

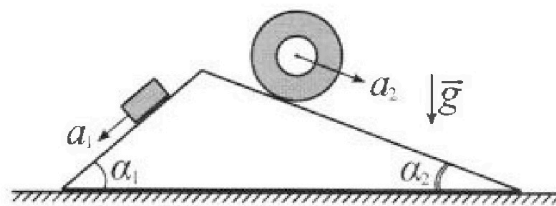
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

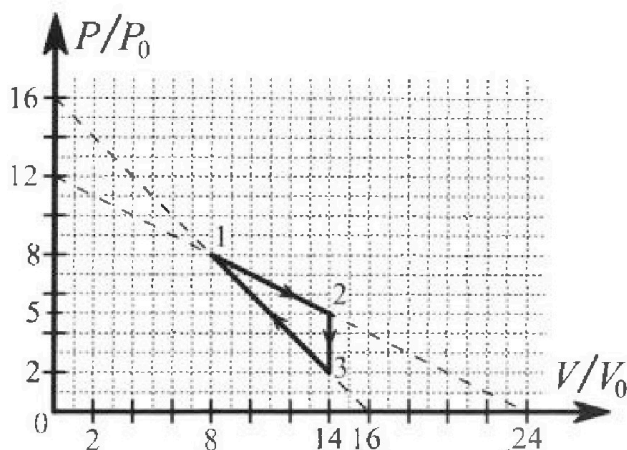


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

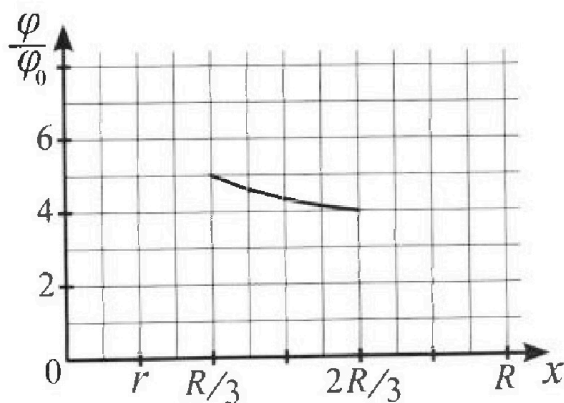
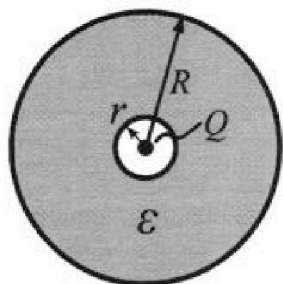
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



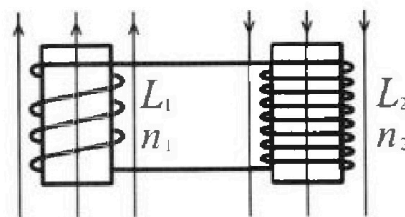
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

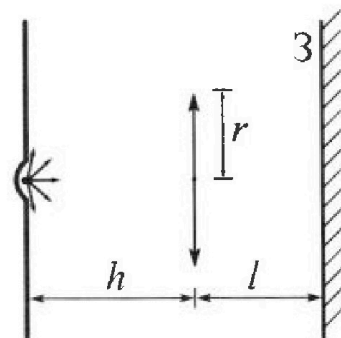


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукция внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



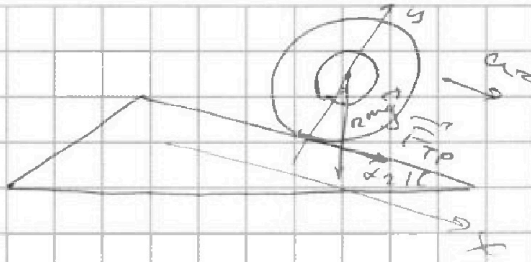
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

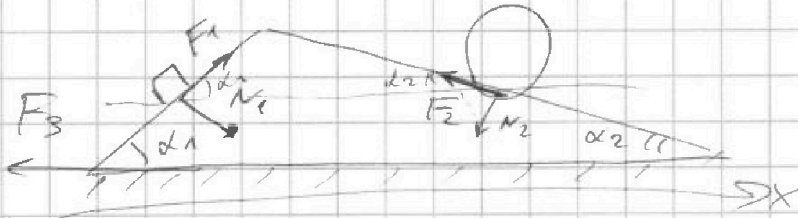
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2)



Движение без проскальзывания  $\rightarrow$   
 $\rightarrow v_{вр} = v_{востр}$ . По м. теореме ~~получаем~~  
 кин. энергия груза  $K = K_{отк} + K_{вр} = m v^2$

3)



$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2$$

~~F\_3~~

23к где кинем на  $Ox$ :

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

$$\rightarrow F_3 = mg (\sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \sin \alpha_2 \cos \alpha_2) + (F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2)$$



