



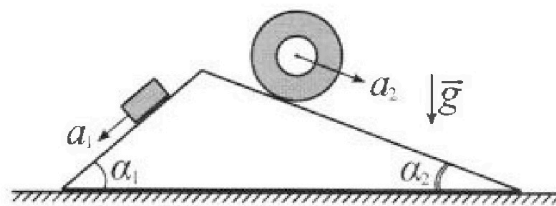
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

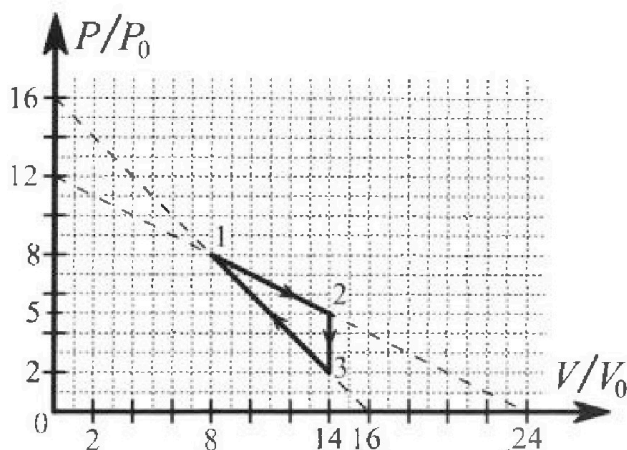


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

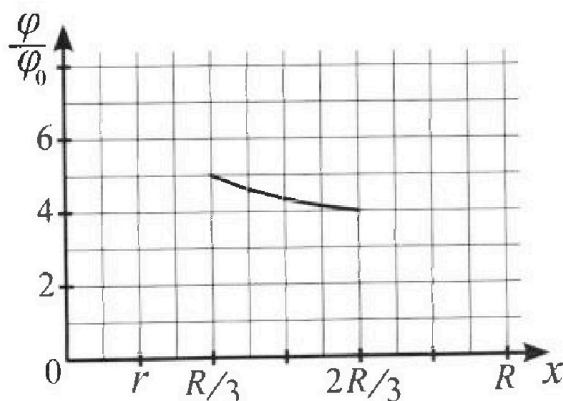
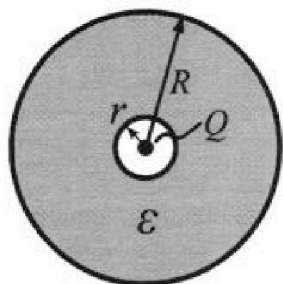
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



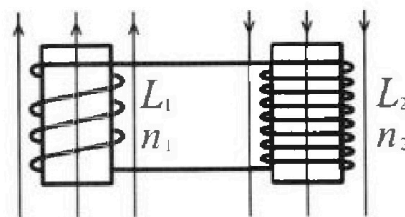
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

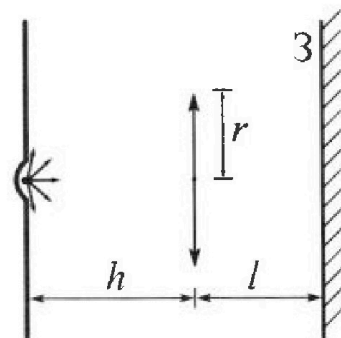


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукция внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



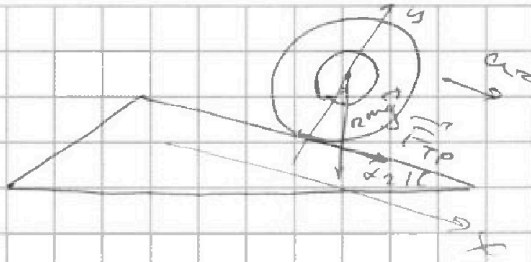
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

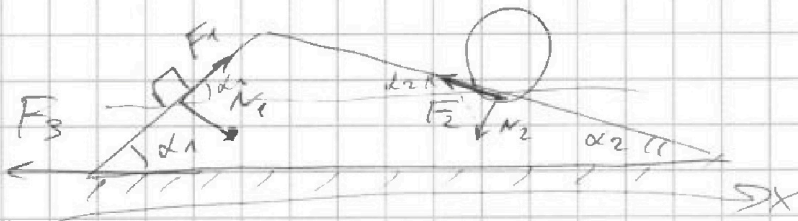
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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~~

