



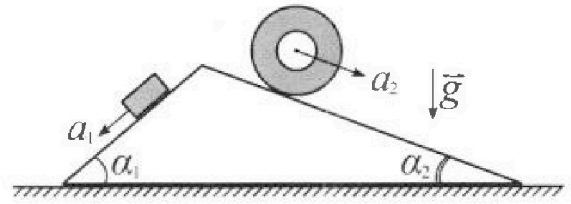
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

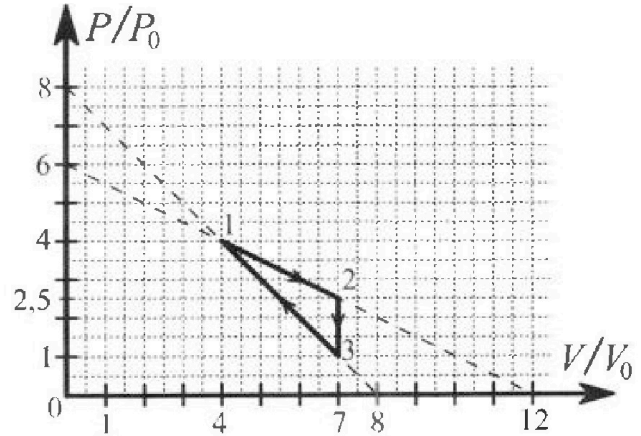
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

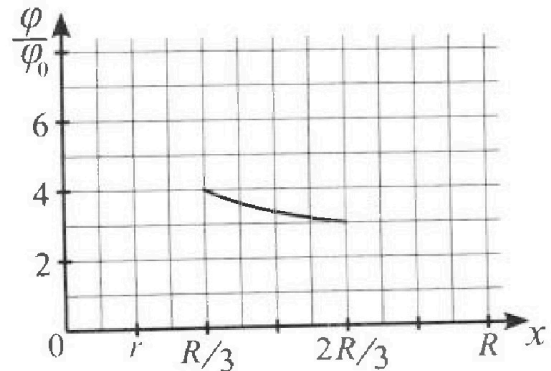
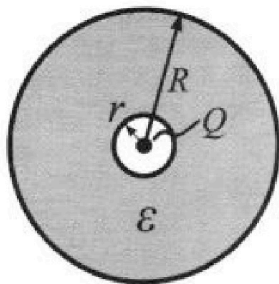


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



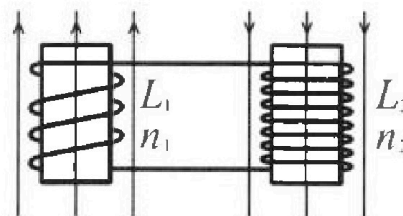
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

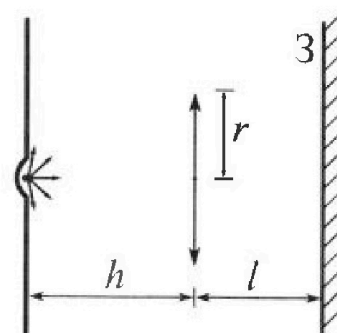


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , 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  
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!

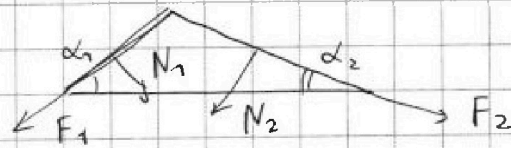
1) Запишем 2ой закон Ньютона в проекции на пов. клина для бруска:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = \\ = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{14}{65} mg$$

2) Также запишем его для цилиндра:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 4m \left( \frac{5}{13} g - \frac{5}{24} g \right) = \\ = 20 mg \cdot \left( \frac{11}{13 \cdot 24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

3) На клин действуют:



силы трения со сторон бруска и цилиндра, реакции опор с их же стороны, сила тяжести и реакция опоры со стороны стола. В проекции на горизонт. ось:

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

$$N_1 = mg \cos \alpha_1, \quad N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$|F_3| = mg \left| \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4 \cdot 12 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right| = \frac{6}{13} mg$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} mg$ ; 2)  $\frac{55}{78} mg$ ; 3)  $\frac{6}{13} mg$



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!

