



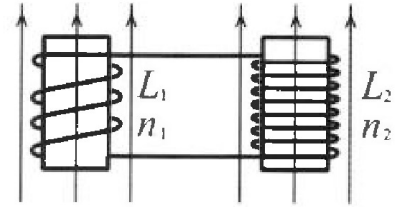
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

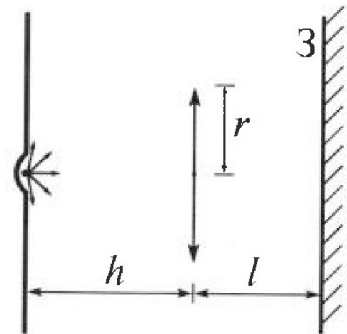


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

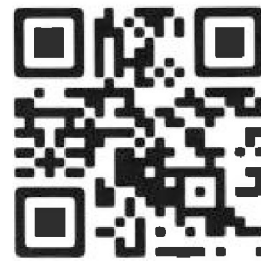
Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



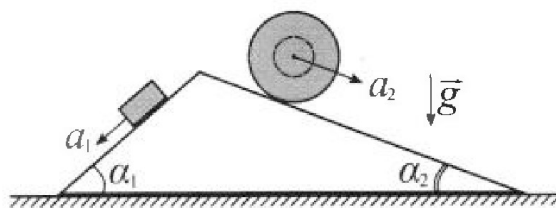
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



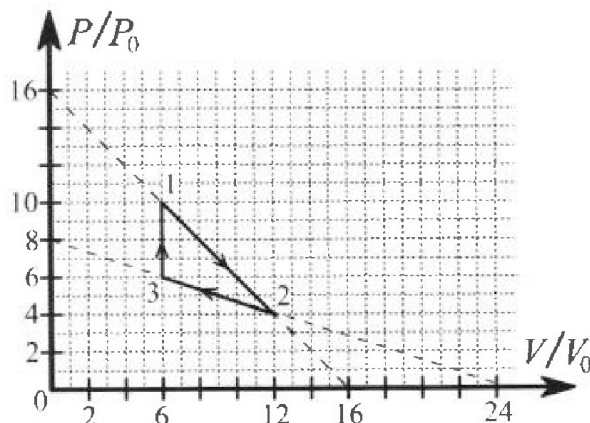
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

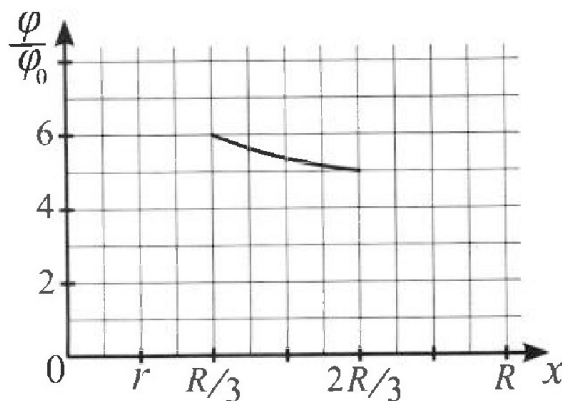
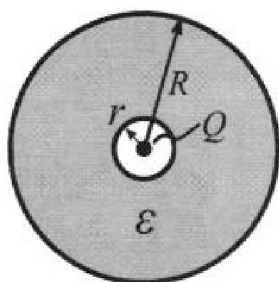


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 11R/12$.
- 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 ☐

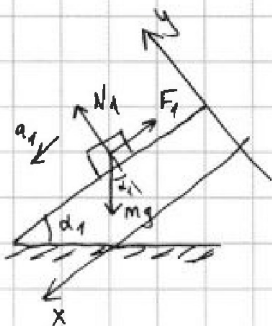
СТРАНИЦА

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!

