



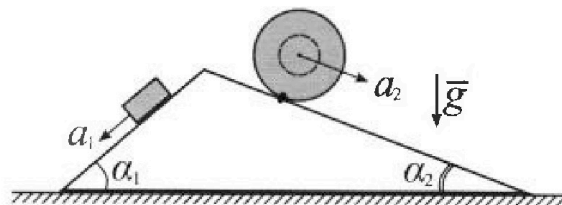
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



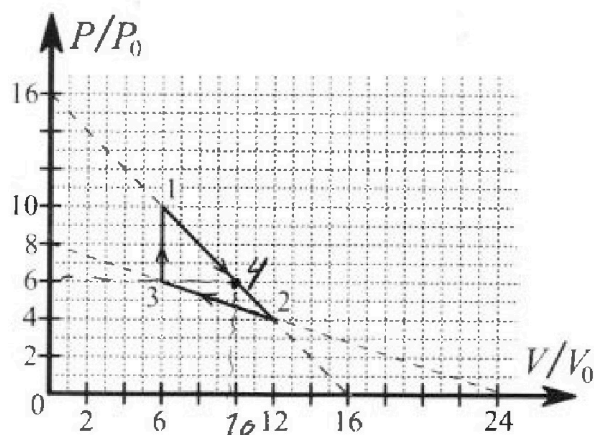
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

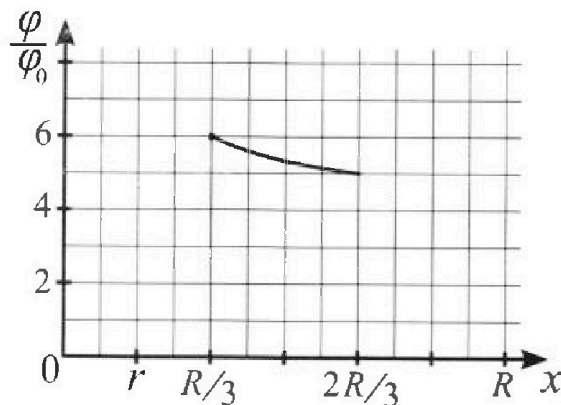
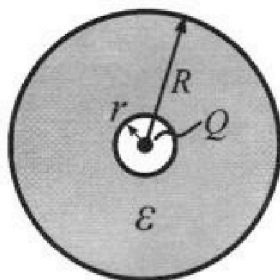


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





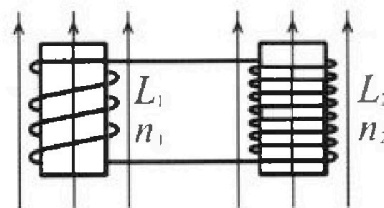
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

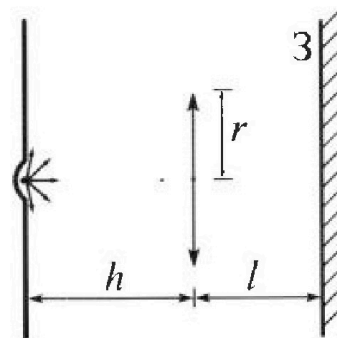


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



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

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



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

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

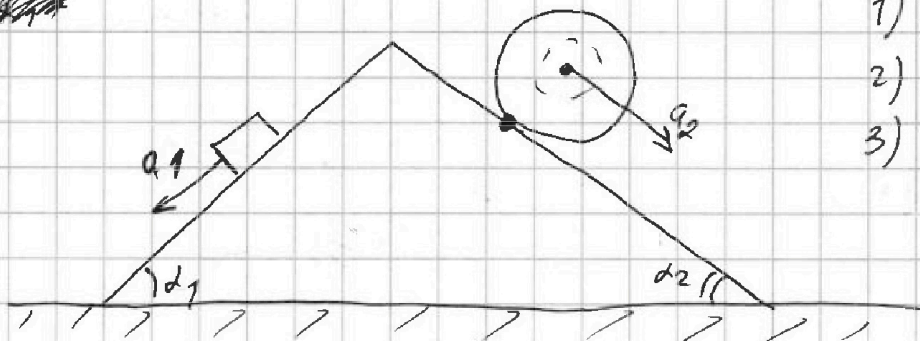


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
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!

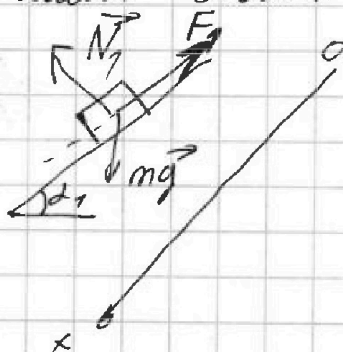


- 1) F_1 - ?
- 2) F_2 - ?
- 3) F_3 - ?

$$a_1 = \frac{5g}{17} \quad \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \sin \alpha_2 = \frac{3}{17}$$

$$a_2 = \frac{8g}{27} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

- 1) Клин неподвижен $\Rightarrow$ нету сил изгиба
различных сил действующих на клин.



23H вдоль оси OX

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

$$F_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{5g}{17} m =$$

$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left(\frac{51-25}{85} \right) =$$

$$= \frac{26}{85} mg$$

- 2) В отличие от бруса. Шар ускорится
от силы трения поезда, т.к. нижняя
точка неподвижна.

