

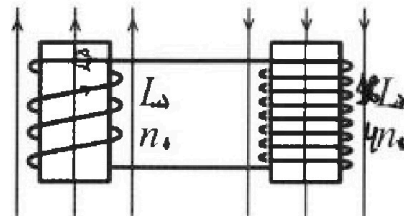
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

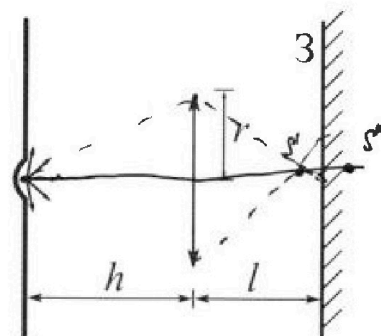


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) начнет 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.



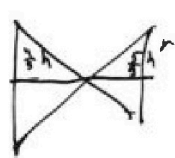

- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

$\frac{3}{h} = \frac{8}{5}$

$3 - 1,2 = 1,8$

$\frac{2}{3} + \frac{1}{6} = \frac{5}{6}$

$$\pi r^2 \left( \frac{11}{8} - \frac{4}{3} \right) \left( \frac{11}{8} + \frac{4}{3} \right) = \pi r^2 \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{15}{8} = 105$$



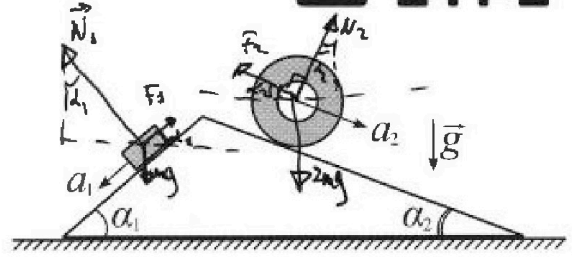
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

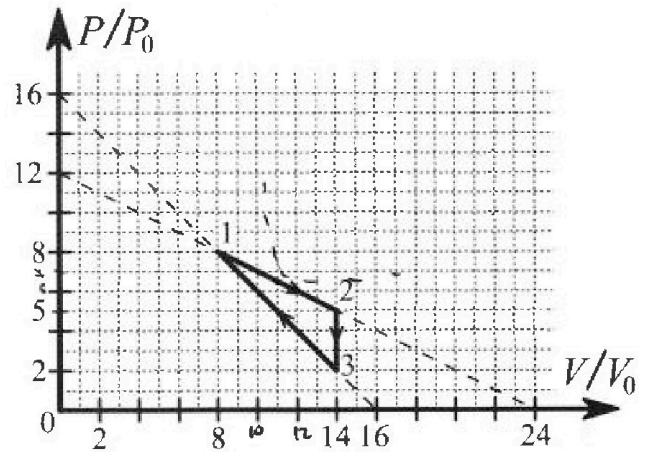


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

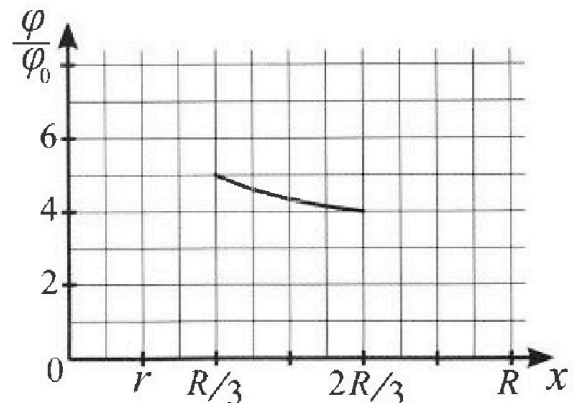
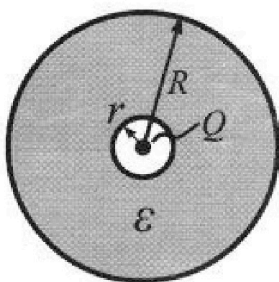
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



