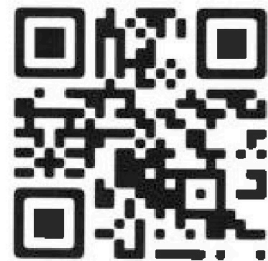


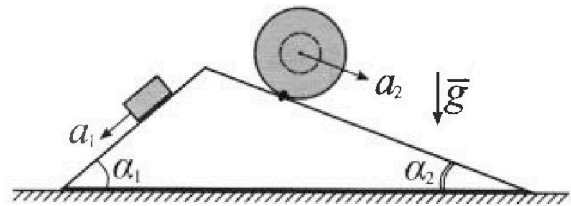
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

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



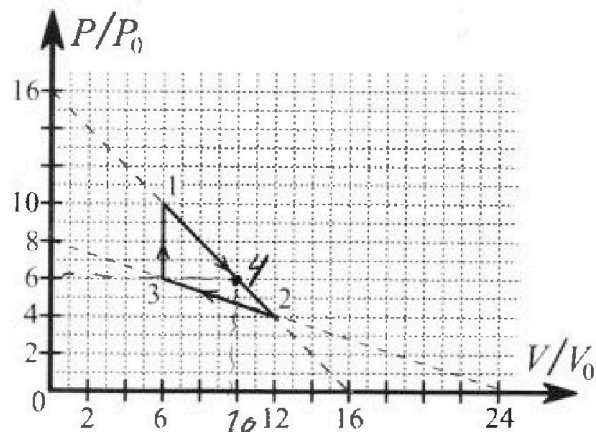
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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 шаром 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.

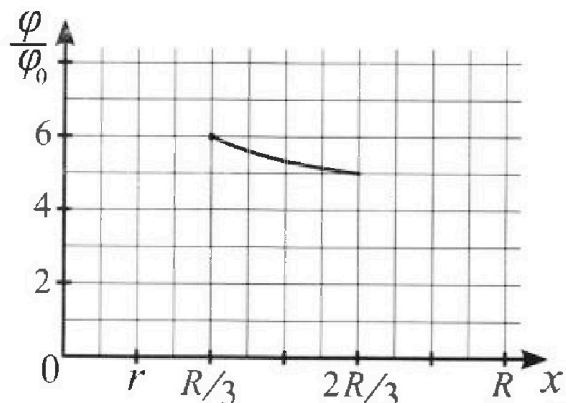
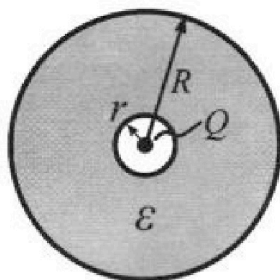


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





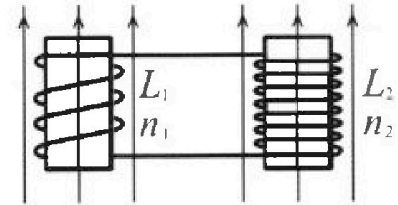
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



## Вариант 11-04

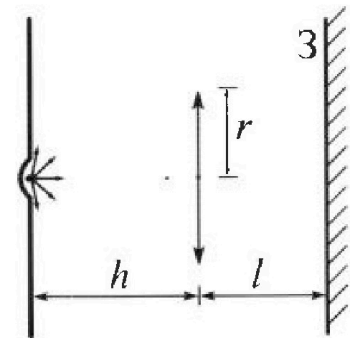
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  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) на чет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



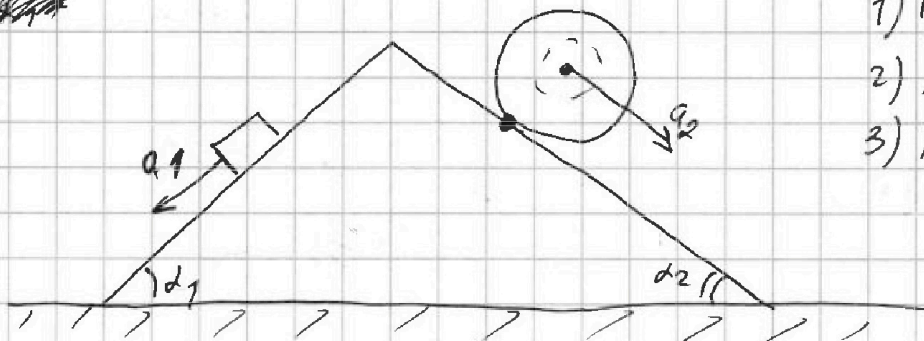
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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. Порча QR-кода недопустима!

~~244~~

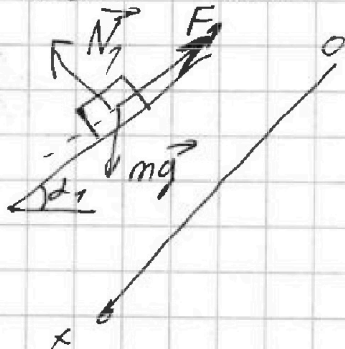


- 1)  $F_1$  - ?
- 2)  $F_2$  - ?
- 3)  $F_3$  - ?

$$a_1 = \frac{5g}{17} \quad \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \sin \alpha_2 = \frac{3}{17}$$

$$a_2 = \frac{8g}{27} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

- 1) Клин неподвижен  $\Rightarrow$  нету сил инерции  
различной системы отсчета на клин.



2311 вдоль оси OX

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

$$F_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{5g}{17} m =$$

$$= mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left( \frac{51-25}{85} \right) =$$

$$= \frac{26}{85} mg$$

- 2) В отличие от бруска. Шар ускорится  
от силы трения поезда, т.к. нижняя  
точка неподвижна.