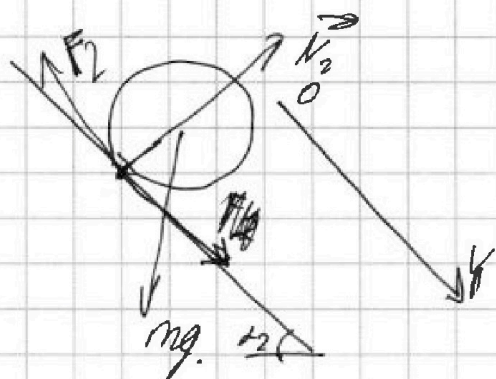


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~23. Для шар.~~
~~на ось OY~~
 ~~$F_2 \sin \alpha_2 = mg \sin \alpha_2$~~
 ~~$F_2 = mg \sin \alpha_2$~~
 ~~$F_2 = \frac{8}{17} mg$~~

Движение шара считаем из составляющих
(mg) и вертикального (F_2)

$$a_{\text{ном.}} = g \cdot \sin \alpha_2$$

$$a_{\text{ном.}} = \frac{8}{17} g \cdot \frac{9}{4} = \frac{18}{17} g$$

Момент инерции шара равен $I_{\text{ш}} = \frac{3}{5} m R^2$

$$a_{\text{вр.}} \cdot \frac{3}{5} m R = F_2 R$$

R - радиус шара.

$$a_{\text{вр.}} = \frac{5 F_2}{3 m}$$

$$a_2 = a_{\text{вр.}} + a_{\text{ном.}} = \frac{3 F_2}{5 m} + \frac{18}{17} g = \frac{8}{27} g$$

F_2 - ищем

$$\frac{3 F_2}{5 m} = \frac{8 (17 - 27)}{17 \cdot 27} g$$

$$\frac{3 F_2}{5 m} = \frac{80}{17 \cdot 27} g$$

$$F_2 = \frac{80 \cdot 5}{3 \cdot 17 \cdot 27} mg$$

~~мг (м шару)~~
~~вертикально~~



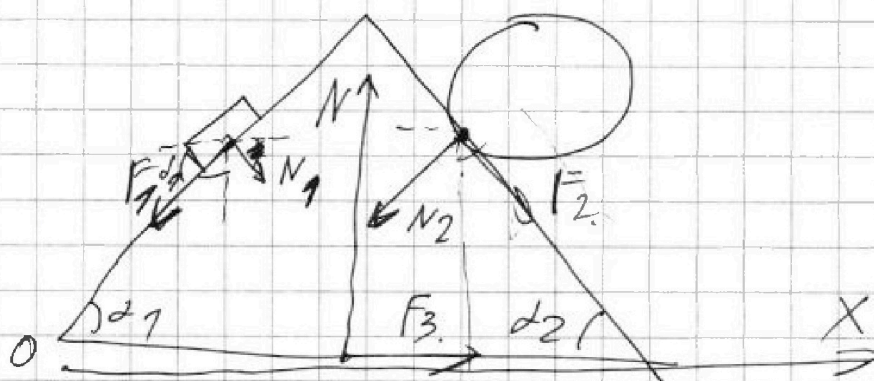
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
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!

3)



Запишем условия равновесия на кш.

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{15}{14} mg \cdot \frac{9}{4} = \frac{135}{68} mg$$

$$F_1 = \frac{26}{85} mg$$

$$F_2 =$$

Как и ранее, найдем проекции на ось X.

$$N_{1x} = N_1 \cdot \sin \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{25} mg$$

$$N_{2x} = N_2 \cdot \sin \alpha_2 = \frac{135}{68} \cdot \frac{8}{14} mg = \frac{135 \cdot 2}{14^2} = \frac{270}{14^2} mg$$

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

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = \dots$$

Результат F_3 направлен влево сила 23 Н.

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

Округлим: $F_1 = \frac{26}{85} mg$, F_2 , F_3 по определению.



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



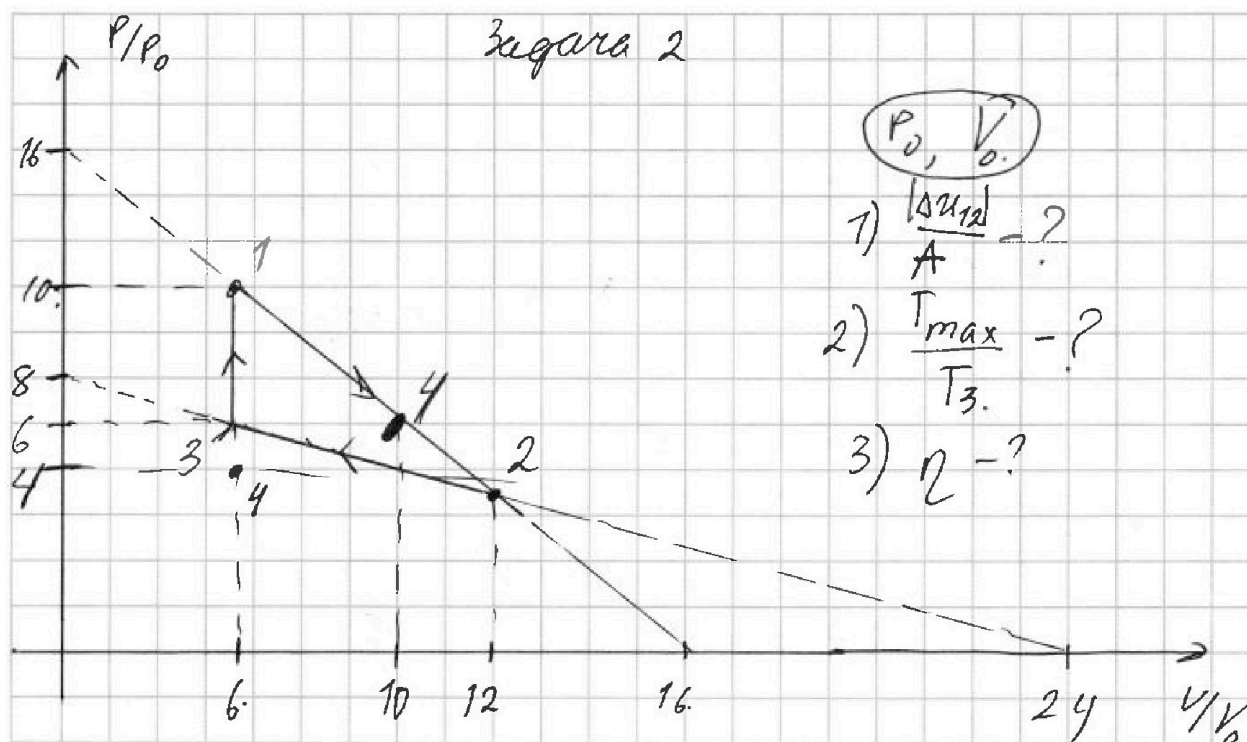
7



СТРАНИЦА

1 из 4

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) Применим закон Менделеева-Клапейрона для точки 1 для точки 2.

