



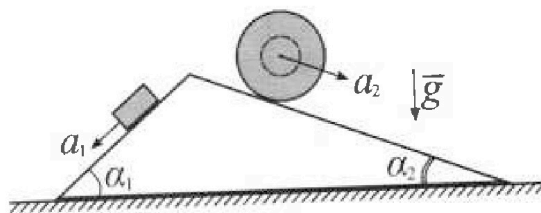
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

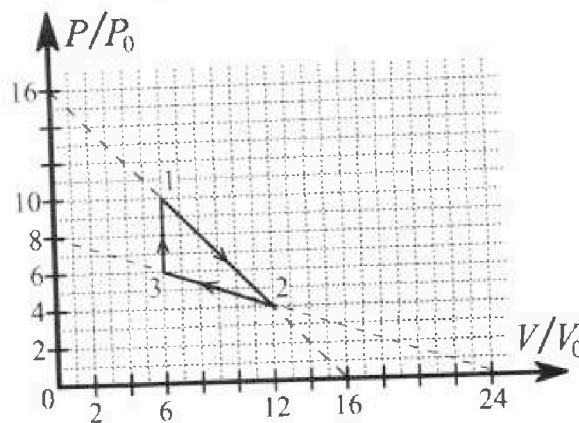
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

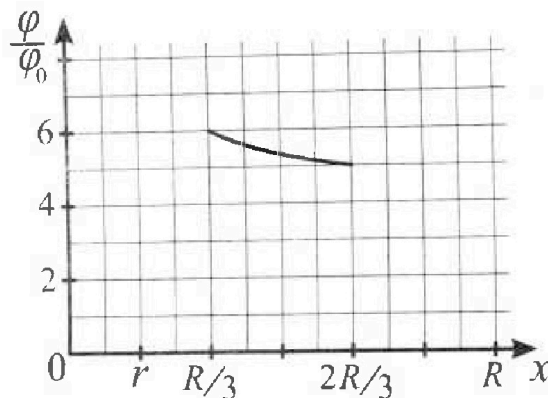
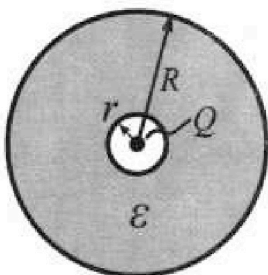


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





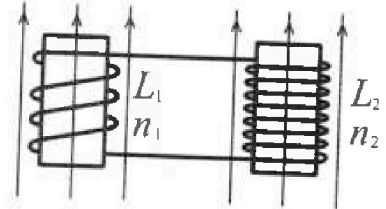
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

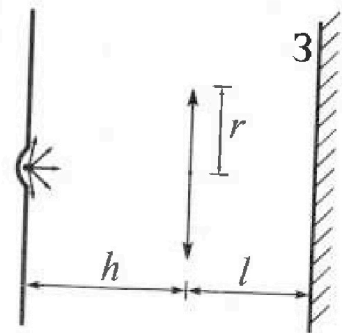


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



- 1) С какой скоростью (по модулю) нач нет 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 $З$. 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 $[см^2]$ в виде $\alpha\pi$, где α - 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 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!

№1

$$a_1 = \frac{5g}{17}$$

$$a_2 = \frac{8g}{27}$$

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

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

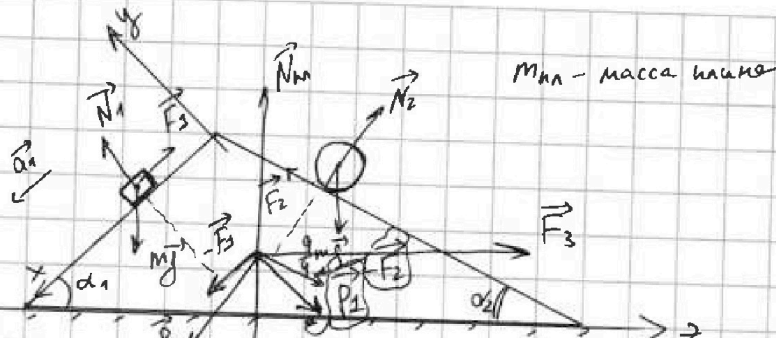
$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$F_1 = ?$

