



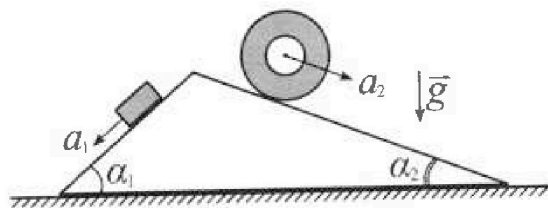
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

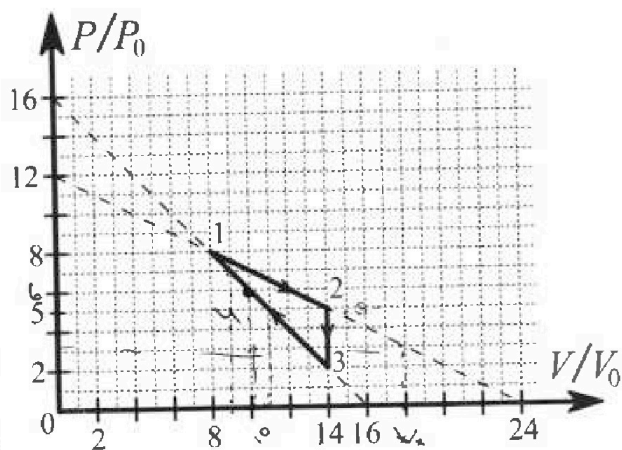
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

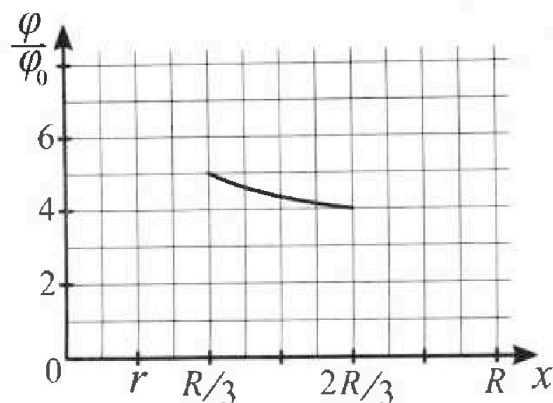
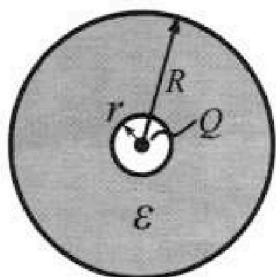


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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





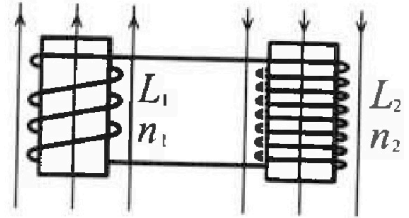
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

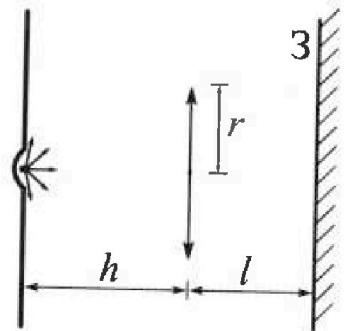


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

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

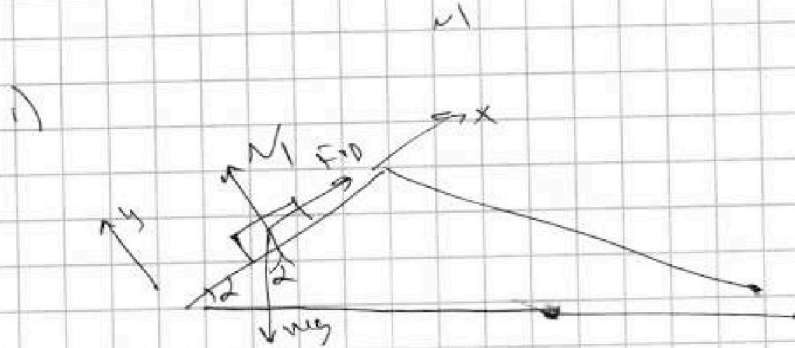


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



Рассчитаем силы на блоке:

2-й з.И на ось y : $N = mg \cos \alpha$

$\Rightarrow N = \frac{4mg}{5}$; $F_{tr} = \mu N$

2-й з.И на ось x :

$mg \sin \alpha - \mu N = ma$

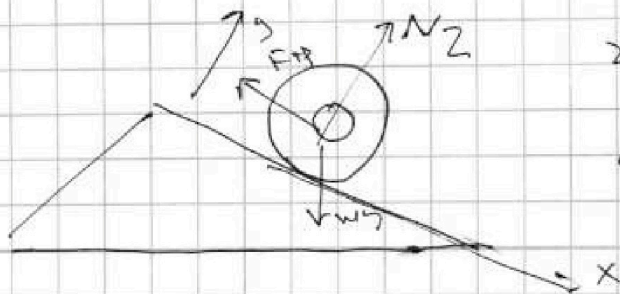
$\frac{3mg}{5} - \mu \cdot \frac{4mg}{5} = \frac{6mg}{13}$ ~~сложим~~

~~$\frac{3}{5} - \frac{4\mu}{5} = \frac{6}{13}$~~ $F_{tr} = \mu N = \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right) mg =$

~~$\frac{4}{5} \mu = \frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39}{65} - \frac{30}{65} = \frac{9}{65}$~~ $= mg \left(\frac{39}{65} - \frac{30}{65}\right)$

