



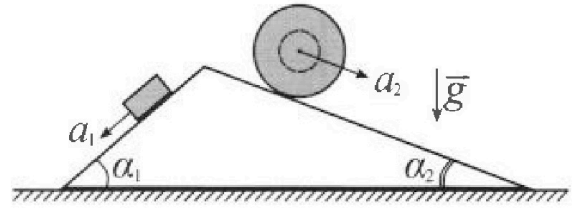
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

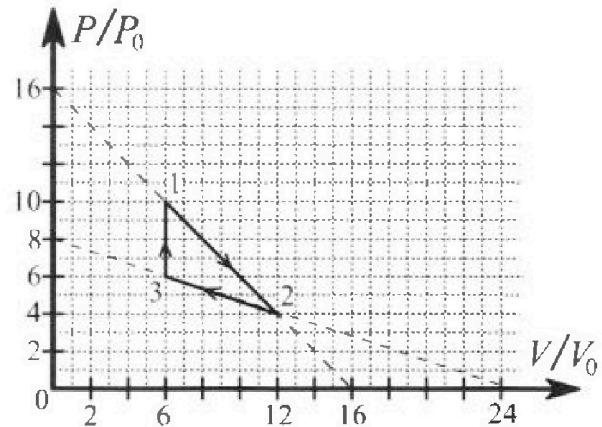
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

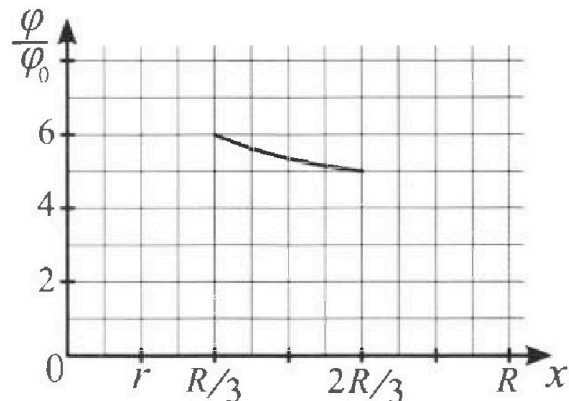
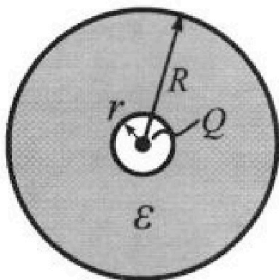


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

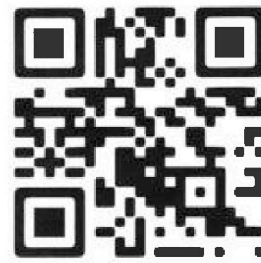
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



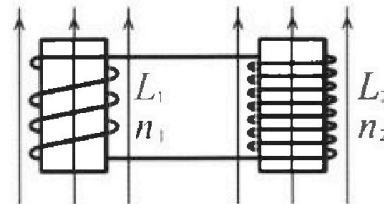
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

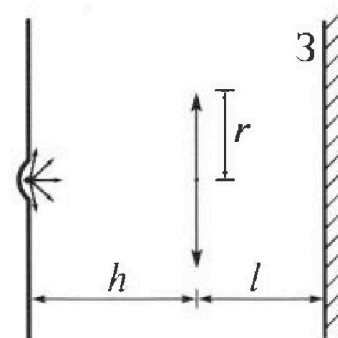


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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) начнет 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ 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
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!

Дано:

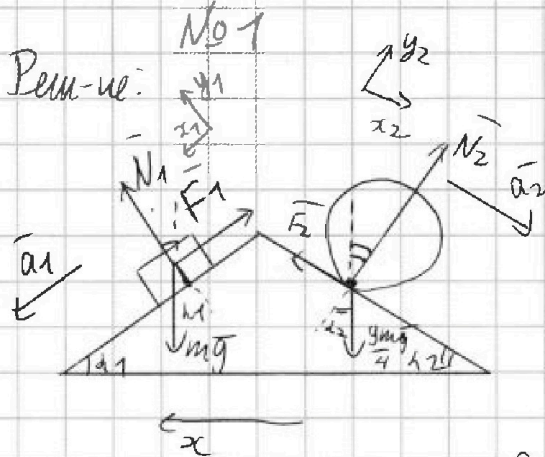
$$a_1 = \frac{5g}{14}$$

$$a_2 = \frac{8g}{24}$$

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

Реш-ие:



1) Направим

Ox_1 вдоль на-м-м

Oy_1 (-по на-м-м)

По 2-3-и:

$$Ox_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1, F_2, F_3? \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{14} \right) = \frac{26}{85} mg$$

2) Аналогично направим Oy_2 и Ox_2 :
по x-му направлению без трения $F_2 = F_{\text{тр.н.}}$

$$\text{По 2-3-и: } Ox_2: \frac{9m}{4} a_2 = \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{9m}{4} (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9m}{4} g \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{24} \right) = \frac{20}{51} mg$$