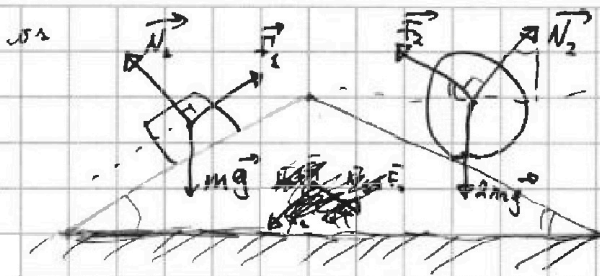


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

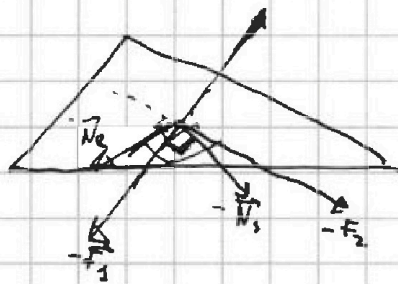


II ЗИ. В проекциях на стороны клина грав.

$$\begin{cases} N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 \\ m a_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 & \text{— спуска} \\ 2m a_2 = 2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 & \text{— спуска} \\ N_2 = 2mg \cdot \cos \alpha_2 \end{cases}$$

$$(N_2 + F_2) \cdot \cos \alpha_2 = (N_1 + F_1) \cdot \cos \alpha_1 \quad \text{— грав клина, т.к. он горизонтал}$$

Силы гравит. на клин, со стороны спуска и спуска.



(во всех)

III ЗИ. реал. соображения, связываем силы на горизонталь.

$$\left( (N_2 \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \cdot \cos \alpha_2) + (-N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_1 \cdot \cos \alpha_1) \right) \cdot f_1 = F_{\text{клин,гор}} \quad (\text{ЗИ III ЗИ})$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{mg \cdot 9}{65}$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2m a_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{20} mg$$

со стороны спуска и спуска

$F_{\text{клин,гор}}$  — проекция сил гравит. на клин на горизонтальную

$$\text{ос. } F_{\text{клин,гор}} = -2mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 + \frac{7}{20} mg \cdot \cos \alpha_2 + mg \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 + \frac{9}{65} mg \cdot \cos \alpha_1$$



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!

52 Координаты точки через  $(V_0; P_0)$ : 1:  $(8V_0; 8P_0)$ , 2:  $(14V_0; 5P_0)$ , 3:  $(14V_0; 2P_0)$   
 $U = \frac{3}{2}PV$  - внутр. энергия газа в точке, где  $p_{вн} = p$ ,  $объем = V$ .

$$U_1 = \frac{3}{2} \cdot 8P_0 \cdot 8V_0; U_2 = \frac{3}{2} \cdot 5P_0 \cdot 14V_0 \quad - \text{энергия газа в (1), (2) состоят}$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \cdot 6P_0 \cdot V_0 = 9P_0 V_0$$

$A_{123}$  - площадь под графиком, т.е. площадь  $\gamma$ -кв, или разность площадей двух трапеций.

$$A_{123} = \frac{1}{2} (8P_0 + 5P_0) (14V_0 - 8V_0) - \frac{1}{2} (8P_0 + 2P_0) (14V_0 - 8V_0) = \\ = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 (13P_0 - 10P_0) = 9P_0 V_0$$

$$1) \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{123}} = \frac{9}{9} = 1$$

(в той точке)

2) Максимальная температура будет там, где изотерма касается графика цикла.

$$P \cdot V = \nu RT \quad (1)$$

~~Объясню, что максимум в (1; 2) - артефакт.~~

Прямая 12:  $P = 12P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V$  (из графика).

$$(2) \rightarrow (1): 12P_0 V_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V_0^2 = \nu RT \quad (3)$$

Темп  $T = const$ , (3) - парабола ветками вниз,  $\Rightarrow V_{max} = \frac{-12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0$

$$\Rightarrow T_{max} = \frac{6P_0 \cdot 12V_0}{\nu R}; T_3 = \frac{2P_0 \cdot 14V_0}{\nu R} \quad (\text{из графика})$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{2 \cdot 14} = \frac{18}{7}$$



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.

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!

3)  $\eta = \frac{A_n}{Q_{затр}}$ ;  $A_n$  - полезная работа ( $A_{123}$ )  
 $Q_{затр}$  - теплота  $> 0$  (какая  $Q_{затр_i} > 0$ ).