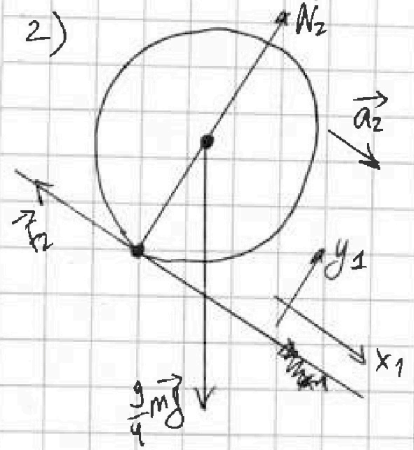
$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



1) на брусок действует сила трения F_1 .
 $ay: N_1 = mg \cos \alpha_1$
 $ox: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$ (из 2-го и 3-го Ньютона)

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(\frac{3}{5}g - \frac{5g}{17} \right) = \frac{26}{85} mg$$



2-ой 3-й Ньютона:

$$ox_1: \frac{9}{4} ma_2 = \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m \left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{27}g \right) = 18mg \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{27} \right) = \frac{20mg}{51}$$

$$ay_1: N_2 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2 = \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{17} mg = \frac{135}{68} mg$$

3) $oz: F_3 + P_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = P_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1$ — т.н. или в равновесии

$P_1 = N_1, P_2 = N_2$ — по 3-ему 3-му Ньютону

$$F_3 + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{20mg}{51} \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68} mg \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5}, \text{ отсюда } F_3 = \frac{6}{17} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85} mg$ 2) $F_2 = \frac{20mg}{51}$ 3) $F_3 = \frac{6}{17} mg$



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.

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!

№2

1) Т.к. работа газа - это площадь под графиком $P(V)$, то

A_{1-2-3} - это площадь треугольника

1-2-3:

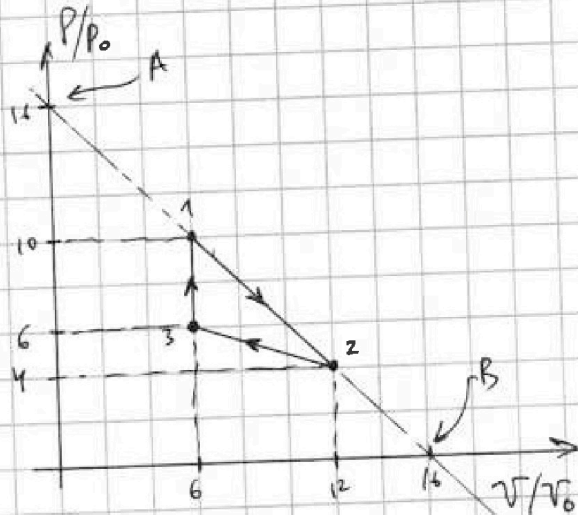
$$A_{1-2-3} = \frac{4P_0 \cdot 6V_0}{2} = 12P_0V_0$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 4P_0 \cdot 12V_0 - \frac{3}{2} \cdot 16P_0 \cdot 6V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (-12P_0V_0) = -18P_0V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A_{1-2-3}} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{3}{2}$$



2) Прямая 1-2 описывается уравнением $P(V) = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V$ (получено из зр.-на, если посмотреть на г.А и г.В)

т.к. $PV = \nu RT$, то $P = \frac{\nu RT}{V}$, тогда

$$\frac{\nu RT}{V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V; \rightarrow \nu RT = 16P_0V - \frac{P_0}{V_0}V^2; T = \frac{1}{\nu R} \left(16P_0V - \frac{P_0}{V_0}V^2 \right)$$