3) По 3-му H-на на крив \sqrt{g} -уют шмк:
в пр-ии на горке Ox

$$-N_{2x}, -N_{1x}, -F_{1x}, -F_{2x}$$

$$\text{Крив пох-м-м} \Rightarrow -N_{2x} - N_{1x} - F_{1x} - F_{2x} + F_{3x} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{3x} = N_{2x} + N_{1x} + F_{1x} + F_{2x}$$

$$Oy_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \Rightarrow N_{1x} = \frac{4}{5} mg \sin \alpha_1 = \frac{12}{25} mg$$

$$Oy_2: N_2 = \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 = \frac{15 \cdot 9 mg}{17 \cdot 4} \Rightarrow N_{2x} = -\frac{15 \cdot 9 mg}{17} \sin \alpha_2 = -\frac{15 \cdot 9 \cdot 8}{17 \cdot 4 \cdot 17} mg$$



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.

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!

$$F_{1x} = -F_1 \cos \alpha_1 = -\frac{26}{85} \text{ мН} \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 = \frac{20}{51} \text{ мН} \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_{3x} = -\frac{15}{17} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \text{ мН} + \frac{12}{25} \text{ мН} - \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} \text{ мН} + \frac{15 \cdot 20}{17 \cdot 51} \text{ мН}$$

$$= -\frac{6}{17} \text{ мН} \Rightarrow F_3 = \frac{6}{17} \text{ мН}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{26}{85} \text{ мН}; F_2 = \frac{20}{51} \text{ мН}; F_3 = \frac{6}{17} \text{ мН}$$



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!

№2

Дано:
см. ур-к

Реш-ие:

$|\Delta U_{12}|$ - ?

A_{1231}

$\frac{T_m}{T_3}$ - ?

η - ?

1) По ур-но Кват. - Менг.: $\sqrt{RT_2} = 48 p_0 V_0$ (по ур-н) \Rightarrow

$$\sqrt{RT_1} = 60 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{RT} (T_2 - T_1) = -18 p_0 V_0$$

$$A_{1231} = S \text{ ур-ка.} = S_{\Delta\text{-ка}}$$

Δ -к с высотой $6 V_0$ и осм-нем $4 p_0$ \Rightarrow

$$\Rightarrow A_{1231} = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{1231}} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

2) По ур-ку пр-е 1-2 задаётся ур-ном:

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 16 \Rightarrow p = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$$

$$pV = \sqrt{RT} \Rightarrow -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 16 p_0 V = \sqrt{RT}$$

квадрат. завис-ть $\Rightarrow T_m$ в макс $V = \frac{-16 p_0 V_0}{-2 p_0} = 8 V_0$

$$-p_0 \cdot 64 V_0 + 128 p_0 V_0 = 64 p_0 V_0 = \sqrt{RT_m} \Rightarrow 8 V_0$$

$$\sqrt{RT_3} = 36 p_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_m}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

3) $Q_{31} = \Delta U_{31}$, м.к. 31-узлов \Rightarrow

$$\Rightarrow Q_{31} = \frac{36}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 36 p_0 V_0$$



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
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

Найдем, где в процессе 1-2 газу подводим тепло

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV$$

$$p = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$$

$$-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 16 p_0 V = \nu R T \Rightarrow \left(-\frac{2 p_0}{V_0} V + 16 p_0\right) dV = \nu R dT$$

$$\Rightarrow dQ = \left(\frac{3}{2} \left(-\frac{2 p_0}{V_0} V + 16 p_0\right) + 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V\right) dV =$$

$$= (40 p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V) dV > 0 \Rightarrow 40 p_0 > \frac{4 p_0}{V_0} V \Rightarrow$$

$\Rightarrow V < 40 V_0 \Rightarrow$ Тепло подводим на участке

$$6 V_0 - 10 V_0, \text{ по графику при } V = 6 V_0, p = 6 p_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) = 0$$

$$A = S_{\text{прямог.}} = \frac{16 p_0 + 6 p_0}{2} \cdot 4 V_0 = 32 p_0 V_0$$

$$Q_+ = A + Q_{31} = 32 p_0 V_0 + \frac{40 p_0 V_0}{36} = 80 p_0 V_0 + 68 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{32}{80 + 68} = \frac{32}{148} \approx 21.6\%$$

Ответ: $\frac{A_{1231}}{Q_{1231}} = \frac{3}{14}$; $\frac{A_{1231}}{Q_{1231}} = \frac{15}{91}$; $\eta = \frac{300}{14}\%$



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!

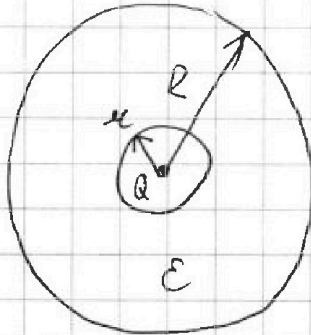
Дано: | Реш-ие:

U, R

$\frac{U}{R_0}(x)$

$\frac{U(11R)}{72}$?

$\varepsilon - 7$



№3

1) При $r < a < R$

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon r} \Rightarrow \frac{12kQ}{11\varepsilon R} = \varphi\left(\frac{11R}{72}\right)$$

Ответ: $\varphi = \frac{12kQ}{11\varepsilon R}$



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
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!