N1

1)

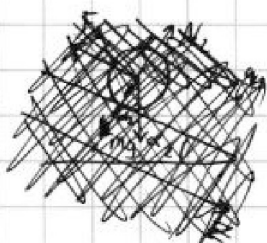


$$1. mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \quad \left(\begin{array}{l} \text{2ой 3-й Ньютон} \\ \text{на ось } O_x \end{array} \right)$$

$$F_1 = m(g \cdot \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) =$$

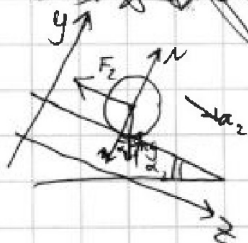
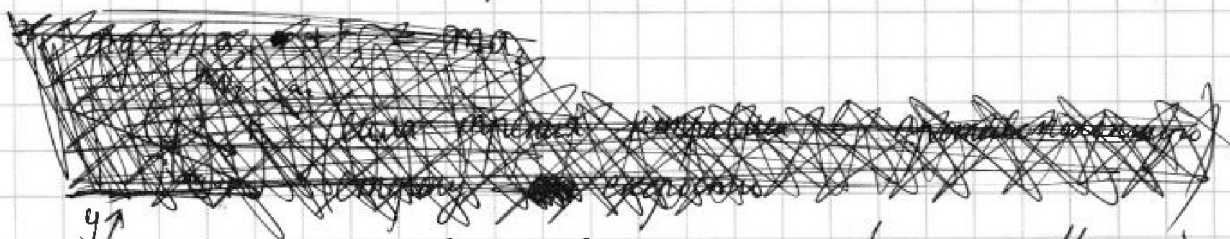
$$= \frac{51-25}{85} mg = \frac{26}{85} mg$$

2)



2. Шар движется без проскальзывания

$\Rightarrow$ каждая точка в каждый момент времени имеет скорость 0 м/с (такую же, как и поверхность)

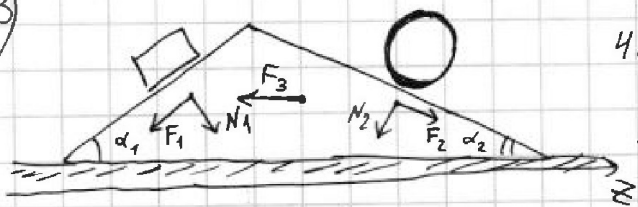


$$3. \frac{9}{4} ma_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \quad \left(\begin{array}{l} \text{2ой 3-й Ньютон} \\ \text{на ось } O_z \end{array} \right)$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m \left(\frac{88}{17} - \frac{89}{27} \right) =$$

$$= \frac{9}{4} m \cdot 89 \left(\frac{27-17}{27 \cdot 17} \right) = \frac{18^2 m \cdot 10}{24 \cdot 17} = \frac{20}{51} mg$$

3)



$$4. N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 \quad \left(\begin{array}{l} \text{2ой 3-й Ньютон} \\ \text{для груза на ось } O_y \end{array} \right)$$

$$5. N_2 = \frac{3}{4} mg \cdot \cos \alpha_2$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{2ой 3-й Ньютон} \\ \text{для шара на ось } O_y \end{array} \right)$$

$$6. -F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_3 = -N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0$$

(2ой 3-й Ньютон для клина на ось O_z)

или продолжение задачи



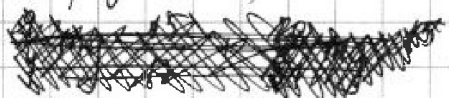
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

№1 (продолжение)



$$mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} = F_3 + \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_3 = mg \left(\frac{4}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{26}{85} \right) + \frac{15}{17} \left(\frac{20}{51} - \frac{9 \cdot 8}{4 \cdot 17} \right) \right) =$$

$$= mg \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{25}{85} - \frac{45}{17} \cdot \frac{43}{51} \right) = mg \left(\frac{4}{17} - \frac{10}{17} \right) = -\frac{6}{17} mg.$$

$F_3 < 0$, значит, сила трения на клин действует в другую сторону относительно того, что нарисовано, на рисунке.

Ответ: 1) $\frac{26}{85} mg$; 2) $\frac{20}{51} mg$; 3) $\frac{6}{17} mg$



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.



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!