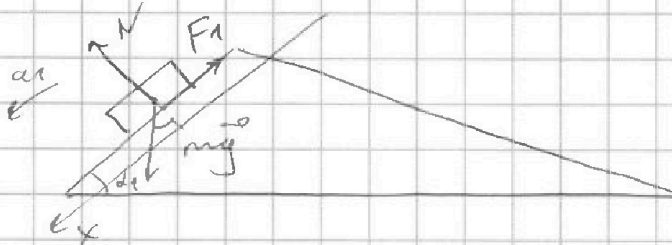
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N1



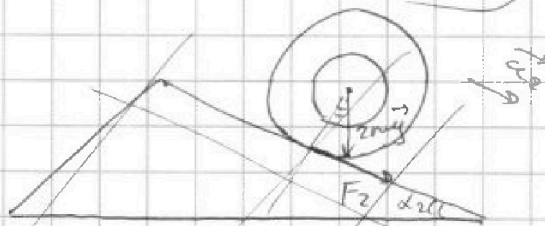
1) По 2-му 3-му закону Ньютона для блока:

$$O_x: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{6}{13}g\right) =$$

$$= m \frac{39g - 30g}{65} = \frac{9mg}{65} - \text{Omb.}$$

2)



По 2-му 3-му закону Ньютона для цилиндра:

$$2mg \sin \alpha_2 + F_2 = 2ma_2 \rightarrow$$

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

$$= 2m\left(\frac{g}{4} - \frac{8g}{13}\right) = 2m \cdot 13g - 20$$



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!

№2 1)  $\gamma_{gr}$ -ые уг. газа:

$$(1): 64P_0V_0 = 2RT_1 \quad \rightarrow \quad |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} 2RT_1 = 3RT_1$$

$$(2): 70P_0V_0 = 2RT_2 \quad \rightarrow \quad \frac{3}{2} 2RT_2 = 3RT_2 = 9P_0V_0$$

$A_{123}$  найдем как мощность течения  
иши со стороны  $3P_0$  и высотой  $6V_0$ :

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 3P_0 \cdot 6V_0 = 9P_0V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{123}} = (1) - \text{Совп.}$$

2) Найдем зависимость  $P(V)$  в процессе

1  $\rightarrow$  2:  $P(V) = kV + b; (24V_0; 0), (0; 12P_0) \rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0 = 24V_0 \cdot k + b \\ 12P_0 = b \end{cases} \quad \rightarrow \quad P(V) = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0$$

1  $\rightarrow$  2:  $P(V) \cdot V = 2RT(V) \rightarrow$

$$\rightarrow T(V) = \frac{V}{2R} P(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = -\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot V^2 + 12 \frac{P_0}{2R} \cdot V$$

- квадратичная ф-ция  $\rightarrow T_{12} - \text{max, если}$

$$T_{12 \text{ max}} = T(V_B) = T(12V_0) = \left( -\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot 144V_0^2 + \frac{12P_0}{2R} \cdot 12V_0 \right) =$$

$V$  вершина параболы

$$= \frac{72P_0V_0}{2R} \quad \text{прогнозируем кн гр. ште}$$

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!

№2 (продолжение)

$$\begin{aligned}
 Q(V) &= \frac{1}{2} (3P(V) \cdot V - 152P_0V_0 + P(V) \cdot V - 8V_0 \cdot P(V) + \\
 &+ 8P_0V_0 - 64P_0V_0) = \frac{1}{2} (4P(V) \cdot V - 256P_0V_0 - 8V_0 \cdot P(V) + 8P_0V_0) \\
 &= \frac{1}{2} (4 \cdot (-\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0) V - 256P_0V_0 - 8V_0 (-\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0) + 8P_0V_0) \\
 &= 2V (-\frac{P_0}{2V_0} V + 12P_0) - 128P_0V_0 - 4V_0 (-\frac{P_0}{2V_0} V + 12P_0) + 4P_0V_0 \\
 &= -\frac{P_0V^2}{V_0} + 24P_0V - 128P_0V_0 + 2P_0V - 48P_0V_0 + 4P_0V_0 \\
 &= \left( -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 30P_0V - 176P_0V_0 \right)
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{погло}} = Q(V_0) - Q(V_2) = Q(30V_0) \rightarrow$$

→ темпота поглощается на всем участке

$$\rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

3 → 1: <sup>повышению</sup> ~~капцел~~ <sup>температу</sup> ~~процессу~~ <sup>процессу</sup>

повыш процесс с точки зрения касание

с аднабатом. в м. касание Q имеет

$$PV^{\frac{C_p}{C_v}} = \text{const}; \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3} \rightarrow P = \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}}, \text{ где } C = \text{const}$$

$$3 \rightarrow 1: P(V) = -\frac{P_0}{V_0} V + 16P_0$$

$$\begin{cases}
 \text{касание} \\
 \text{III. касание} \\
 P \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}} = -\frac{P_0}{V_0} V + 16P_0 \\
 P - \frac{P_0}{V_0} = 0
 \end{cases}$$



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!