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

$$N_1 = n$$

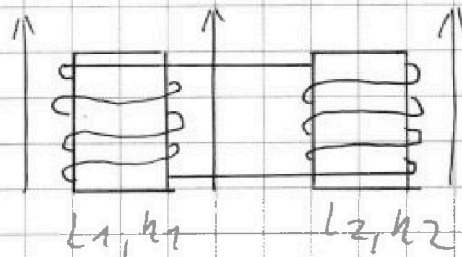
$$N_2 = \frac{3n}{2}$$

$$\frac{dB}{dt} = -2 \text{ (нТл/с)}$$

$$\frac{dI}{dt} = ?$$

$$I = ?$$

Решение:



$$\begin{aligned} 1) \frac{d\Phi}{dt} &= \frac{dB}{dt} N_1 S = \\ &= -2 n S = \\ &= -\frac{(L_1 + L_2) dI}{dt} = \\ &= -\frac{13L}{4} \frac{dI}{dt} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = + \frac{4}{13} \frac{2 n S}{L}$$

$$2) \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} N_1 S$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} N_2 S$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\left. \begin{aligned} &\Rightarrow \frac{dB_1 N_1 S}{dt} + \frac{dB_2 N_2 S}{dt} = \frac{d}{dt} \\ &= -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \Rightarrow \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \int_{B_0}^{3B_0/4} dB_1 n S + \int_{4B_0}^{8B_0/3} dB_2 \cdot \frac{3n}{2} S = -(L_1 + L_2) \int_0^I dI \quad \Leftrightarrow$$

$\leftarrow \text{но ука}$

$$\Rightarrow \frac{B_0}{4} n S + \frac{4}{3} B_0 \cdot \frac{3}{2} n S = (L_1 + L_2) I = \frac{13L}{4} I \quad (\Leftrightarrow)$$

$$\Leftrightarrow \frac{9}{4} B_0 n S = \frac{13}{4} L I \Rightarrow I = \frac{9}{13} \frac{B_0 n S}{L}$$

Ответ: $I = \frac{9}{13} \frac{B_0 n S}{L}$; $\frac{dI}{dt} = \frac{4}{13} \frac{2 n S}{L}$

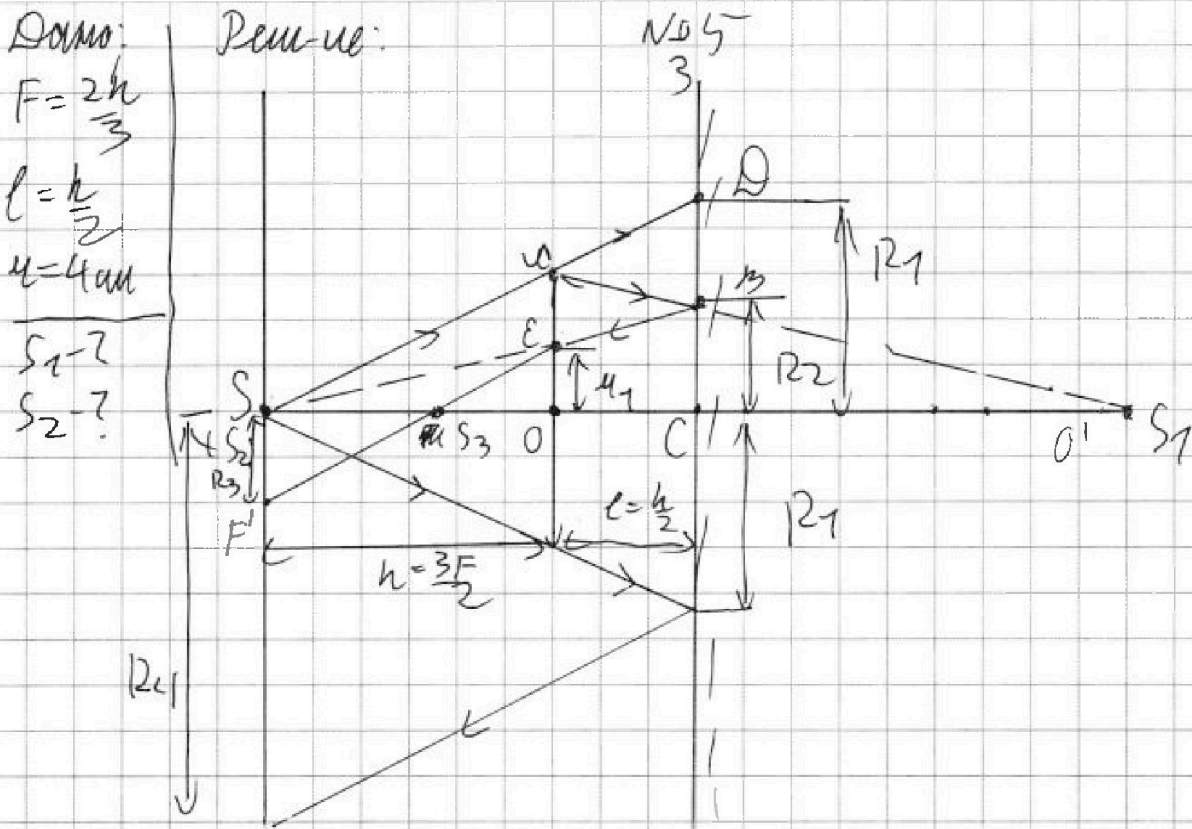
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



1) Рассмотрим луч, проходящий через край линзы. Пусть он λ -м μ -м ν на расстоянии R_2 от O_1 . Очевидно, что все лучи, проходящие через линзу λ -м μ -м ν ближе, чем крайний луч \Rightarrow круг радиуса R_2 в силу симметрии освещен.