23K где кинематика на Ox:

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

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



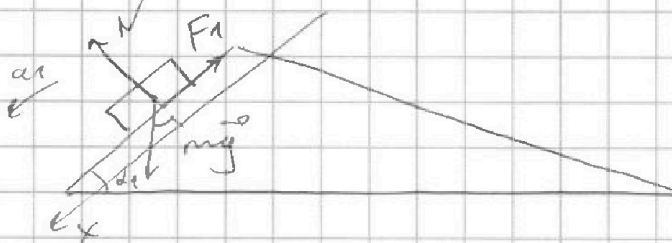
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



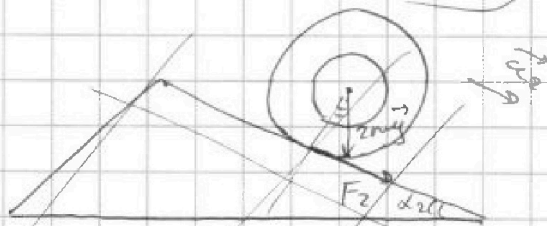
1) По 2-му 3-му закону Ньютона для блока:

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

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

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

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) γ_{gr} -ые уг. газа:

$$(1): 64P_0V_0 = 2R T_1 \quad \rightarrow \quad |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} 2R (T_2 - T_1) =$$

$$(2): 70P_0V_0 = 2R T_2 \quad = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0V_0 = 9P_0V_0$$

A_{123} найдем как площадь треугольника со сторонами $3P_0$ 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 → 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 → 2: $P(V) \cdot V = 2R T(V) \rightarrow$

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

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

- 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

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

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!

$\sqrt{2}$ (продолжение)

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

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

\rightarrow температура повышается на величину

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

$3 \rightarrow 1$: ^{повышению} ~~капцел~~ ~~нелому~~ ~~процессу~~ -

повыш процесс \rightarrow с точки зрения касание

с адiabатой. В м. касание Q имеет

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

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

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



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.

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

Найдем зависимость $P(V)$ в процессе

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

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

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

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

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

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)



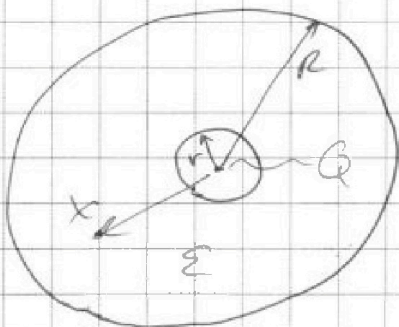
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

N4

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:

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

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

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

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

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

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

$$- 3B_0 S_{n2} + \frac{2B_0}{3} S_{n1} = 17L I \rightarrow \left[I = \frac{2B_0 S_{n1}}{51L} \right] - \text{Ans.}$$

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.

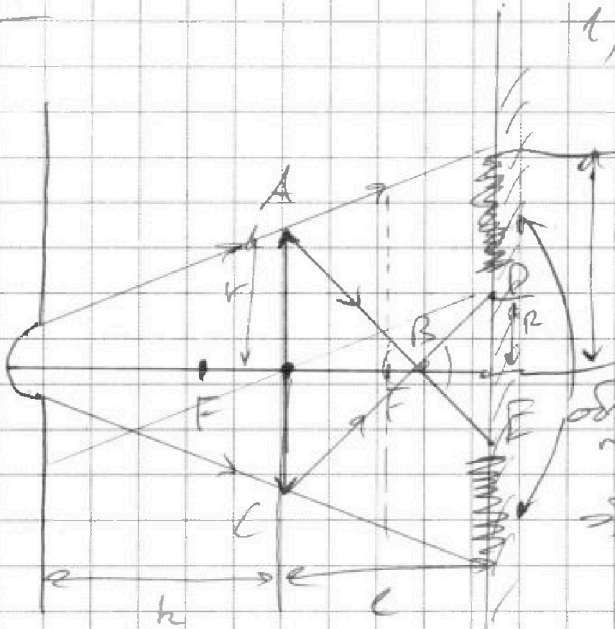


1 2 3 4 5 6 7

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 меновой энергии: $\frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \rightarrow$

$$\frac{1}{\frac{2h}{3}} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{3}{2h} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F}$$