№2

1) 1. $|\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (48 - 60) p_0 V_0 \right| = 18 p_0 V_0$
 $i = 3$ (м.к. газ одноатомный) по закону Менделеева - Клапейрона

$$p_2 = 4 p_0 \quad V_2 = 12 V_0$$

$$p_1 = 10 p_0 \quad V_1 = 6 V_0$$

2. А за цикл — площадь по графикам. $p_3 = 6 p_0$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (p_1 - p_3) = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

2) 3. $V_3 = 6 V_0$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 \quad (\text{уравнение Менделеева - Клапейрона})$$

$$T_3 = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}$$

4. уравнение прямой 1-2: $\frac{p}{p_0} = 16 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0$

5. $T\left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot \nu R = p\left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot V$ (уравнение Менделеева - Клапейрона)
 $T\left(\frac{V}{V_0}\right) = \frac{\left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0 V}{\nu R} = \frac{p_0}{\nu R} \left(16 V - \frac{V^2}{V_0}\right)$
 для 1-2

Нужно найти максимальную температуру $T_{\max}$.

График $T\left(\frac{V}{V_0}\right)$ — парабола ветвями вниз. Значит, максимальная температура в вершине этой параболы.

$$\frac{V_6}{V_0} = \frac{-16 V_0}{-2} = 8 V_0$$

$$T_{\max} = T\left(\frac{V_6}{V_0}\right) = \frac{p_0 V_0}{\nu R} (3 \cdot 16 - 64) = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

6. $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$

см. продолжение задачи



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

№ 2 (продолжение)

3) 7. Работа за цикл из п. 2: $A = 12 p_0 V_0$

$$8. \cdot Q_{1-\text{MAX}} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) + \frac{10+8}{2} p_0 \cdot 2 V_0 =$$

$$= 6 p_0 V_0 + 18 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0 \quad \text{— процесс от т. 1 до т. с максимальной температурой на 1-2.}$$

$$\left(Q_{1-\text{MAX}} = \Delta U_{1-\text{MAX}} + A_{1-\text{MAX}} \text{ (первое начало термодинамики)} \right)$$

$$\cdot Q_{\text{MAX}-2} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 + 48 p_0 V_0) + \frac{8+4}{2} p_0 \cdot 4 V_0 =$$

$$= -24 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 0$$

— процесс от т. с максимальной температурой на 1-2 до т. 2.

$$\left(Q_{\text{MAX}-2} = \Delta U_{\text{MAX}-2} + A_{\text{MAX}-2} \text{ (первое начало термодинамики)} \right)$$

$$\cdot Q_{23} = \frac{3}{2} (36 p_0 V_0 - 48 p_0 V_0) - \frac{4+6}{2} p_0 \cdot 6 V_0 < 0$$

$< 0 \qquad \qquad \qquad < 0$

— процесс 2-3

$$\left(Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \text{ (первое начало термодинамики)} \right)$$

$$\cdot Q_{31} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 36 p_0 V_0 \quad \text{— процесс 3-1.}$$

$$\left(Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} \text{ (первое начало термодинамики); } A_{31} = 0 \right)$$

$$Q_H = Q_{1-\text{MAX}} + Q_{31} = 60 p_0 V_0$$

9. ~~...~~ $\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{12 p_0 V_0}{60 p_0 V_0} = \frac{1}{5}$

$$\eta = 20\%$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2}$; 2) $\frac{16}{9}$; 3) $\frac{1}{5}$.



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

№3

1) ~~Сфера радиуса R заряжена равномерно с зарядом Q. Найти потенциал в центре сферы.~~

1. Потенциал ~~сферы~~ ^{точки} на расстоянии r от заряда: $\varphi_1 = \frac{kQ}{r}$.

2. Потенциал ~~сферы~~ ^{точки} на расстоянии x от заряда, если ϕ_0 шар ϕ_0 полым диэлектриком: $\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon x}$

3. Потенциал точки, лежащей в диэлектрике, на расстоянии x от заряда в нашем случае: $\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon(x-r)}$

4. $x = \frac{11R}{12}$

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

2) 5. $6\varphi_0 = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(\frac{R}{3}-r)} \right)$

$$5\varphi_0 = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(\frac{2R}{3}-r)} \right)$$

$$r = \frac{R}{6}$$

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

$$5\varphi_0 = kQ \left(\frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = kQ \cdot \frac{4}{\epsilon R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{\varphi_0}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{4kQ}{3R}$$

$$\varphi_0 = \frac{3}{4}\varphi_0 \cdot \frac{4}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 3$$

$$\Rightarrow \frac{9}{2}\varphi_0 = \frac{6kQ}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R}$$

Ответ: 1) $\varphi = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{12}{\epsilon(11R-12r)} \right)$; 2) 3.