$$60 P_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$48 P_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$\text{Тогда } T_1 = \frac{60 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{48 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{6}{2} P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} \nu R = 18 P_0 V_0$$

Работа газа 1 циклу равно площади под графиком процесса $P(V)$

Отметим точку 4, так как ΔT_{14} применим.

$$\text{Тогда } A = S_{123} = S_{142} - S_{342} = 6 P_0 \cdot 6 V_0 \cdot \frac{1}{2} - 2 P_0 \cdot 6 P_0 \cdot \frac{1}{2} = 18 P_0 V_0 - 6 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0.$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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!

Тогда $\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \left(\frac{3}{2}\right)$

2) Температура в состоянии 3
по закону Менделеева-Клапейрона

$$T_3 = \frac{36 P_0 V_0}{\nu R}$$

Известно, процесс 1-2 имеет вид:

$$\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$$

при $T = T_{\max}$ производная $dT = 0$

тогда $\delta Q = \delta A$

Температура из закона Менделеева-Клапейрона

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

Берем производную и приравняем к 0

$$T'_V = \frac{1}{\nu R} \left(16 P_0 - \frac{2V P_0}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow V = 8 V_0 - \text{эта точка}$$

на графике есть и она удов. условию

при $V = 8 V_0$, $P = 8 P_0$, Тогда $T_{\max} = \frac{64 P_0 V_0}{\nu R}$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{3 \cdot 18} = \frac{32}{9} = \left(\frac{16}{9}\right)$$



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.



СТРАНИЦА
3 из 4

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) Чтобы найти КПД цикла необходимо найти переданную теплоту.

В процессе 1-2 теплоемкость постоянна, поэтому необходимо найти теплоту из которой переданная теплота.

$$\delta Q = 0$$

2 начало терм. в изр. вып.

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$\delta A = -dU$$

$$PdV = -\frac{3}{2}VdP$$

применяя закон Менделеева-Клапейрона.

$$PdV + VdP = dPdT$$

$$PdV + VdP = -\frac{2}{3}PdV$$

$$\frac{5}{3}PdV + VdP = 0$$

подставим полученные ранее уравнения.

$$\frac{P}{P_0} = 1 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow P = 16P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$$

$$\frac{5}{3} \left(16P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV + V \left(-\frac{P_0}{V_0} dV \right) = 0$$

$$\frac{5}{3} \left(16 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{80}{3} = \frac{8}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$V = 10V_0$$

$$P = 6P_0$$



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

4 из 4

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!

До этой точки теплота передается
на ~~из~~ изохоре с 4

$$Q_{14} = A_{14} + \Delta U_{14} = 4V_0 \cdot \frac{10P_0}{2} + \frac{3}{2}(60P_0V_0 - 60P_0V_0) =$$

↑
плотность
по
энтальпии.

$$= 32P_0V_0$$

Также найдем переданную теплоту
в процессе (1-3) Процесс изохорный,
потому.

$$Q_{13} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2}(60P_0V_0 - 36P_0V_0) = 36P_0V_0$$

В процессе 2-3 теплота отводится.

$$\text{Тогда } Q_{\uparrow} = Q_{14} + Q_{13} = 68P_0V_0$$

$$A = 12P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\uparrow}} = \frac{12}{68} = \left(\frac{3}{17}\right)$$

Ответ: $\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{3}{2}$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{16}{9}$$

$$\eta = \frac{3}{17}$$



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

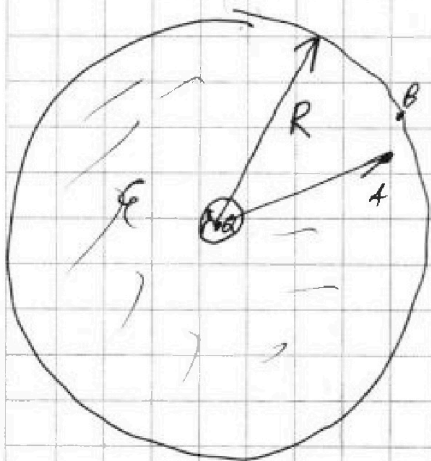


СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 3.

~~Задача 3.~~



1) По определению связь разности потенциалов и поля равно. $\Delta\varphi = - \int_{R_1}^{R_2} E dr$

Тогда мы можем записать разности потенциалов между какой-либо точкой и бесконечностью и получить сам потенциал,

$$\varphi_A = \Delta\varphi_{AB} + \Delta\varphi_{B\infty} = - \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}} E_1 dr - \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}} E_2 dr$$

Внутри диэлектрика поле описывается E раз и становится $E_1 = \frac{KQ}{\epsilon r^2}$

$$E_2 = \frac{KQ}{r^2}$$

$$\varphi_A = - \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}} \frac{KQ}{\epsilon r^2} dr - \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}} \frac{KQ}{r^2} dr = \frac{KQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{r} \Big|_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}} + \frac{KQ}{r} \cdot \frac{1}{r} \Big|_{\frac{\pi R}{2}}^{\frac{\pi R}{2}}$$



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!