Пусть S_1 - u_2 -е u_1 S в линзе $\Rightarrow \frac{1}{f_1} + \frac{1}{u} = \frac{1}{F}$
 тогда $f_1 = OS_1 \Rightarrow f_1 = \frac{uF}{u-F} = 3F$



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!

№5

$\Delta S_1CB \text{ и } \Delta S_1OA$ (см. рис.) по 2-м угл. $\Rightarrow \frac{BC}{CO} = \frac{OS_1}{OS_1}$, где
 $BC = R_2, CO = \mu, OS_1 = \mu - l = 3F - \frac{3F}{4} = \frac{9F}{4}, OS_1 = 3F$

$\Rightarrow BC = \mu \cdot \frac{9F}{4 \cdot 3F} = \frac{3}{4} \mu = R_2$

Все лучи идущие выше мизинца освещают зеркало

Рассмотрим луч, идущий чуть выше μ и μ -ый

$\Delta SOA \text{ и } \Delta SCA \Rightarrow \frac{OA}{SO} = \frac{CA}{SC}$, где 3 на высоте R_1
 $OA = \mu, CA = R_1$
 $SO = \frac{3F}{2}, SC = \frac{3F}{2} + \frac{3F}{4} = \frac{9F}{4} \Rightarrow OMO'$

$\Rightarrow CA = R_1 = \mu \cdot \frac{9 \cdot 2}{4 \cdot 3} = \frac{3}{2} \mu$

Пл.о. площади осв. части зеркала $S_1 = \pi(R_1^2 - R_2^2)$
 $= \pi \mu^2 \left(\frac{9}{4} - \frac{9}{16} \right) = \frac{27}{16} \pi \mu^2 = 27 \pi \mu^2$

2) После отражения на продолжении луча μ -м OO' так, чтобы $S_2C = S_1C$, где S_2 - уг. ос S_1

в зеркале. $S_1C = \frac{9F}{4}$
 $S_2C = \frac{9F}{2}$ $\Rightarrow S_1 \text{ и } S_2$ совм.

Пусть S_2 - мизинца ос-к, S_3 - действ. уг. ос

$-\frac{1}{OS_2} + \frac{1}{OS_3} = \frac{1}{F} \Rightarrow OS_3 = \frac{F \cdot OS_2}{F + OS_2}$, где $OS_2 = \frac{3F}{2}$
 $\Rightarrow OS_3 = \frac{\frac{3}{2} F^2}{\frac{3}{2} F + F} = \frac{3}{5} F$



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!

№5

$$\triangle OS_3E \sim \triangle S_3F \Rightarrow \frac{OE}{OS_3} = \frac{SF}{SS_3}, \text{ где } \frac{OS_3}{SF} = \frac{3}{5} F$$

$$\triangle ABE = \triangle ABE:$$

Пусть R_1 - радиус $\triangle ABE$

$$\angle ABR_1 = \angle EBR_1 \text{ (по з-му отпр-ия)}$$

$$SS_3 = \frac{3}{2} F - \frac{3}{5} F = \frac{9}{10} F$$

$$SF = R_3$$

$$\left. \begin{aligned} &\Rightarrow \angle E = 2\angle ABR_1 \\ &AR_1 = R_1 - R_3 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow OE = r - 2(r - R_3) = 2R_3 - r = \frac{r}{2}$$

$$R_3 = \frac{r}{2} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{5}{3} = \frac{3}{4} r \Rightarrow \text{Круг радиуса } R_3 \text{ на}$$

стене освещен. Лучи, не проходящие через лампу, также отразятся - в A и B - в том же месте.