знаем $V_{\text{вершина}} = \frac{-\frac{1}{\nu R} \cdot 16P_0}{\frac{d}{dV} \left(-\frac{P_0}{V_0} \right)} = 8V_0$, тогда $T_{\text{max}} = \frac{1}{\nu R} \left(16P_0V_{\text{вершина}} - \frac{P_0}{V_0} \cdot V_{\text{вершина}}^2 \right) =$

$$= \frac{64P_0V_0}{\nu R}; \text{ где т.3: } 6P_0 \cdot 6V_0 = \nu RT_3, \text{ т.о. } T_3 = \frac{36P_0V_0}{\nu R}; \text{ тогда } \frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{64P_0V_0/\nu R}{36P_0V_0/\nu R} = \frac{16}{9}$$

3) $Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{10P_0 + 4P_0}{2} \cdot 6V_0 + (-18P_0V_0) = 24P_0V_0 > 0$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -\frac{4P_0 + 6P_0}{2} \cdot 6V_0 + \frac{3}{2} (6P_0 \cdot 6V_0 - 4P_0 \cdot 12V_0) =$$

$$= -30P_0V_0 + (-18P_0V_0) = -48P_0V_0 < 0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 0 + \frac{3}{2} (10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = 36P_0V_0 > 0$$

$$\eta = \frac{A_{1-2-3}}{Q_{1-2} + Q_{3-1}} = \frac{12P_0V_0}{24P_0V_0 + 36P_0V_0} = \frac{1}{5} = 0,2$$

где $Q_{1-2} + Q_{3-1}$ - полезная теплота

Ответ: 1) $\frac{3}{2}$; 2) $\frac{16}{9}$; 3) 0,2



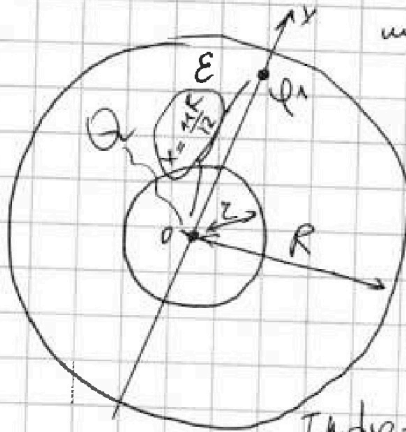
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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



Потенциал внутренней поверхности полого шара равен потенциалу точки, находящейся на расстоянии z от точечного заряда Q , т.е.

$$\varphi_{\text{внутр}} = \frac{kQ}{z} \quad (\text{будем рассматривать } x > 0)$$

Напряженность поля при $|x| \leq z$:

$$E = \frac{kQ}{x^2}, \quad \text{при}$$

$$R > |x| > z: E = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot \epsilon.$$

Т.к. $d\varphi = -E dx$, то внутри изолированная:

$$d\varphi = -\frac{kQ}{\epsilon x^2} dx, \quad \text{т.е.} \quad \int d\varphi = \int_{x_1}^{x_2} -\frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -\frac{kQ}{\epsilon} \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{x^2} dx, \quad \text{т.е.}$$

$$\Delta\varphi = -\frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right)$$

1) тогда если $x = \frac{11R}{12}$, то $\varphi_1 = \varphi_{\text{внутр}} + \Delta\varphi_1 = \frac{kQ}{z} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{11R}{12}} - \frac{1}{z} \right) =$

$$= kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{12}{11RE} - \frac{1}{zE} \right)$$

из зп-на: $z = \frac{R}{6}$

2) $\varphi_0 = \varphi_{\text{внутр}} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R/3} - \frac{1}{z} \right) =$

$$= kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{z} \right) \right) = kQ \cdot \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon} \cdot \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R} \right) \right) =$$

$$= kQ \cdot \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{RE} \right)$$

$\varphi_0 = \varphi_{\text{внутр}} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{2R}{3}} - \frac{1}{z} \right) = kQ \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R} \right) \right) =$

$$= kQ \cdot \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{9}{2R} \right); \quad \text{тогда} \quad \frac{6}{5} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{RE} \right);$$

$$\frac{36}{R} - \frac{27}{RE} = \frac{30}{R} - \frac{15}{RE}; \quad 6 = \frac{12}{\epsilon}; \quad \epsilon = 2$$

Ответ: 1) $kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{12}{11RE} - \frac{1}{zE} \right)$ 2) $\epsilon = 2$



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 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!