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

2) Аналогично для второго пункта найдём потенциал в точке на расстоянии $R/3$

и $2R/3$. Используем их φ и E соответственно

$$\varphi_D = - \int_R^{R/3} \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{r^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{r} \Big|_R^{R/3} + \frac{kQ}{r} \Big|_{\infty}^R =$$

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

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

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

Из графика. $\varphi_D = 6\varphi_0$

$$\varphi_E = 5\varphi_0$$

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

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

Делим одно на другое.

$$\frac{\frac{2}{\epsilon} + 1}{\frac{1}{2\epsilon} + 1} = \frac{6}{5} \Rightarrow \frac{10}{\epsilon} + 5 = 6 + \frac{3}{\epsilon} \quad \frac{7}{\epsilon} = 1 \Rightarrow \epsilon = 7$$

$$\text{Ответ: } \varphi_A = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{11\epsilon} + 1 \right); \epsilon = 7$$

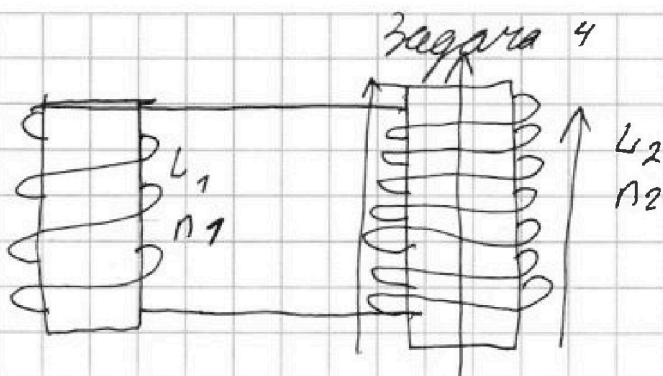


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 2

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



$$\begin{aligned}L_1 &= L \\L_2 &= \frac{9L}{4} \\N_1 &= N \\N_2 &= \frac{3N}{2}\end{aligned}$$

(5)

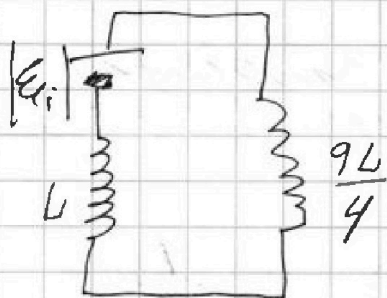
(2) I - ?

$$1) \dot{I} - ? \quad \frac{dB}{dt} = -d(\omega)$$

1) Когда в первой катушке начнем уменьшать магн. возмущение ЭДС индукции, ток которой будет стремиться вернуть внешнее магнитное поле.

$$|E_i| = \frac{d\Phi}{dt} = nS \frac{dB}{dt} = 2nS$$

Направление можно определить по правилу правой руки. Запишем экв. цепи.



2 Правило Кирхгофа.

$$L \frac{dI}{dt} + \frac{9L}{4} \frac{dI}{dt} = |E_i|$$

$$L \dot{I} + \frac{9L}{4} \dot{I} = 2nS$$

$$\dot{I} L \left(\frac{13}{4} \right) = 2nS$$

$$\dot{I} = \frac{4 \cdot 2nS}{13L}$$



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) Пусть сначала индукция внешнего поля
менялась у первой катушки, в ней возникла
ЭДС, которая ~~равна~~ равна $\mathcal{E}_1 = n \frac{dB}{dt}$,
также ЭДС индукции можно представить,
как $\mathcal{E}_1 = L \frac{dI}{dt}$

Приравняем.

$$L \frac{dI}{dt} = n S \frac{dB}{dt}$$

интегрируем.

$$L \int_0^I dI = n S \int_0^{B_0/4} dB$$

$$L I_1 = n S \cdot \frac{1}{4} B_0 \Rightarrow I_1 = \frac{n S B_0}{4L} \text{ (по часовой стрелке)}$$

3) Аналогично для второй катушки.

(Вращение по часовой стрелке)

$$-\frac{9}{4} L \frac{dI}{dt} = -\frac{3}{2} n S \frac{dB}{dt}$$

$$-\frac{9}{4} L \int_{I_1}^I dI = -\frac{3}{2} n S \int_{4B_0}^{8B_0/3} dB \Rightarrow \frac{9}{4} L (-I + I_1) = -\frac{3}{2} n S \cdot \frac{4}{3} B_0$$

$$\frac{9}{4} L (-I + I_1) = -2 n S B_0$$

$$I = I_1 - \frac{8 n S B_0}{9 L} = \frac{n S B_0}{L} \left(-\frac{23}{36} \right)$$