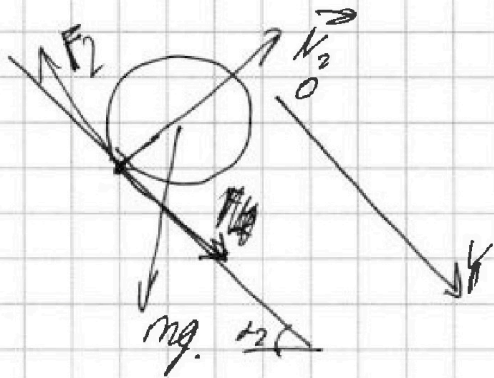


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 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. Порча QR-кода недопустима!



~~23. Два шара.~~  
~~на ось OY~~  
 ~~$F_2 \sin \alpha \sin \alpha = 4ma_2$~~   
 ~~$F_2 = \frac{9}{4} mg \left( \frac{8}{27} \right)$~~

Два шара сойдут из вертикального (mg) и вращательного ( $F_2$ )

$$a_{\text{ном.}} = g \cdot \sin \alpha$$

$$a_{\text{ном.}} = \frac{8}{17} g \cdot \frac{9}{4} = \frac{18}{17} g$$

Момент инерции шара равен  $I_{\text{ш}} = \frac{3}{5} mR^2$

R - радиус шара.

$$a_{\text{вр.}} \cdot \frac{3}{5} mR = F_2 R$$

$$a_{\text{вр.}} = \frac{5F_2}{3m}$$

$$a_2 = a_{\text{вр.}} + a_{\text{ном.}} = \frac{3F_2}{5m} + \frac{18}{17} g = \frac{8}{27} g$$

$$F_2 - \text{шарма} \quad \frac{3F_2}{5m} = \frac{8(17-27)}{17 \cdot 27} g$$

$$\frac{3F_2}{5m} = \frac{80}{17 \cdot 27} g$$

$$F_2 = \frac{80 \cdot 5}{3 \cdot 17 \cdot 27} mg \approx 0.92 mg$$



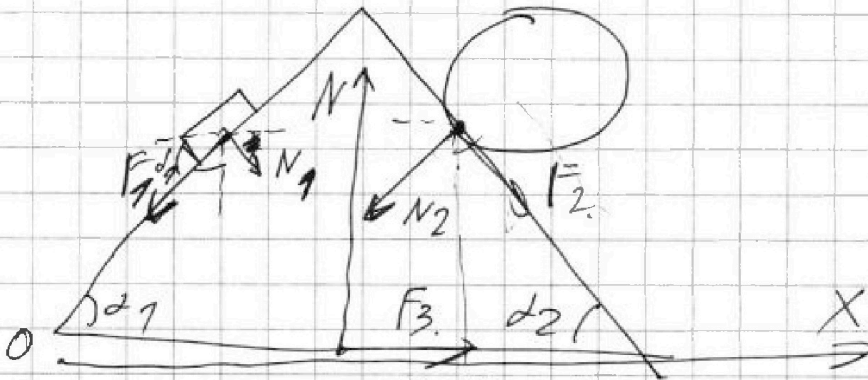
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 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. Порча QR-кода недопустима!

3)



Зарисовали линии гравитационных на кшл.

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

$$N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{15}{17} mg \cdot \frac{9}{4} = \frac{135}{68} mg$$

$$F_1 = \frac{26}{85} mg$$

$$F_2 =$$

После упрощением малюко. проекции на ось.

$$N_{1x} = N_1 \cdot \sin \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{25} mg$$

$$N_{2x} = N_2 \cdot \sin \alpha_2 = \frac{135}{68} \cdot \frac{8}{17} mg = \frac{135 \cdot 2 mg}{17^2} = \frac{270}{17^2} mg$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \alpha_1 = \frac{26}{85} mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} mg$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = \dots$$

решим  $F_3$  направлено влево сила 23н.

$$F_3 = N_{2x} + F_{1x} - N_{1x} - F_{2x}$$

Ответ:  $F_1 = \frac{26}{85} mg$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  по направлению веса.