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

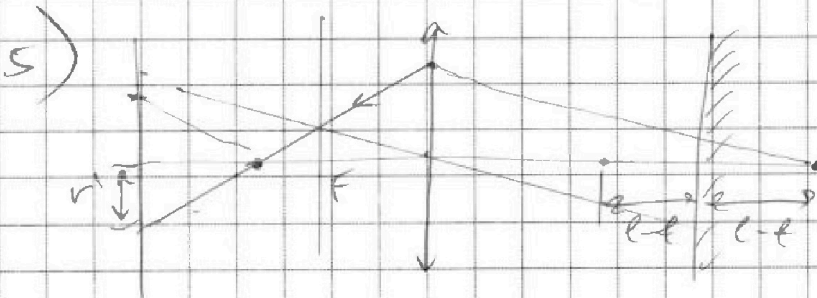
2) $\triangle ABC \sim \triangle BED$ (из подобия) \rightarrow

$$\rightarrow \frac{AE}{AO} = \frac{DE}{DO} \Rightarrow \frac{l-t}{t} = \frac{2R}{2R} \Rightarrow R = r \frac{l-t}{t} = \frac{2h}{3} \cdot \frac{h/3 - h/2}{h} = \frac{hr}{3}$$

$$\Rightarrow R = \frac{r}{3}$$

3) Уг. поворота $\rightarrow \frac{R_0}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} \rightarrow R_0 = \frac{5}{3}r$

$$4) S = \pi R_0^2 - \pi R^2 = \pi (R_0^2 - R^2) = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \cdot 25 \pi = \frac{200}{3} \pi - \text{Оуб.}$$





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!

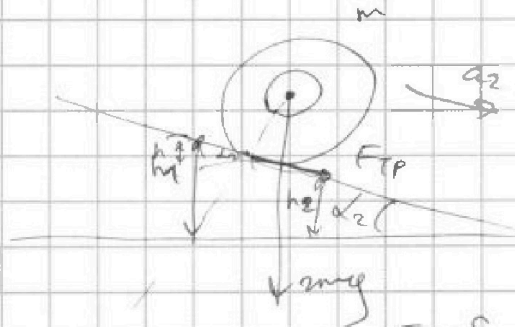
$$\int m a_2 = m g \sin \alpha_2 - F_{TP}$$

$$2m g \sin \alpha_2 + 4m \frac{dv_2}{dt} = 2m \frac{dv_2}{dt} + F_{TP}$$

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

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

$$m a_2 = \dots$$



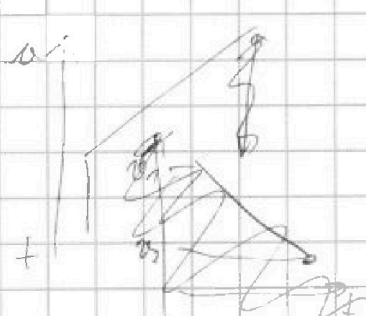
3C): $m g (h_2 - h_1) + F_{TP} \cdot S = m g h_2 + \frac{m v_2^2}{2}$

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

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

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

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



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

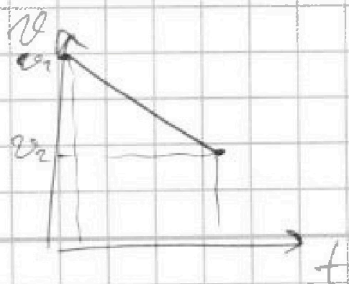
$$\frac{dS}{dt} \left(\frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{m}{2} 2 \cos \alpha_2 (v_2 - v_1)$$

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

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

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

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



$$\frac{a}{2} = \frac{2x}{5^2}$$



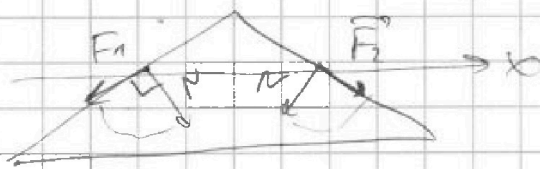
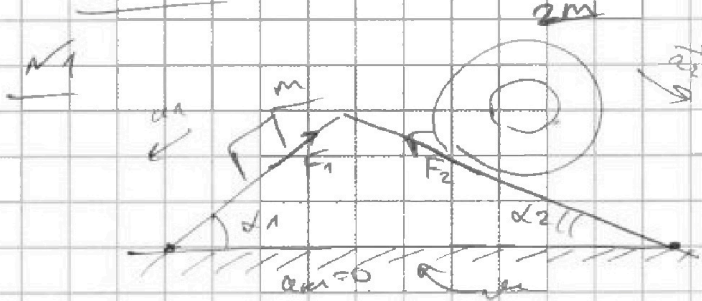
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