№2 (процессе)

$$P_3 V_3 = 28 P_0 V_0 = 2R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{28 P_0 V_0}{2R}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

↑  
amb.

$$3) \eta = \frac{A_{123}}{Q_{12}} = \frac{A_{123}}{Q_{12 \max} + Q_{31 \max}}$$

Найдем зависимость  $P(V)$  в процессе

$$3 \rightarrow 1: P(V) = kV + b; (16V_0, 0), (0, 16P_0)$$

$$\begin{cases} 0 = 16kV_0 + b \\ 16P_0 = b \end{cases} \rightarrow P(V) = -\frac{P_0}{V_0}V + 16P_0$$

$$3 \rightarrow 1: P(V)V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{2R} = \frac{V}{2R} \left( -\frac{P_0}{V_0}V + 16P_0 \right) =$$

$$= -\frac{P_0}{2RV_0}V^2 + \frac{16P_0}{2R}V$$

Найдем зависимость  $Q(V)$  для

$$\text{процесса } 1 \rightarrow 2: Q(V) = \frac{3}{2}2R(T - T_1) + \frac{P + P_1}{2}(V - V_1)$$

$$\rightarrow Q(V) = \frac{3}{2}(PV - P_1 V_1) + \frac{1}{2}(P(V) + 8P_0)(V - 8V_0)$$

$$\rightarrow Q(V) = \frac{1}{2} \left( 3PV - \frac{64P_0 V_0}{152} + P(V)V - 8V_0 P(V) + 8P_0 V - 64P_0 V_0 \right)$$

(процессе на графике)



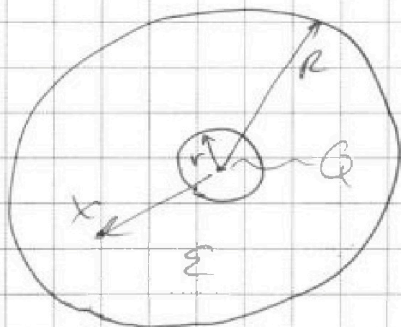
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

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

№3



~~Электрическое поле~~

$$1) E(x) = E_0(x) - \frac{q_{in}}{\epsilon x^2}$$

$$E_0(x) = \frac{kQ}{x^2}, E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\rightarrow \frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{q_{in}}{\epsilon x^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_{in} = \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$

~~$$U(x) = U_Q(x) + U_{in}(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{in}}{x}$$~~

~~$$= \frac{kQ}{x} + \frac{k}{x} \cdot \frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 =$$~~

~~$$= \frac{kQ}{x} + \frac{k^2 Q}{x^3} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$~~

~~$$U\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ \cdot 36}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 + \frac{kQ \cdot 36}{25R^2}$$~~

~~$$= \frac{36 kQ}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$~~

$$U(x) = U_Q(x) + U_{in}(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{in}}{x}$$

$$= \frac{kQ}{x} + \frac{k^2 Q}{x^3} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 - \text{Omb.}$$

При  $x = \frac{5R}{6}$

$$= \frac{kQ \cdot 36}{25R^2} + \frac{k^2 Q \cdot 36}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$





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  
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!

№4

1) По 3-му параграфу:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - n S \frac{\Delta B}{\Delta t} = - n S \dot{B}$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = + (L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}) = - (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow n S \dot{B} = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \left[ \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S \dot{B}}{L_1 + L_2} \right] - \text{Ans.}$$

$$\left[ \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S \dot{B}}{17L} \right]$$

2) По 3-му параграфу:

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_i \rightarrow$$

$$\rightarrow - \left( \frac{dB_2}{dt} S_{n2} - \frac{dB_1}{dt} S_{n1} \right) = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \rightarrow$$

$$\rightarrow \int_{B_0}^{B_2/3} dB_2 S_{n2} - \int_{B_0}^{B_1} dB_1 S_{n1} = (L_1 + L_2) dI$$

$$\rightarrow \int_{3B_0}^{9B_0/4} dB_2 S_{n2} - \int_{B_0}^{2B_0/3} dB_1 S_{n1} = \int_0^I 17L dI$$

$$\left( \frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) S_{n2} - \left( \frac{2B_0}{3} - B_0 \right) S_{n1} = 17L I$$

$$\left( 9B_0 S_{n2} - 12B_0 S_{n2} + \frac{2B_0}{3} S_{n1} \right) = 17L I \rightarrow$$

$$-12B_0 S_{n2} + \frac{2B_0 S_{n1}}{3} \Rightarrow I = \frac{2B_0 S_{n1}}{51L} - \text{Ans.}$$

