



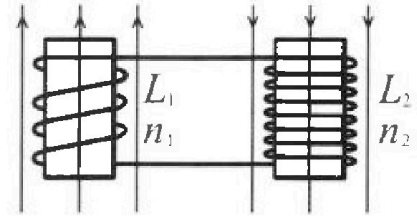
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01



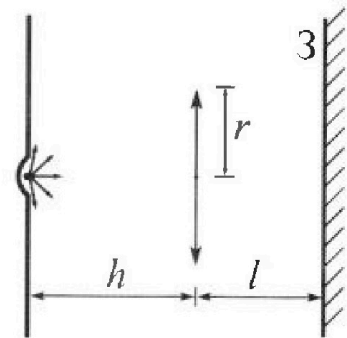
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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. 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 $B_0/2$, 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 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.



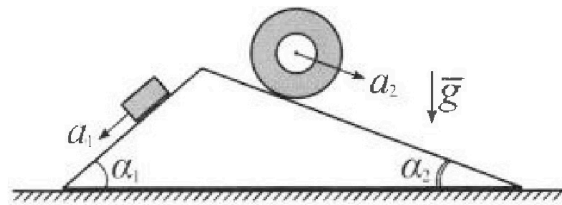
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 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.

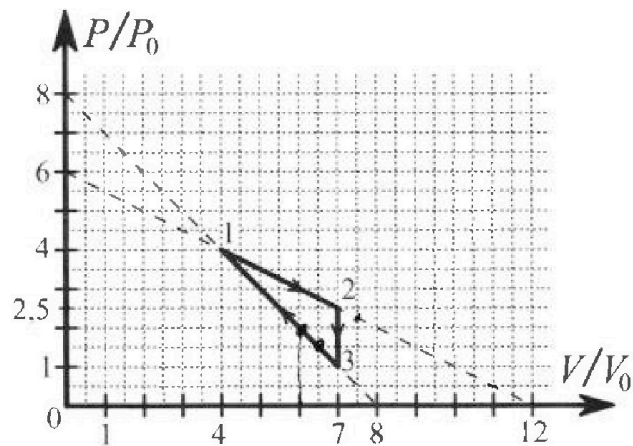


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразит ь 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.

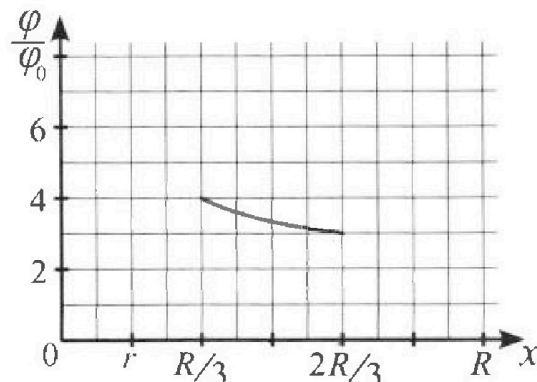
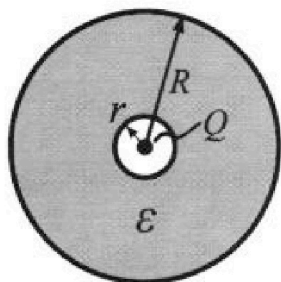
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 3

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

Возьмем углы известными телами на 2-х разностях
(оу, с единичными векторами \vec{y}) $\vec{y}_1 \cdot \vec{y}_1 = 0$ $\vec{y}_2 \cdot \vec{y}_2 = 1$

оу: $-(N_1 + N_2 + F_1 + F_2) \cdot \vec{y} = 0$

$+ (m\vec{g} - \vec{a}_1) + 4m(\vec{g} - \vec{a}_2) \cdot \vec{y} = 0$

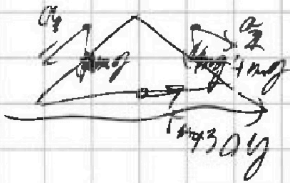
м. $\vec{g} \cdot \vec{y} = 0$
 $0 = (m\vec{a}_1 + 4\vec{a}_2 \cdot \vec{y}) \cdot \vec{y}$