$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} (7 p_0 V_0 - 7,5 p_0 V_0) \\ = -1,5^2 \cdot 7 p_0 V_0 \quad \text{— приращение внутр. энергии в процессе 2-3}$$

$$A_{23} = \frac{(p_2 - p_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{1,5 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 1,5^2 p_0 V_0 \quad \text{— работа газа за цикл.}$$

$$\text{Тогда } \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{23}} = \frac{1,5^2 \cdot 7 p_0 V_0}{1,5^2 p_0 V_0} = 7$$

2) Найдём зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2:

$$p = -\frac{6 p_0}{12 V_0} V + 6 p_0 = -\frac{V \cdot p_0}{2 V_0} + 6 p_0$$

Тогда зависимость  $T(V)$  будет следующей!

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{-\frac{V^2 p_0}{2 V_0} + 6 p_0 V}{\nu R}$$

Найдём максимум этой функции; т.к. она квадратичная с отриц. коэффициентом, то её максимум будет в вершине параболы!

$$V_x = \frac{-6 p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6 V_0 \rightarrow T_{\max} = \frac{36 p_0 V_0 - \frac{36 p_0 V_0}{2}}{\nu R} = \frac{18 p_0 V_0}{\nu R}$$

$6 V_0$  находится между  $V_1$  и  $V_2$ , значит это



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!

будет максим. температурой в процессе 1-2.

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Тогда } \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) Газ получает тепло в процессах 3-1 и 1-2, где 4 - точка с  $T = T_{\max}$ . на участке 1-2. Можно это проверить:

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \left( 2 \frac{p_0 V_0}{\nu R} \right) + 2,75 p_0 V_0 = 10 p_0 V_0$$

$$Q_{42} = \Delta U_{42} + A_{42} = \frac{3}{2} \nu R \left( 7,25 \frac{p_0 V_0}{\nu R} - \frac{18 p_0 V_0}{\nu R} \right) + 2,75 p_0 V_0 = 2 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} < 0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{16 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{7 p_0 V_0}{\nu R} \right) - 3,25 p_0 V_0 = 6 p_0 V_0$$

Тогда газ получил тепло  $Q = 18 p_0 V_0$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^2}{18} = \frac{9}{4 \cdot 18} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) 7 ; 2)  $\frac{9}{8}$  ; 3)  $\frac{1}{8}$



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  
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!

Диэлектрик уменьшает разность потенциалов между двумя его точками в  $\epsilon$  раз. Тогда можем записать для потенциала внутри диэлектрика, что это:

$$\frac{kQ}{r} + \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{r} \right) = \varphi$$

1) При  $x = \frac{R}{4}$ :  $\varphi = \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon r} + \frac{4kQ}{\epsilon r}$

2) Найдем потенциалы в точках  $x = \frac{R}{3}$  и

$x = \frac{2R}{3}$ : т.к.  $r = \frac{R}{6}$ , то  $\frac{R}{3} = 2r$ ,  $\frac{2R}{3} = 4r$ , тогда

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

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = kQ \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{1}{4\epsilon r} \right) = kQ \left( \frac{4\epsilon - 3}{4\epsilon r} \right)$$

из графика!

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{4}{3} = \frac{2\epsilon - 1}{4\epsilon - 3} \cdot 2$$

$$8\epsilon - 6 = 6\epsilon - 3 \rightarrow \epsilon = 1,5$$

ответ. 1)  $\frac{kQ(\epsilon+3)}{\epsilon r}$ ; 2)  $\epsilon = 1,5$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

При изменении потока индукции через катушку в ней возникает ЭДС индукции, которое является причиной возникновения ЭДС самоиндукции:

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -\dot{B} S N, \quad \mathcal{E}_{si} = -L \dot{I}$$

$$1) \quad \mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_1 = -\dot{B} S n_1 = -\alpha S n_1$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{si1} + \mathcal{E}_{si2} = -(L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\text{Тогда } \underline{I} = \frac{\alpha S n_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha S n}{5L}$$