Согласно 1 закону термодинамики:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 64p_0 V_0) = -\frac{1}{2} (8p_0 + 5p_0) (6V_0) + Q_{затр_1}$$

$$9p_0 V_0 = -39p_0 V_0 + Q_{затр_1} \Rightarrow Q_{затр_1} = 48p_0 V_0; A_{123} = 0 \Rightarrow Q_{затр_2} < 0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64p_0 V_0 - 28p_0 V_0) = -\frac{1}{2} \cdot 10p_0 \cdot (8V_0 - 14V_0) + Q_{затр_3}$$

$$54p_0 V_0 = 30p_0 V_0 + Q_{затр_3}, \quad Q_{затр_3} = 24p_0 V_0$$

$$Q_{затр} = Q_{затр_1} + Q_{затр_3} = 48p_0 V_0 + 24p_0 V_0 = 72p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{q_{пол}}{Q_{затр}} = \frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5\%$$

Не стоит забывать, что касаясь - то часть процесса 12 и 34  
 243 получает тепло, а касаясь - то отдаёт.

Тогда разделим эти двух проц-ов - касание 12 и 34 адиабатно.

$pV^\gamma = \text{const}$  - ур-ие адиабаты.  $\gamma = \frac{5}{3}$ .

Кг ~~12 касаясь~~  $pV^\gamma$  в точке  $(V_1, p_1)$ .

$p(V) = \dots$  Точка касания - точка макс. темп.

т.е. для прямой 12  $\rightarrow (12V_0; 6p_0)$ . Назовём эту точку 1'.

$$\Delta U_{11'} = -A' + Q_{211'}; \quad \frac{3}{2} (42p_0 V_0 - 54p_0 V_0) = -\frac{1}{2} (8p_0 + 6p_0) (12V_0 - 2V_0) + Q_{211'}$$

$$Q_{211'} = 40p_0 V_0; \quad Q_{12} < 0; \quad Q_{23} < 0$$

Аналогичным образом для прямой 31.

Найдём  $T_{max}$  как в б) достигается в в) с коэф-ми  $(8V_0; 8p_0)$ .

$\Rightarrow$  Весь процесс 31 123 получает тепло.

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64p_0 V_0 - 28p_0 V_0) = -\frac{1}{2} \cdot 10p_0 \cdot (8V_0 - 14V_0) + Q_{31}$$

$$Q_{31} = 24p_0 V_0, \quad Q_{затр} = Q_{211'} + Q_{31} = 64p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9p_0 V_0}{64p_0 V_0} = \frac{9}{64}$$

Ответ: 1) 1 2)  $\frac{18}{2}$  3)  $\frac{9}{64}$ .



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!

53

1) По определению  $\varphi = \frac{A}{q}$ , где  $A$  - работа по переносу заряда,  $q$  - сам заряд.

т.к. электр. поле потенциально, то траектория движения

не влияет на работу. т.к.  $\varphi_{\infty} = 0$ , то заряд перенесем в бесконечность. Выберем радиальную траекторию.

$$\begin{cases} F_1(y) = \frac{kQ \cdot q}{\epsilon \cdot y^2} & (y < R) \\ F_2(y) = \frac{kQq}{\epsilon y^2} & (y > R) \end{cases}, \text{ где } y - \text{расстояние между } Q \text{ и } q.$$

$$A = \int_{\frac{5}{6}R}^R F_1(y) dy + \int_R^{\infty} F_2(y) dy = kQq \left( \frac{-1}{\epsilon y} \Big|_{\frac{5}{6}R}^R + \frac{-1}{y} \Big|_R^{\infty} \right) =$$

$$= kQq \left( \frac{6}{5\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} - 0 + \frac{1}{R} \right) = \frac{kQq}{R} \left( \frac{1}{5\epsilon} + 1 \right) = \frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon} \cdot kQq$$

$$\Rightarrow \varphi_x = \frac{A}{q} = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon}$$

$$2) \varphi(\rho) = kQ \left( \frac{1}{\epsilon \rho} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right), \quad \rho \in (0; R]$$

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

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

из условия:  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{5}{4} \varphi\left(\frac{2}{3}R\right)$

$$\frac{2 + \epsilon}{\epsilon} = \frac{5}{4} \cdot \frac{1 + 2\epsilon}{2\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 1,1$$

Ответ: 1)  $\frac{kQ}{R} \cdot \frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon}$  2) 1,1.