$$|I| = \frac{23}{36} \frac{n S B_0}{L} \text{ (против часовой стрелки)}$$

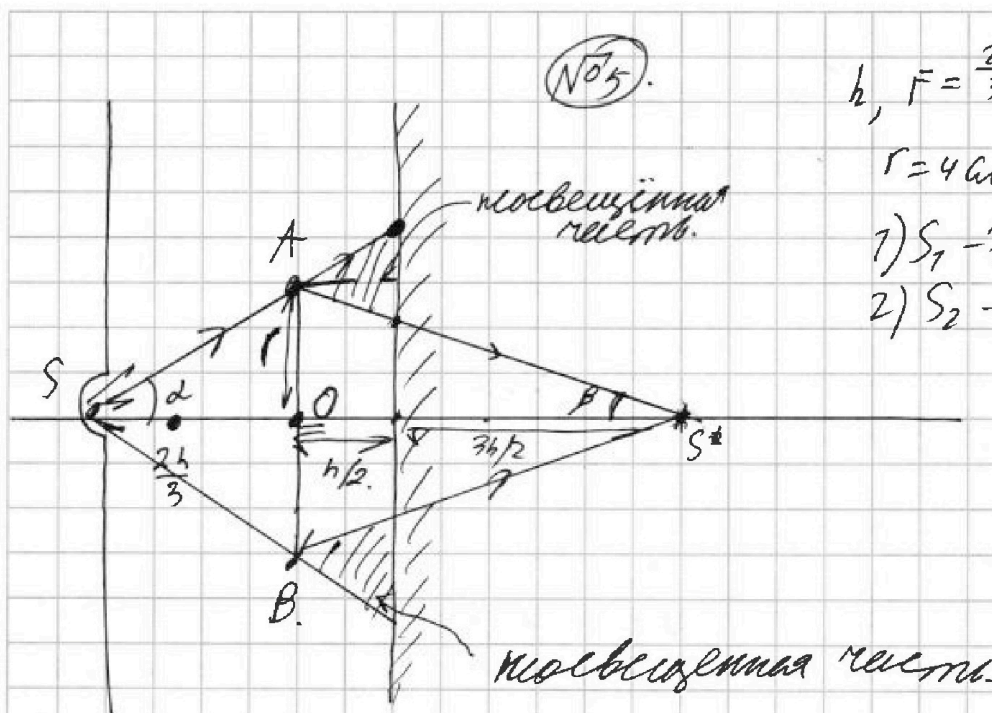
Ответ: $|I| = \frac{4 n S}{13 L} \quad |I| = \frac{23 n S B_0}{36 L}$



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!



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

$$r = 4 \text{ см}$$

$$1) S_1 - ?$$

$$2) S_2 - ?$$

1) Проведем две крайние ситуации #
1 - это когда луч идет по краю линзы
и не преломляется и 2 - это когда
луч зацепился за линзу в краю
и преломляется.

Найдем, на каком расстоянии от линзы
находится изображение.

Формула Тонкой линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{S}, \text{ где } S \text{ расстояние от линзы до}$$

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

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

прозрачности по
обороти.



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!

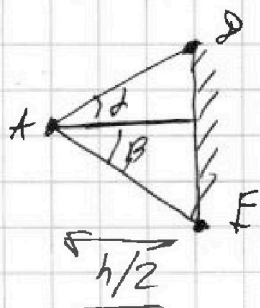
обозначим $\angle ASO = \alpha$.

$\angle AS^*O = \beta$

тогда $\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h}$

$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{2h}$.

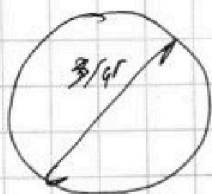
Теперь рассмотрим попарно несвязанные области



Из рисунка видно, что если проведем прямую 1) от точки S до, то угол DAE окажется равным $\alpha + \beta$, тогда

$$DE = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{2} + \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{h}{2} = \frac{h}{2} \left(\frac{r}{h} + \frac{r}{2h} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{3r}{2} \right) = \frac{3}{4}r$$

Тогда у нас имеется окружность радиусом $\frac{3}{4}r$



площадь данной окружности

$$S' = \frac{\pi \cdot \left(\frac{3}{4}r\right)^2}{4} = \pi \cdot \frac{9}{64}r^2 = \frac{9}{64}r^2\pi = \frac{9}{64} \cdot 16\pi \text{ см}^2 = \frac{9}{4}\pi \text{ см}^2$$

но такая окружность несвязна. областей 2, поэтому $S_7 = 2S' = \frac{9}{2}\pi \text{ см}^2$



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.

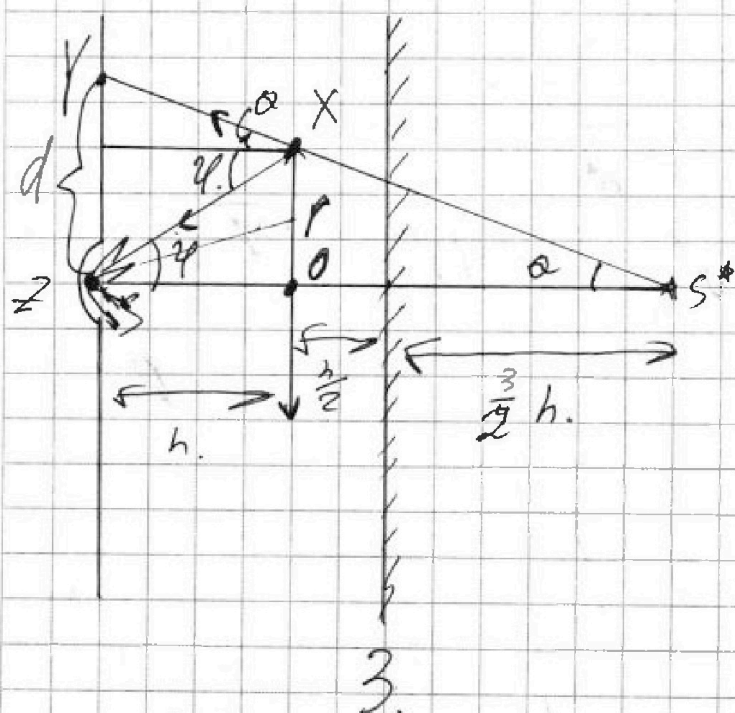
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 5. (Продолжение)

Изображение от линзы даёт предмет
уна зеркала.



(любой луч из S^*
направленный в линзу
попадет в
предмет S)

3.

Заметим, что предмет зеркала S^* попадет
в ту же точку, где был источник $\Rightarrow$
Большее количество изображений не
будет $\Rightarrow$ Только изображение S^* будет
освещать стену.

Тогда несложно увидеть, что XS^*O и S^*YZ

$$\frac{f}{2h} = \frac{d}{3h} \Rightarrow \boxed{d = \frac{3}{2} f}, \text{ Тогда } S_2 = \pi \cdot \frac{9}{4} r^2 = 9\pi r^2$$

Ответ: $\frac{9}{2}\pi \text{ см}^2$; $9\pi \text{ см}^2$



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!