$0 = m(-a_1 \cos \alpha_1 - 1) + 4a_2 \cos \alpha_2 - F_3 - 1$

$F_3 = m(4a_2 \cos \alpha_2 - a_1 \cos \alpha_1) = mg \left(4 \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} - \frac{5}{13} \cdot \frac{4}{5} \right) =$

$= mg \left(\frac{5}{13} \cdot 2 - \frac{4}{13} \right) = mg \frac{6}{13}$
 $F_3 = \frac{6}{13} mg$

ответы: $F_1 = \frac{14}{6\sqrt{5}} mg$
 $F_2 = \frac{5}{2\sqrt{5}} mg$
 $F_3 = \frac{6}{13} mg$



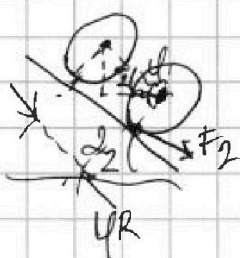


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



а) $\Delta \Pi = m g R \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha d_2$

$$\Delta \Pi = m g R \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha d_2$$

$$\dot{\varphi} = v$$

мгновенно:

$$\Delta \Pi + \Delta T = \Delta A$$

3) Рассматриваем малый перемещение.



из III закон Ньютона

силы реакции опоры и силы тяжести направлены по вертикали.

N_1 и N_2 силы реакции опоры и компоненты сил тяжести и 2 силы на 3-й тело

$$\frac{d\Pi}{dt} + \frac{dT}{dt} = \frac{dA}{dt}$$

$$2 \cdot 4m \cdot g \sin \alpha \cdot d_2 - 4m g R \dot{\varphi} = -R \dot{\varphi} F_2$$

$$8m a_2 \sin \alpha - 4m g \sin \alpha \cdot d_2 \cdot v_{\text{упр}} = -v_{\text{упр}} F_2 \quad | : v_{\text{упр}}$$

$$8m a_2 - 4m g \sin \alpha d_2 = -F_2$$

$$F_2 = 4m g (\sin \alpha d_2 - 2a_2) = 4m g \left(\frac{5}{13} - 2 \cdot \frac{5}{24} \right) =$$

$$= 4m g \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{12} \right) = 20m g \left(\frac{1}{13} - \frac{1}{12} \right) = \frac{20}{13 \cdot 12} (12-13)m g =$$

$$= -\frac{5}{13 \cdot 3} m g = -\frac{5}{39} m g$$

Получили отрицательное значение F_2 следовательно направление силы противоположно тому, что указано на рисунке.

$$F_2 = \frac{5}{39} m g$$

Векторно записываем третий закон Ньютона для бруска и точки А. В итоге получим систему уравнений.



$$4m \vec{a}_1 = m \vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{N}_2$$

$$-(\vec{F}_2 + \vec{N}_2) = m \vec{a}_1$$

$$-(\vec{F}_2 + \vec{N}_2) = m a_1 (\vec{e}_1 - \vec{e}_2)$$

а на 2-й блок действуют силы тяжести $-(\vec{F}_2 + \vec{N}_2)$ и $-(\vec{F}_2 + \vec{N}_2)$ (по 3-му закону Ньютона) и силы реакции опоры \vec{N}_1 и \vec{N}_2 .



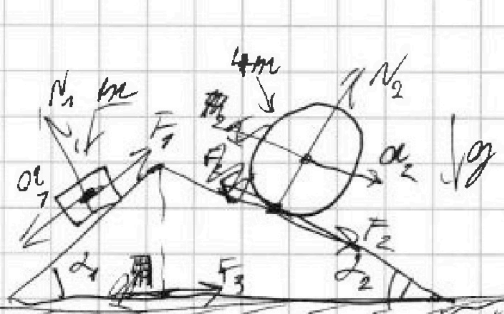


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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



$$\alpha_1 = \frac{5}{13} g$$

$$\alpha_2 = \frac{5}{24} g$$

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

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

д:1.