$\Rightarrow \mu = \frac{9 \cdot 5}{65 \cdot 4} = \frac{9}{13 \cdot 4} = \frac{9}{52} \Rightarrow F_{tr} = \frac{9mg}{65}$

2)



2-й з.И на ось y перпендикулярно

$N_2 = 2mg \cos \alpha$

$F_{tr2} = 2mg \sin \alpha - 2ma_2$



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 2

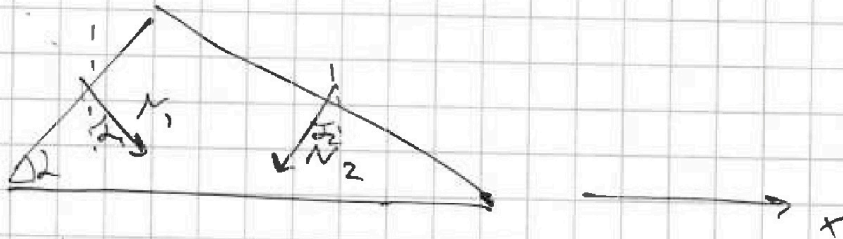
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F_{+P_2} = \frac{2mg \cdot 5}{13} - \frac{2mg}{4} = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{2}{4} \right) = mg \left(\frac{40}{52} - \frac{26}{52} \right)$$

$$= \frac{14}{52} mg = \frac{7}{26} mg$$

3)

Найдем проекции
N на ось x:



$$N_{px} = N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$= \frac{4}{5} mg \frac{3}{5} - 2mg \frac{12}{13} \frac{5}{13} = mg \left(\frac{12}{25} - \frac{120}{169} \right)$$

т.к. тригонометрия $N_{px} = -F + P_x$

$$\Rightarrow F_3 = mg \left(\frac{12}{25} - \frac{120}{169} \right) = \frac{169 \cdot 12 - 120 \cdot 25}{25 \cdot 169}$$

$$= \frac{2028 - 3000}{4225} = -\frac{972}{4225} mg$$

Ответ: $\frac{9mg}{65}$; $\frac{9}{26} mg$; $\frac{972}{4225} mg$



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 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!

12

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{обс}}} = \frac{\frac{3}{2} UR (T_2 - T_1)}{A_{12} - A_{21} - A_{31}} \quad \text{Кайтгейс}$$

возможные $A_{\text{обс}}$, как площадь под графиком

$$= \frac{1}{2} \cdot 14V_0 \cdot 2P_0 = 14P_0V_0$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 14V_0 \cdot 2P_0 = 14P_0V_0 \quad \text{это площадь треугольника 123}$$

$$P_2 \cdot V_2 = UR T_2 = 5 P_0 V_0 = 70 P_0 V_0$$

$$P_1 \cdot V_1 = 8 P_0 \cdot 6 V_0 = 64 P_0 V_0$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$A = \frac{(5-2) P_0 \cdot 6 V_0}{2} = \frac{3 P_0 \cdot 6 V_0}{2} = 9 P_0 V_0$$

работа подпитателя

$$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1$$

$$2) T_3 = \frac{UR \cdot 14 V_0 \cdot 2 P_0}{UR} = 28 P_0 V_0$$

Кайтгейс зав-те $P(V)$ в процессе 1-2
на 2-й из точки $(2P_0; 6V_0)$ и $(5P_0; 14V_0)$

$$= 7 P_0 = 12 P_0 - \frac{V P_0}{2 V_0}$$

$$\Rightarrow T_x = \frac{P V}{UR} = \frac{(12 P_0 - \frac{V P_0}{2 V_0}) V}{UR} \rightarrow \max$$



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!

$$\frac{12P_0V - V^2P_0}{2V_0} \rightarrow \text{нет} \rightarrow \text{это параболы}$$

UR

= максимизируем в вершине

$$V_{\text{opt}} = \frac{-b}{2a} = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0 \Rightarrow \text{в точке}$$

$12V_0 \sim 6P_0$ ТВ процессе 12 макс

$$T_{12\text{м}} = \frac{12 \cdot 6 P_0 V_0}{UR} = \frac{72 P_0 V_0}{UR}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{12\text{м}}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

2) $A_{\text{пол}} = 9P_0V_0$ - максимизируем из произвольного пункта

Найдём $Q_{21} + Q_{23} = Q_{23}$, т.е. это

все Q_{21} . Очевидно в процессе 2-3 тепло только отводится + к работа совершена нулевая, а вн. энергия уменьшается.

$\Rightarrow Q_{23} = 0$. Найдём точку касания адиабаты и процесса 1-2 и прое 1-3

адиабата: $PV^\gamma = \text{const}$ $PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$

Пусть адиабата касается в точке $P_x V_x$

\Rightarrow производные равны

$$P = \frac{P_x V_x^{\frac{5}{3}}}{V^{\frac{5}{3}}} \Rightarrow P'_V = -\frac{5P_x V_x^{\frac{5}{3}}}{3 V^{\frac{8}{3}}}$$

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
3 из 3

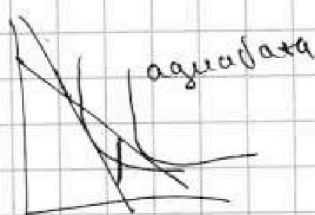
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$P'_0 = -\frac{2P_0}{2V_0}$$

(где 1-2)

$$P'_V = -\frac{P_0}{V_0}$$

(где 1-3)



где 1-2

$$-\frac{P_0}{2V_0} = -\frac{5}{3} \frac{P_x V_x^{5/3}}{V_x^{8/3}} = -\frac{5}{3} \frac{P_x}{V_x}$$

$$\Rightarrow \frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{10} \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \text{также по абзцу}$$

уравнения, что $\frac{V_x}{2uV_0} = \frac{2P_0 - P_x}{12P_0}$

можно получить, что $\frac{V_x}{2uV_0} = \frac{5}{8}$

$\Rightarrow V_x = 15V_0$, эта точка лежит правее 2.