2) Во втором случае  $\mathcal{E}_i$  возникло в обеих катушках:

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_1 - \dot{\Phi}_2 = -\dot{B}_1 S n_1 - \dot{B}_2 S n_2$$

$$\mathcal{E}_{si} = -(L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\dot{B}_1 S n_1 + \dot{B}_2 S n_2 = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

Проинтегрируем по времени, получим:

$$B_1 \Big|_{B_0}^{B/2} S n_1 + B_2 \Big|_{2B_0}^{2B/3} S n_2 = (L_1 + L_2) \int_0^I \dot{I} dt$$

$$|I| = \frac{\frac{B_0}{2} S n + \frac{8}{3} B_0 S n}{5L} = \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{\alpha S n}{5L}, \quad 2) \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



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!

Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{\left(\frac{h}{3}\right)} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{h}{2}}, \text{ где } f - \text{ расстояние от линзы}$$

до мнимого изображения.

$$f = h$$

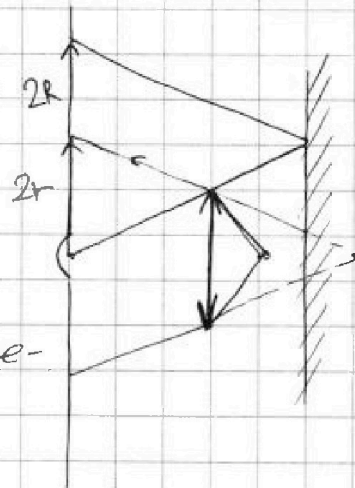
Тогда будет освещенный круг, созданный лучами, преломившимися в линзе и

кольцо (неосвещенное). Те лучи, которые преломились в первый раз в линзе, отразятся и создадут „в линзе“ круг радиусом  $x$ . Тогда из подобия они создадут круг на экране, радиусом

$$\frac{r'}{x} = \frac{2h}{h} \rightarrow r' = 2x$$

У неосв. кольца внешний радиус будет равен  $2R$ . Значит площадь неосв. части экрана будет в 4 раза больше площади неосв. части зеркала и равна  $96\pi$

Ответ: 1)  $24\pi$ ; 2)  $96\pi$







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.

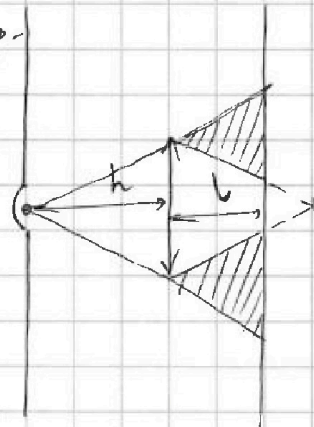
1  2  3  4  5  6  7

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) Источник света находится в двойном фокусе, значит все лучи, прошедшие через линзу, должны собраться в двойном фокусе за ней.

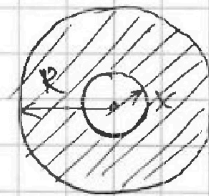
Но т.к. на их пути стоит зеркало, часть из них преломится и отразится. Тогда на зеркале появится освещённая часть радиусом  $x$ .



и кольцо (затемнённое), с внешним радиусом  $R$ . Из подобия треугольничков следует:

$$\frac{h}{h+l} = \frac{r}{R}, \quad \frac{h-l}{h} = \frac{x}{r}$$

$$\text{Тогда } R = \frac{5}{3}r, \quad x = \frac{1}{3}r$$



Площадь неосвещённой части зеркала будет равна  $\pi(R^2 - x^2) = \pi r^2 \cdot \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = 24\pi \text{ см}^2$

2) Отражённые лучи соберутся в одной точке, отстоящей от зеркала на  $h-l = \frac{1}{3}h$ , и в ней будет новый видимый источник света.