1). Для записи закона II зак. Ньютона для блока на отб. вогнутой поверхности α_1 (от нормали)

$$\alpha_1 m = mg \sin \alpha_1 - F_{\text{отб.1}}$$

($F_{\text{отб.1}}$ — сила отталкивания, направленная вверх по склону)

$$\frac{5}{13} m g \sin \alpha_1 - m g \frac{3}{5} = -F_1$$

$$F_1 = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \left(\frac{39 - 25}{65} \right) m g =$$

$$= \frac{14}{65} m g$$

$$F_1 = \frac{14}{65} m g$$

2). П.т.к. цилиндр движется без проскальзывания, то в точке соприкосновения с горизонтальной поверхностью скорость его центра масс равна 0.

Это значит, что это мгновенный центр вращения, и то, что сила F_2 — это сила, приложенная к центру масс перпендикулярно, будет в горизонтальной плоскости. Вращательный момент вращательного движения M , а сила F_2 приложена к центру масс на расстоянии R , тогда момент M будет равен $M = F_2 R$, а по теореме Кинематика для вращательного движения $\omega = v_{\text{центр}} / R$, а по теореме Кинематика для вращательного движения T равна:

$$T = \frac{4m v_{\text{центр}}^2}{2} + \frac{4m R^2 \omega^2}{2} = 4m v_{\text{центр}}^2$$

$$v_{\text{центр}} = \alpha_2 R$$

Если от центра масс приложена сила F_2 перпендикулярно к радиусу R , то $F_2 R = A$ (приращение кинетической энергии F_2 действует против вращательного движения как показано на рис.)

$$-R \cdot F_{\text{отб.2}} = A$$

против вращательного движения как показано на рис.



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

№2.

1). Для магнетрона мощностью P_0 за время t — это количество импульсов n_{1-2-3} .

$$A = S_{1-2-3} = 9V_0 \cdot (7-4)V_0 \cdot (2,5-1)P_0 = \frac{3 \cdot 1,5 V_0 P_0}{2} = 2,25 V_0 P_0$$

$$i = 3; \text{ (на 60 импульсов в секунду)}$$

$$Q = \frac{i}{2} R T = \frac{i}{2} \cdot pV \text{ (где } p, V, T \text{ — значения давления, объема и времени импульсов в секунду; } T \text{ — количество импульсов)}$$

$$U_{2-3} = \frac{i}{2} \cdot V_0 \cdot p$$

$$dU_{2-3} = \frac{i}{2} \cdot V_0 \cdot dp \quad U_{2-3} \text{ — напряжение эм. пучка в промежутке 2-3 (} V_0 = 7V_0 = \text{const)}$$

$$\frac{dU_{2-3}}{A} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 7V_0 dp}{\left(\frac{3}{2}\right)^2 V_0 P_0} = \frac{7 \cdot 2 dp}{3 P_0} = \frac{14 dp}{3 P_0}$$

$$\frac{dU_{2-3}}{A} = \frac{14 dp}{3 P_0}$$

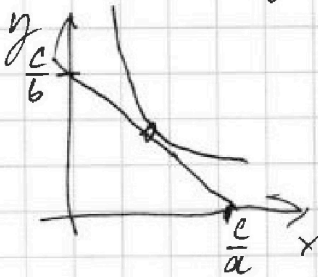
2). Для магнетрона безразлична форма траектории 1-2. и объем

магнетрона

$$\frac{P}{P_0} = k \frac{V_0}{V_0} + b$$

$$\begin{cases} 1 = k \cdot 0 + b \\ 0 = k \cdot 12 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = -\frac{1}{12} \\ b = 1 \end{cases}$$