В том же месте $\geq R_4 = 2R_3$

Площадь кольца между этими стенами (аналог $\triangle ABE$)

$$S_2 = \pi (R_4^2 - R_3^2) = \pi \left(4R_3^2 - \frac{9}{16} r^2 \right) =$$

$$= \pi \left(9 \frac{r^2}{16} - \frac{9}{16} r^2 \right) = \pi \cdot \frac{135}{16} r^2 = 135\pi \text{ см}^2$$

Ответ: $S_1 = 27\pi \text{ см}^2, S_2 = 135\pi \text{ см}^2$



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
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!

$$\mathcal{E}_1 = \frac{dB_1}{dt} N_1 S = L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{dB_2}{dt} N_2 S = L_2 \frac{dI_2}{dt}$$

$$4 B_0 N_1 S = L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

$$8 B_0 N_2 S = L_2 \frac{dI_2}{dt}$$

$$- \frac{B_0}{\mu_0} N_1 S = -L_1 I$$

$$- \frac{4}{3} B_0 N_2 S = -L_2 I$$

$$- \frac{B_0}{\mu_0} N S = -L I$$

$$- 2 B_0 N S = -\frac{9}{4} L I$$

$$4 - R_1 \cdot \mu - 2(\mu - R_1) = 2R_1 - \mu$$

$$\frac{\mu}{h} = \frac{R_1}{h + l}$$

$$R_2 = \frac{\mu}{h} \cdot \frac{h + l}{2} = \frac{3}{2} \frac{\mu}{h}$$

$$\beta = \frac{\frac{3}{2} \mu}{\frac{3}{2} \mu} = 3$$

$$\frac{4 R_1}{9 F} = \frac{\mu}{3 F} \quad R_2 = \frac{3}{4} \mu$$

$$R_1 = \frac{3}{2} \mu$$

$$S_1 = \pi (R_2^2 - R_1^2) = \pi \mu^2 \left(\frac{9}{16} - \frac{9}{16} \right) = \pi \mu^2 \frac{9}{16}$$

$$= 9 \pi \mu^2$$

$$-\frac{1}{l} + \frac{1}{\beta l} = \frac{1}{F} \quad \beta l = \frac{l \mu}{l + F} = \frac{\frac{3}{2} \mu}{\frac{3}{2} \mu + F} = \frac{3}{2}$$

$$S_2 = \pi \left(4 R_1^2 - \frac{9}{16} \mu^2 \right) = \pi \mu^2 \left(9 - \frac{9}{16} \right) = \pi (9 - \frac{9}{16}) = 135 \pi$$

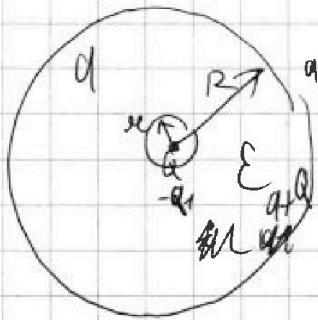


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon_0}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} + k$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \quad \frac{12}{11} \frac{kQ}{R} \quad \frac{9}{10} \frac{\omega}{R} = 4$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ_1}{R} - \frac{kq_1}{x} + \frac{kQ}{x} = \frac{kQ}{x} \quad \frac{\omega}{R} = \frac{2R}{3} \quad \epsilon = \frac{3}{2} \frac{\omega}{R}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\omega}{\epsilon x}$$

$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon_0}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{k(a+Q)}{\epsilon x}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon_0}$$



$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ_1}{R} - \frac{kq_1}{x} + \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\omega}{\epsilon x}$$

$$\varphi = \frac{2Q_1 \omega}{aR} = \frac{2Q_1 k}{\epsilon_0 R}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = k \frac{\omega}{\epsilon x} + \beta$$

$$\frac{kQ}{x} + \frac{kq}{x} = \varphi(x)$$

$$\frac{\omega}{\epsilon x} + \frac{q}{Q} \frac{\omega}{R} = \frac{\omega}{\epsilon_0}$$

$$\beta = \frac{3\omega}{R} + \beta$$

$$1 = \frac{3\omega}{R} - \frac{3}{2} \frac{\omega}{R} = \frac{3}{2} \frac{\omega}{R}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \varphi_0$$

$$\beta = \frac{3\omega}{2R} + \beta$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{2Q_1}{11} + 4$$

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

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{2R}{3x} + 4 = \frac{\omega}{\epsilon x} \frac{kq}{\omega} \quad \beta = 6 - 3 \cdot \frac{2R}{3} = 4$$

$$\frac{R}{6} + \frac{R}{3} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{4}{3} + 4$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{2R}{3x} + 4$$

$$\frac{\omega}{\epsilon x} + \frac{2R}{3x} + 4$$

$$\frac{kQ_1}{R} - \frac{kq_1}{x} + \frac{kQ}{x} = \varphi \frac{\varphi}{\varphi_0}$$

$$\varphi = \frac{kQ \cdot 2R}{3\omega x} + \frac{4kq}{\omega}$$

$$kq_1 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) + \frac{kQ}{x} = \varphi$$

$$\frac{1}{R} - \frac{3}{2R} = \frac{10}{R} = -\frac{4Q_1}{R} \frac{1}{Q} + \frac{3\omega}{R}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{q_1}{q} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) + \frac{\omega}{x}$$

$$\beta = -\frac{q_1}{q} \frac{\omega}{R} + \frac{3\omega}{2R}$$

$$\beta = -\frac{q_1}{q} \frac{\omega}{R} + \frac{3\omega}{2R}$$

$$\beta = -\frac{q_1}{q} \frac{\omega}{2R} + \frac{3\omega}{2R}$$



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

Дано:

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

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

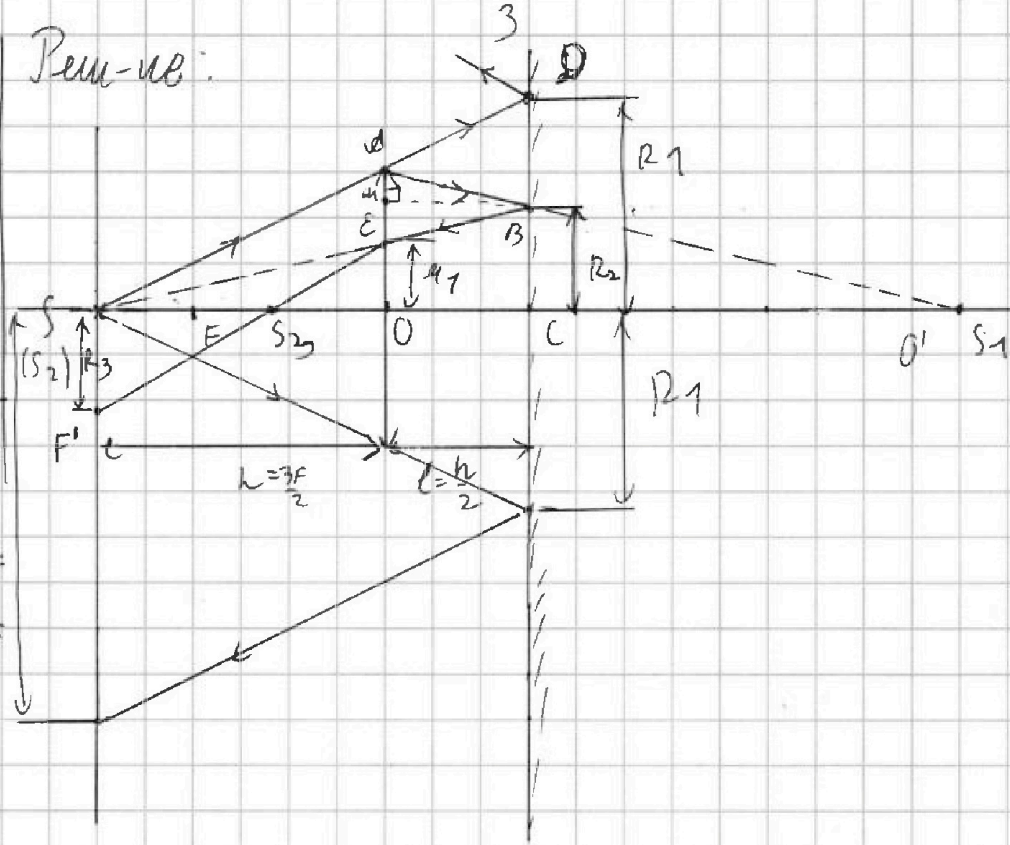
$$u = 4 \text{ см}$$

$$S_1 - ?$$

$$S_2 - ?$$

$$R_4 = 2R_1$$

Реш-ие:



1) Рассмотрим луч, проходящий через край линзы.

Пусть OM \perp mn — зеркалом на расстоянии

R_2 от OO' . Очевидно, что все лучи проходящие

через линзу mn ближе, чем первый

луч \Rightarrow ~~образ~~ радиуса R_2 (в линзу mn),

освещает.

Пусть S_1 — из-за него S в линзе $\Rightarrow \frac{1}{v_1} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$ где

$$v_1 = OS_1 \Rightarrow v_1 = \frac{hF}{h-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F - F} = 3F$$