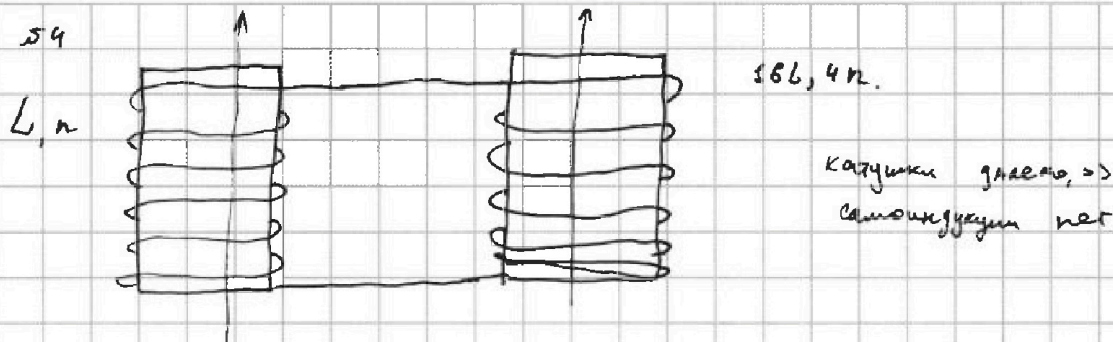
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



1) Согл. закону Фарадея:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Т.к. длина катушки не изменяется само  $\Phi_2$  (тока)

то  $|\mathcal{E}| = \left| - \frac{d\Phi_1}{dt} \right|$ ;  $d\Phi_1 = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{\text{длина катушки}}$

$$|\mathcal{E}| = \Delta B \cdot S \cdot n$$

$$d\Phi_1 = L \cdot dI$$

, где  $dI$  — изменение тока

т.к.  $d\Phi_2 = 0$ , а  $d\Phi_1 = \Delta B \cdot S \cdot n$

$$\Delta B \cdot S \cdot n = L \cdot dI \quad | : dt$$

$$\Delta B \cdot S \cdot n = L \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{L}$$

скорость изменения тока (узнаем)

2) Т.к. согл. правому левизу, ток индукционный в катушке

будет разнонаправленным, то способам ток — модуль их разности.

$$\Phi_1(t) = B_1(t) \cdot S \cdot n$$

- поток  $\Phi$  катушки от Ампера

$$\Phi_2(t) = B_2(t) \cdot S \cdot 4n$$

- поток  $\Phi$  катушки от внешнего

$$I_1(t) = \frac{\Phi_1(t)}{L} = \frac{B_1(t) \cdot S \cdot n}{L} = I_2(t) = \frac{\Phi_2(t)}{4L} = B_2(t) \cdot \frac{S \cdot n}{4}$$