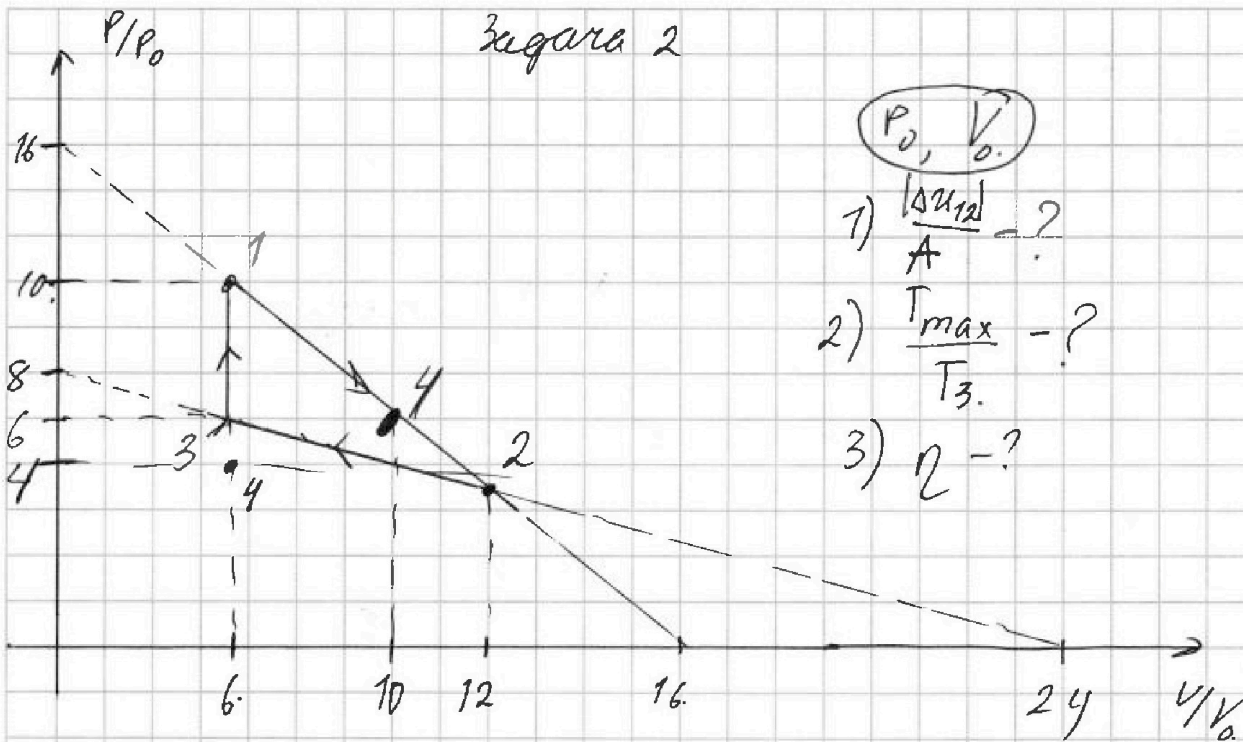


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Применим закон Менделеева-Клапейрона для точки 1 для точка 2.

$$60 P_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$48 P_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$\text{Тогда } T_1 = \frac{60 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{48 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{12 P_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{3}{2} \nu R = 18 P_0 V_0$$

Работа газа 1 равна площади под графиком  $P(V)$

Отметим точку 4, так это  $\Delta 124$  процесс.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } A = S_{123} &= S_{142} - S_{342} = 6 P_0 \cdot 6 V_0 \cdot \frac{1}{2} - 2 P_0 \cdot 6 P_0 \cdot \frac{1}{2} = \\ &= 18 P_0 V_0 - 6 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0. \end{aligned}$$



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!

$$\text{Тогда } \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \left(\frac{3}{2}\right)$$

2) Температура в состоянии  $\rightarrow$

по закону Менделеева-Клапейрона

$$T_3 = \frac{36P_0V_0}{\nu R}$$

Мгновенный процесс 1-2 имеет вид:

$$\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$$

~~при  $T = T_{\max}$  производная  $dQ/dT = 0$~~

Тогда:  $dQ = dA$

Температура из закона Менделеева-Клапейрона

$$T = \frac{PV}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \left( 16P_0V - \frac{VP_0}{V_0} \right)$$

Берем производную и приравняем к 0

$$T'_V = \frac{1}{\nu R} \left( 16P_0 - \frac{2VP_0}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow V = 8V_0 \text{ - эта точка}$$

на графике есть и она будет. Условно

при  $V = 8V_0$ ,  $P = 8P_0$ , Тогда  $T_{\max} = \frac{64P_0V_0}{\nu R}$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{3 \cdot 18} = \frac{32}{27} = \left(\frac{2}{3}\right)$$



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  
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!

3) Чтобы найти КПД цикла необходимо найти переделанную теплоту.

В процессе 1-2 теплоты неизвестна, поэтому необходимо найти теплоту от которой переделанная теплота.

$$\delta Q = 0$$

2 начало терм. в зап. вып.

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$\delta A = -\delta dU$$

$$P dV = -\frac{3}{2} V P dT$$

предуп. закон Менделеева-Клапейрона.

$$P dV + V dP = \nu R dT$$

$$P dV + V dP = -\frac{2}{3} P dV$$

$$\frac{5}{3} P dV + V dP = 0$$

разделим почленно на все уравнения.

$$\frac{P}{P_0} = 1 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow P = 16 P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$$

$$\frac{5}{3} \left( 16 P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV + V \left( -\frac{P_0}{V_0} dV \right) = 0$$

$$\frac{5}{3} \left( 16 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{80}{3} = \frac{8}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$V = 10 V_0$$

$$P = 6 P_0$$





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!

До этой точки температура постоянна

на ~~этом~~ изохоре  $\epsilon_1 4$

$$Q_{14} = A_{14} + \Delta U_{14} = 4V_0 \cdot \frac{10+6}{2} P_0 + \frac{3}{2} (60P_0V_0 - 60P_0V_0) =$$

↑  
плотность  
по  
эволюции.

$$= 32P_0V_0$$

Также придем к определению температуры  
в процессе (1-3) процесс изохорный,  
поэтому.

$$Q_{13} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2} (60P_0V_0 - 36P_0V_0) = 36P_0V_0$$

В процессе 2-3 температура постоянна.

$$\text{Тогда } Q_{\uparrow} = Q_{14} + Q_{13} = 68P_0V_0$$

$$A = 12P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\uparrow}} = \frac{12}{68} = \frac{3}{17}$$

Ответ:  $\frac{\Delta U_{14}}{A} = \frac{3}{2}$ .

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{16}{9}$$

$$\eta = \frac{3}{17}$$



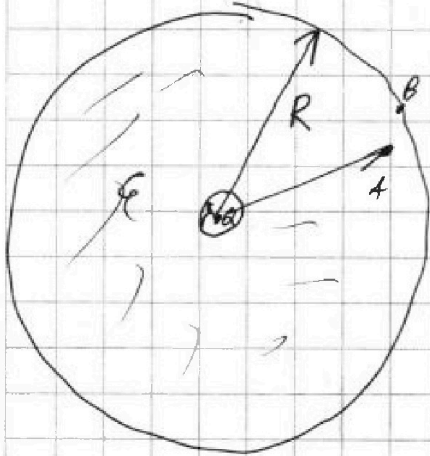
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3.