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

~4

1) 1. $\Phi_1(t) = B_1(t) \cdot S \cdot n_1$ - поток через катушку с индуктивностью L_1 .

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 \cdot S \cdot n_1$$

$$\dot{B}_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$$

$$\dot{\Phi}_1 = -\alpha S n_1$$

2. $\Phi_1(t) = L_1 I(t)$, где $I(t)$ - сила тока через катушку.

$$\dot{\Phi}_1 = L_1 \dot{I}$$

$$3. \dot{I} = \frac{-\alpha S n_1}{L_1}$$

$$|\dot{I}| = \frac{\alpha S n_1}{L_1} = \frac{\alpha S n}{L}$$

(Изначально в катушках нет тока, поэтому катушка с индуктивностью L_2 не влияет на изменение тока L_1)

$$2) 4. \dot{B}_1 = \frac{3}{4} B_0 - B_0 = -\frac{1}{4} B_0$$

$$\dot{B}_2 = \frac{8}{3} B_0 - 4 B_0 = -\frac{4}{3} B_0$$

$$5. \dot{\Phi}_1 = L_1 \dot{I}_1 = -\frac{1}{4} B_0 S n_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$$\dot{I}_1 = -\frac{B_0 S n_1}{4 L_1}$$

(будет направлен вправо по правилу Ленца и буравчика)

$$6. \dot{\Phi}_2 = L_2 \dot{I}_2 = \dot{B}_2 S n_2 = -\frac{4}{3} B_0 S n_2$$

$$\dot{I}_2 = -\frac{4 B_0 S n_2}{3 L_2}$$

(будет направлен влево по правилу Ленца и буравчика)

$$7. |\dot{I}| = |\dot{I}_2 - \dot{I}_1| = \left| -\frac{4 B_0 S n \cdot \frac{3}{4}}{3 \cdot L \cdot \frac{9}{4}} + \frac{B_0 S n}{4 L} \right| =$$

$$= \left| \frac{1}{4} - \frac{8}{9} \right| \cdot \frac{B_0 S n}{L} = \frac{23}{36} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{\alpha S n}{L}$; 2) $\frac{23}{36} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$.



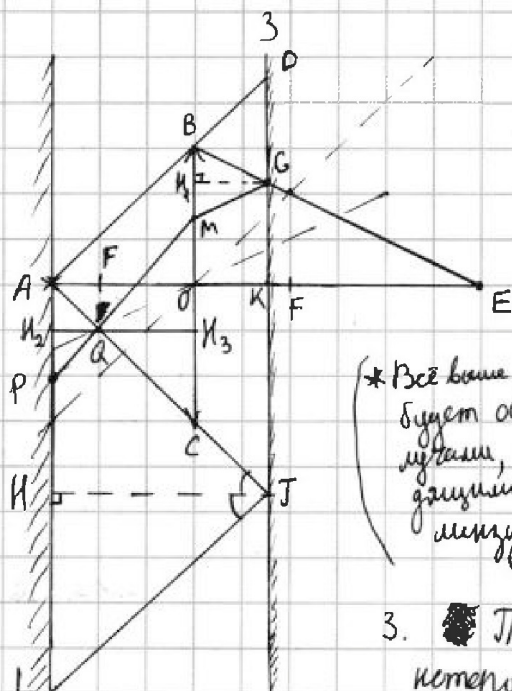
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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!

N5



1) 1. Пусть луг, который не
пройдёт через линзу около
самого её края. $(ABD)^*$

2. $\triangle ABO \sim \triangle ADK$

$$\frac{AO}{AK} = \frac{OB}{DK} \quad (DK=R)$$

$$\frac{h}{h + \frac{h}{2}} = \frac{r}{R}$$

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

м. К - пересечение
главной оптической
оси и зеркала

(* Все выше м. D
будет освещено
лучами, не прохо-
дящими через
линзу)

3. Теперь рассмотрим крайний луг,
который попадёт в линзу.

Проведём параллельную ему прямую через оптический центр
линзы (это будет вспомогательная оптическая ось). Её пересечение
с фокальной плоскостью будет точкой, через которую пройдёт
крайний луг после преломления. Пересечение этого луча с
главной оптической осью даст изображение источника света.