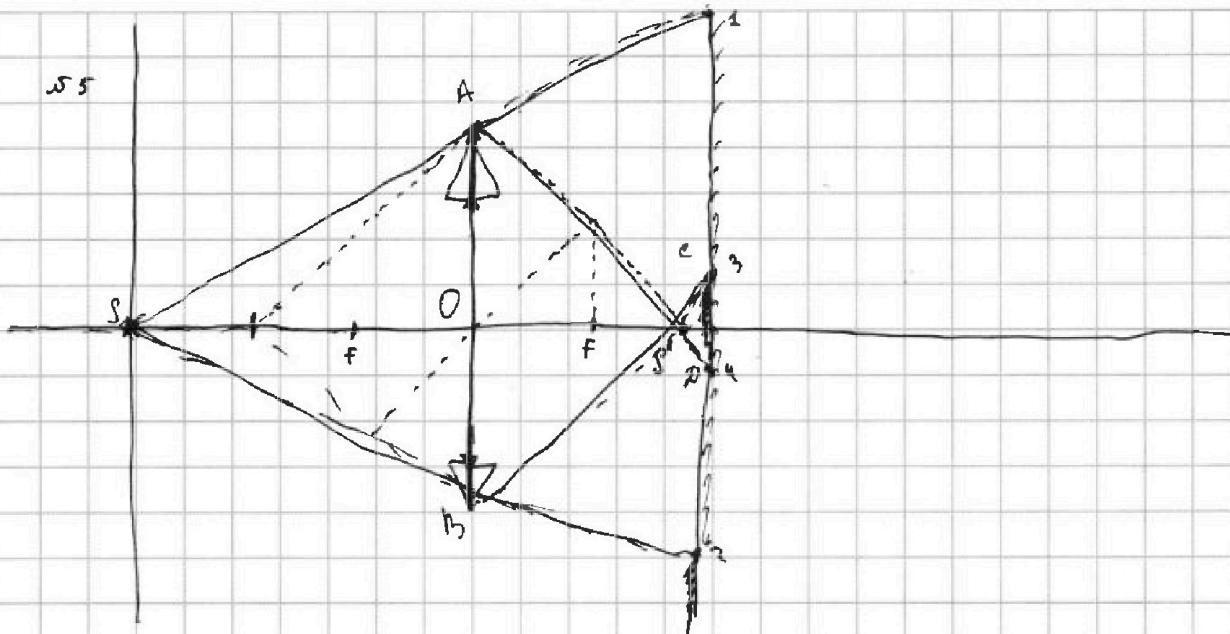


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 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!



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Leftrightarrow \frac{1}{h/3} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$$

$\Rightarrow$  изображение ( $S'$ ) находится на  $\frac{h}{2}$  от центра слева.

Соединим края линзы и  $S'$  ( $S'$  - изображение от линзы) получим область - освещенная от линзы. (рис. 39).

Соединим края линзы и  $S$  ( $S$  - источник), получим область (на рис. 42) не освещаемся прямыми лучами лампы.

$$R_5 = \frac{e_{12}}{2} \text{ (радиус экв. круга); } R_4 = \frac{e_{34}}{2} \text{ (радиус экв. от линзы)}$$

$$C_{12} = \sqrt{r^2 + e^2} \text{ или } \frac{h+l}{h} \text{ (из геом. подобия)}$$

$$R_5 = R \cdot \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} r$$

Так же  $OS' = \frac{h}{2} \Rightarrow$  образуется еще одна пара подобия

$$\triangle AS'A \sim \triangle CS'D, \Rightarrow R_4 = r \cdot \frac{2 \cdot \frac{h}{2} - \frac{h}{2}}{\frac{h}{2}} = r \cdot \frac{1}{3}$$

$$S_{\text{затен}} = \pi \cdot R_5^2 \text{ (сфера зона)} \quad S_{\text{осв}} = \pi R_4^2 \text{ (освещенная часть сферы)}$$





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

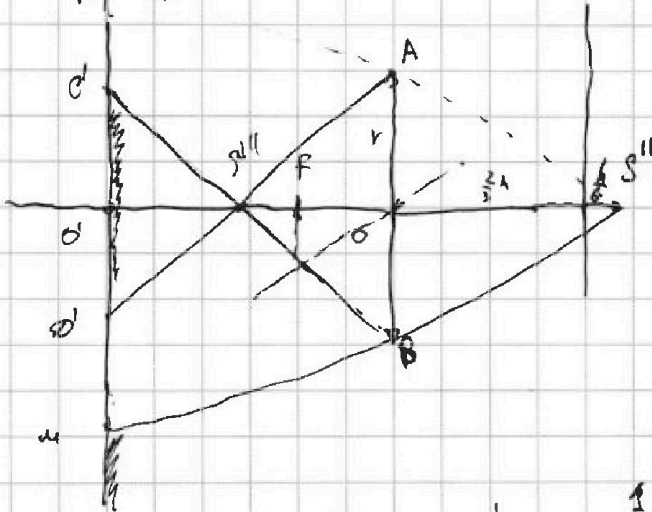
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_{\text{конус}} = \pi (R_b^2 - R_a^2) = \pi \left( \frac{5}{3}r - \frac{1}{3}r \right) \left( \frac{5}{3}r + \frac{1}{3}r \right) = \pi \cdot 2r \cdot \frac{4}{3}r =$$

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

2) Если представить, что изображение  $S'$  от зеркала ( $S''$ )