~~Задача 5 не решается.~~

Электрическое изображение системы будет
также освещать ствол и ядро.

Поэтому можно убрать из системы
зеркало и оставить только
изображение.



$-P dV$

$$X = \frac{11P}{92}$$

$$\frac{3}{2} V P dT = P dV$$

$$V dP = \frac{5}{3} V$$

$$\frac{6}{3} \frac{5}{3} \frac{3K}{2R}$$

$$\frac{5}{3} \left(8 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{1}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$40 = 6 \frac{V}{V_0}$$

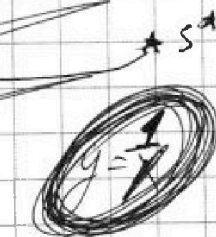
$$V = \frac{20}{3} V_0$$

$$P = 8P_0 - \frac{1}{3} \frac{VP_0}{V_0}$$

$$\frac{5}{3} \left(8P_0 - \frac{VP_0}{V_0} \right) dV + V \left(+ \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV \right) =$$

$$\frac{r}{2h} = \frac{x}{3h}$$

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



$$4 = 12K + 6$$

$$6 = 6K + 6$$

$$2 = -6K$$

$$K = -\frac{1}{3}$$

$$4 = -4 + 6$$

$$6 = 8$$

$$\frac{4}{12} \frac{4}{6}$$

$$\frac{KQ}{P}$$

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

$$P = 8P_0 - \frac{1}{3} \frac{VP_0}{V_0}$$

$$\frac{5}{3} \left(8P_0 - \frac{VP_0}{V_0} \right) dV + V \left(+ \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV \right) =$$