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

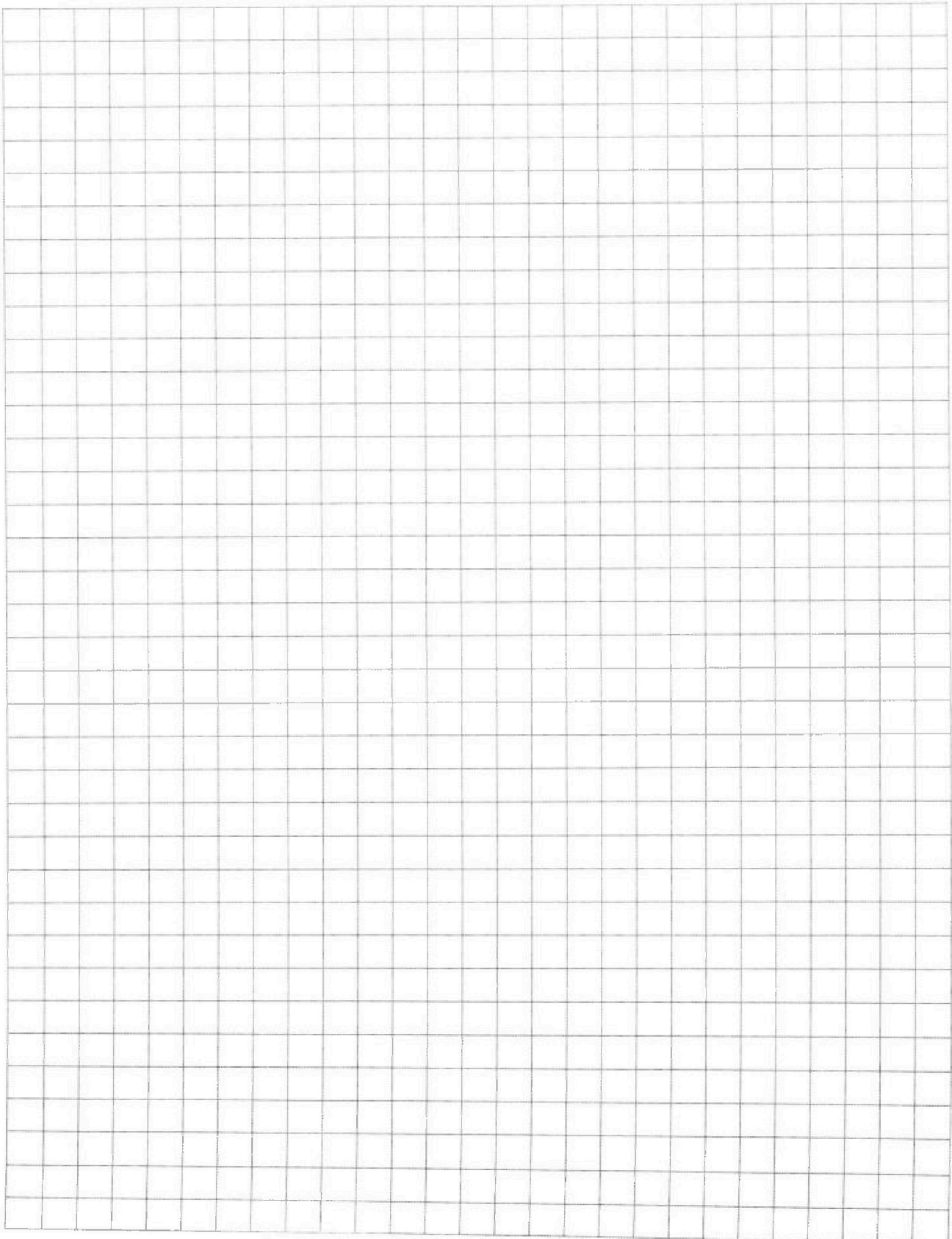
5

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!





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!