1) По определению связь разности потенциалов и поля равно  $\Delta\varphi = - \int_{R_1}^{R_2} E dr$

Тогда мы можем записать разность потенциалов между внешней точкой и бесконечно и получим сам потенциал,

$$\varphi_A = \Delta\varphi_{AB} + \Delta\varphi_{B\infty} = - \int_{R_1}^{R_2} E_1 dr - \int_{R_2}^{\infty} E_2 dr$$

Внутри диэлектрика поле описывается  $\epsilon$  раз и становится  $E_1 = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$

$$E_2 = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\varphi_A = - \int_{R_1}^{R_2} \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr - \int_{R_2}^{\infty} \frac{kQ}{r^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{r} \Big|_{R_1}^{R_2} + \frac{kQ}{r} \Big|_{R_2}^{\infty}$$



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!

$$\varphi_A = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{12}{11R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\epsilon \cdot 11R} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{11\epsilon} + 1 \right)$$

2) Аналогично для второго пункта найдём потенциал в точке на расстоянии  $R/3$

и  $2R/3$ . Возьвём их  $\varphi$  и  $\epsilon$  соответственно

$$\varphi_D = - \int_{\infty}^{R/3} \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr - \int_{\infty}^{2R/3} \frac{kQ}{r^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{r} \Big|_{\infty}^{R/3} + \frac{kQ}{r} \Big|_{\infty}^{2R/3} =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{kQ}{2R} = \frac{kQ}{R} \left( \frac{2}{\epsilon} + 1 \right)$$

$$\varphi_F = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{2R} - \frac{2}{2R} \right) + \frac{kQ}{R} =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right)$$

Из графика.  $\varphi_D = 6\varphi_0$

$$\varphi_E = 5\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} \left( \frac{2}{\epsilon} + 1 \right) = 6\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right) = 5\varphi_0$$

Делим одно на другое.

$$\frac{\frac{2}{\epsilon} + 1}{\frac{1}{2\epsilon} + 1} = \frac{6}{5} \Rightarrow \frac{10 + 5}{\epsilon} = 6 + \frac{3}{\epsilon} \quad \frac{7}{\epsilon} = 6 \Rightarrow \epsilon = 7$$

Ответ:  $\varphi_A = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{11\epsilon} + 1 \right)$ ;  $\epsilon = 7$

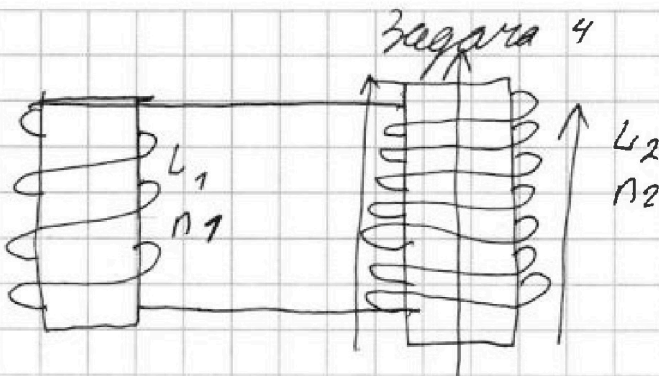


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

$$N_1 = n$$

$$N_2 = \frac{3n}{2}$$

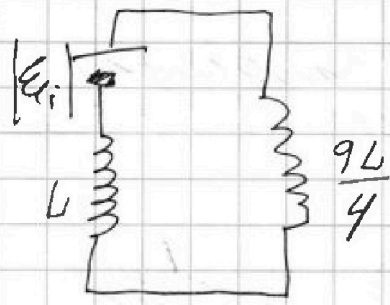
(5) (2) I - ?

1)  $\dot{I} - ? \quad \frac{dB}{dt} = -d(\neq 0)$

1) Когда в первой катушке начнем уменьшать магнитное поле. Возникнет ЭДС индукции, ток которой будет стремиться вернуть внешнее магнитное поле.

$$|E_{i1}| = \frac{d\Phi}{dt} = nS \frac{dB}{dt} = 2nS$$

Направление можно определить по правилу правой руки. Запишем экв. цепи.



2 правило Кирхгофа.

$$L \frac{dI}{dt} + \frac{9L}{4} \frac{dI}{dt} = |E_{i1}|$$

$$L \dot{I} + \frac{9L}{4} \dot{I} = 2nS$$

$$\dot{I} L \left( \frac{13}{4} \right) = 2nS$$

$$\dot{I} = \frac{4 \cdot 2nS}{13L}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

2) Пусть сначала индукция внешнего поля  
менялась у первой катушки, в ней возникла  
ЭДС, которая ~~равна~~ равна  $\frac{d\Phi_1}{dt} = nS \frac{dB}{dt}$ ,  
также ЭДС индукции можно представить,  
как  $\frac{d\Phi_2}{dt} = L \frac{dI}{dt}$

Приравняем.

$$L \frac{dI}{dt} = nS \frac{dB}{dt}$$

Умножим на  $\frac{1}{L}$

$$L \int_0^{I_1} dI = nS \int_{B_0}^{3B_0/4} dB$$

$$L I_1 = nS \cdot \frac{1}{4} B_0 \Rightarrow I_1 = \frac{nSB_0}{4L} \text{ (по часовой стрелке)}$$

3) Аналогично для второй катушки.

$$-\frac{9}{4}L \frac{dI}{dt} = -\frac{3}{2}nS \frac{dB}{dt}$$

$$-\frac{9}{4}L \int_{I_1}^I dI = -\frac{3}{2}nS \int_{4B_0}^{8B_0/3} dB \Rightarrow \frac{9}{4}L(-I + I_1) = \frac{3}{2}n \cdot S \cdot \frac{4}{3}B_0$$

$$\frac{9}{4}L(-I + I_1) = 2nSB_0$$

$$I = I_1 - \frac{8nSB_0}{9L} = \frac{nSB_0}{L} \left( \frac{23}{36} \right)$$

$$|I| = \frac{23}{36} \frac{nSB_0}{L} \text{ (по часовой стрелке)}$$

Объем	$ I  = \frac{4nS}{13L}$	$ I  = \frac{23nSB_0}{36L}$
-------	-------------------------	-----------------------------