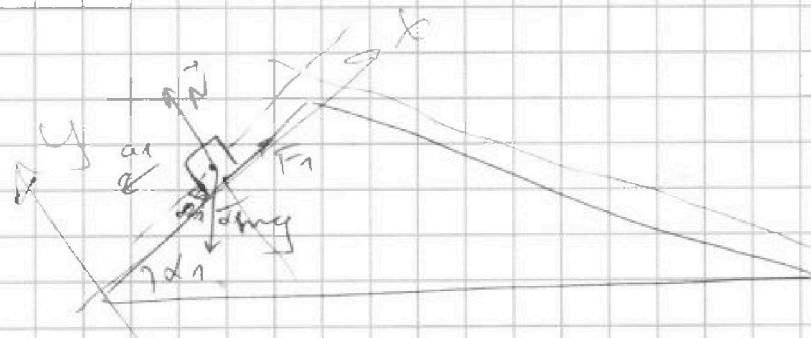
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

11-03



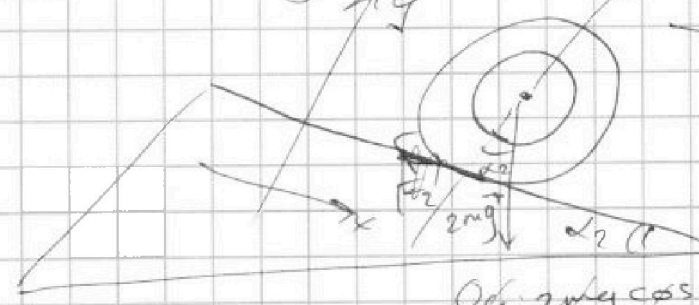
$\Delta F = F_3$

1)



$O_y: N \sin \alpha_1 \cos \alpha_1$
 $O_x: m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$

2)



$O_y: 2m g \cos \alpha_2 = N_2$
 $O_x: 2m g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$
 $2m g \sin \alpha_2 = 2m \frac{g}{4}$
 $m_2 \frac{g}{4} = \mu m g \sin \alpha_1$

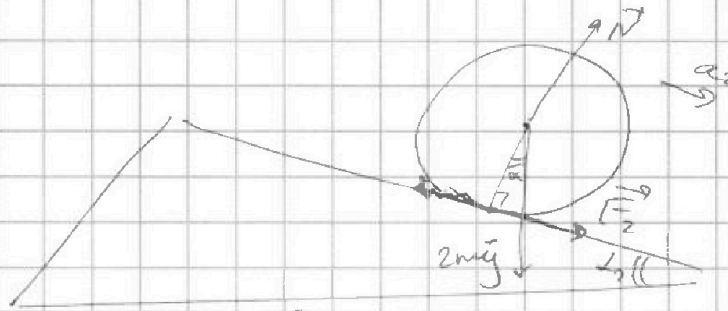


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

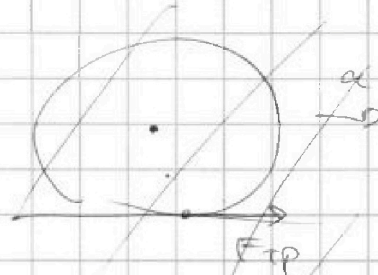
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!



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

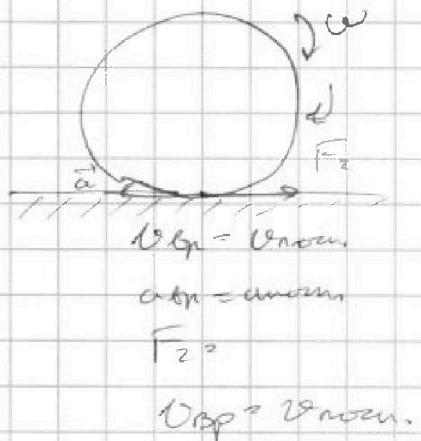
$$1) ma_2 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$$