\Rightarrow следовательно в процессе 1-2

$$Q_{12} = \Delta A + \Delta U - \Delta Q - \text{должно } 0 \Rightarrow$$

$$Q_{12} = \Delta A_{12} + \Delta U_{12} - \Delta Q_{12} = (4-8)V_0 \cdot \frac{3 \cdot 15}{2} P_0 = 39P_0V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 \text{ первого пункта} = -9P_0V_0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 30P_0V_0$$

но аналогично с 1-3 точка касания адиабаты и 1-3 что $\frac{V_x}{10V_0} = \frac{5}{8} \Rightarrow V_x = 10V_0$

\Rightarrow на отрезке от $4V_0$ до $10V_0$ $Q > 0$, после $Q < 0$

$$\text{найдем } Q_{13} = \Delta A + \Delta U = \frac{6+2}{2} P_0 \cdot 4V_0 + \frac{3}{2} (60P_0V_0 - 28P_0V_0)$$

$$= -16P_0V_0 + 48P_0V_0 = 32P_0V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{9P_0V_0}{(30+32)P_0V_0} = \frac{9}{62}$$

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

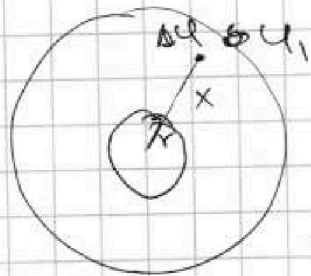
СТРАНИЦА
△ ИЗ △

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

1) Найти потенциал на границе шара (расстоянием R) это эквивалентно потенциалу точечного заряда Q на расстоянии R (т.к. диэлектрик не влияет на поле за своим пределом)

$\Rightarrow \varphi_1 = \frac{kQ}{R^2}$ где $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ поле в диэлектрике $E = \frac{kQ}{\epsilon R^2}$



$\Rightarrow \Delta\varphi$ - положительная разность потенциалов

$$\Delta\varphi = \int_{\frac{5}{8}R}^R \frac{kQ}{\epsilon R^2} dR = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon \frac{5}{8}R}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{5}{8}R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{8}{5} - 1 \right) = \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

$$\Rightarrow \varphi_x = \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$

2) По аналогии с предыдущим пунктом найдем φ_1 - потенциал в точке $\frac{8}{5}R$ и φ_2 - потенциал в точке $\frac{7}{5}R$.



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
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!

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right); \varphi_2 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{\epsilon + 2}{\epsilon + \frac{1}{2}} = \frac{5}{4}$$

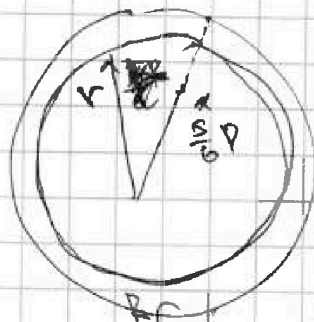
$$(\epsilon + 2)4 = 5 \left(\epsilon + \frac{1}{2} \right)$$

$$4\epsilon + 8 = 5\epsilon + 2,5 \Rightarrow \epsilon = 8 - 2,5 = 5,5$$

РР. 1) пункт, если $r > x$

То формула для φ_x внешнего элемента

~~$$\varphi_x = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R}{r} \right) \varphi_x = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R}{r} \right)$$~~



~~$$\varphi_x = \frac{6kQ}{5R} \Delta \varphi = \varphi_x = \frac{6kQ}{5R} - \Delta \varphi$$~~

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

$$\Rightarrow \varphi_x = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \right)$$



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!

1) \rightarrow Поток через 1-ую катушку

$$\Phi_1' = LI' = -\mathcal{E}_1$$

Сумма потоков через 2 катушки

$$\Phi_2' = \frac{dB}{dt} n_2 S + 6LI' = -\mathcal{E}_2$$

так катушки соединены

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

$$LI' = 2 \cdot 4nS + 16LI'$$

$$\Rightarrow I' = \frac{4nS}{15L}$$

2) \rightarrow Поток Φ_1 - вл. поток
через 1 катушку

Φ_2 - вл. поток через вторую катушку.

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

так Φ_1 и Φ_2
направлены
в разные стороны

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 16L \frac{dI}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt}$$

$$d\Phi_1 + L dI = 16L dI - d\Phi_2$$

перенесем к одной переменной

$$d\Phi_1 + d\Phi_2 = 15L dI$$

$$\Delta I = I_k - 0$$



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!

$$I_k = \frac{\Delta p_1 + \Delta p_2}{15L} = \frac{\frac{2}{3} \text{Bon}S + \frac{3}{4} \text{Bon}S}{15L}$$
$$= \frac{\text{Bon}S}{L} \left(\frac{\frac{2}{3} + 3}{15} \right) = \frac{\text{Bon}S}{L} \frac{11}{45}$$