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

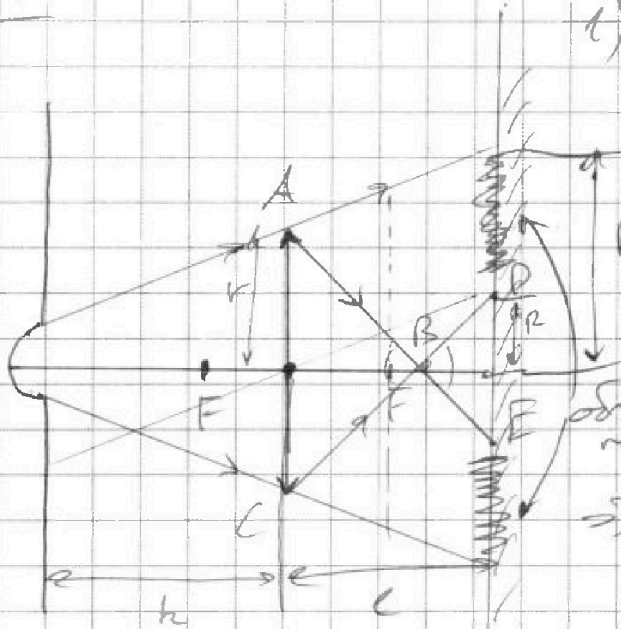


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

№5



1) По ф-ле мостков  
мостков:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \rightarrow$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{l} = \frac{l - F}{Fl} \rightarrow d = \frac{Fl}{l - F} = \frac{h^2}{\frac{2h}{3} - h} = \frac{h^2}{-\frac{h}{3}} = -3h$$

$$\Rightarrow l = \frac{Fd}{d - F} = \frac{h^2}{\frac{2h}{3} - h} = \frac{h^2}{-\frac{h}{3}} = -3h$$

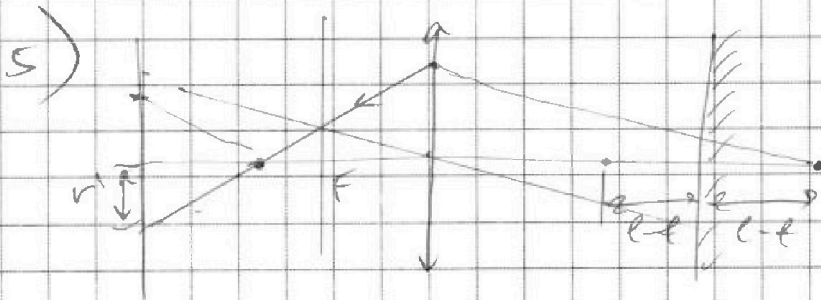
2)  $\triangle ABC \sim \triangle BED$  (из подобия)  $\rightarrow$

$$\rightarrow \frac{AD}{DE} = \frac{AC}{ED} \Rightarrow \frac{l - r}{r} = \frac{l}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} \Rightarrow r = \frac{l - \frac{2h}{3}}{\frac{l}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}}} = \frac{l - \frac{2h}{3}}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} = \frac{l - \frac{2h}{3}}{\frac{h}{6}} = \frac{6(l - \frac{2h}{3})}{h} = \frac{6l - 4h}{h}$$

$$\Rightarrow r = \frac{5}{3}h$$

3) Из подобия  $\rightarrow \frac{R_0}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} \rightarrow R_0 = \frac{5}{3}r$

$$4) S = \pi R_0^2 - \pi R^2 = \pi (R_0^2 - R^2) = \pi \left( \frac{25}{9} r^2 - r^2 \right) = \frac{16}{9} \pi r^2 = \frac{16 \cdot 25}{9} \pi = \frac{400}{9} \pi - \text{Оуб.}$$





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!

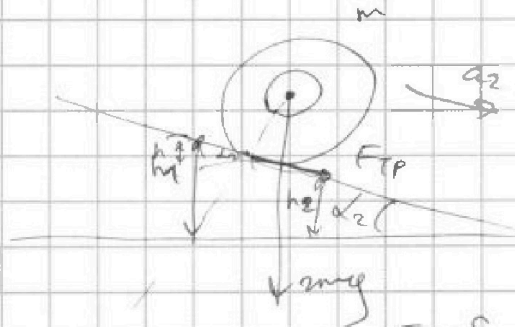
$$\int m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{TP}$$

$$2m g \sin \alpha_2 + 4m \frac{dv}{dt} = 2m \frac{dv}{dt} + F_{TP}$$

$$2m g \sin \alpha_2 + 4m a_2 = 2m a_2 + F_{TP}$$

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

$$m a_2 = \dots$$



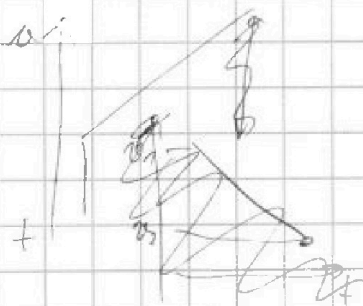
3C):  $m g (h_2 - h_1) + F_{TP} \cdot S + \frac{m v_1^2}{2} = m g h_2 + \frac{m v_2^2}{2}$

~~3C):~~  $m g (h_1 - h_2) + F_{TP} \cdot S = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$

$$m g \frac{S}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \cdot S = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{v_2 \cos \alpha_2}{2}$$

$$\frac{d}{dt} \left( m g \frac{dS}{\sin \alpha_2} + F_{TP} dS \right) = \frac{m}{2} (2 v_2 \cos \alpha_2 - 2 v_1 \cos \alpha_2)$$