4. Воспользуемся формулой тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{OE} = \frac{1}{F}$$

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

$$OE = 2h$$

5. G - точка пересечения преломлённого крайнего луча и зеркала.

$$\triangle GKE \sim \triangle BOE$$

$$\frac{GK}{BO} = \frac{KE}{OE} \quad (GK=R_0)$$

$$\frac{R_0}{r} = \frac{2h - \frac{h}{2}}{2h}$$

$$R_0 = \frac{3}{4}r$$

(** Все от G до K и симметрично
с другой стороны оптической
оси
будет освещено лучами,
проходящими через линзу)

$$6. S_1 = \pi R^2 - \pi R_0^2 = \pi \left(\frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{9 \cdot 3}{16} = 27\pi \text{ см}^2$$

- площадь неосвещённой части зеркала ** см. продолжение задачи.



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!

№5 (продолжение)

- 2) 7. Крайний, не проходящий через линзу, луч АСТ
отразится в зеркале. Угол падения равен углу отражения.

$$\triangle AKJ = \triangle LHT$$

$$AK = HL$$

$$AFJH - \text{прямоугольник} \Rightarrow AH = JK = KD \quad \left(\begin{array}{l} \text{рисунк симметрии} \\ \text{отн. главной оптической} \\ \text{оси} \end{array} \right)$$

$$\Rightarrow AL = 2KD = 2R = 3r$$

8. Рассмотрим крайний луч, который попадет в линзу.
Угол падения равен углу отражения $\Rightarrow \triangle BGN_1 = \triangle MGN_1$
 $\Rightarrow BN_1 = MN_1$

$$N_1GKO - \text{прямоугольник} \Rightarrow N_1O = GK$$

$$BN_1 = MN_1 = r - R_0 = \frac{1}{4}r \quad BM = 2 \cdot \frac{1}{4}r = \frac{1}{2}r$$

9. Аналогично п. 3, построим преломленный луч BM.
M, P - пересечение этого луча и стены.

$$\triangle APQ \sim \triangle CMQ$$

$$\frac{AP}{MC} = \frac{N_2Q}{N_3Q} \quad (AP = r_0)$$

$$\frac{r_0}{2r - \frac{1}{2}r} = \frac{h - \frac{2}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{2}$$

$$r_0 = \frac{3}{4}r$$

10. Все точки за L и ~~от~~ симметричные относительно
главной оптической оси будут освещены лучами,
которые не прошли через линзу и отразились в
зеркале.

Все точки от P до A и симметричные относительно
главной оптической оси будут освещены лучами,
преломившимися через линзу и отраженными в зеркале.

$$11. S_2 = \pi AL^2 - \pi r_0^2 = \pi \left(9r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \frac{9\pi r^2 \cdot 15}{16} = 135\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $27\pi \text{ см}^2$; 2) $135\pi \text{ см}^2$



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.

Черновик



$$1) ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

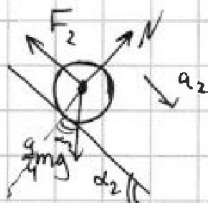
$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$= m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5g}{17} \right) =$$

$$= mg \frac{51-25}{85} = \frac{26}{85} mg$$

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1$$

2)



$$\frac{9}{4} ma_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right) = \frac{451}{216} mg$$

$$N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \cos \alpha_2$$

$$= 18 mg \cdot \frac{10}{17 \cdot 27} =$$

$$= \frac{20}{51} mg$$

3)



$$F_3 = \left(\frac{9 \cdot 8 \cdot 3}{4 \cdot 51} + \frac{80}{4 \cdot 51} \right) \cdot \frac{15}{17} - \frac{9}{5} \left(\frac{26}{85} + \frac{3 \cdot 12}{85} \right) =$$

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

$$\left(\frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) mg + F_3 = mg \left(\frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} + \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

2.

$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \left(\frac{10 p_0 \cdot 6 V_0}{2} - \frac{4 p_0 \cdot 12 V_0}{2} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{12 \cdot 6 p_0 V_0}{2} = \frac{18}{2} p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \frac{4^2}{2} p_0 V_0 = \frac{12}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{18^3}{12^2} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{10 p_0 \cdot 6 V_0}{2} - \frac{4 p_0 \cdot 12 V_0}{2} = \frac{30 p_0 V_0}{2} - \frac{24 p_0 V_0}{2} = \frac{6 p_0 V_0}{2} = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{4^2}{2} p_0 V_0 = \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0$$

$$\frac{3 p_0 V_0}{6 p_0 V_0} = \frac{1}{2}$$



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!