I alone was able to escape that night. I walked the streets and look at people. But for some reason they don't live right. It's their life choice to be creepy.

$$\ln\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2h} - \frac{1}{2b}\right) = \ln\left(\frac{2h+1-1}{2h}\right)$$

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

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

$$1 = 2h - 1$$

$$2 = 2h$$

$$h = 1$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{2b}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{2bh}\right)$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) + \ln\left(\frac{1}{2b}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{2bh}\right)$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{2bh}\right) - \ln\left(\frac{1}{2b}\right)$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{2bh} \cdot 2b\right)$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{h}\right)$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{b+h}{h}$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2h$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2 \cdot 1$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2$$

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

$$b = -\frac{3}{4}$$

$$R = \frac{\frac{2}{3} + 1}{1} = \frac{5}{3}$$

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

$$S_3 = \pi(R^2 - x^2) = \pi\left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = \frac{24}{9}\pi = 24\pi$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{h}\right)$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{b+h}{h}$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2h$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2 \cdot 1$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2$$

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

$$b = -\frac{3}{4}$$

$$\ln\left(\frac{1}{2h}\right) = \ln\left(\frac{b+h}{h}\right)$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{b+h}{h}$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2h$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2 \cdot 1$$

$$\frac{1}{2} = 2b + 2$$

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

$$b = -\frac{3}{4}$$



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!

around me  
a herd  
of some scum  
They tied  
me up  
R and N = 4mg cos α<sub>2</sub>  
began to torture me  
4mv<sup>2</sup> = mgh - F<sub>2</sub>S

In their faces +  
see  
absolute crum  
I can see right  
through them  
I don't want  
to agree!

$$F_2 r = 4mr^2 \frac{v}{r} = 4mra_2$$

$$F_2 = 4ma_2$$

срочно не  
срочно не

$$4mgs \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4ma_2$$

$$2a_2 = gs \sin \alpha_2$$

Nutcase!

I am a

crazy

nutcase.

I'll

escape

from

a mental

prison.

I don't

need

to look

for a

reason.

psycho!

I'm

a crazy

psycho!

$$\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4 \cdot 12}{73} \cdot \frac{5}{73} - \frac{14}{73} \cdot \frac{4}{5} = \frac{110}{13^2} + \frac{12}{25} - \frac{240}{73^2} - \frac{56}{325} = \frac{-130}{13^2} + \frac{12 \cdot 73 - 56}{325}$$

$$\frac{kQ}{4\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{3}{4} \frac{kQ}{\epsilon r}$$

и что я  
приобрел?

I'll be free from  
everything.  
I will be my own  
king!

$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{Q}{d} = \frac{q}{u} = -\frac{110}{13^2} + \frac{100}{325} = -\frac{10}{13} + \frac{4}{13} = -\frac{6}{13}$$

хоро убейте  
не знаю

$$\frac{kQ}{\epsilon 2r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{kQ}{2\epsilon r}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r} = \alpha \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot (x-r)$$



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

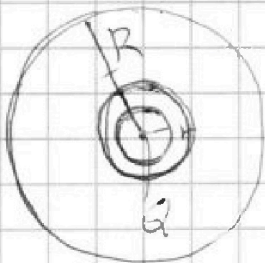
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3}{2} (16\rho_0 V_0 - 7\rho_0 V_0) - \frac{9}{2} \rho_0 V_0 - 3\rho_0 V_0 = \left( \frac{3 \cdot 9}{2} - \frac{9}{2} - 3 \right) \rho_0 V_0 =$$

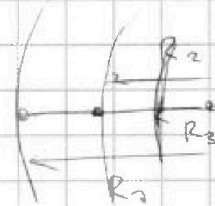
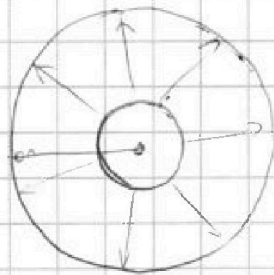
$$= \left( \frac{27}{2} - \frac{9}{2} - \frac{6}{2} \right) \rho_0 V_0 = 6\rho_0 V_0$$

$$\frac{3}{2} (7 \cdot 2,5 \rho_0 V_0 + 6 \cdot 3 \rho_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 1 \rho_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot (17,5 + 18 \rho_0 V_0)$$