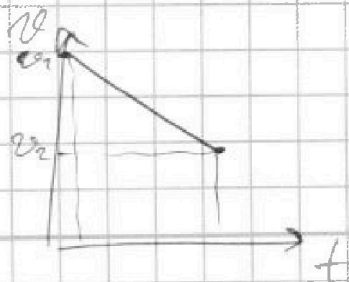


$$m g \left( \frac{dS}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{m}{2} 2 v_2 \cos \alpha_2 (v_2 - v_1)$$

$$\frac{dS}{dt} \left( \frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{m}{2} 2 v_2 \cos \alpha_2 (v_2 - v_1)$$

$$v_2 - v_1 = a t \quad \frac{dS}{dt} \frac{dS}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{2} \frac{dS}{dt}$$

$$a \left( \frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \dots$$



$$\frac{a}{2} = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$\frac{v_2 - v_1}{2} \left( \frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{dS}{dt} (v_2 - v_1)$$

$$2a = \frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP}$$



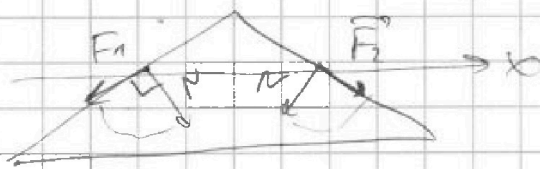
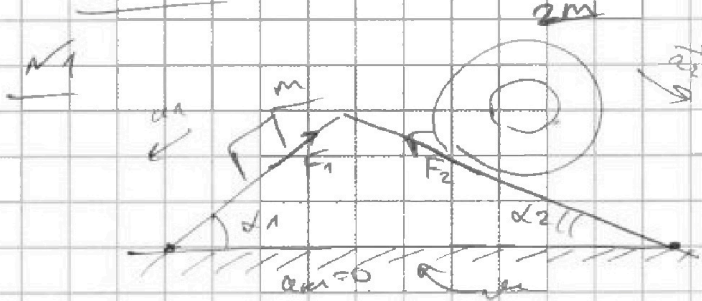
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

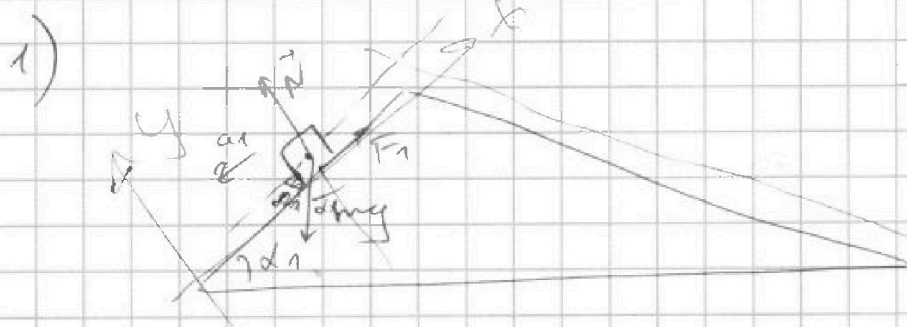
СТРАНИЦА  
из

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!

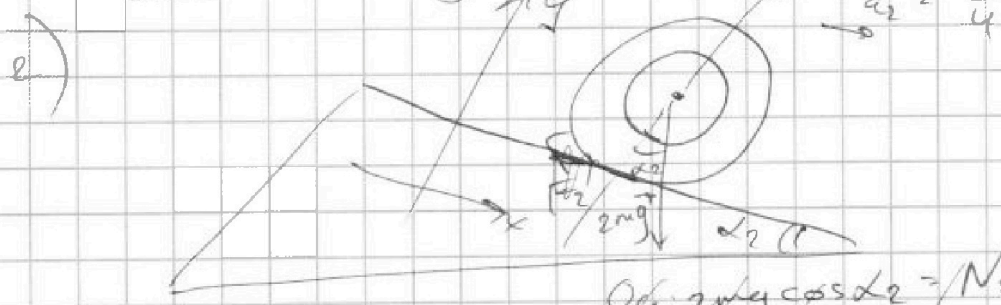
11-03



$$\Delta F = F_3$$



Уг:  $N \sin \alpha_1 \cos \alpha_1$   
 Ох:  $m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$



Уг:  $2m g \cos \alpha_2 = N_2$   
 Ох:  $2m g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$   
 $2m g \sin \alpha_2 = 2m \frac{g}{4}$   
 $m_2 \frac{g}{4} = \mu m g \sin \alpha_2$

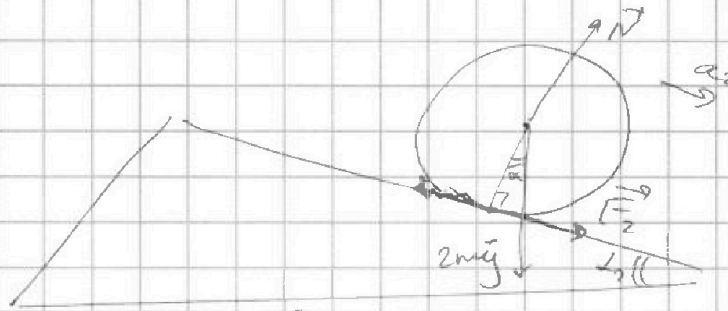


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

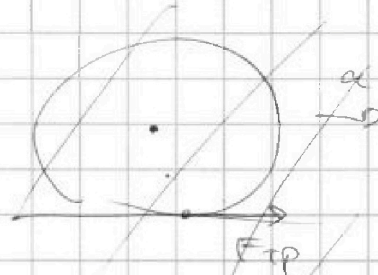
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!