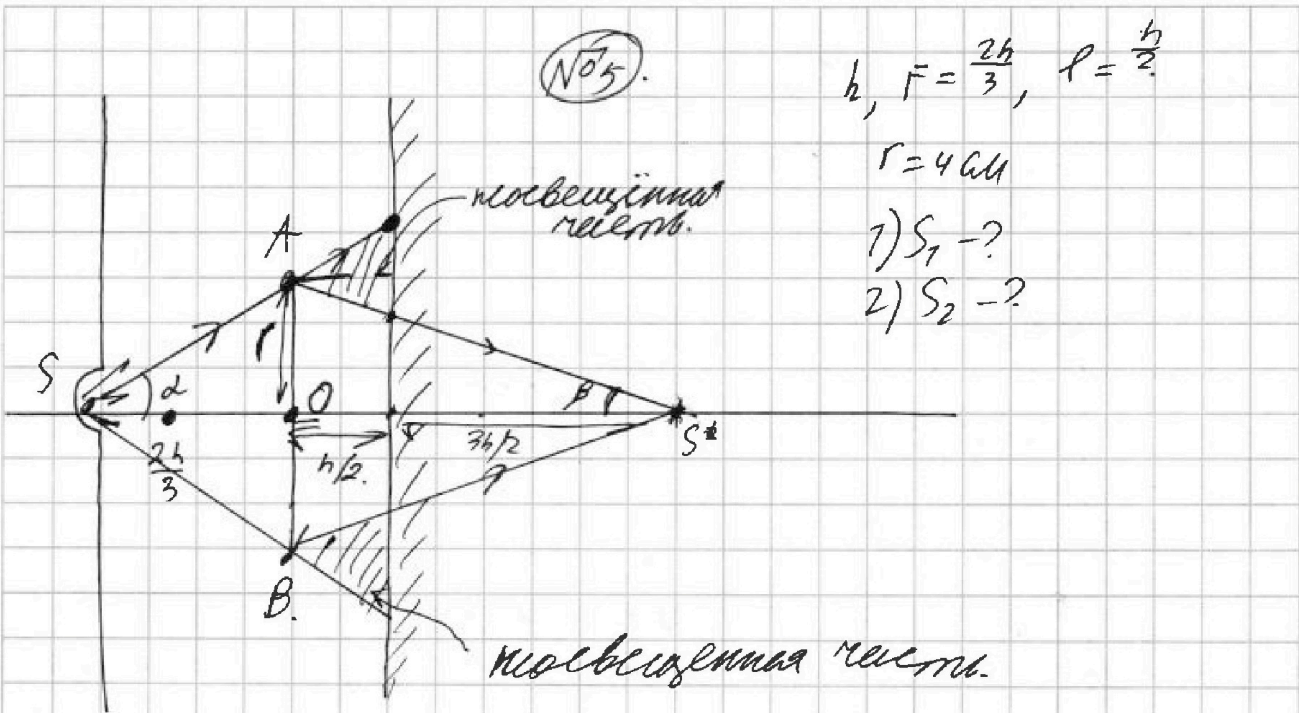
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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. Порча QR-кода недопустима!



1) Проведем две крайние ситуации #  
 1 - это когда луч идет по краю линзы  
 и он параллелен и # 2 - это когда  
 луч зашел в краё линзы в краё  
 и параллелен.

Кейбл. на каком расстоянии от линзы  
 находится изображение.

Формула тонкой линзы.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{s}, \text{ где } s \text{ расстояние от линзы до изображения}$$

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

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{s} \Rightarrow s = 2h.$$

→ проходим по  
обратн.



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

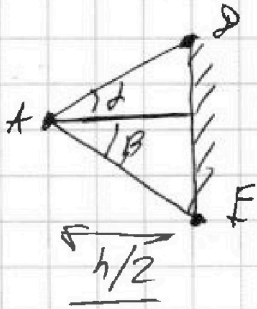
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Обозначим  $\angle ASO = \alpha$ .

$\angle AS^*O = \beta$

тогда  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h}$   
 $\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{2h}$

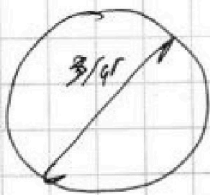
Теперь рассмотрим попарно несвязанные области



Из рисунка видно, что если проведем вертикально 1) отрезавши от, то угол  $\angle AEF$  окажется равным  $\alpha + \beta$ , тогда

$$EF = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{2} + \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{h}{2} = \frac{h}{2} \left( \frac{r}{h} + \frac{r}{2h} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{3r}{2} \right) = \frac{3}{4}r$$

Тогда у нас имеется окружность радиусом  $\frac{3}{4}r$



площадь данной окружности

$$S' = \frac{\pi \cdot \frac{9}{16} r^2}{4} = \pi \cdot \frac{9}{64} r^2 = \frac{9}{64} r^2 \pi = \frac{9}{64} \cdot 16 \pi \text{ см}^2 = \frac{9}{4} \pi \text{ см}^2$$

но так как требуется несвязанные области 2, поэтому  $S_7 = 2S' = \frac{9}{2} \pi \text{ см}^2$

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.



