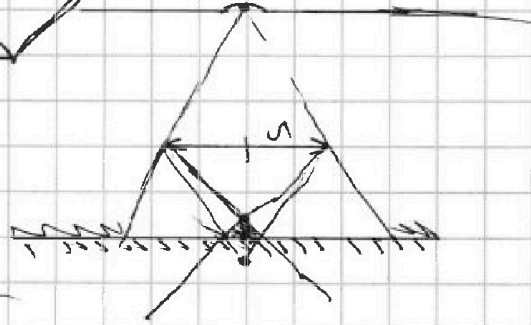
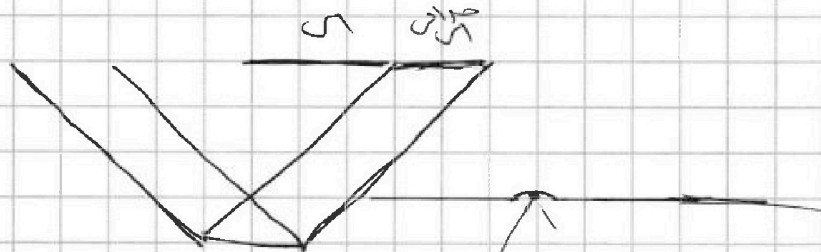
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

$$\begin{array}{r} 1010 \\ 250 \\ -169 \\ \hline 81 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 11 \\ \hline 55 \end{array}$$

~~Решение~~



$$\begin{array}{l} \frac{1.5}{5.5} = \frac{5}{x} \\ x = \frac{5 \cdot 5.5}{1.5} \\ x = 11 \end{array}$$

$$5.5 \cdot 2 = 11$$

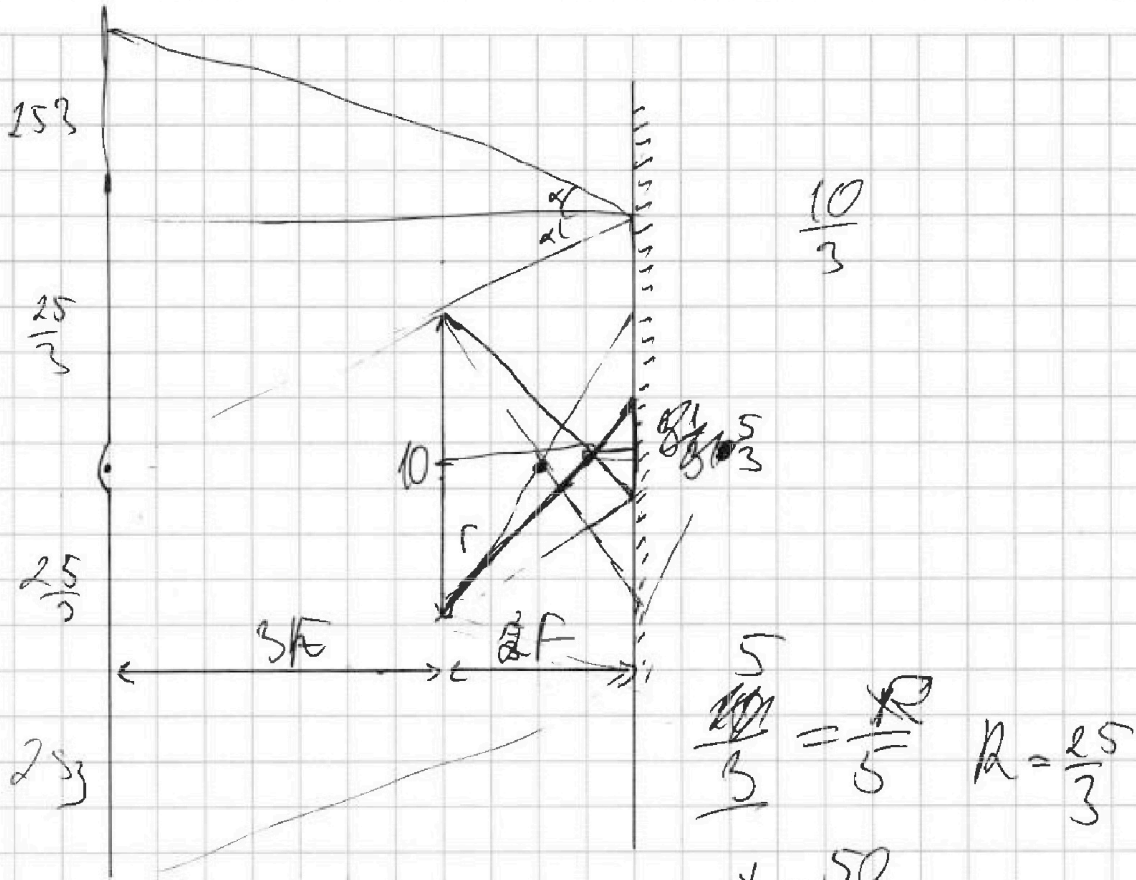
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{3F} = \frac{3F - F}{3F^2} = \frac{2F}{3F^2} = \frac{2}{3F}$$

$$S = \left(\frac{25}{3}\right)^2 \sqrt{11} - \left(\frac{5}{3}\right)^2 \sqrt{11} = \frac{(625 - 25)}{9} \sqrt{11} = \frac{600}{9} \sqrt{11} = \frac{200}{3} \sqrt{11}$$



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!