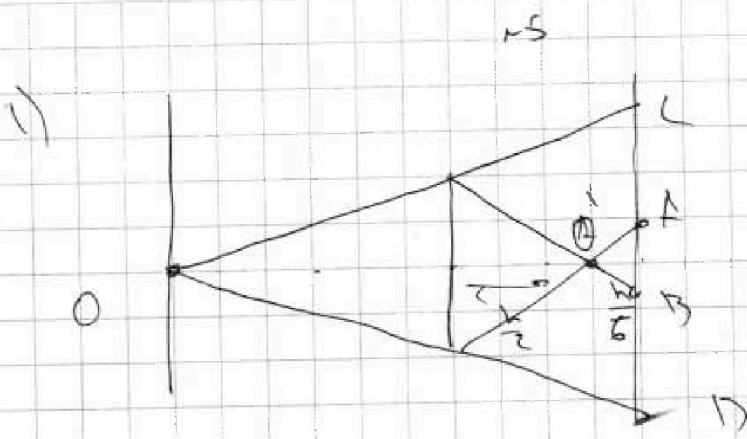
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



O - оптический центр линзы

мнзш

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

т.е. точка фокусная линзы

на расстоянии $\frac{h}{2}$ от линзы и расстояния

$$\frac{z}{3h} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6} \text{ от зеркала} \Rightarrow \text{из этого}$$

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

При этом в области зеркала высекается и линия CD

будет освещена \Rightarrow CD изогнутой

$$2r \cdot \frac{5}{3} = \frac{10}{3} r \Rightarrow \text{Найдём площадь}$$

$$\text{теплой части } S_{\pi} = \frac{CD^2}{4} \pi - \frac{AB^2}{4} \pi =$$

$$= \frac{100}{9} \cdot \frac{25}{4} \pi - \frac{4 \cdot 25}{9 \cdot 4} \pi = \frac{\pi}{9} (25^2 - 25) = \frac{\pi \cdot 24 \cdot 25}{9}$$

$$= \pi \cdot \frac{8 \cdot 25}{3} = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$$

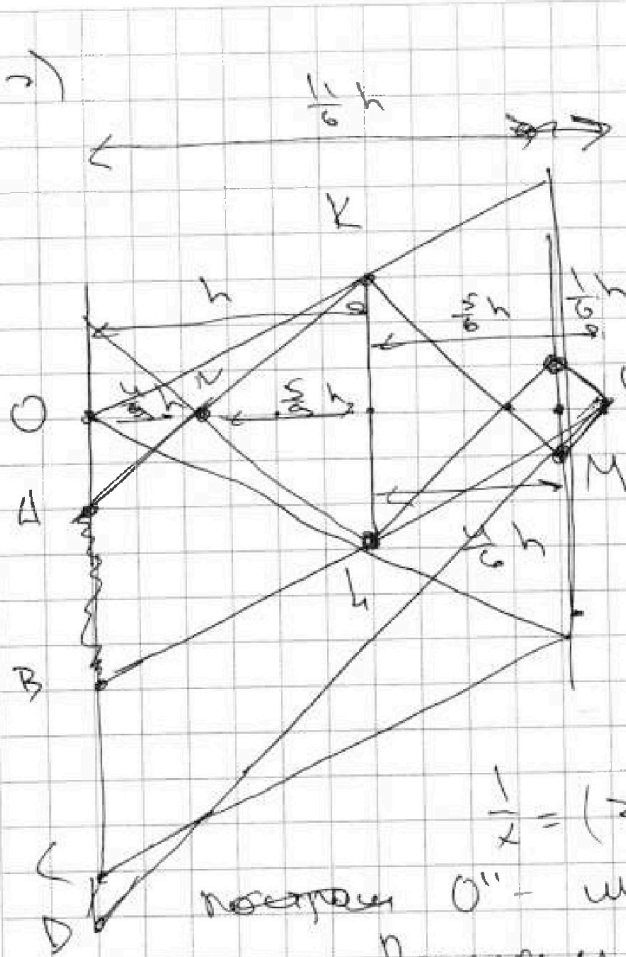
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

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!



Поле зрения
в зеркале подруги
минимальный источник
на расстоянии $\frac{1}{6}$ от
зеркала и расстояю
 $\frac{5}{6}h$ от линзы
Тогда его второе
изображение
из формулы тонкой
линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5}h + \frac{1}{v} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5}h = \frac{3-6h^2}{h}$$

$$\frac{1}{x} = (3 - \frac{6}{5}h^2) \frac{1}{h} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5}h \Rightarrow x = \frac{5}{9}h$$

построим O'' - минимальный источник в
зеркале. Построим лучи $O''L$, $O''M$, KM
(см. рисунок). Из подобия треугольников
найдём: $OA = \frac{4}{5}r$, $OB = \frac{11}{5}r$
 BD - линзой освещено

$$OD = 11 \cdot \frac{r}{5}, \quad \text{т.к. } \angle OAD = \angle OCB = \frac{10}{3}r \Rightarrow AB \text{ - тени}$$

$$\Rightarrow S_T = \frac{4}{5}r^2 - \frac{16}{25}r^2 = \frac{4}{5}r^2 - \frac{16}{25}r^2 = \frac{20 - 16}{25}r^2 = \frac{4}{25}r^2$$

$$= \frac{121 - 25}{25} \pi - \frac{16 \cdot 25}{25} \pi = \pi(121 - 16) = 105\pi \text{ см}^2$$