- источник, то задача "переворачивается", а по ходу анализа зная, что расстояние от зеркала до изображения равно рас-ию от зеркала до объекта,  $f_3 = \frac{2h}{3}, -\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f''}$



$$OS'' = \frac{2}{3}h + \frac{1}{3}h = \frac{5}{3}h.$$

$d' = P(S''; O)$   
 $f'$  - рас-ие от. W3. до экрана

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f''} \Leftrightarrow \frac{1}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{\frac{5}{3}h} + \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{5}{3}h$$

$$NO' = AO \cdot \frac{O'S''}{OS''} = r \cdot \frac{h + \frac{5}{3}h}{\frac{5}{3}h} = \frac{11}{5}r$$

$$O'O' = r \cdot \frac{h - \frac{5}{3}h}{\frac{5}{3}h} = r \cdot \frac{4}{5}$$

$$S_2 = \pi (NO')^2 - \pi (O'O')^2 = \pi \cdot \frac{121}{25}r^2 - \frac{16}{25}r^2 = 105 \pi \text{ см}^2.$$

Ответ: 1)  $\frac{200}{3} \pi$  2)  $105 \pi$ .

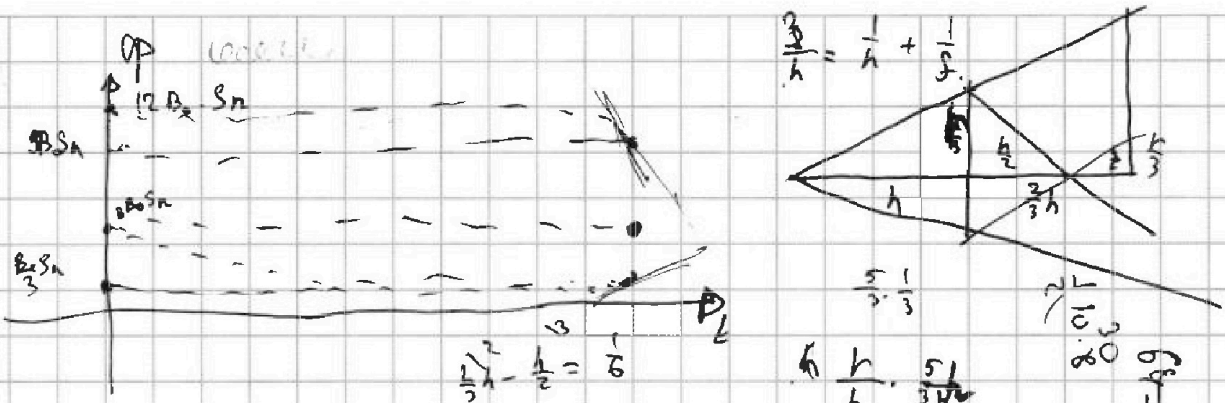
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$3 B_0$   
 $n_s \cdot B_0$   
 $q = B_0 S$

$\frac{B_0}{3} \cdot 4n \cdot S$   
 $\frac{q}{3} B_0 \cdot 4n \cdot S$   
 $\frac{B_0}{3} \cdot n \cdot S$

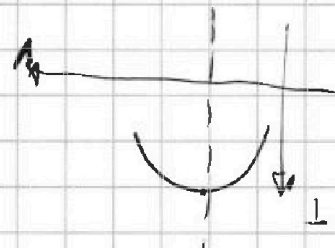
$16L \cdot 9BSn \cdot I =$   
 $16L \cdot I = 9BSn$   
 $6 \cdot I = \frac{BSn}{3}$

$L dI = BSn$   
 $q = B_0$

$dE = B_0 \frac{Sn}{L}$   
 $I = \frac{BSn}{L}$

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

$P = 16\rho v - \frac{\rho_0}{2} \sqrt{v}$   
 $\frac{kR}{R} \left( \frac{b}{\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{kR}{R} \left( \frac{2+\epsilon}{\epsilon} \right)$



$L I =$   
 $B_1(t) = \frac{1}{4} B_2(t)$

$12 - 2z = \frac{R}{14 \cdot k}$   
 $z = \frac{1}{3} \cdot B_m = \frac{1}{3} \cdot m \cdot \frac{1}{g} \cdot g = m \cdot \frac{1}{g} \cdot g$

$2\epsilon + 1 = 2\epsilon$   
 $16 + 8\epsilon = 5 + 10\epsilon$   
 $2\epsilon = 11$



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.