Рассмотрим прямолинейно $ax + by = c$ и гиперболическую $xy = \text{const}$ касаясь в точке $(a; b)$ равнобедренного треугольника.



$$\begin{aligned} xy &= \text{const} \\ dx \cdot y + dy \cdot x &= 0 \\ \frac{dy}{dx} &= -\frac{y}{x} = -\frac{b}{a} \\ x &= \frac{b}{a} y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a \cdot \frac{b}{a} y + by &= c \\ y &= \frac{c}{2b}, \text{ или } \\ \text{суть середины} \\ \text{гипотенуз } (0; \frac{c}{b}) \\ (\frac{c}{a}; 0) \\ \text{н.т.д.} \end{aligned}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

T - ...
 Adh ... $pV = \text{const}$...
 ...

$$\frac{p}{p_0} = \frac{6}{2} = 3 \text{ и } \frac{V}{V_0} = \frac{12}{2} = 6$$

$$\text{Следовательно: } \nu_{2 \max} = \frac{i}{2} RT = \frac{i}{2} 3p_0 \cdot 6V_0 = 9 \cdot 3 p_0 V_0$$

$$\nu_1 = R \frac{i}{2} p_1 V_1 = \frac{i}{2} 4V_0 \cdot 4p_0 = 8 p_0 V_0$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_{2 \max}} = \frac{T_1}{T_{2 \max}} = \frac{8 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{T_1}{T_{2 \max}} = \frac{8}{9}$$

3). ...

$$\begin{aligned} \times 3-1: \frac{p}{p_0} + \frac{V}{V_0} &= 8 & \frac{dp}{dV} &= -1 \frac{p_0}{V_0} & dp &= -\frac{p_0}{V_0} dV \\ 1-2: \frac{p}{p_0} &= -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6 & \frac{dp}{dV} &= -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} & dp &= -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV \\ 2-3: V &= 4V_0 \end{aligned}$$

... по I ...

$$dQ = dA + dU = pdV + \frac{i}{2} R dT = pdV \left(1 + \frac{i}{2}\right) +$$

$$+ \frac{i}{2} dpV$$

$$dQ_{3-1} = pdV \left(\frac{2+i}{2}\right) - \frac{p_0 V}{V_0} dV \frac{i}{2}$$

$$dQ_{1-2} = pdV \left(\frac{i+2}{2}\right) - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV \frac{i}{2}$$

$$Q = \frac{2}{i} \frac{dQ_{3-1}}{dV} = p \left(\frac{2+i}{i}\right) - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$0 = \frac{2}{i} \frac{dQ_{2-1}}{dV} = p \left(\frac{2+i}{i} - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V\right)$$

$$p = \frac{i}{2+i} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p = \frac{i}{2+i} \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$



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
3 ИЗ 3

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

$$P_{3-1} = \frac{3}{5} P_0 \frac{V_{3-1}}{V_0} = P_0 \left(\frac{V_{3-1}}{V_0} + 8 \right) \quad \left(1 + \frac{3}{5} \right) V_{3-1} = 8 V_0$$

$$P_{1-2} = \frac{3}{5} \frac{1}{2} P_0 \frac{V_{1-2}}{V_0} = P_0 \left(6 - \frac{1}{2} \frac{V_{1-2}}{V_0} \right) \quad \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{2} \right) V_{1-2} = 6 V_0$$

$$V_{3-1} = 5 V_0$$

$$\frac{1}{5} V_{1-2} = 6 V_0$$

$$V_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 5 V_0 = \frac{15}{2} V_0$$

плотности V_{3-1} и V_{1-2} - макс

и соответственно $\frac{dQ}{dV}$ - минимизируем

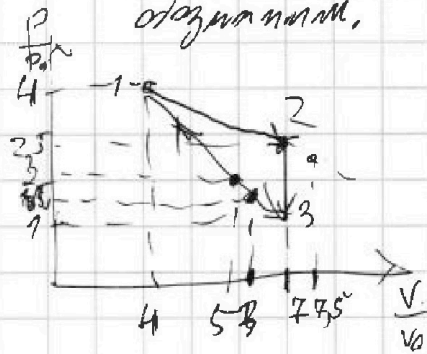
в каждом из выделенных промежутков один из параметров должен быть одинаковым