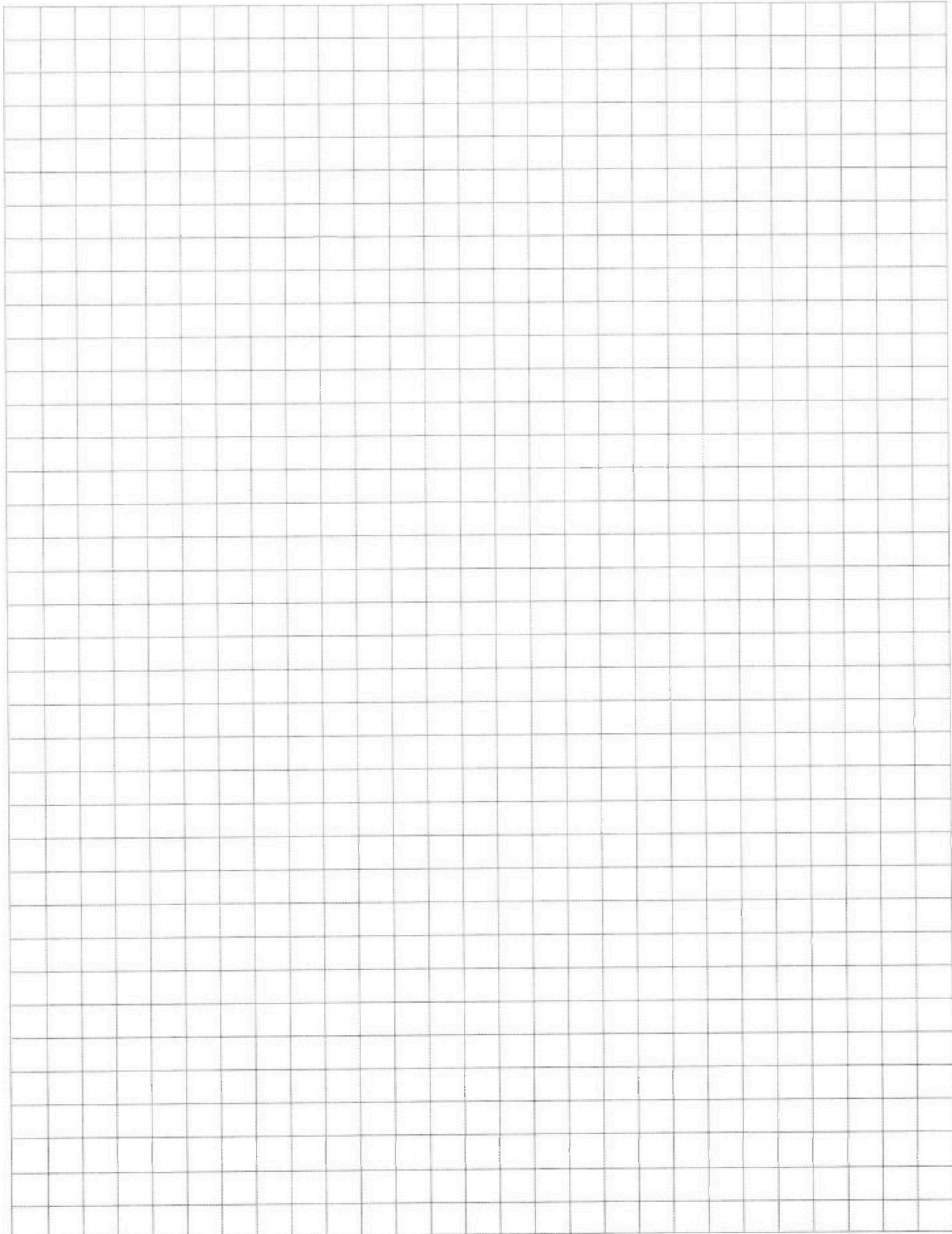


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



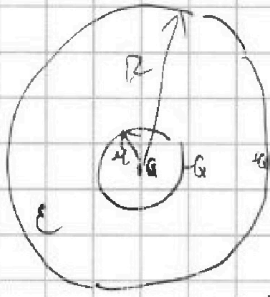


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



Прим $r < R$

$$\psi_0 = \frac{Kq}{r}$$

$$\psi = \frac{Kq}{\epsilon r}$$

$$E = -\frac{d\psi}{dr}$$

$$\int \frac{1}{r^2} dr = -\frac{1}{r} + C$$

Прим $r > R$

$$E dr = -d\psi$$

$$R > r > R \quad \frac{Kq}{r^2} dr = -d\psi$$

$$-\frac{Kq}{r} \Big|_R^r = -\psi \Big|_{\psi_0}^{\psi}$$

$$-\frac{Kq}{r} + \frac{Kq}{R} = \frac{Kq}{\epsilon r} - \frac{Kq}{R}$$

$$\psi = \frac{Kq}{\epsilon r}$$

Прим $r > R$

$$\psi = \frac{Kq}{\epsilon r}$$

$$\frac{Kq}{r} = \psi \quad \psi = \frac{Kq}{\epsilon r}$$

$$-\frac{Kq}{r} + \frac{Kq}{R} = \frac{Kq}{\epsilon r} - \frac{Kq}{R}$$

$$r = \frac{11R}{12}$$

$$\psi(r) = \frac{Kq}{\epsilon r}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \frac{1}{\epsilon r}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \frac{3R}{\epsilon r} \Rightarrow r = \frac{3R}{\epsilon}$$

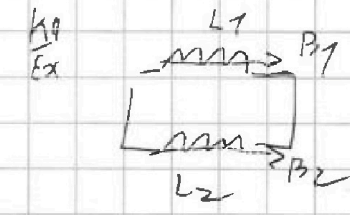
Прим $r < R$

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

$$\psi = \frac{Kq}{r} - \frac{Kq}{R} + \frac{Kq}{R}$$

Прим $r > R$

$$\psi = \frac{Kq}{\epsilon r}$$



Прим $r > R$

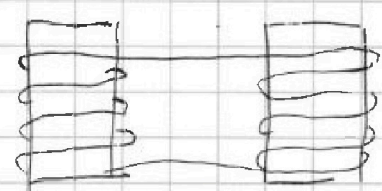
$$\psi = \frac{Kq}{\epsilon r} - \frac{Kq}{r} + \frac{Kq}{R}$$

$$\psi_0 = \frac{Kq}{r}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \frac{Kq}{\epsilon r} - \frac{r}{R} + \frac{R}{r}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{74}$$

$$L = \mu_0 N^2 S$$



$$\frac{4-8}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{57-25}{20} = \frac{\mu_0 N^2 S}{L}$$

$$\frac{\mu_0 S}{L_1} = \frac{\mu_0 S}{L_2} \quad L_1 = S_2$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot NS = -2NS = -L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{21}{17} - \frac{1}{3} = \frac{27-17}{51} = \frac{10}{51}$$

$$\Rightarrow i = \frac{-2NS}{L} \quad 2 + \frac{1}{4}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