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

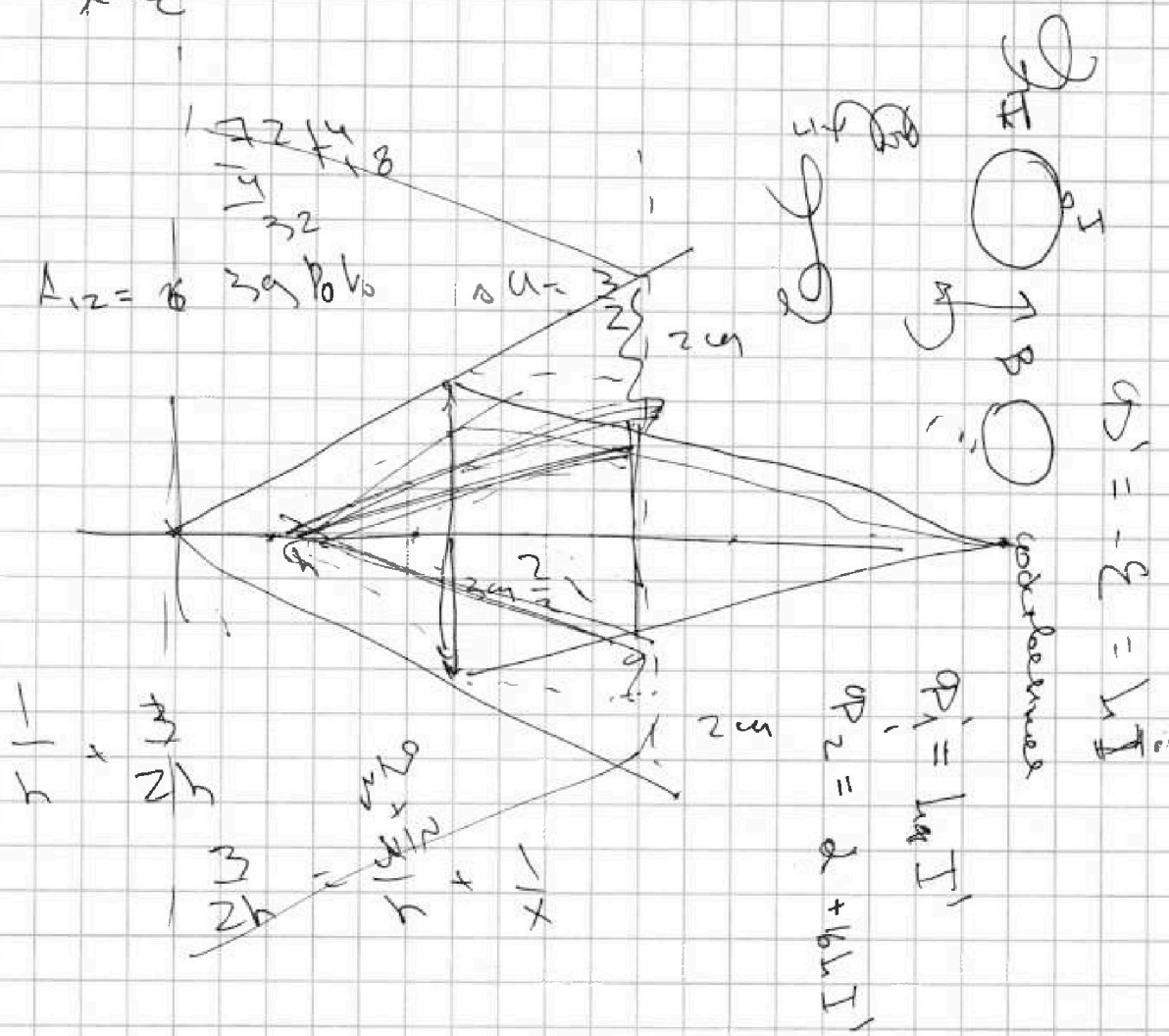
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

v2

1) Поле внутри полости от точечного заряда $E_{св} = \frac{kQ}{r^2}$ → поле в диэлектрике

$E_{в} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$ → при $r > \frac{5}{6} R$



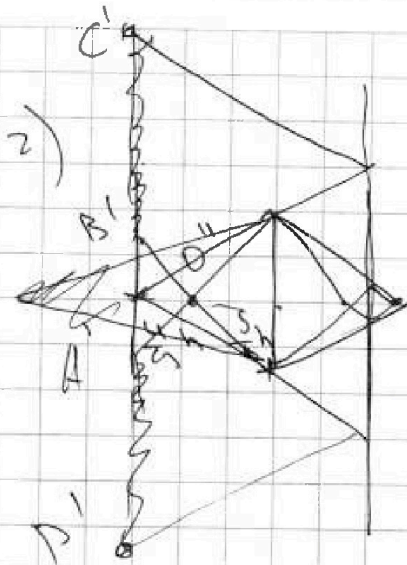


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



25
После отражения
в зеркале и получим
минимум источника
на расстоянии h
от зеркала и $\frac{h}{2} + \frac{h}{3} = \frac{5h}{6}$
от линзы.