Черновик

2) ~~$6p_0 \cdot 6V_0 = 2RT_3$~~

$p = 16 \cdot V$

$T = \frac{pV}{2R} = \frac{1}{2R} (16V - V^2)$

$V = \frac{-16}{-2} = 8$

$T_{\max} = \frac{16 \cdot 8 - 64}{2R} = \frac{64}{2R}$

$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{16} = 4$

$Q = \frac{3}{2} (48 - 64) p_0 V_0 + \frac{1}{2} T_{\max} = \frac{3}{2} (-16 p_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot \frac{64}{2R}$

3) $A = 12 p_0 V_0 \quad \eta = \frac{1}{5}$

$Q_1 = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) + \frac{10 + 8}{2} 2 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 6 p_0 V_0 + 18 p_0 V_0 + 36 p_0 V_0 = 60 p_0 V_0$

4.

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha = \dot{B}_1$

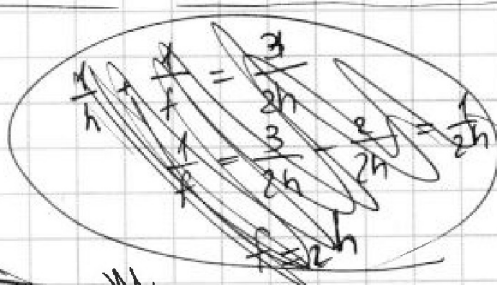
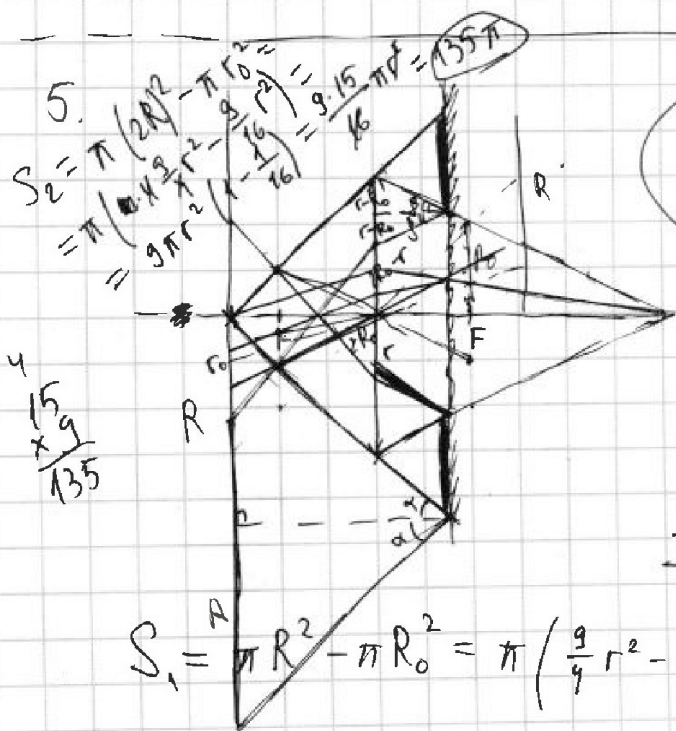
$\dot{\Phi}_1 = n_1 L_1 \dot{I}_1$

$\dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S \cdot n_1$

$\dot{\Phi}_2 = \dot{B}_2 S n_2 = 0$

$\Phi_2 = \text{const}$

$\Phi_2 = n_2 L_2 I$



$\tan \alpha = \frac{R}{\frac{3h}{2}} = \frac{\frac{3}{2}r}{\frac{3}{2}h} = \frac{r}{h}$