$$2) 2mgs \sin \alpha_2 + F_2 = 2ma_2$$

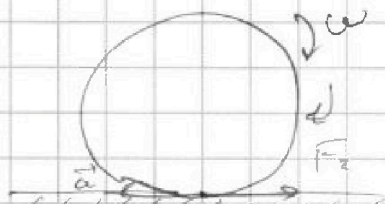
$$1) ma_2 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$$



$$F_{TP} = ma$$

$$mgs = ma$$

$$a = gs$$



$$v_{kp} = v_{ном}$$

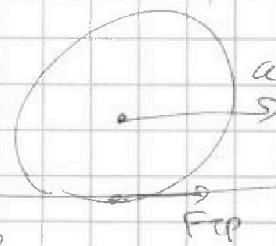
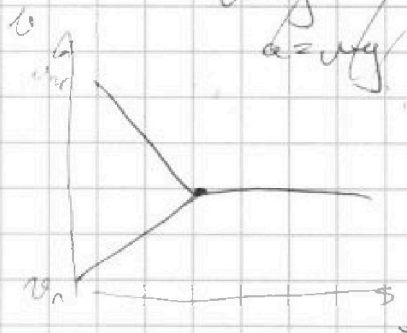
$$a_{kp} = a_{ном}$$

$$F_2 =$$

$$v_{kp} = v_{ном}$$

$$F_2 = 2mgs \sin \alpha_2$$

$$a =$$



$$3) mgh_1 + mv_1^2 = mgh_2 + mv_2^2 + A_{TP}$$

$$mgh_1 + mv_1^2 = mgh_2 + mv_2^2 + F_{TP} \cdot S$$

$$mg(h_1 - h_2) + m(v_1^2 - v_2^2) = F_{TP} \cdot S$$

$$mgS \sin \alpha_2 + m(v_1^2 - v_2^2) = F_{TP} \cdot S$$

$$dmgS \sin \alpha_2 + m d(v_1^2) = m_1 d(v_2^2) + F_{TP} dS$$

$$mgs \sin \alpha_2 + 2m v_1 dv_1$$

$$mgs \sin \alpha_2 + 2m v_1 dv_1 = m v_2 dv_2 + F_{TP} dS$$

$$2mgs \sin \alpha_2 + 2m \frac{dv_1}{dt} = 2m \frac{dv_2}{dt} + F_{TP} \cdot v$$



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!

N23)  $\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$

$T(V)$

~~Q<sub>in</sub>~~ ~~Q<sub>out</sub>~~ ~~W~~

~~A<sub>23</sub> = 0~~  
~~ΔU = 0~~  
~~→ Q < 0~~

1 → 2:  $T(V) = -\frac{P_0}{2V_0 R} \sqrt{V^2 + 22} + 12 \frac{P_0}{2R} V$

$Q(V) = ?$

$Q = \Delta U + A$

~~$Q = \Delta U + A$~~

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

~~$\delta Q = 2RdT + PdV$~~

~~$\delta Q = PdV + VdP + \beta dU$~~

~~$\Delta U = P_0 V_0 \ln \frac{V}{V_0} + \frac{P_0}{2V_0} (V^2 - V_0^2)$~~

$Q(V) = ?$

$Q(V) = 2R T(V) + A_{12}$

$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12 P_0 V + \frac{5 P_0 R P_0}{2} \cdot 6 V_0^2$



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 \_\_

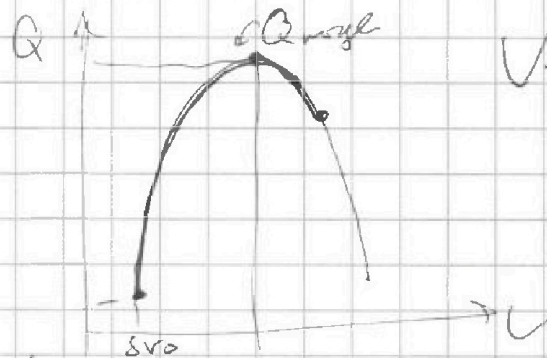
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V^2 + 12P_0V + \frac{13P_0}{R} \cdot \frac{8V_0}{3} \Rightarrow$$

$$= -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V^2 + 5 \cancel{12P_0V_0} + 12P_0V + 39P_0V_0$$