$$\frac{r}{2h} = \frac{x}{3h}$$

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

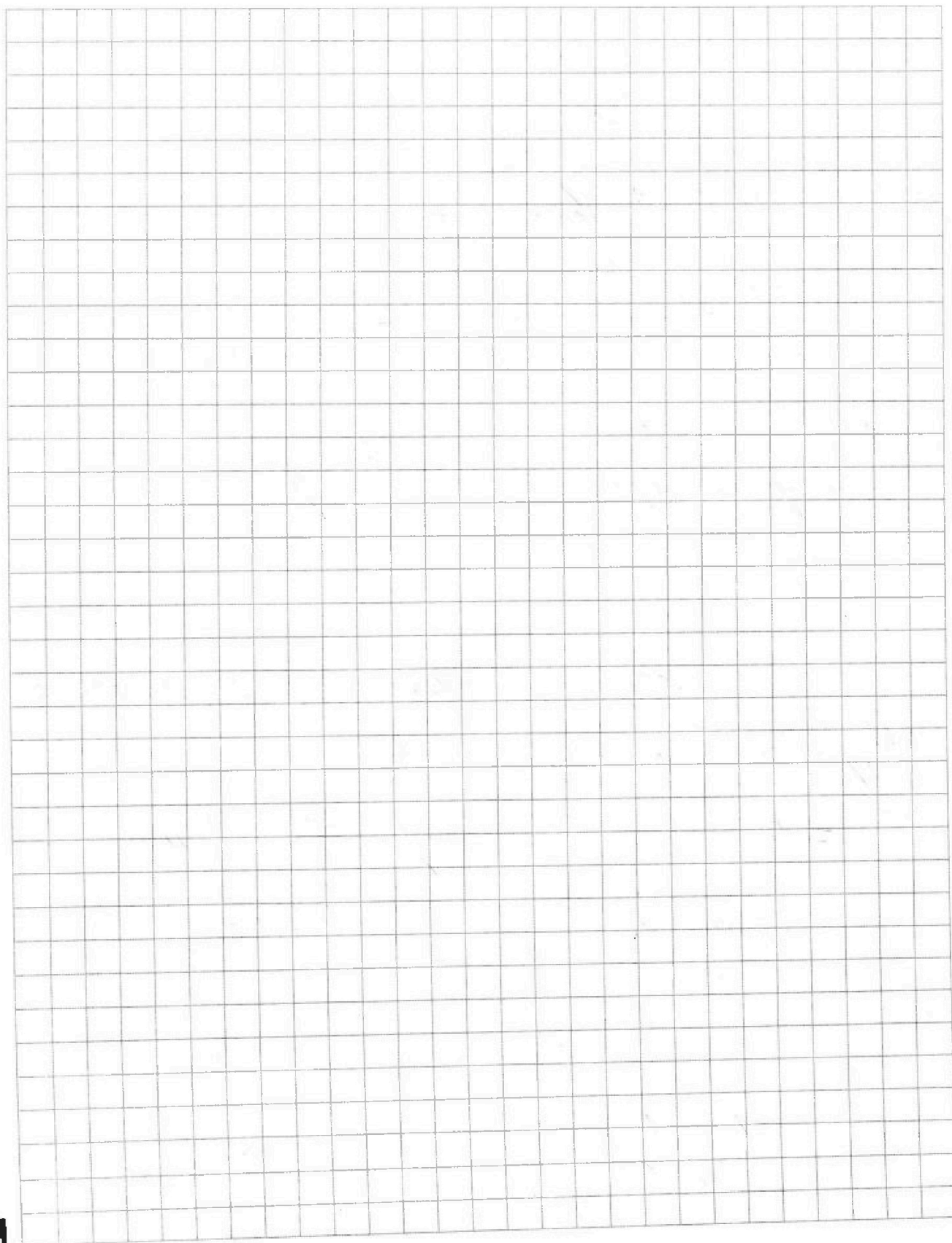


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



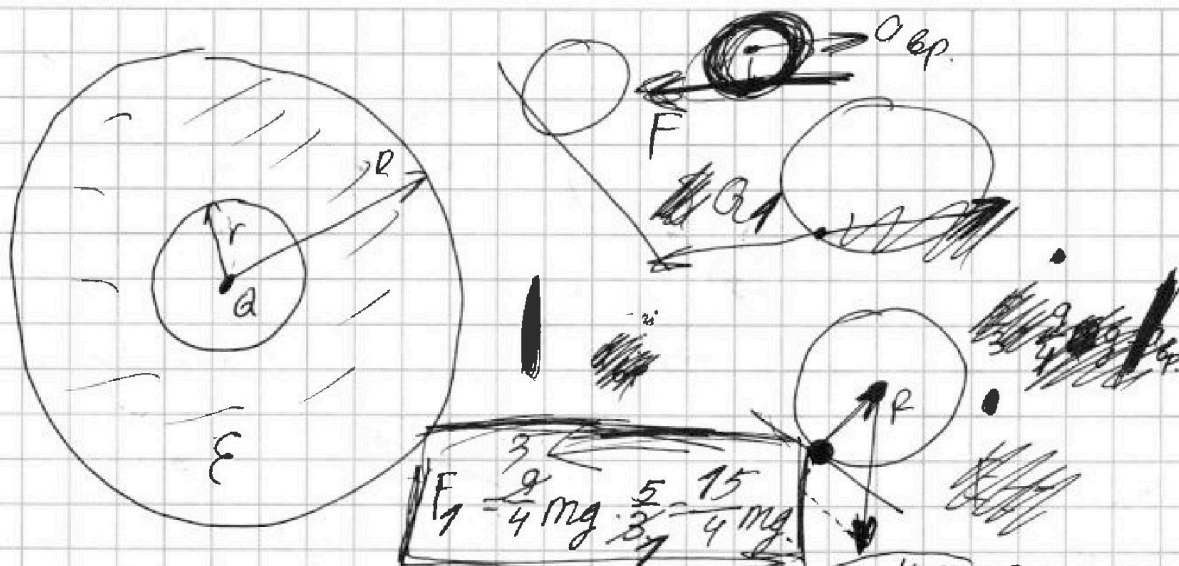


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

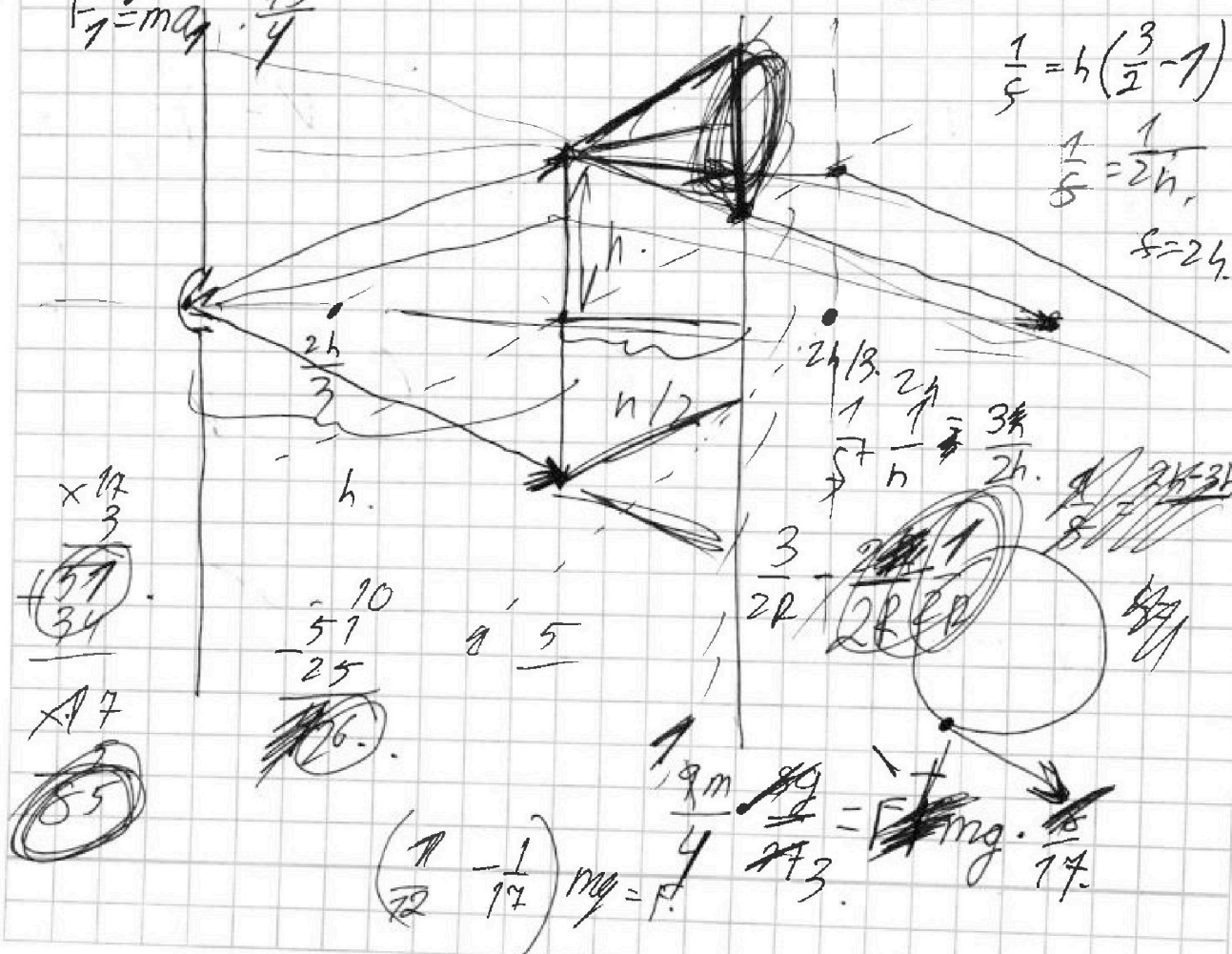
СТРАНИЦА
из

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!