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

$$F = q \cdot \varphi = F$$

$$\frac{5}{15} - \frac{1}{4} =$$

$$= \frac{20 - 15}{52} = \frac{5}{52}$$

Q  
• r p

• q

$$q \cdot \varphi_1 = \frac{k q_1 q_2}{R}$$

$$\frac{12 \cdot 10}{105} = \frac{2}{5F} + x = \frac{1}{F}$$

$$x = \frac{1}{F} - \frac{2}{5F} =$$

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

$$= \frac{3}{5F} =$$

$$= \frac{5}{8} F$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{r} + \frac{kQE}{\frac{5}{8}R - r}$$

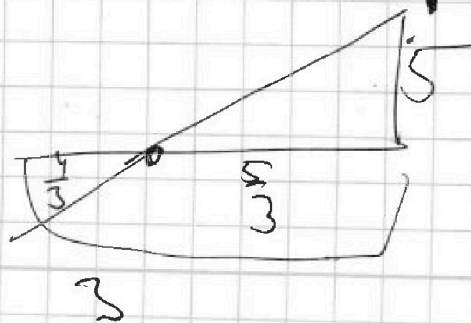
~~5/8~~

$$5 = \frac{kQ}{\frac{1}{6}R} + \frac{kQE}{\frac{1}{6}R} = \frac{6kQ}{R}$$

$$\frac{2.5}{5.5} = \frac{5}{x} =$$

$$x = 5.5 \cdot 5 = 11$$

$$\frac{1}{\frac{5}{2}F} +$$



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  
\_\_ 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!

$$p(V) = 12 p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2} p_0 \frac{V^2}{V_0^2} =$$

$$= \frac{12 p_0}{V_0} V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0^2} V^2$$

$$X_{p_0} = \frac{-12 \frac{p_0}{V_0}}{-1 \frac{p_0}{V_0^2}} = 12 V_0$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ -28 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \int R_{\Delta T} + \cancel{p_0 V_0} \frac{8+5}{2} V_0 \cdot 6 p_0 =$$

$$= \cancel{59 p_0 V_0} 9 p_0 V_0 + 59 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \int R_{\Delta T} = \frac{3}{2} (28 p_0 V_0 - 70 V_0 p_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 0 - 42 p_0 V_0 = -63 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \int R_{\Delta T} - 30 p_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) - 30 p_0 V_0 =$$

$$= 54 p_0 V_0 - 30 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ +24 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9 p_0 V_0}{72 p_0 V_0} = \boxed{\frac{1}{8}}$$



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!

$$\Delta Q = \Delta U + A_r$$

$$\Delta U = \Delta Q - A_r$$

$$p(V) = 12 p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$64 p_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$70 p_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$= \frac{3}{2} (70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$A = \frac{6 \cdot 3}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$p(V) = 12 p_0 - \frac{1}{2} p_0 V$$

$$pV = \nu R T$$

$$p(V) \cdot V \rightarrow \max$$

$$\underbrace{12 p_0 V}_b - \underbrace{\frac{1}{2} p_0 V^2}_a \rightarrow \max$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 6}{2 \cdot 14 \cdot 7} \times \nu R = \frac{-12}{\frac{1}{2} \cdot -1} = 12 \frac{p_0 V_0}{p_0 V_0}$$

$$6 p_0 \cdot 12 V_0 = \nu R T_{\max}$$

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

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

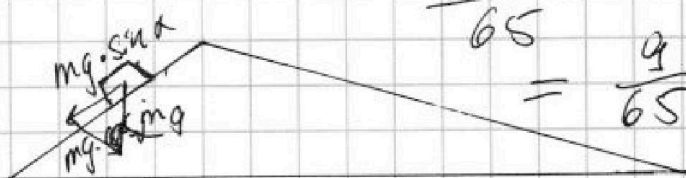
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Решо.

$$\frac{10}{15} - \frac{1}{4} =$$

$$= \frac{40 - 15}{60} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$



$$m a_1 = mg \cdot \sin \alpha - F_{TP}$$

$$F_{TP} = mg \cdot \sin \alpha - m a_1 =$$

$$= m (g \cdot \sin \alpha - a_1) =$$

$$= \left( \frac{3}{5}g - \frac{6}{15}g \right) = mg = 9 \frac{9}{65} mg$$

$$m a_2 = 2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{TP}$$

$$F_{TP} = m (2g \cdot \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= m \left( 2g \cdot \frac{5}{15} - \frac{9}{4} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{10}{15} - \frac{9}{4} \right) = \frac{27}{52} mg$$