$Q_+ \text{ и } Q_-$; и тогда выведем максимум Q_+ в выделенных промежутках

$V \in [4V_0, 7V_0]$, так как $V_{1-2} > 7V_0$ - промежуток 1-2 находится

с точки зрения Q_+ , а вот промежуток 3-1 выходит за пределы

$V = 5V_0$ на 2 отрезка с точки зрения Q_+ и Q_- соответственно; следовательно обозначим.



$$Q_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{4V_0}^{5V_0} P_0 \left(\frac{3}{5} \frac{V}{V_0} + 8 \right) dV = P_0 V_0 \left(\frac{3}{10} \frac{V^2}{V_0^2} + 8V \right) \Big|_{4V_0}^{5V_0}$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{3 \cdot 25}{2} - \frac{3 \cdot 16}{2} \right) P_0 V_0 + \frac{13 \cdot 3}{4} P_0 V_0 = \frac{P_0 V_0}{4} (39 + 9) = 12 P_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = \int_{V_3}^{V_1} p dV = \int_{7.5V_0}^{4V_0} P_0 \left(\frac{3}{5} \frac{V}{V_0} + 8 \right) dV = P_0 V_0 \left(\frac{3}{10} \frac{V^2}{V_0^2} + 8V \right) \Big|_{7.5V_0}^{4V_0}$$

$$= \frac{P_0 V_0}{4} (39 - 9) = 3 P_0 V_0$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{3-1} = P_0 V_0 \left(12 + \frac{3}{2} \right) = \frac{27}{2} P_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = P_0 V_0 \left(\frac{3}{2} \left(5 \cdot 2 - 7 \cdot 1 \right) - 2 \cdot \frac{39}{2} \right) = P_0 V_0 \frac{9}{2} (3 - 0) = 3 P_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\left(\frac{27}{2} P_0 V_0 \right) \cdot \frac{4}{9 P_0 V_0}}{\frac{27}{2} P_0 V_0} = \frac{2 \cdot 9}{27 \cdot 4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

$$\boxed{\eta = \frac{1}{6}}$$

Анализ: $\frac{d\eta}{dP} = \frac{14}{3} \frac{dP}{P_0}$; $\frac{T_1}{T_{max}} = \frac{8}{9}$; $\eta = \frac{1}{6}$



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!

№: 3

Дана минимальная конфигурация из трех зарядов
и точек, выделены только заряды и отмечены точки:

$$\left. \begin{aligned} 0 < x < r &: E(x) = \frac{kQ}{x^2} \\ r < x < R &: E(x) = \frac{kQ}{x^2} \\ R < x < 2R &: E(x) = \frac{kQ}{x^2} \end{aligned} \right\} \text{(из теоремы Гаусса)}$$

$r = \frac{R}{3}$ (из условия).

как мы знаем $\varphi_A - \varphi_B = - \int_B^A E(x) dx$

(точка A - находится в точке $x = \frac{1}{4}R$,
а B в $x = \frac{1}{3}R$)

т.к. все равномерно от $\frac{1}{3}R$ до $\frac{1}{4}R$
используем 2-ое уравнение

$$\varphi_A - \varphi_B = - \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{1}{4}R} \frac{kQ}{x^2} dx = - \frac{kQ}{x} \Big|_{\frac{1}{3}R}^{\frac{1}{4}R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{4} - \frac{4}{3} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{9}{12} - \frac{16}{12} \right) = -\frac{kQ}{R} \frac{7}{12}$$