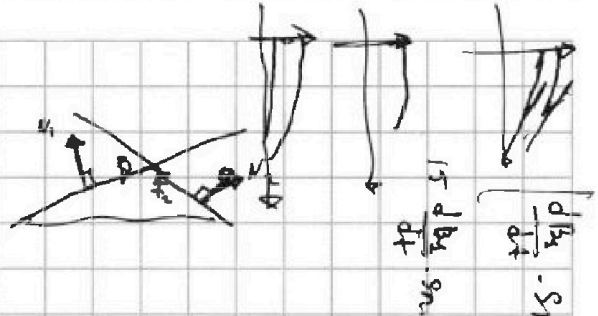
1  2  3  4  5  6  7

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!

1

$$\frac{\frac{1}{6} + \frac{5e}{6}}{e \cdot \frac{1}{6}}$$



$$\frac{R - P + EP}{ER - P}$$

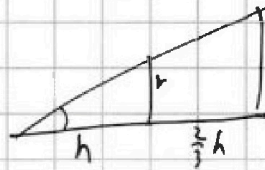
$$N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = N_1$$

$$10 + 5E = 2 + 1E$$

$$E = -6$$



$$-2mg \cdot \frac{60}{13^2} + \frac{4}{2 \cdot 13} \cdot mg \cdot \frac{12}{13} + mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{13} \cdot \frac{1}{13} \cdot mg$$



$$\frac{dB_2}{dt} = \frac{1}{h} \frac{dh}{dt}$$

$$L \cdot I = 56 L \cdot I$$

2

$$\Delta U_{12} = -8^2 \rho_0 V_0 + 5 \rho_0 \cdot 14 V_0 = 6 \rho_0 V_0$$

$$A = \varphi \cdot q$$

$$\varphi = A/q_0$$

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

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

$$F = \frac{kQq}{y^2}$$

$$A = \int_0^5 \frac{kQq}{y^2} + \int_2^5 \frac{5Qq}{y^2}$$

$$\varphi = -kQ \frac{1}{r} + \frac{kQ}{e} \left( \frac{1}{5} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5} \cdot 1,2$$

$$\frac{9}{5}$$

$$5 \cdot 5 \cdot \frac{1}{8} = 2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1$$

6.5  
6.5  
6.5



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!

$$\frac{1}{2+1} = p$$
$$\frac{1}{\cos^2 + \sin^2} = p$$
$$1 = p$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

2.

$$\frac{132}{4} \left( -\frac{2}{4} + 2 \cdot 5 \cdot 3 \right) = \frac{2}{80} \cdot 101.5 \cdot 8.5$$

$$\frac{52}{4} \left( -1 + \frac{13}{3} \right) = -\frac{4 \cdot \sqrt{13}}{2} = -\frac{5}{8} - \frac{1}{13} = -\frac{13}{2} \cdot \left( \frac{5}{4} \right)$$

3.

~~$$\frac{4}{4} \left( 1 + \frac{13}{13} \right) = \frac{52 \cdot 13}{4} \left( \frac{13}{12} - \frac{13}{4} \right) = \frac{52 \cdot 13}{8}$$~~

$$= mg \left( -\frac{5}{4} \cdot \frac{5}{3} + \frac{9}{5 \cdot 13} \cdot \frac{5}{4} - \frac{5}{4} \cdot \frac{12}{13} + 2 \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{5} \right) =$$

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

$$mg \cdot \frac{1}{3} = 2mg \cdot \frac{1}{12} - F_2$$

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

$$mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{5}{13} - F_3$$

$$F_3 = \frac{5 \cdot 13}{9} mg$$

$$F_2 = \frac{10}{x} mg$$

$$\frac{5}{x} = \frac{13}{2} - \frac{1}{1} = \frac{26}{2} - \frac{2}{2} = \frac{24}{2} = 12$$