N4

$$L_1 = L_1$$

$$L_2 = \frac{9L_1}{4}$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

\int

$$B_0 = \frac{dB}{dt}$$

$$\alpha = \frac{dB}{dt}$$

$$1) I_1' = ?$$

$$2) I_{2k}' = ?$$

При изменении B изменяется ~~магнитный~~ магнитный поток и в катушках появляется индукционное ЭДС:

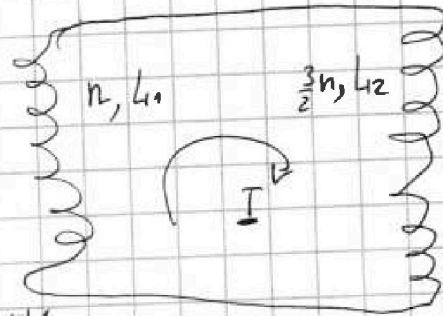
$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_{внешн}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр}}{dt}$$

$$1) \mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_{внешн1}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр1}}{dt} = - \frac{d(nBS)}{dt} - L_1 I_1' = nS' \cdot \frac{dB}{dt} - L_1 I_1'$$

$$\Phi_1 = nBS'$$

(т.н. $\vec{B} \perp$ плоскости витков)

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_{внешн2}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр2}}{dt} = - L_2 I_2'$$



т.н. ток в катушках течет в разные стороны, то

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2, \text{ т.е. } nS' \cdot \left(\frac{dB}{dt} \right) - L_1 I_1' = + L_2 I_2'$$

$$nS' \alpha = I_1' (L_1 + L_2) \quad I_1' = \frac{nS' \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{4}{13} \cdot \frac{nS' \alpha}{L_1}$$

$$2) \mathcal{E}_1 = -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I_2'; \quad \mathcal{E}_2 = -\frac{3}{2} nS' \cdot \frac{dB_2}{dt} - L_2 I_2'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2: -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I_2' = \frac{3}{2} nS' \cdot \frac{dB_2}{dt} + L_2 I_2'$$

$$-nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 \cdot \frac{dI_2}{dt} = \frac{3}{2} nS' \cdot \frac{dB_2}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) dI_2 = nS' \cdot (-dB_1 - \frac{3}{2} dB_2) \quad \text{умножим левую и правую части}$$

$$(L_1 + L_2) \cdot (I_{2k} - 0) = nS' \cdot \left(- \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) - \frac{3}{2} \left(\frac{dB_0}{3} - 4B_0 \right) \right)$$

$$(L_1 + L_2) \cdot I_{2k} = nS' \cdot \left(\frac{B_0}{4} + 2B_0 \right) = \frac{9}{4} nS' B_0$$

$$\left(L_1 + \frac{9}{4} L_1 \right) I_{2k} = \frac{9}{4} nS' B_0; \quad L_1 \cdot \frac{13}{4} \cdot I_{2k} = \frac{9}{4} nS' B_0$$

$$I_{2k} = \frac{9nS'B_0}{13L_1}$$

$$\text{Ответ: } 1) I_1' = \frac{4}{13} \frac{nS' \alpha}{L_1}; \quad 2) I_{2k} = \frac{9nS'B_0}{13L_1}$$