Снова запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{v} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{3} - \frac{6}{5h} = \frac{2h}{15} - \frac{6}{5h}$$

$\Rightarrow h = \frac{5}{9}h$. Во второй раз, линза
обернется в точку O'' на расстоянии
 $\frac{5}{9}h$ от линзы $\Rightarrow A'B'$ из положения

$\frac{8}{5}h$. $C'D'$ из положения в 2 раз

больше $CD \Rightarrow C'D' = \frac{20}{3}h$.

$$\Rightarrow r = \frac{(C'D')^2}{4} \pi - \frac{(A'B')^2}{4} \pi = \frac{20^2 \cdot 25 \pi}{9 \cdot 4} - 64 \pi$$

$$= \frac{100 \cdot 25 - 64 \cdot 9}{4} \pi = 2436 \pi$$



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 _

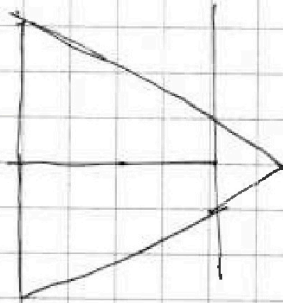
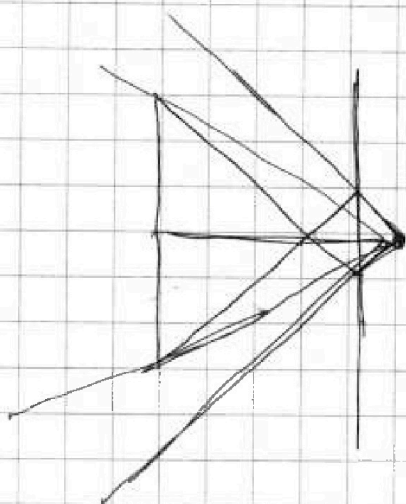
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$h = \frac{2}{3}h - \frac{5}{9}h$$

$$\left(\frac{8}{3} \cdot 9\right)^2 \pi - \left(\frac{5}{3}\right)^2 \pi$$

~~24~~
$$\frac{25^2}{9} - \frac{25}{9}$$

$$\frac{24 \cdot 25}{9}$$



$$\frac{121}{16} = 7.5625$$

$h = 4$
 $h = 4$
 $h = 4$
 $h = 4$

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.

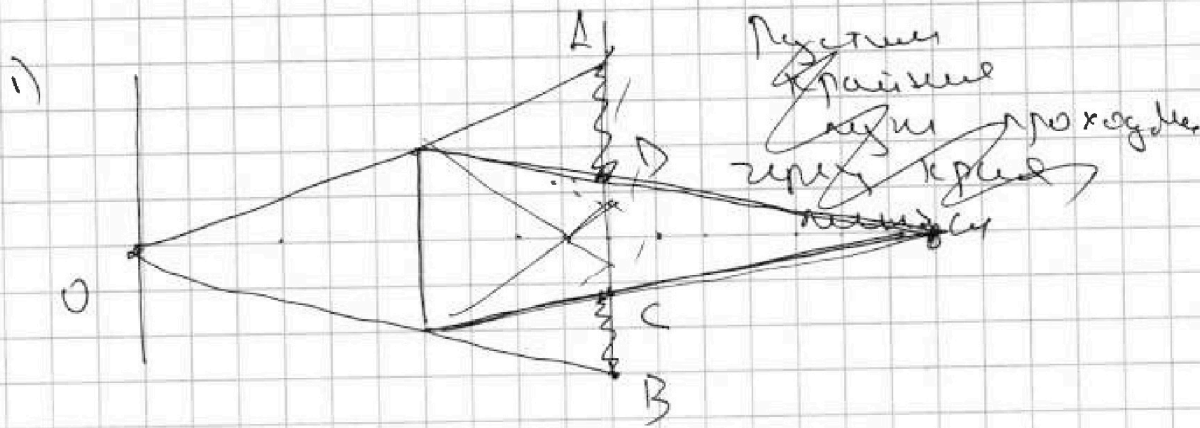


1 2 3 4 5 6 7

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!

15



Пусть O - источник. Тогда по формуле тонкой линзы.

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

$$\frac{1}{2} = \frac{2}{h} \Rightarrow$$

$$\frac{2}{h} + 1 = \frac{5}{h}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 6 \times \\ \cdot 9 \\ \hline 2500 \\ 64 \\ \hline 2436 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \cdot 3 \\ \hline 64 \\ 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \cdot 40 \\ \hline \end{array}$$



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!

$$\begin{array}{r} 169 \\ - 12 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ - 12 \\ \hline 338 \\ + 1600 \\ \hline 1938 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 28 \\ \hline 600 \\ 2400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3000 \\ - 1938 \\ \hline 2062 \end{array}$$

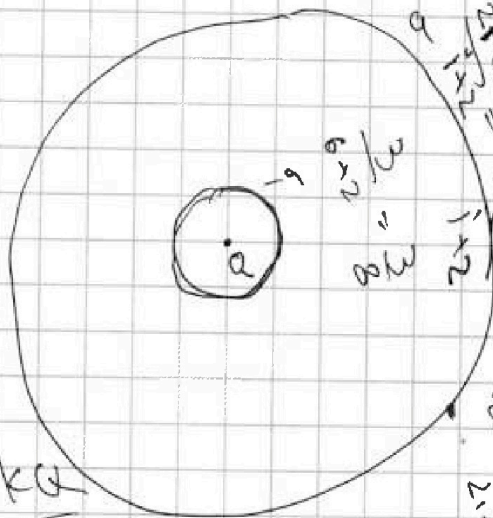
$$\begin{array}{r} 2062 \\ - 3 \\ \hline 2059 \\ - 65 \\ \hline 1994 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ 169 \\ - 25 \\ \hline 845 \\ 338 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4225 \\ 59 \\ - 25 \\ \hline 245 \\ 98 \\ \hline 1225 \end{array}$$

$$\frac{kQ}{R^2} - \frac{kq}{R^2} = \frac{kQ}{R^2 \epsilon}$$

$$Q - q = \frac{Q}{\epsilon}$$



Handwritten notes and calculations on the right side of the page, including:

- $\sqrt{x} = \frac{R_0 - R_0}{R_0}$
- $\frac{d}{dx} \sqrt{x} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{\sqrt{x}} = -\frac{1}{2x^{3/2}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x} = -\frac{1}{x^2}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^2} = -\frac{2}{x^3}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^3} = -\frac{3}{x^4}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^4} = -\frac{4}{x^5}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^5} = -\frac{5}{x^6}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^6} = -\frac{6}{x^7}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^7} = -\frac{7}{x^8}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^8} = -\frac{8}{x^9}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^9} = -\frac{9}{x^{10}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{10}} = -\frac{10}{x^{11}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{11}} = -\frac{11}{x^{12}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{12}} = -\frac{12}{x^{13}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{13}} = -\frac{13}{x^{14}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{14}} = -\frac{14}{x^{15}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{15}} = -\frac{15}{x^{16}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{16}} = -\frac{16}{x^{17}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{17}} = -\frac{17}{x^{18}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{18}} = -\frac{18}{x^{19}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{19}} = -\frac{19}{x^{20}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{20}} = -\frac{20}{x^{21}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{21}} = -\frac{21}{x^{22}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{22}} = -\frac{22}{x^{23}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{23}} = -\frac{23}{x^{24}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{24}} = -\frac{24}{x^{25}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{25}} = -\frac{25}{x^{26}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{26}} = -\frac{26}{x^{27}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{27}} = -\frac{27}{x^{28}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{28}} = -\frac{28}{x^{29}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{29}} = -\frac{29}{x^{30}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{30}} = -\frac{30}{x^{31}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{31}} = -\frac{31}{x^{32}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{32}} = -\frac{32}{x^{33}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{33}} = -\frac{33}{x^{34}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{34}} = -\frac{34}{x^{35}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{35}} = -\frac{35}{x^{36}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{36}} = -\frac{36}{x^{37}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{37}} = -\frac{37}{x^{38}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{38}} = -\frac{38}{x^{39}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{39}} = -\frac{39}{x^{40}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{40}} = -\frac{40}{x^{41}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{41}} = -\frac{41}{x^{42}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{42}} = -\frac{42}{x^{43}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{43}} = -\frac{43}{x^{44}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{44}} = -\frac{44}{x^{45}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{45}} = -\frac{45}{x^{46}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{46}} = -\frac{46}{x^{47}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{47}} = -\frac{47}{x^{48}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{48}} = -\frac{48}{x^{49}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{49}} = -\frac{49}{x^{50}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{50}} = -\frac{50}{x^{51}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{51}} = -\frac{51}{x^{52}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{52}} = -\frac{52}{x^{53}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{53}} = -\frac{53}{x^{54}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{54}} = -\frac{54}{x^{55}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{55}} = -\frac{55}{x^{56}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{56}} = -\frac{56}{x^{57}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{57}} = -\frac{57}{x^{58}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{58}} = -\frac{58}{x^{59}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{59}} = -\frac{59}{x^{60}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{60}} = -\frac{60}{x^{61}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{61}} = -\frac{61}{x^{62}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{62}} = -\frac{62}{x^{63}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{63}} = -\frac{63}{x^{64}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{64}} = -\frac{64}{x^{65}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{65}} = -\frac{65}{x^{66}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{66}} = -\frac{66}{x^{67}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{67}} = -\frac{67}{x^{68}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{68}} = -\frac{68}{x^{69}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{69}} = -\frac{69}{x^{70}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{70}} = -\frac{70}{x^{71}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{71}} = -\frac{71}{x^{72}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{72}} = -\frac{72}{x^{73}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{73}} = -\frac{73}{x^{74}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{74}} = -\frac{74}{x^{75}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{75}} = -\frac{75}{x^{76}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{76}} = -\frac{76}{x^{77}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{77}} = -\frac{77}{x^{78}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{78}} = -\frac{78}{x^{79}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{79}} = -\frac{79}{x^{80}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{80}} = -\frac{80}{x^{81}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{81}} = -\frac{81}{x^{82}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{82}} = -\frac{82}{x^{83}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{83}} = -\frac{83}{x^{84}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{84}} = -\frac{84}{x^{85}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{85}} = -\frac{85}{x^{86}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{86}} = -\frac{86}{x^{87}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{87}} = -\frac{87}{x^{88}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{88}} = -\frac{88}{x^{89}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{89}} = -\frac{89}{x^{90}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{90}} = -\frac{90}{x^{91}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{91}} = -\frac{91}{x^{92}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{92}} = -\frac{92}{x^{93}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{93}} = -\frac{93}{x^{94}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{94}} = -\frac{94}{x^{95}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{95}} = -\frac{95}{x^{96}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{96}} = -\frac{96}{x^{97}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{97}} = -\frac{97}{x^{98}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{98}} = -\frac{98}{x^{99}}$
- $\frac{d}{dx} \frac{1}{x^{99}} = -\frac{99}{x^{100}}$