Корректировка в $x=r$ равна. $v = \frac{KQ}{r}$ $\Delta \varphi =$
 $F_1 = m a_1 \cdot \frac{15}{4}$

$$\frac{1}{f} = h \left(\frac{3}{2} - 1 \right)$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2h}$$
$$f = 2h$$





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!

$P = 16P_0 - \frac{V P_0}{V_0}$

$|\mathcal{E}_i| = nS \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$

$T = \frac{PV}{VR}$

$F = \frac{1}{4} \cdot \frac{8^2}{9} g = \frac{32}{9} g$

$F = R = m \cdot a$

$\frac{12-8}{3} = \frac{4}{3}$

$\frac{1}{VR} (16P_0 V - \frac{V^2 P_0}{V_0})$

$\frac{1}{4} - \frac{8}{9} = \frac{9-32}{36} = -\frac{23}{36}$

$dI = 2mR - 2rdr m$

$dI = 2mR^2 - \frac{2r^2}{2} m = mR^2$

$\frac{1}{VR} (16P_0 - \frac{2VP_0}{V_0}) = 0$

$\frac{8}{16P_0} = \frac{2VP_0}{V_0}$

$V = 8V_0$

$\frac{5}{3} PdV + VdP = 0$

$\frac{9-8 \cdot 4}{36}$

$\frac{60}{36} = \frac{5}{3}$

$\frac{64}{24}$

$\frac{50}{3}$

$mg_1 = F$

$9 \cdot 4 = 8 \cdot 4$

36

1



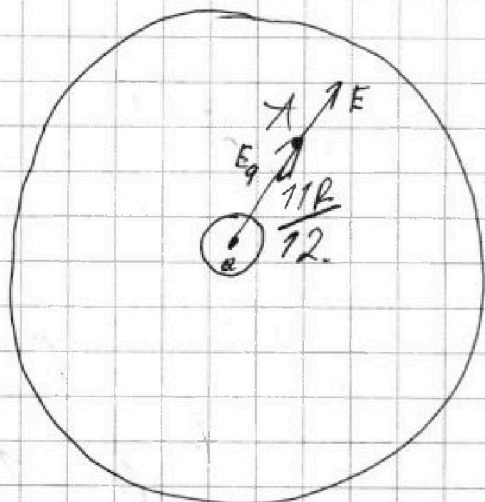
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 3



1) φ - ?

2) E - ?

$$-F_2 X = mg + \frac{m v^2}{2}$$

$$dE = m dv + mg dx +$$

$$+ F_2 dx$$

1) Если бы не было электрического поля в точке A

тогда бы равны $E_Q = \frac{kQ}{R^2} \left(\frac{12}{11} \right)^2$

Но из-за электрического поля

равно $\frac{E_Q}{\epsilon} = \frac{kQ}{R^2} \left(\frac{12}{11} \right)^2$

Зная этот факт найдем потенциальный заряд.

Срнмобск



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!

Handwritten solution for the moment of inertia of a spherical shell with a radial charge density.

Diagram of a spherical shell with radius R and a small element of thickness dr at radius r .

Charge density: $\rho = \frac{Q}{4\pi R^2}$

Mass element: $dm = \rho \cdot 4\pi r^2 dr$

Distance from center to element: r

Distance from element to center of mass (axis): $R - r$

Elementary moment of inertia: $dI = dm \cdot (R - r)^2$

Integration:

$$I = \int_0^R dm \cdot (R - r)^2 = \int_0^R \rho \cdot 4\pi r^2 dr \cdot (R - r)^2$$
$$I = \frac{4\pi \rho}{3} \int_0^R r^2 (R - r)^2 dr$$
$$I = \frac{4\pi \rho}{3} \int_0^R (R^2 r^2 - 2Rr^3 + r^4) dr$$
$$I = \frac{4\pi \rho}{3} \left[R^2 \frac{r^3}{3} - 2R \frac{r^4}{4} + \frac{r^5}{5} \right]_0^R$$
$$I = \frac{4\pi \rho}{3} \left(\frac{R^5}{3} - \frac{R^5}{2} + \frac{R^5}{5} \right)$$
$$I = \frac{4\pi \rho R^5}{3} \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2} + \frac{1}{5} \right)$$
$$I = \frac{4\pi \rho R^5}{3} \left(\frac{2}{15} - \frac{1}{10} \right)$$
$$I = \frac{4\pi \rho R^5}{3} \cdot \frac{1}{10}$$
$$I = \frac{4\pi \rho R^5}{30}$$

Final result:

$$I = \frac{1}{10} \pi R^5 \rho$$

Using $\rho = \frac{Q}{4\pi R^2}$:

$$I = \frac{1}{10} \pi R^5 \cdot \frac{Q}{4\pi R^2} = \frac{1}{40} Q R^3$$

Final answer: $I = \frac{1}{40} Q R^3$



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.

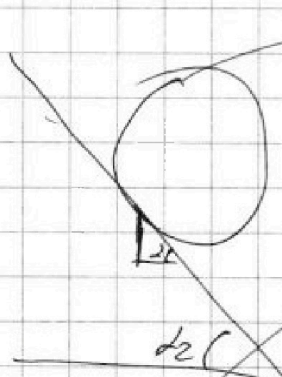
☐☐☐☐☐☐☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

№1

2) Рассмотрим ~~задачу~~ ЗСЭ:



Пусть элемент
продви. dx .

Тогда $\delta E_{\text{тр}} = -F_3 dx$

$$dE_k = m v dv$$

$$dE_n = mg dx \cdot \sin \alpha$$

$$-F_3 dx = m v dv - mg dx \cdot \frac{8}{17}$$

$$-F_3 dx = \frac{m dx}{dt} \cdot dv - mg dx \cdot \frac{8}{17}$$

$$-F_3 = ma$$



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!