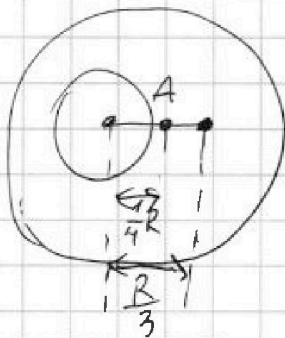
$$\varphi_B - 0 = - \int_{\frac{1}{3}R}^{\infty} E(x) dx = - \int_{\frac{1}{3}R}^R E(x) dx - \int_R^{\infty} E(x) dx$$

$$= - \int_{\frac{1}{3}R}^R \frac{kQ}{x^2} dx - \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = - \frac{kQ}{x} \Big|_{\frac{1}{3}R}^R + \frac{kQ}{x} \Big|_R^{\infty} = - \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{1} - \frac{1}{3} \right) + \frac{kQ}{R} = - \frac{kQ}{R} \left(\frac{9}{3} - \frac{1}{3} \right) + \frac{kQ}{R} = - \frac{kQ}{R} \frac{8}{3} + \frac{kQ}{R} = - \frac{kQ}{R} \frac{5}{3}$$

$$\varphi_A = \varphi_A - \varphi_B + \varphi_B = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{4} + \frac{2}{3} + 1 \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3+8+12}{12} \right) = \frac{kQ}{R} \frac{23}{12}$$

ответ $\varphi_A = \frac{kQ}{R} \left(\frac{23}{12} \right)$

$$\varphi \left(\frac{2R}{3} \right) = \frac{3}{4} \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+6}{3} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{26}{12} \right)$$



2) из условия

$$\varphi_0 = \frac{1}{4} \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+6}{3} \right)$$

$$\varphi \left(\frac{2R}{3} \right) = 3\varphi_0 \text{ (из условия)}$$

$$\varphi \left(\frac{2R}{3} \right) = \int_{\infty}^{\frac{2R}{3}} E(x) dx =$$

$$= - \int_{\infty}^R E(x) dx - \int_R^{\frac{2R}{3}} E(x) dx$$

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

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(\frac{26}{12} \right)$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$$3 \frac{(2+b)}{b} = \frac{4}{2b} (2b+1) \cdot b; b \neq 0$$

$$3(2+b) = 2(2b+1)$$

$$6 + 3b = 4b + 2$$

$$b = 6 - 2 = 4$$

$$b = 4$$

$$\text{Ответ: } \varphi_A = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3+b}{b} \right)$$
$$b = 4$$



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
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!

В результате ток равен

$$I(L_1 + L_2) + n_1 S \frac{B_0}{2} + n_2 S \frac{2B_0}{3} = n_1 S B_0 + n_2 S \cdot 2B_0$$

$$I(L_1 + L_2) = n S \left(B_0 - \frac{B_0}{2} \right) + 2n S \left(\frac{2B_0}{3} - \frac{2B_0}{3} \right) =$$

$$4I = \frac{n S B_0 \left(\frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{2}{3} \right)}{L_1 + L_2} = \frac{n S B_0}{5L} \cdot \left(\frac{3}{6} + \frac{16}{6} \right) =$$

$$= \frac{n S B_0}{L} \cdot \frac{19}{30}$$

Ответы: 1) $|I| = \frac{2nS}{5L}$

2) $I = \frac{n S B_0}{L} \cdot \frac{19}{30}$



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.

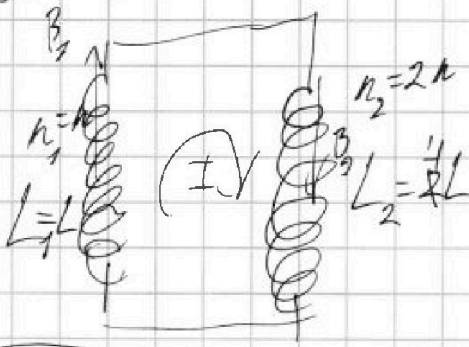
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

№4.