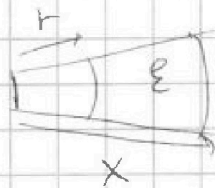
$$+ \frac{1}{2} \rho_0 V_0 = -\frac{3}{4} \rho_0 V_0 + \frac{1}{2} \rho_0 V_0$$



$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r}$$



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_3} \quad \frac{\varphi(R_1)}{\varphi(R_2)} = \frac{R_2}{R_3}$$



$$\epsilon_{me} \quad \epsilon_x = \frac{\epsilon(x-r)}{x}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon \cdot x} = \frac{kQ}{\epsilon(x-r)} = \frac{kQ}{\epsilon \left( \frac{R}{4} - r \right)}$$

$$= \frac{Q}{\pi \epsilon \epsilon_0 (R - 4r)}$$

$$\varphi_2 \rightarrow \frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)} = \frac{2,5 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{2R}{3} - r} = 1 + \frac{R_3}{\frac{R}{3} - r}$$

$$-\frac{1}{4} = \frac{R}{R - 3r} \quad 3r - R = 4R \quad R = \frac{3}{5}r$$



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!

$$\frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)} = \frac{\frac{R}{3} - r}{\frac{2R}{3} - r} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{4}} = 1 - \frac{\frac{R}{3}}{\frac{2R}{3} - r} \quad \frac{R}{2R - 3r} = \frac{1}{4}$$

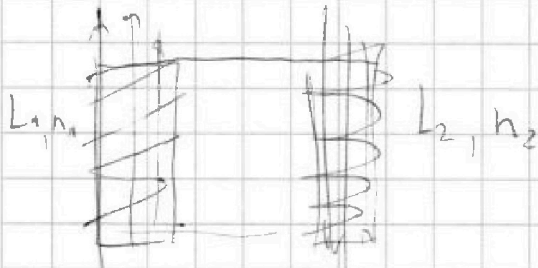
$$4R = 2R - 3r \quad \text{и} \quad \frac{R}{3} - 4r = 2R - 3r$$



$$E_x = \frac{q(x-r)}{x^2}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon_0 x} = \frac{kQ}{\varepsilon_0(x-r)}$$

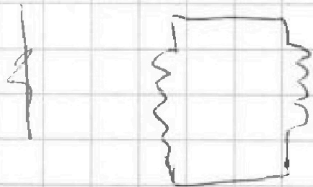
$$\frac{\frac{R}{6}}{\frac{3R}{6}} = \frac{1}{3}$$



$$E_{S1} = -\dot{\Phi} = -\dot{B} S n_1 = -\alpha \dot{S} n_1$$

$$E_{S1} = -L_1 \dot{I} = -L_2 \dot{I} = -\alpha \dot{S}$$

$$I = \frac{\alpha \dot{S} n_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha \dot{S} n_1}{5L}$$



$$E_1 = -\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = -\dot{B}_1 S n_1 - \dot{B}_2 S n_2$$

$$E_{S1} = -L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I}$$

$$\dot{B}_1 S n_1 + \dot{B}_2 S n_2 = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

$$\left( \frac{\alpha B_0}{2} + \frac{\alpha B_0}{2} \right) B_1 S n_1 \Big|_{B_0}^{B_0/2} + B_2 S n_2 \Big|_{2B_0}^{2B_0/3} = (L_1 + L_2) I \Big|_0^I$$

$$|I| = \frac{\frac{B_0}{2} S n_1 + \frac{4B_0}{3} S \cdot 2n_2}{5L} = \frac{B_0 S n_1 \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{3}\right)}{5L} = \frac{B_0 S n_1}{L} \cdot \frac{19}{30}$$

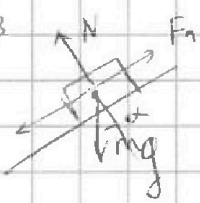
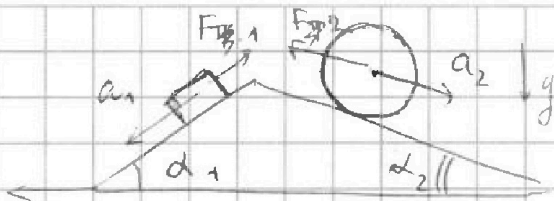


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

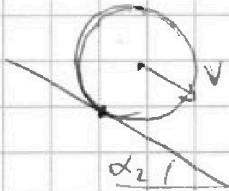
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!