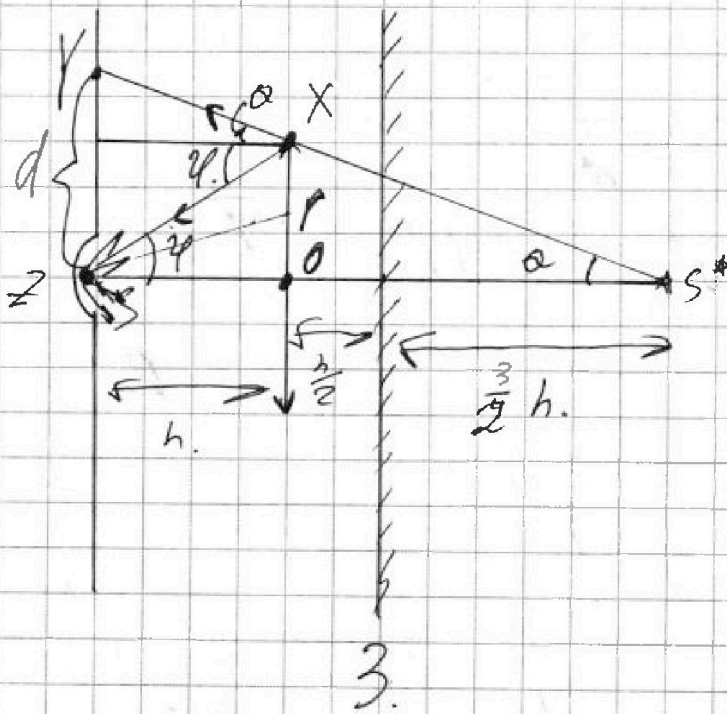
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 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. Порча QR-кода недопустима!

### Задача 5. (Продолжим)

Изобразим от линзы даёт предмет  
уна зеркала.



(любой луч из  $S^*$   
параллельный в линзу  
попадёт в  
предмет  $S^*$ )

3.

Заметим, что предмет зеркала  $S^*$  попадет  
в ту же точку, где был предмет  $\Rightarrow$   
Большее количество изображений не  
получится  $\Rightarrow$  только изображение  $S^*$  будет  
освещать стерж.

Тогда несложно увидеть, что  $X S^* O$  и  $S^* Y Z$

$$\frac{r}{2h} = \frac{d}{3h} \Rightarrow \boxed{d = \frac{3}{2} r}, \text{ тогда } S_2 = \pi \cdot \frac{9}{4} r^2 = 9\pi r^2$$

Ответ:  $\frac{9}{2}\pi \text{ см}^2$ ;  $9\pi \text{ см}^2$





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  
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!

~~Задача 5~~

~~Для минимизации затрат бюджета  
также освещает стену и люстру.~~

~~Потому можно убрать из системы  
зеркало и оставив его минимизировать  
затраты~~



$$x = \frac{11P}{92}$$

$$\frac{3}{2} V P dT = P dV$$

$$V dP = \frac{5}{3} V$$

$$\frac{6}{3} \frac{5}{3} = \frac{6}{3} \frac{3K}{3}$$

$$4 = 12K + 6$$

$$6 = 6K + 6$$

$$2 = -6K$$

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

$$\frac{5}{3} \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{1}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$40 = 6 \frac{V}{V_0}$$

$$V = \frac{20}{3} V_0$$

$$P = \frac{KB}{R}$$

$$P = 8P_0 - \frac{1}{3} \frac{V P_0}{V_0}$$

$$4 = -4 + 6 \quad 6 = 8$$

$$\frac{5}{3} \left( 8P_0 - \frac{V P_0}{V_0} \right) dV + V \left( + \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV \right) = 0$$