$$F_{1P} = ma$$

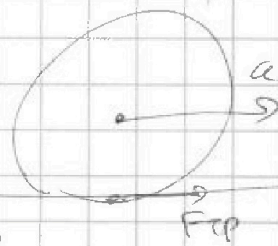
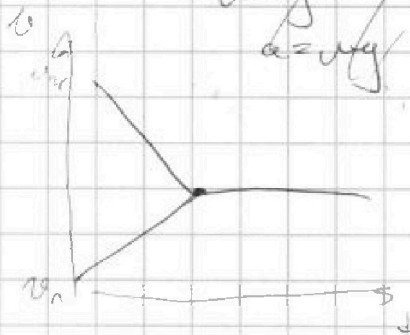
$$mgy = ma$$

$$a = gy$$



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

$$a =$$



$$3) mgh_1 + mv_1^2 = mgh_2 + mv_2^2 + A_{\text{тр}}$$

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

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

$$mgs \sin \alpha_2 + mv_1^2 = mv_2^2 + F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$dmg \sin \alpha_2 + m d(v_1^2) = m d(v_2^2) + F_{\text{тр}} dS$$

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

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

$$2mgs \sin \alpha_2 + 2m \int v_1 dv_1 = 2m \int v_2 dv_2 + F_{\text{тр}} \cdot l$$



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
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) $\eta = \frac{Q_{23}}{Q_{12}}$

$T(V)$

~~Q₁₂~~ ~~Q₂₃~~ ~~Q₃₁~~

~~Q₂₃~~ $A_{23} = 0$
 $\Delta U_{23} < 0$
 $\rightarrow Q_{23} < 0$

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

$Q(V) = ?$

$Q = \Delta U + A$

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

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

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

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

~~$A_{12} = P_0 V_0 \ln \frac{V}{V_0} + \frac{P_0}{2V_0} V^2$~~

$Q(V) = ?$

$Q(V) = \frac{P_0}{2R} T(V) + A_{12}$

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



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 __

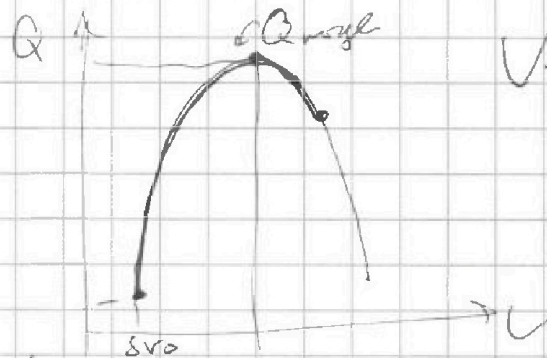
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