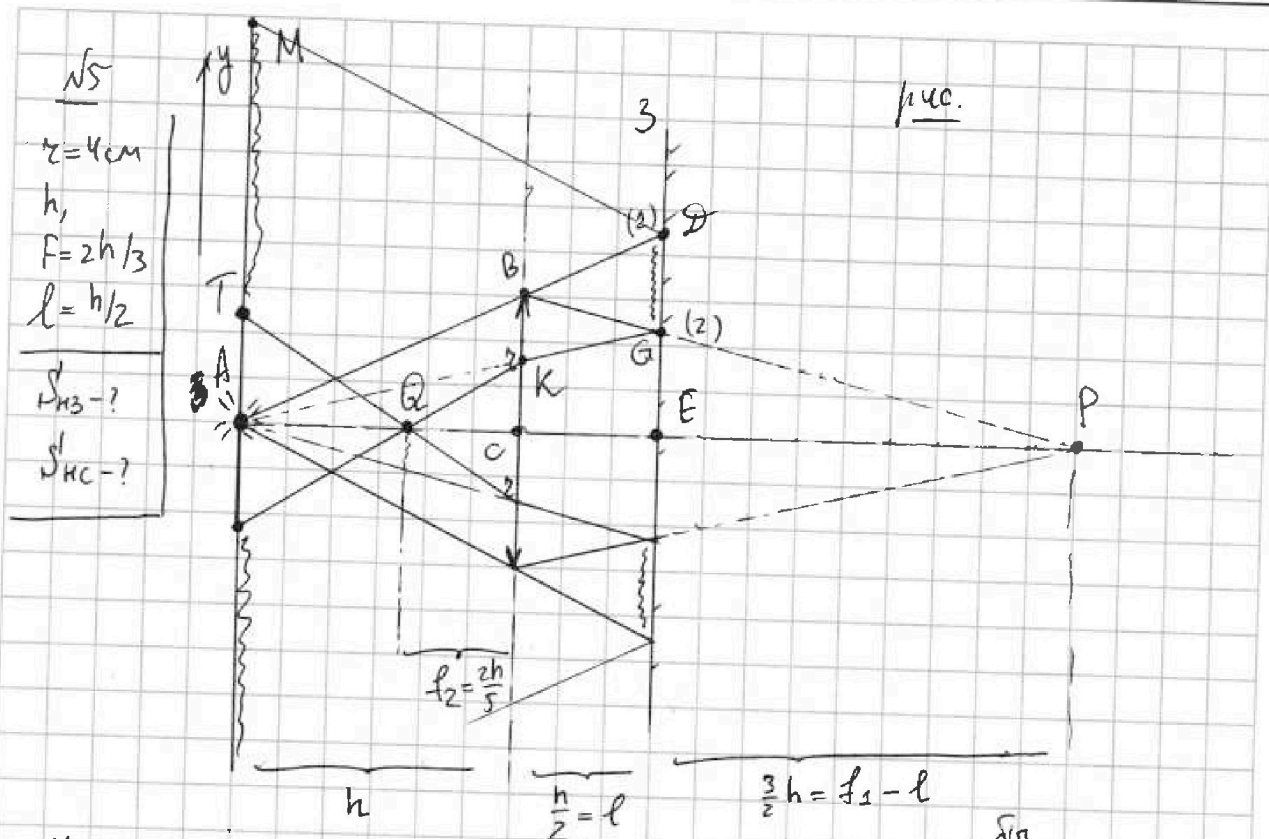


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



Найдём на каком расстоянии f_1 от линзы ^{был} волновой фронт ^{был} сойтись лучи, если бы зеркала не было.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1}; \quad \frac{3}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1}$$

Рассмотрим крайние лучи (1) и (2):

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{f_1}; \quad \boxed{f_1 = 2h}$$

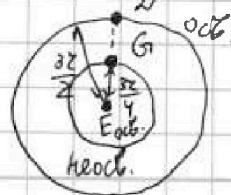
луч (2) самый низкий луч, который не проходит через линзу (если рассматривать верхнюю часть рис.!), значит все зеркало выше него освещено. (выше 100)

луч (1) самый ^{высокий} луч, проходящий через линзу, значит всё зеркало ниже ^{и выше 100} него освещено, то есть неосвещенная часть зеркала - это часть зеркала, ~~дифрактная~~ ^{дифракционная} ~~волновая~~ ^{волновая} ~~часть~~ ^{часть} ~~луча~~ ^{луча} с которой ~~картезиана~~ ^{картезиана} волнистая линия. ({}). То же отметит точка на рис.:

из подобия $\triangle ABC \sim \triangle ADE$: $DE = \frac{3z}{2}$; из подобия \triangle

$\triangle PEG \sim \triangle PCB$: $GE = \frac{3}{4}z$, то есть $S_{H3} =$

$$= \pi \cdot \left(\frac{3z}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{3z}{4}\right)^2 = \pi \cdot 9z^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = \frac{27}{16} \pi z^2 = 27\pi \text{ (см}^2\text{)}$$





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!