№2 $\eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = \frac{60 - 48}{60} = 12$

1) $\frac{\Delta U_{12}}{U_{123T}} = ?$ $U_{12} = \frac{3}{2} \cdot (4 \cdot 12 \text{ pA} \cdot V_0 - 6 \cdot 10 \text{ pA} \cdot V_0) = -18 \text{ pA} \cdot V_0$

$U_{123T} = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 V_0 = 12 \text{ pA} \cdot V_0$

$\frac{\Delta U_{12}}{U_{123T}} = \frac{18}{12} = 1,5$

2) $\sqrt{RT_3} = 36 \text{ pA} \cdot V_0$

$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$ $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 16 \Rightarrow p = -p_0 \frac{V}{V_0} + 16 p_0$

$p V = \sqrt{RT}$ $p dV + V dp = -12 \text{ pA} \cdot V_0 dV + 16 p_0 dV = \frac{3}{2} \sqrt{RT} dT$

$\int p dV = \int (-p_0 \frac{V}{V_0} + 16 p_0) dV = -\frac{p_0}{2} \frac{V^2}{V_0} + 16 p_0 V$

$(16 p_0 - \frac{p_0}{2} \frac{V}{V_0}) V = \sqrt{RT}$ $U_{23} = -30 \text{ pA} \cdot V_0$

$16 p_0 V - \frac{p_0}{2} \frac{V^2}{V_0} = \sqrt{RT}$

$\frac{dT}{dV} = 0 = -\frac{2 p_0 V}{V_0} + 16 p_0$ $V = \frac{16 p_0 V_0}{2 p_0} = 8 p_0 V_0$

$(16 p_0 - 8 p_0) \cdot 8 V_0 = \sqrt{RT_m}$

$64 p_0 V_0 = \sqrt{RT_m} \Rightarrow T_m = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$

$U_{123T} = 2 \text{ pA} \cdot V_0$

$Q_{31} = \frac{3}{2} (60 \text{ pA} \cdot V_0 - 36 \text{ pA} \cdot V_0) = 36 \text{ pA} \cdot V_0$

$Q_{12} = -18 \text{ pA} \cdot V_0 + 42 \text{ pA} \cdot V_0 = 24 \text{ pA} \cdot V_0$

$U_{12} = \frac{10 p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 6 V_0 = 42 \text{ pA} \cdot V_0$

$\eta = \frac{U_{123T}}{Q_+} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 20\%$

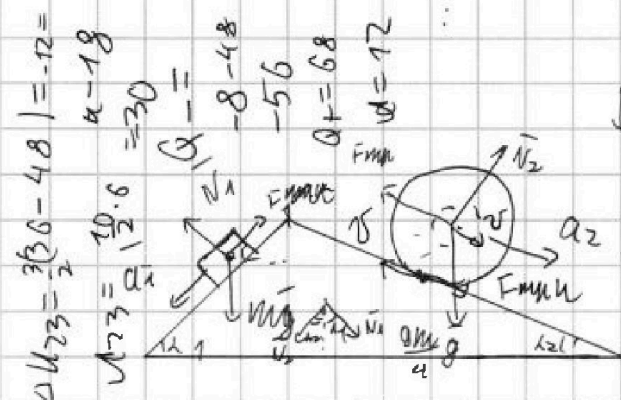


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

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

$$N_{2x} = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17}$$

$$N_{1x} = mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{5}{17}g\right) =$$

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



$$\frac{9m}{4} a_2 = \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow F_2 = \frac{9mg}{4} \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{24}\right) =$$

$$2mg \left(\frac{9}{17} - \frac{1}{3}\right) = 2mg \frac{27 - 17}{51} = \frac{20}{51} mg$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{8}{24} = \frac{3}{4}$$

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1 = \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} mg$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 = \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} mg$$

$$F_{2x} + N_{1x} - F_{1x} - N_{2x} = F_3 =$$

$$\frac{20 \cdot 15}{51 \cdot 17} mg + \frac{12}{25} mg - \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 15 \cdot 8}{4 \cdot 17 \cdot 17} = \frac{120}{1080}$$

$$\frac{3000}{3 \cdot 172} + \frac{12}{25} - \frac{104}{17 \cdot 25} - \frac{1080}{4 \cdot 172} = \frac{17}{204}$$

$$\frac{7200 - 3240}{12 \cdot 172} + \frac{204 - 104}{17 \cdot 25} = \frac{170}{12 \cdot 172} + \frac{100}{17 \cdot 25} = \frac{3240}{1200} - \frac{2040}{2040}$$

$$\frac{4}{17} - \frac{170}{172} = \frac{4}{17} - \frac{10}{17} = \frac{6}{17} \checkmark$$

$$\frac{2040}{84} \cdot \frac{172}{170}$$