~~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(12V_0) - Q(8V_0)~~

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

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

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

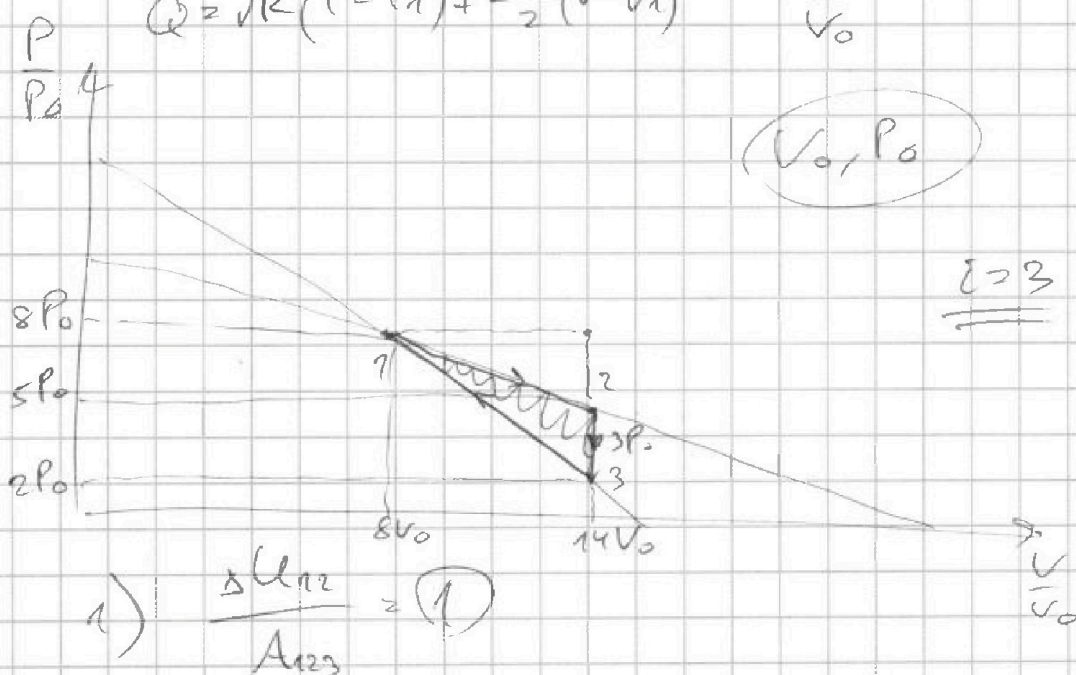
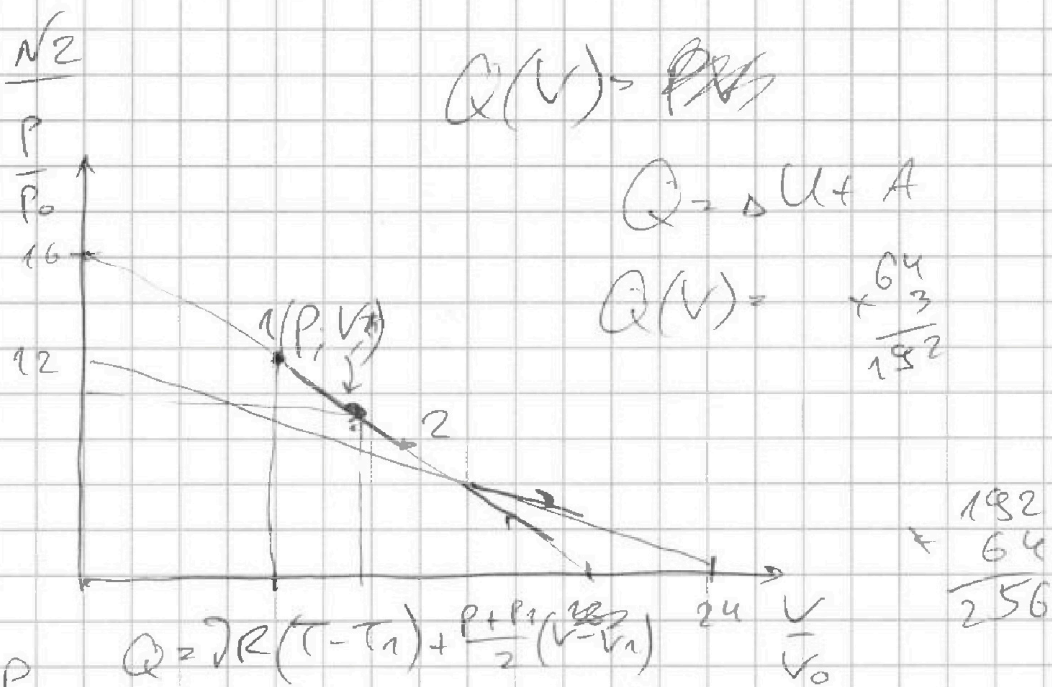


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

2: $5p_0 \cdot 14V_0 = \gamma R T_2 = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \gamma R (7p_0 V_0 - 64p_0 V_0) =$

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



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

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

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

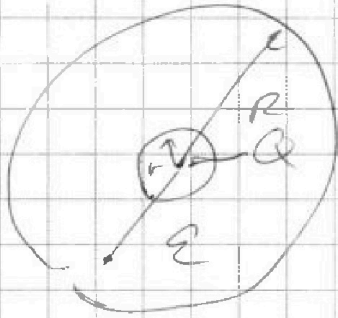


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



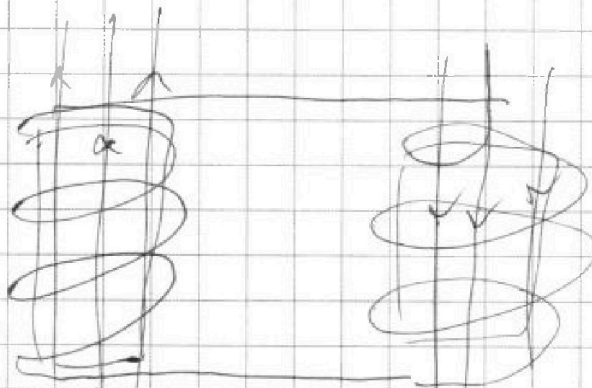
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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~~
~~17~~
3

$$L_1 = L, n_1 = n$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

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

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

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

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