\sqrt{S} (продолжение)

Т.к. $f_1'' - l = h + l$ - численно, то, если бы на обратном пути луча (2) не было линзы, то он пришел бы обратно в лампочку.

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{3}{2h} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{5}{2h} = \frac{1}{f_2}; \quad f_2 = \frac{2h}{5}$$

т.к. на линзу после отражения от зеркала падает сходящийся пучок лучей (мнимый предмет), а $AC = h$

~~Решение~~ $\triangle BOK$ - равнобедренный, т.к. луч (2) отразился от зеркала, значит если возьмем вертикальную ось, то

$$(BO)_y = (KO)_y, \text{ т.к. } a \text{ } (BO)_y = BC - GE = \frac{z}{4}, \text{ т.к. } BK = \frac{z}{2}, \text{ т.к. } KC = \frac{z}{2}$$

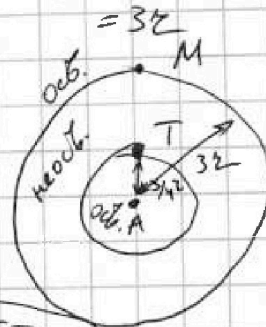
$$\text{из подобия } \triangle QKC \sim \triangle QKA: \quad TA = KC. \quad \frac{AQ}{QC} = \frac{z}{2} \cdot \frac{h - \frac{2}{5}h}{\frac{z}{5}h} = \frac{3}{4}z$$

луч (1) самый ближний, не прошедший через линзу, а значит самый ближний, направивший обратно на стену.

Луч (1), дважды преломившись в линзе, окажется самым верхним из пучка лучей, преломившихся в линзе, что попал на стену, тогда именно та часть стены отмеченная ближней линзой (1) и будет необлучена.

т.к. луч (1) только один раз отразился от зеркала, то $MA = 2DE =$

$$\begin{aligned} \text{тогда } S'_{KC} &= \pi \cdot 9z^2 - \pi \cdot \left(\frac{3}{4}z\right)^2 = \\ &= 9\pi z^2 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = \frac{15 \cdot 9}{16} \pi z^2 = \\ &= \frac{135}{16} \pi z^2 = 135\pi \text{ (см}^2\text{)} \end{aligned}$$



Ответ: 1) $S'_{K3} = 27\pi \text{ см}^2$; 2) $S'_{KC} = 135\pi \text{ см}^2$

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!

N4

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_{\text{вн}}}{dt} - \frac{d\Phi_{\text{внутр}}}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d(nS\alpha')}{dt} - L_1 I' =$$

$$\mathcal{E}_2 = -L_2 I' = nS'\alpha - L_2 I'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2; \quad nS'\alpha - L_1 I' = +L_2 I'$$

$$nS'\alpha = I'(L_1 + L_2) \quad I' = \frac{nS'\alpha}{L_1 + L_2}$$

$$\mathcal{E}_1 = -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2; \quad -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} =$$

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{3}{2}nS' \cdot \frac{dB_2}{dt} - L_2 I'$$

$$= \frac{3}{2}nS' \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\int dI(L_1 + L_2) = \int -nS' \cdot (dB_1 - \frac{3}{2}dB_2)$$

$$I(L_1 + L_2) = -nS' \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) - \frac{3}{2}nS' \left(\frac{8B_0}{3} - 4B_0 \right)$$

$$(L_1 + L_2)I = nS' \cdot \left(\frac{B_0}{4} + \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} B_0 \right) = nS' \cdot \frac{9}{4} B_0$$