Два взаимно перпендикулярных витков
в цилиндрической катушке 2 витка. Катушка
(B_1 и B_2 - векторы магнитной индукции в катушках L_1 и L_2 со-оси)



Пусть ток циркулирует
в катушке правым I, тогда согласно
правилам правой руки магнитный поток
потоки Φ_1 , а через 2 - Φ_2 (в произ-
вольном направлении). Обозначим
катушки по часовой стрелке в про-
дольном направлении:

$$1) \frac{dB}{dt} = \frac{dB_1}{dt} = d$$

Значит в катушке магнитный

$$0 = (L_1 I + L_2 I + N_1 S \frac{dB_1}{dt} + 0)$$

$$I = \frac{N_1 S d}{(L_1 + L_2)} = \frac{d N_1 S}{(L_1 + L_2)} \cdot (-1)$$

$$\left(\frac{dB_2}{dt} = 0 \text{ так } B_2 = \text{const} \right)$$

2) Φ_{12} взаимно перпендикулярны
численные значения Φ_1 и Φ_2 не
изменяются

$$0 = \left(-\frac{d\Phi_1}{dt} \right) + \left(-\frac{d\Phi_2}{dt} \right)$$

протекание тока по катушке в
произвольном направлении

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

Значит, магнитный поток, созданный
катушкой

$$\Phi_1 = I L_1 + N_1 S B_1$$

(в произвольном направлении)

$$\Phi_2 = I L_2 + N_2 S B_2$$

(в произвольном направлении)

так как катушки взаимно перпендикулярны
численные значения Φ_1 и Φ_2 не
изменяются.

$$\begin{cases} \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const} = \Phi_{10} + \Phi_{20} \\ \Phi_1 = I L_1 + N_1 S B_1 = I L_1 + N_1 S \frac{B_0}{2} \\ \Phi_2 = I L_2 + N_2 S B_2 = I L_2 + N_2 S \frac{2 B_0}{3} \\ \Phi_{10} = I_0 L_1 + N_1 S B_{10} = N_1 S B_0 + 0 \\ \Phi_{20} = I_0 L_2 + N_2 S B_{20} = N_2 S \cdot 2 B_0 \end{cases}$$

(Φ_{10} и Φ_{20} - значения Φ_1 и Φ_2 в
какой-либо момент времени);
 $I_0 = 0$; так в магн. поле
ориентировано поле B_{10} и B_{20} (направление
в произвольном).



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
7 ИЗ 3

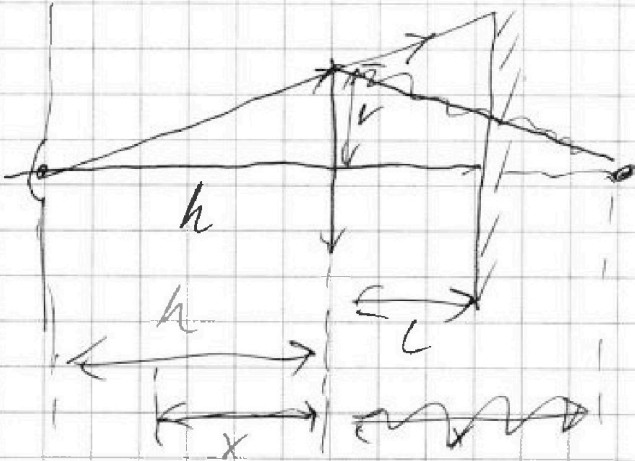
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N:5 -

$$v = 30 \text{ см}$$

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

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



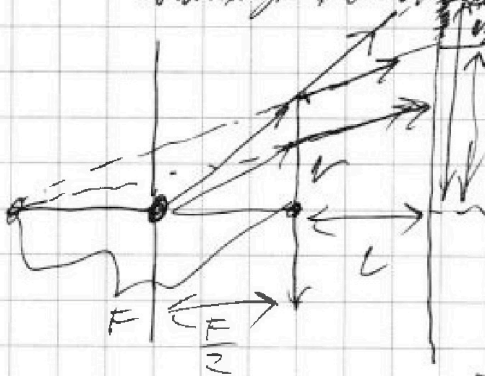
x - расстояние от опоры до точки
нагрузки от треугольной нагрузки
нагрузка воспринимается на всю длину
в центре тяжести треугольника;