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

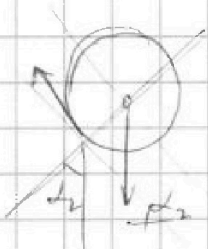
$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \cdot \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{39-25}{65} = mg \cdot \frac{14}{65}$$



$$M = \gamma E = F_2 \cdot r = 4m r^2 \cdot a_2 \cdot \frac{1}{r}$$

$$E = \frac{dJ}{dt} = \frac{v r}{r dt} = a_2 r$$

$$F_2 = 4m a_2$$



$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$4m g h = mv^2 +$$

$$A = -F_2 s = mv^2 - 4m g h$$

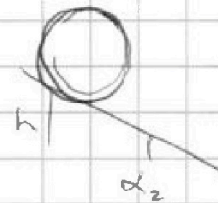
$$4m g h = 4m v^2 + F_2 \cdot \frac{h}{\sin \alpha_2}$$

$$F_2 = m \left( -\frac{5}{3} g + 4g \cdot \frac{5}{13} \right) = mg \left( \frac{60}{39} - \frac{65}{39} \right)$$

$$-F_2 s = \frac{4m v^2}{2} - 4m g s \sin \alpha_2$$

$$-F_2 V = 8m v^2 - 4m g V \sin \alpha_2$$

$$= 4m \left( \frac{5}{13} g - \frac{5}{8} g \right)$$



$$4m g s \sin \alpha_2 = 4m v^2 + F_2 s$$

$$4m g V \sin \alpha_2 = 8m v^2 + F_2 V$$

$$4m g \sin \alpha_2 = 8m a + F_2$$



$$F_2 = 4m (g \sin \alpha_2 - 2a_2)$$

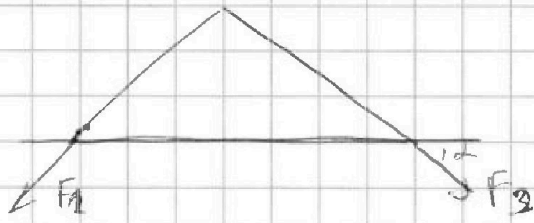


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

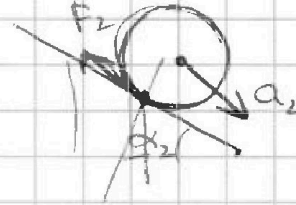


$$-FS = 4mV^2 - 4mg \sin \alpha_2$$

$$-Fv = 8mVv - 4mg v \sin \alpha_2$$

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$|F_3| = |F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1|$$



$$F = 4m(g \sin \alpha_2 - 2a) =$$

$$= 4m \left( \frac{5}{13}g - \frac{5}{12}g \right) =$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{R} \cdot (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (7V_0 p_0 - 7V_0 \cdot 2,5 p_0) =$$

$$= 1,5 \cdot (-1,5) \cdot 7 V_0 p_0 = -2,25 \cdot 7 V_0 p_0$$

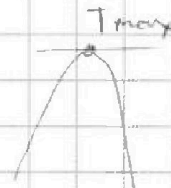
$$A_{13} = \frac{1,5 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 1,5^2 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{13}} = 7$$

$$P = -\frac{6p_0}{12V_0} V + 6p_0 = -\frac{V p_0}{2V_0} + 6p_0$$

$$P \cdot V = -\frac{V^2 p_0}{2V_0} + 6p_0 V$$

$$V_0 = -\frac{6p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6V_0$$



$$T_{\max} = \frac{PV}{\mathcal{R}T} = -\frac{36p_0 V_0^2}{2V_0} + \frac{36p_0 V_0}{\mathcal{R}}$$

$$T_1 = \frac{16p_0 V_0}{\mathcal{R}} \quad T_{\max} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} = \frac{18p_0 V_0}{\mathcal{R}}$$