$$I = \frac{\frac{9}{4} nS' B_0}{L_1 + L_2} = \frac{\frac{9}{13} nS' B_0}{L}$$

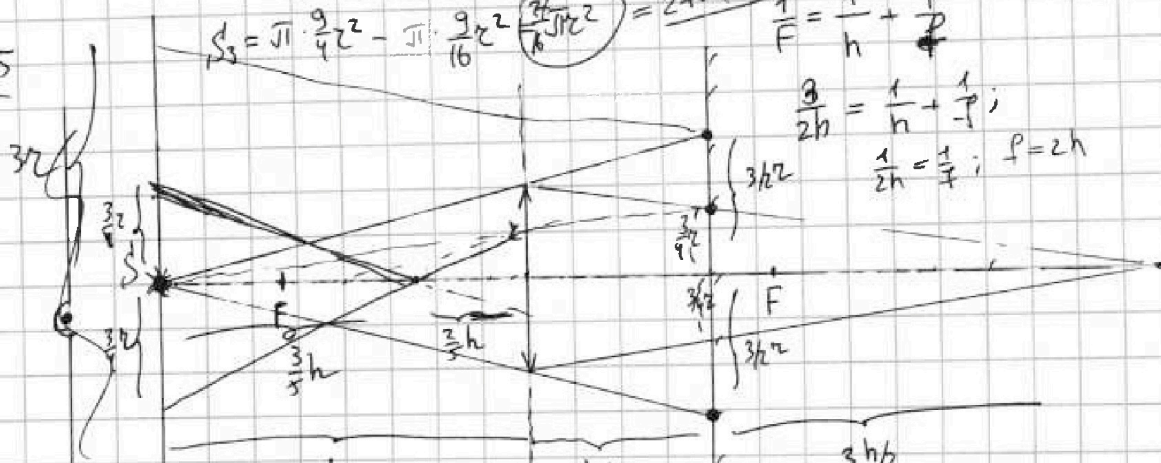
$$S_3 = \pi \cdot \frac{9}{4} r^2 - \pi \cdot \frac{9}{16} r^2 - \frac{3}{4} \pi r^2 = 27\pi (cm^2)$$

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

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

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{F}; \quad F = 2h$$

N5



$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{F_2}; \quad \frac{3}{2h} = \frac{1}{F_2}; \quad F_2 = \frac{3}{2}h$$

$$\pi \cdot 9r^2 - \pi \cdot \frac{9}{16} r^2 = \frac{135}{16} r^2 \pi = 135\pi (cm^2)$$

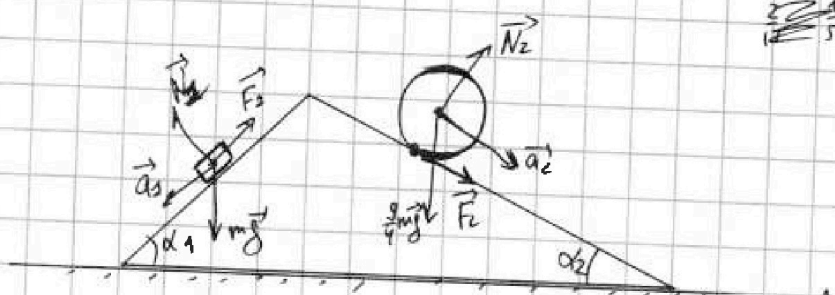


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



204

$$\begin{aligned} & \frac{135 \cdot 8}{68 \cdot 17} + \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{57 \cdot 17} = \\ & = \frac{1}{17^2} \cdot \left(\frac{135 \cdot 8^2}{4} - \frac{20 \cdot 15^2}{3} \right) + \frac{1}{5^2} \left(\frac{26 \cdot 4}{17} - 4 \cdot 3 \right) = \\ & = \frac{1}{17^2} (270 - 100) + \frac{1}{5^2} \left(\frac{104 - 204}{17} \right) = \\ & = \frac{170}{17^2} + \frac{-100}{8 \cdot 17} = \frac{10}{17} - \frac{4}{17} = \frac{6}{17} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 12 \\ \hline 34 \\ + 170 \\ \hline 204 \end{array}$$

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!