Путь от нас на зеркале
всегда минимально когда
соединяем точки на перпендикуляр
зрительной оси выходящей из центра
x - расстояние от опоры до точки

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{x} + \frac{1}{h}$$

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

$$x = F$$



Мы находимся на высоте h и расстояние
до опоры будет равно F. Это
точка приложения нагрузки - это
точка приложения на зеркале
от края минимального пути (с опоры,
v₂ - на опоры; v₁ - на опоры)

из геометрии

$$\frac{r_2}{h+L} = \frac{v}{h} \quad \frac{r_2}{F(\frac{1}{2} + \frac{1}{3})} = \frac{v}{F(\frac{1}{2})} \quad r_2 = v \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = v \cdot \frac{5}{3}$$

$$\frac{r_1}{F+L} = \frac{v}{F} \quad r_1 = v \frac{F+L}{F} = v \frac{F + \frac{F}{3}}{F} = v \frac{4}{3}$$

Путь S и расстояние S = $\sqrt{L} (v_2^2 - v_1^2) =$
 $= \sqrt{F} v^2 \left(\frac{5}{3} - \frac{4}{3}\right) \cdot \left(\frac{5+4}{3}\right) = \sqrt{F} v^2$

Ответ $S = 7 \cdot \sqrt{F} v^2 = \sqrt{F} \cdot 9 \text{ см}^2$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 3

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

Построим все характерные линии в зазоре кабели:

Найдем все скорости. Пусть представим 2 разрыва

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F + 2 \cdot \frac{F}{3}} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{F(1 + \frac{2}{3})} + \frac{1}{\alpha}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{3}{5}\right) = \frac{1}{F} \cdot \frac{2}{5}$$

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

(α рассматриваем как шаг в зазоре кабели от точки разрыва, без перемещения точек.)

Из условия

$$\frac{v_1^1}{\frac{5F - F}{2}} = \frac{v}{\frac{5F}{2}} \quad v_1^1 = v \cdot \frac{\frac{5}{2}F}{\frac{5F}{2}} = v \cdot \frac{5}{5} = v$$

$$\frac{v_2^1}{F + 2 \cdot \frac{F}{3} + \frac{F}{2}} = \frac{v}{F + \frac{2F}{3}} \quad v_2^1 = v \cdot \frac{\frac{5}{2} + \frac{1}{2}}{\frac{5}{3}} = 1 + \frac{3}{10} = \frac{13}{10}$$

$$\frac{v_3^1}{F + \frac{2F}{3} + \frac{1}{2}F} = \frac{v}{F} \quad v_3^1 = v \cdot \frac{5}{3}$$

$$\frac{v_4^1}{F + \frac{2}{3}F} = \frac{v}{F} \quad v_4^1 = v \cdot \frac{5}{3}$$

$v_3^1 > v_4^1$

$$S = \omega v (v_3^2 - v_4^2) + \omega v (v_2^2 - v_1^2) =$$

$$= \omega v \left(\left(\frac{5}{3} - \frac{13}{10} \right) \left(\frac{5}{3} - \frac{13}{10} \right) + \left(\frac{13}{10} - \frac{13}{10} \right) \right) =$$

$$= \frac{\omega v^2}{100} \cdot 5 \cdot 25 = \frac{\omega v^2}{4} = \frac{45}{4} \omega \text{ м}^2$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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

$$\text{Ответ: } S = 9\sqrt{3} \text{ см}^2$$
$$S' = \frac{45}{4}\sqrt{3} \text{ см}^2$$



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

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