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

$$x = \frac{3}{2} r$$

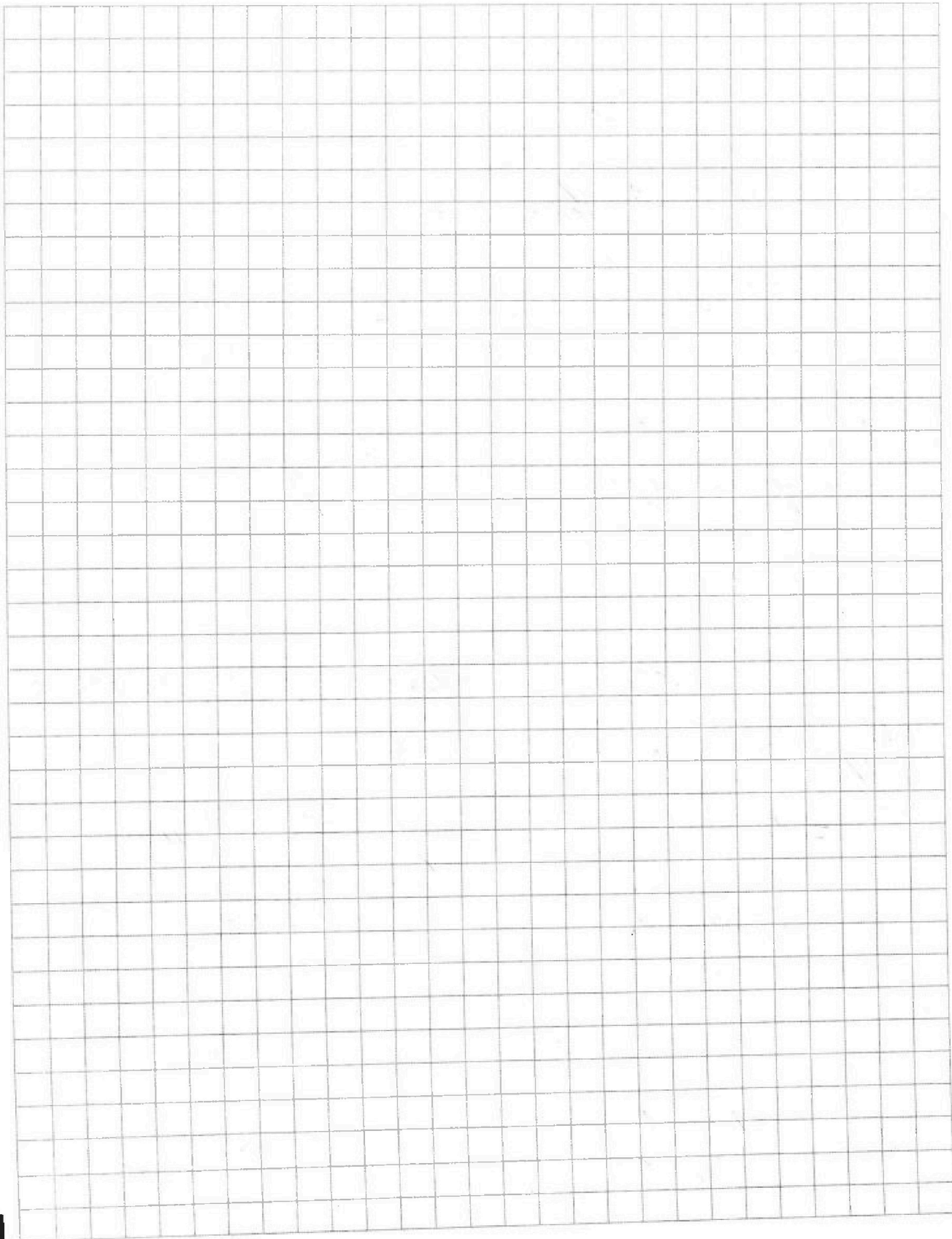


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



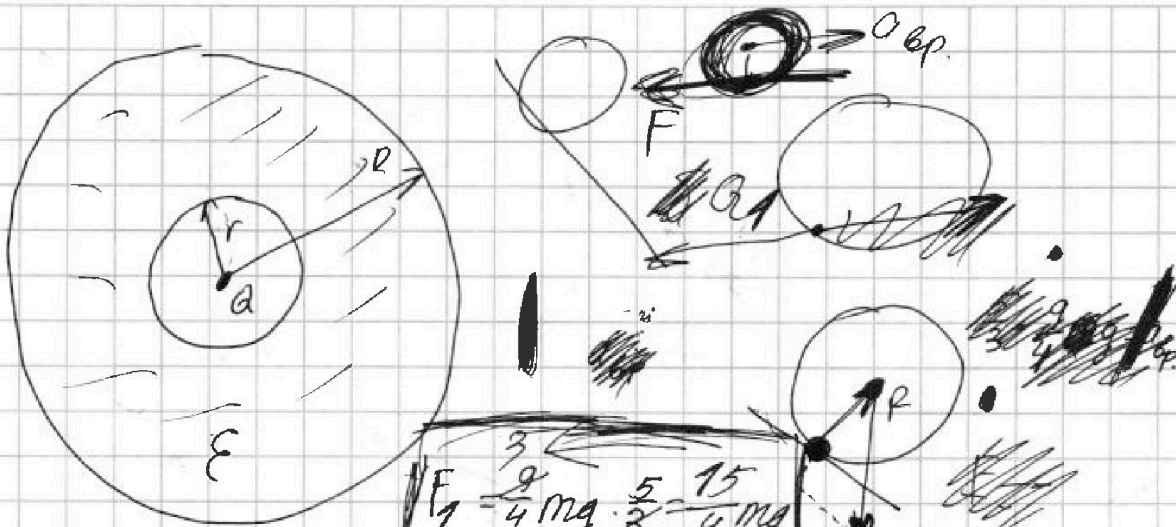


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



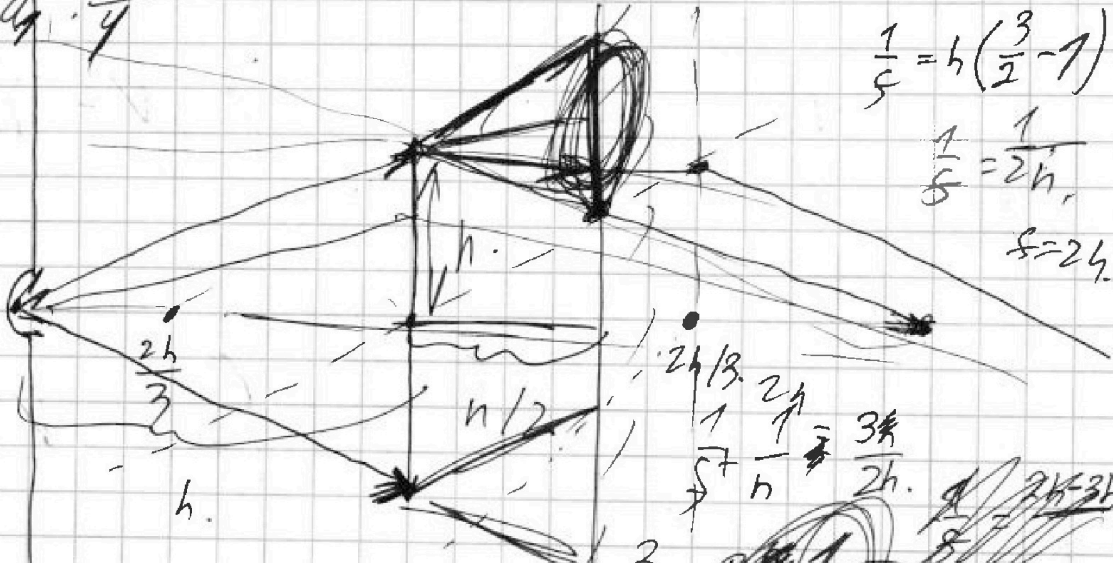
Корнемизация  $\epsilon$   $x=r$   $\mu=0$   $v = \frac{KQ}{r}$   $\mu=0$

$$F_1 = ma \cdot \frac{15}{4}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = h \left( \frac{3}{2} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{2h}$$

$$\epsilon = 2h$$



$\times 17$   
3  
57  
34  
A7  
85

10  
57  
25  
16

$\frac{3}{2R}$   
 $\frac{1}{2R}$   
 $\frac{3K}{2h}$

$$\left( \frac{1}{2} - \frac{1}{17} \right) mg = F$$

$$\frac{1}{4} mg = F$$

$$F = mg \cdot \frac{16}{17}$$



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!