$r - 2r + 2R_0 = 2R_0 - r$

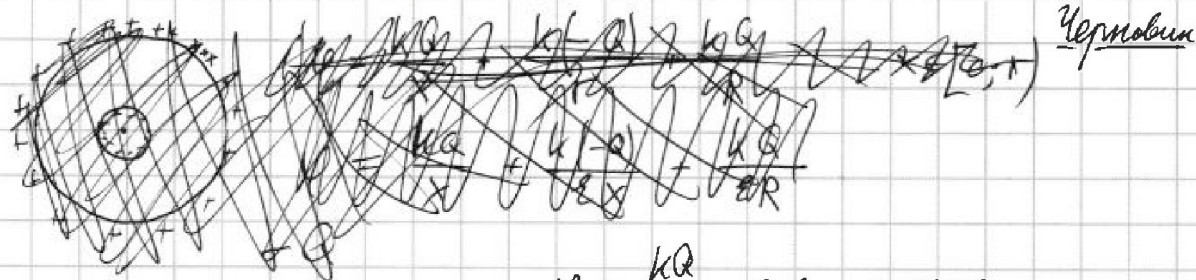


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

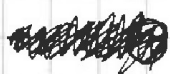
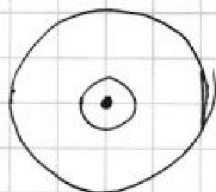
СТРАНИЦА
из

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!



Черновик

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \text{ для внешнего}$$



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

51-26
85

$$1) \varphi_0 = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{3}{\epsilon R} \right)$$

$$5\varphi_0 = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{3}{2\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_0 = kQ \cdot \frac{3}{2\epsilon(R-r)}$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$kQ \frac{1}{r} = 4\varphi_0$$

$$\frac{6kQ}{R} = 4\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} = \frac{4}{6}\varphi_0 = \frac{2}{3}\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}\varphi_0 \cdot \frac{3}{2\epsilon}$$

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

$$5\varphi_0 = kQ \left(\frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right)$$

$$\frac{2R}{3} - \frac{R}{6} = \frac{4R-R}{2} = \frac{3R}{6} = \frac{1}{2}R$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ \left(\frac{6}{\epsilon R} - \frac{2}{\epsilon R} \right)}{\epsilon R} = \frac{4kQ}{\epsilon R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{\varphi_0}{2}$$

$$\frac{6kQ}{R} = \frac{9}{2}\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} = \frac{3}{4}\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{4}{\epsilon} \cdot \frac{3}{4}\varphi_0$$

$$\underline{\underline{\epsilon = 3}}$$



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!

Черновик

~~$\psi = \frac{kQ}{r}$~~
 ~~$\psi = \frac{kQ}{r}$~~
 ~~$\psi = \frac{kQ}{r}$~~

1) $\psi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Q)}{r}$ для $x \in [0; r]$

2) $\psi = \frac{k(-Q)}{rx} + \frac{kQ}{x}$

$\psi = kQ \left(\frac{12}{11R} - \frac{12}{11R} \right) = \frac{12(1-1)kQ}{11R}$

$\frac{8}{9} \times \frac{1}{4} = \frac{32 \times 9}{36} = \frac{41}{36}$

$\dot{I}_1 = -\frac{1}{4} B_0 \frac{S n_1}{L_1}$
 $\dot{I}_2 = -\frac{4}{3} B_0 \frac{S n_2}{L_2}$
 $= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{n_2}{L_2}$
 $= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{n_2}{L_2}$

$\frac{9-32}{36}$

$\Phi_1 = B_1 S n_1$

$\Phi_1 = -2 S n_1$

$\Phi_1(t) = n_1 L_1 I(t)$

$-2 S n_1 = n_1 L_1 \dot{I}$

$\dot{I} = -2 \frac{S n_1}{L_1}$

1: $B_0 \rightarrow \frac{3B_0}{4}$

2: $4B_0 \rightarrow \frac{8B_0}{3}$

$\Phi_{01} = n_1 L_1 I_{01} = B_{01} S n_1$
 $\Phi_{02} = n_2 L_2 I_{02} = B_{02} S n_2$

$I_{01} = I_{02}$
 $\frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{L_2}{L_1} = \frac{B_{02}}{B_{01}} \cdot \frac{n_1}{n_2}$

$\Phi_2 = n_2 L_2 I$

$B_1(t) = B_0 - \frac{1}{4} B_0 t$

$B_1'(t) = -\frac{1}{4} B_0$

$B_2(t) = 4B_0 - \frac{4}{3} B_0 t$

$B_2'(t) = -\frac{4}{3} B_0$