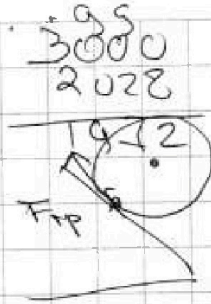
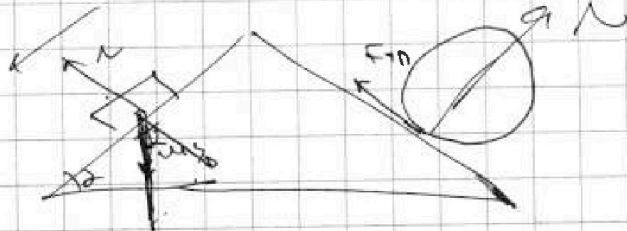
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\begin{array}{r} 11 \\ \cdot 169 \\ \cdot 12 \\ \hline 338 \\ \cdot 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$



$$N = \frac{4mg}{5} \quad F_{tr} =$$

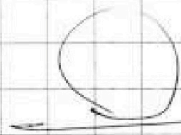
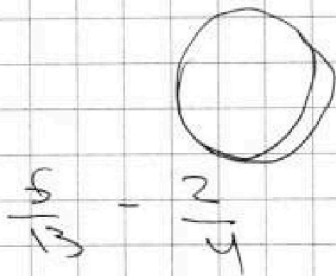
$$ma = \frac{3mg}{5} - F_{tr} = 0$$

$$F_{tr} = \frac{3}{5} mg - mg \frac{6}{13}$$

$$F_{tr} = \frac{5}{13} mg - \frac{2mg}{4}$$

$$MR^2 \frac{a}{R} = \frac{12 \cdot 2PS}{13 + 2PS}$$

$$Ma = F_{tr}$$



$$\frac{2.5}{13} - \frac{2}{4} = \frac{1028}{4}$$

$$\frac{12}{25} mg - \frac{2.60}{132}$$

$$\frac{40}{512} - \frac{26}{512} = \frac{14}{52} = \frac{7}{26}$$

$$\frac{12}{28} - \frac{120}{109}$$

$$169 \cdot 25$$

$$\begin{array}{r} 395 \\ 2028 \\ \hline 1912 \\ \cdot 169 \\ \cdot 12 \\ \hline 338 \\ \cdot 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \cdot 12 \\ \hline 338 \\ \cdot 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$



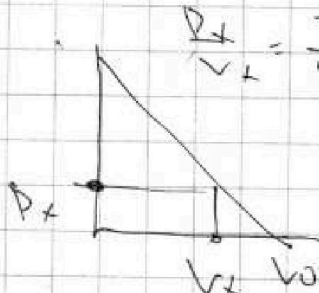
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3P_0}{10V_0} \rightarrow \frac{P_x}{P_0} = \frac{3}{10} \frac{V_x}{V_0}$$



$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{P_A}{V_A} \quad \frac{V_x}{V_A} = \frac{P_0 - P_x}{P_A}$$

$$\frac{V_x}{V_0} = 1 - \frac{P_x}{P_A}$$

$$\frac{3}{5} \frac{P_x}{P_A} = 1 - \frac{P_x}{P_A} \Rightarrow 1 = \frac{8}{5} \frac{P_x}{P_A}$$

$$\frac{P_x}{P_A} = \frac{5}{8}$$

$\frac{60}{28}$

32

$$\frac{8}{5} \frac{P_x}{P_A} = 1$$

$$\frac{P_x}{P_0} = \frac{3}{10} \frac{V_x}{V_0}$$

$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{P_A}{V_A}$$

$$\frac{P_x}{P_A} = \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{V_x}{V_A} = 1 - \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{8}{5} \frac{V_x}{V_A} = 1$$

$$\frac{V_x}{V_A} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{P_A}{V_A} \Rightarrow \frac{P_x}{P_A} = \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{V_x}{V_A} = 1 - \frac{P_x}{P_A} \Rightarrow \frac{V_x}{V_A} = 1 - \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\Delta A_{u1} = -7P_0 \cdot 2V_0 = -14P_0V_0$$

$$\Delta M_{u1} = \frac{3}{2}(64 - 60)$$

1.0-60
 2.0-60
 3.0-60
 4.0-60
 5.0-60
 6.0-60
 7.0-60
 8.0-60
 9.0-60
 10.0-60
 11.0-60
 12.0-60
 13.0-60
 14.0-60
 15.0-60
 16.0-60
 17.0-60
 18.0-60
 19.0-60
 20.0-60
 21.0-60
 22.0-60
 23.0-60
 24.0-60
 25.0-60
 26.0-60
 27.0-60
 28.0-60
 29.0-60
 30.0-60
 31.0-60
 32.0-60
 33.0-60
 34.0-60
 35.0-60
 36.0-60
 37.0-60
 38.0-60
 39.0-60
 40.0-60
 41.0-60
 42.0-60
 43.0-60
 44.0-60
 45.0-60
 46.0-60
 47.0-60
 48.0-60
 49.0-60
 50.0-60
 51.0-60
 52.0-60
 53.0-60
 54.0-60
 55.0-60
 56.0-60
 57.0-60
 58.0-60
 59.0-60
 60.0-60
 61.0-60
 62.0-60
 63.0-60
 64.0-60
 65.0-60
 66.0-60
 67.0-60
 68.0-60
 69.0-60
 70.0-60
 71.0-60
 72.0-60
 73.0-60
 74.0-60
 75.0-60
 76.0-60
 77.0-60
 78.0-60
 79.0-60
 80.0-60
 81.0-60
 82.0-60
 83.0-60
 84.0-60
 85.0-60
 86.0-60
 87.0-60
 88.0-60
 89.0-60
 90.0-60
 91.0-60
 92.0-60
 93.0-60
 94.0-60
 95.0-60
 96.0-60
 97.0-60
 98.0-60
 99.0-60
 100.0-60