$P = 16P_0 - \frac{V P_0}{V_0}$

$|\mathcal{E}_i| = nS \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$

$T = \frac{PV}{\omega R}$

$F = \frac{1}{4} \cdot \frac{8^2}{9} g = \frac{32}{9} g$

$F = R = m \cdot a$

$\frac{12-8}{3} = \frac{4}{3}$

$T = \frac{1}{\omega R} \left( 16P_0 V - \frac{V^2 P_0}{V_0} \right)$

$m a_1 = F$

$\frac{1}{4} - \frac{8}{9} = \frac{9-32}{36} = -\frac{23}{36}$

$dI = 2mR - 2r dr$

$dI = 2mR - \frac{2P_0}{2} m^2 = mP_0$

$T = \frac{1}{\omega R} \left( 16P_0 - \frac{2V P_0}{V_0} \right) = 0$

$\frac{9-8 \cdot 4}{36}$

$\frac{5}{3} P dV + V dP = 0$

$\frac{60}{36} = \frac{5}{3}$

$\frac{8}{16 P_0} = \frac{1}{2} \frac{V P_0}{V_0}$

$V = 8 V_0$

(23)  
 (24)  
 (64)



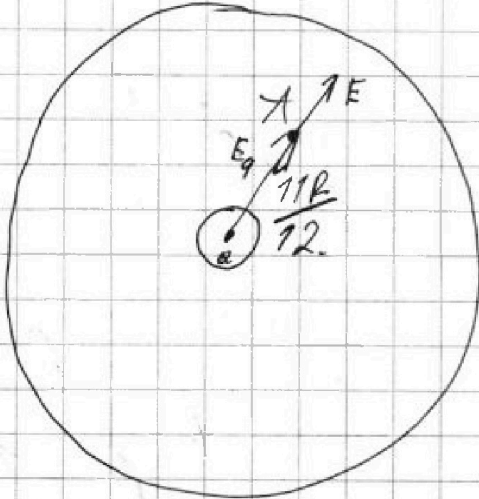
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

### Задача 3



1)  $\varphi - ?$

2)  $\epsilon - ?$

$$-F_2 x = mg + \frac{mv^2}{2}$$

$$dE = m dv^2 + mg dx +$$

$$+ F_2 dx$$

1) Если бы не было гравитации

непрямая линия была в точке A

Если бы не было  $E_Q = \frac{kQ}{R^2} \left(\frac{R}{11}\right)$

Но из-за гравитации сила тяжести

равно  $\frac{F_g}{\epsilon} = \frac{kQ}{R^2} \left(\frac{R}{11}\right)^2$

Зная этот факт найдем перемещение

заряда.

*Сформован*



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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a rotating disk with a force applied at the edge.

**Diagram:** A circular disk of radius  $R$  is shown with a force  $F$  applied tangentially at the top edge. The center of mass is at the center, and the axis of rotation is at the top edge. The force is given as  $F = \frac{5}{3} m g$ .

**Equations and Calculations:**

- Force:  $F = \frac{5}{3} m g$
- Work differential:  $dW = -F dr$
- Mass differential:  $dm = \frac{2\pi r dr}{4\pi R^2} \cdot \rho \cdot t$  (where  $\rho$  is density and  $t$  is thickness)
- Moment differential:  $dI = dm \cdot (R-r)^2$
- Moment integral:  $I = \int_0^R m \cdot \frac{r dr}{2R^2} (R-r)^2 = \frac{m}{2R} \int_0^R r (R-r)^2 dr$
- Integration result:  $I = \frac{m}{2R} \left[ \frac{R^3}{3} - \frac{2R^2 r}{2} + \frac{r^3}{3} \right]_0^R = \frac{m}{2R} \left( \frac{R^3}{3} - R^3 + \frac{R^3}{3} \right) = \frac{m}{2R} \left( -\frac{2R^3}{3} \right) = -\frac{mR^2}{3}$
- Final result:  $I = \frac{mR^2}{3}$
- Work differential:  $dW = -\frac{KQ}{\epsilon} \frac{dr}{r^2}$
- Work integral:  $\Delta W = \int \frac{KQ}{\epsilon} \frac{dr}{r^2}$
- Final work result:  $\Delta W = \frac{KQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{11R} - \frac{1}{r} \right)$

Additional notes and scribbles include  $\frac{11R}{3}$ ,  $0,5 \frac{mR^2}{2}$ ,  $\frac{3}{5}$ , and  $\frac{17}{4}$ .



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.

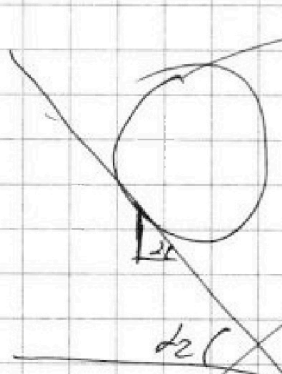
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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

2) Рассчитайте ~~скорость~~ ЗСЭ:



Тускло цинк  
проект. dx.

~~Тогда  $\delta E_{TP} = -F_3 dx$~~

$$dE_k = m v dv$$

$$dE_n = mg dx \cdot \sin \alpha$$

$$- F_3 dx = m v dv - mg dx \cdot \frac{8}{17}$$

$$- F_3 dx = \frac{m dx}{dt} \cdot dv - mg dx \cdot \frac{8}{17}$$

$$- F_3 = ma$$



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!