~~382P\_0V\_0~~

$$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12P_0V + 39P_0V_0$$



$$V_B = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0$$

~~Q(8V\_0) - Q(12V\_0)~~

$$Q(V) \Rightarrow Q_{\max} \Rightarrow Q(V_B) - Q(8V_0) =$$

$$= Q(12V_0) - Q(8V_0)$$

$$\Delta W = 2R(T(V) - T(V_0))$$

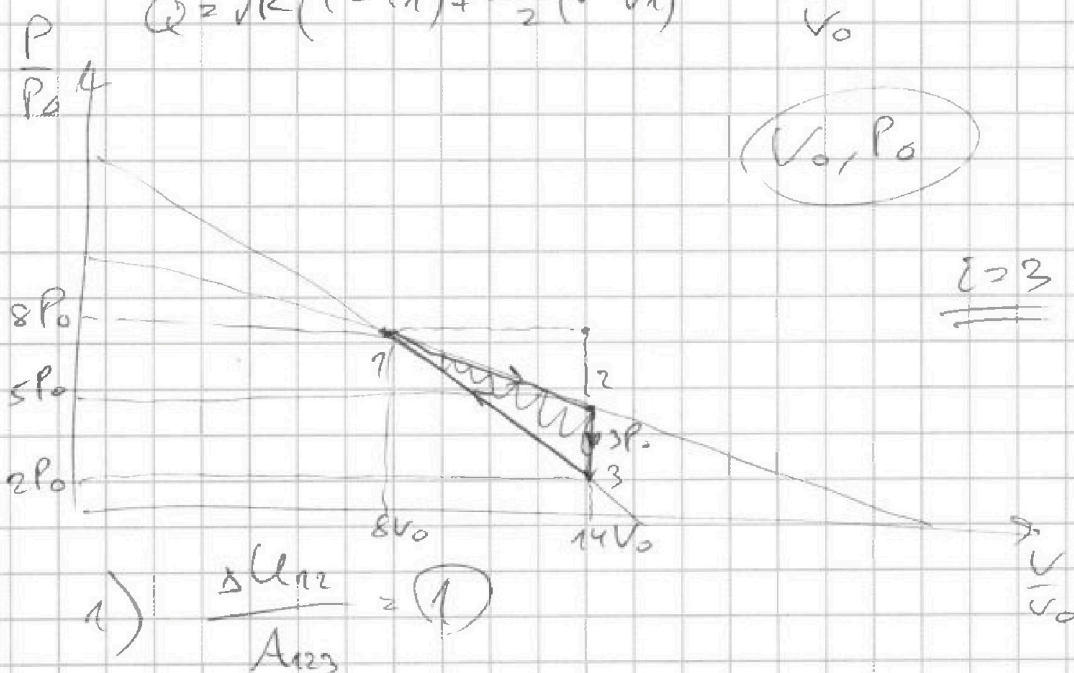
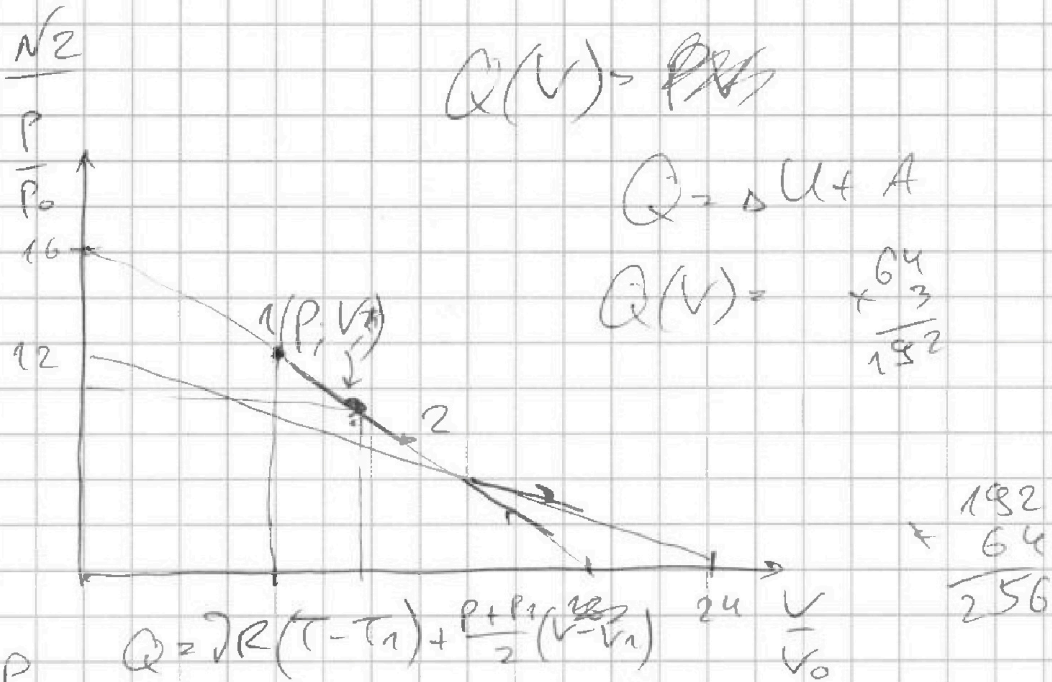
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



$$1: \frac{64}{8p_0} V_0 = \gamma R T_1 \quad | \rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) =$$

$$2: 5p_0 \cdot 14V_0 = \gamma R T_2 = \frac{3}{2} \gamma R (7 \cdot 20p_0 V_0 - 64p_0 V_0) =$$