$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_2 = m\vec{a}_2$
 $\frac{9}{4}mg \cdot \sin \alpha_2 = \frac{9}{4}mg \cdot \frac{3}{5}$
 $= \frac{18}{17}mg$
 $225 \cdot a_2 = g \cdot \sin \alpha_2$
 $a_2 = \frac{g \sin \alpha_2}{2}$
 $m(v)^2 = mgh$
 $v^2 = gh = g \sin \alpha_2$

$k \cdot m \cdot a_2 = mg \sin \alpha_2$
 $k \cdot \frac{9}{4}mg \cdot \frac{3}{5} = mg \sin \alpha_2$
 $k = \frac{5 \sin \alpha_2}{2 \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{3}{5}} = \frac{25}{34}$

$m a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$
 $F_1 = \mu m g \cos \alpha_1 = \frac{13}{34} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = \frac{26}{85} mg$
 $a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1 = g(\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$
 $\Delta E_k = mg \sin \alpha_2$

$Q_{1-2} = 4P_0 \cdot 6V_0 = 24P_0V_0$
 $Q_{2-3} = \frac{3}{2}(10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = 36P_0V_0$
 $A_y = \frac{4P_0 \cdot 6V_0}{2} = 12P_0V_0$
 $Q = A + \Delta U$
 $\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 4P_0 \cdot 12V_0 - \frac{3}{2} \cdot 10P_0 \cdot 6V_0 = -18P_0V_0$
 $PV = \gamma RT; P = \frac{\gamma RT}{V}$
 $V_{max} = \frac{-16P_0}{2 \cdot (-\frac{P_0}{V_0})} = 8V_0$
 $T_{max} = \frac{64P_0V_0}{\gamma R}$
 $6P_0 \cdot 6V_0 = \gamma RT_3; T_3 = \frac{36P_0V_0}{\gamma R}$

$\mu = \frac{13}{34}$
 $\eta = \frac{A_y}{Q_{2-3}} = \frac{12P_0V_0}{24P_0V_0 + 36P_0V_0} = \frac{1}{5}$



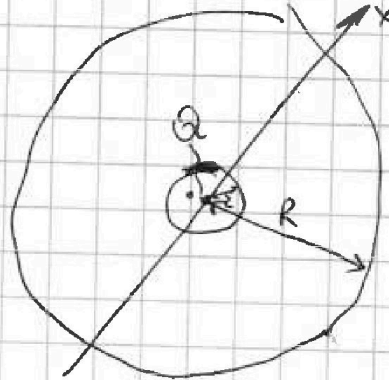
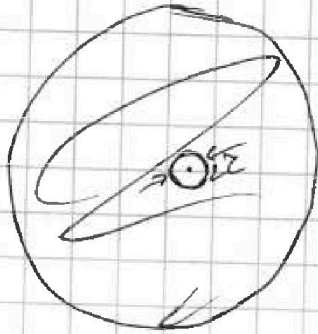
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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



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

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

$$x > R: E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\left(\frac{1}{x}\right)' = (x^{-1})' = -x^{-2} = -\frac{1}{x^2}$$

$$d\varphi = -E dx = -\frac{kQ}{\epsilon x^2} dx; \quad \Delta\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x_2} - \frac{kQ}{\epsilon x_1} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}\right)$$

$$\varphi_{11R} = \varphi_0 + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{11R} - \frac{1}{r}\right) = \frac{kQ}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{12}{11R} - \frac{1}{\epsilon}\right) =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{12}{11R\epsilon} - \frac{1}{\epsilon}\right) \quad -\varphi_0 = \Delta\varphi = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{2R}{3}} - \frac{1}{\frac{R}{3}}\right) =$$

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

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

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{6}{R}\right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{5}{R}\right) + \frac{1}{x} - \frac{1}{R}$$

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

$$\frac{3}{\epsilon} \cdot \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{3}{R}\right); \quad \frac{9}{\epsilon R} = \frac{6}{R} - \frac{3}{\epsilon R}$$

$$\frac{12}{\epsilon} = 6; \quad \epsilon = 2$$