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 8V_0 = 9p_0 V_0$$

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 8V_0 = 9p_0 V_0$$





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  
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!

$$2) \text{ Задача 3: } 2P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_3 \rightarrow T_3 = \frac{28P_0V_0}{2R}$$

$$P = kV + b: \quad \begin{matrix} (12P_0; 0) \\ (0; 24V_0) \end{matrix} \quad 2) \frac{T_{12}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$\begin{cases} 12P_0 = b \\ 0 = 24kV_0 + b \\ 24kV_0 + 12P_0 \end{cases} \quad \begin{matrix} (24V_0; 0) \\ (0; 12P_0) \end{matrix}$$

$$\begin{cases} 0 = 24kV_0 + b \rightarrow 24kV_0k + 12P_0 = 0 \rightarrow \\ 12P_0 = b \end{cases} \rightarrow k = -\frac{12P_0}{24V_0} = -\frac{P_0}{2V_0}$$

$$P(V) = -\frac{P_0}{2V_0}V + 12P_0$$

$$P(V) \cdot V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow \left(-\frac{P_0}{2V_0}V + 12P_0\right) \cdot V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = -\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot V^2 + 12 \frac{P_0}{2R} \cdot V$$

$$T \rightarrow \max \rightarrow V_2 = \frac{-12P_0}{\frac{P_0}{V_0 2R}} = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{2R}} \cdot \frac{V_0 2R}{P_0} = 12V_0$$

Вершина параболы

$$T_{\max} = T(12V_0) = \left(-\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot 144V_0^2 + \frac{12P_0}{2R} \cdot 12V_0\right) =$$

$$= \frac{144P_0V_0^2}{2R} - \frac{144P_0V_0^2}{2R} = \frac{72P_0V_0^2}{2R} = \frac{36P_0V_0^2}{R}$$

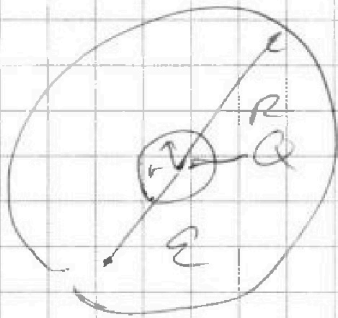


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



$$r \leq \cancel{R} \leq R$$

$$\phi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$\phi(x) = x \cdot E =$$

$$E = x \cdot \frac{kQ}{x^2 \cdot \epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\phi(x) = \phi\left(\frac{5R}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{\epsilon}{5R} = \frac{6kQ}{5\epsilon R}$$

$$\phi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$2) \phi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{R} = \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\phi(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x}$$

$$\phi\left(\frac{5R}{6}\right) = \phi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\phi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 4B$$

$$\phi\left(\frac{R}{3}\right) = \phi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\phi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{\epsilon R} = 5B$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = E \cdot 4\pi x^2 \cdot \frac{dq_{in}}{5\epsilon_0}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = E_S + E_{in} = \frac{kQ}{x}$$

$$\phi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ_{in}}{x}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{q_{in}}{5\epsilon_0} \left(1 - \frac{kQ_{in}}{x}\right)$$

$$\rightarrow \frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{q_{in}}{5\epsilon_0}$$

$$\frac{5kQ}{x} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = q_{in}$$



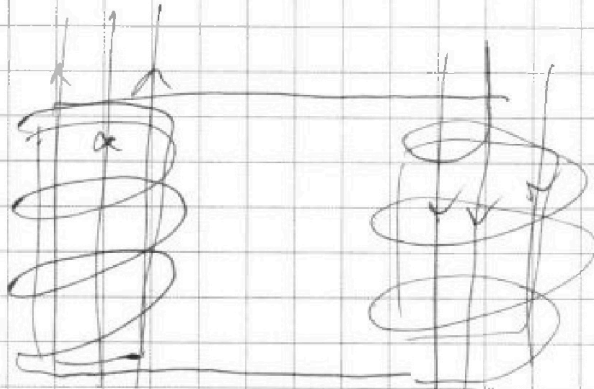
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

14



~~Этот~~

$\times \frac{12}{3}$

$$L_1 = L, n_1 = n$$

$$L_2 = 16L, n_2 = 4n$$

$$B = \text{const}, S$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{n S \Delta B}{\Delta t}$$

$$B_0 \rightarrow \frac{B_0}{3} \text{ (L)}$$

$$3B_0 \rightarrow \frac{3B_0}{4} \text{ (L}_2)$$

$$\Phi = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$\frac{dB_1}{dt} S n_1 + \frac{dB_2}{dt} S n_2 =$$

$$= L \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\rightarrow \int_{B_0}^{B_1} S n_1 dB_1 + \int_{B_0}^{B_2} S n_2 dB_2 = (L_1 + L_2) dI$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{n S \Delta B}{\Delta t} \rightarrow d$$

$$(L_1 + L_2) I = \frac{n S \Delta B}{\Delta t}$$

$$\rightarrow I = \frac{n S \Delta B}{L_1 + L_2}$$



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!