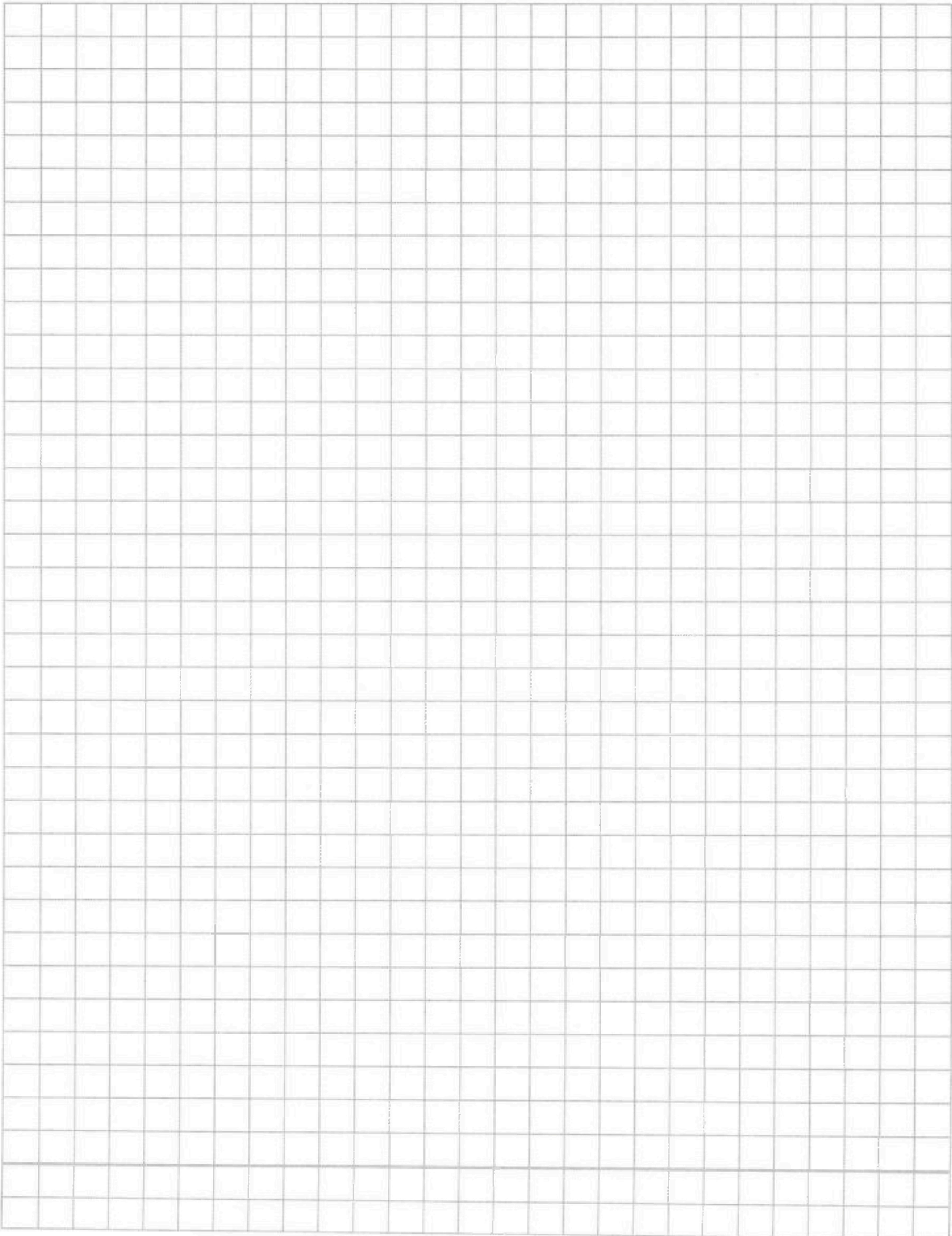


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

т.к. груз камня не касается,  $\Rightarrow |F_{\text{норм. грав}}| = |F_{\text{TP}}|$

$$F_{\text{TP}} = \left| mg \cdot \left( -\frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13^2} + \frac{4}{2 \cdot 13} \cdot \frac{12}{13} + \frac{3 \cdot 4}{5^2} - \frac{3^2}{5 \cdot 13} \cdot \frac{4}{5} \right) \right|$$

$$F_{\text{TP}} = mg \left( \frac{12}{13^2} \left( -1 + \frac{3}{13} \right) + \frac{12}{13^2} \left( -\frac{4}{2} + \frac{60}{2} \right) \right) = mg \cdot \left( \frac{12 \cdot 12}{5 \cdot 13} + \frac{12 \cdot 12}{2 \cdot 13} \right) =$$

$$= \frac{6}{13} mg \left( \frac{4}{5} + 1 \right) = \frac{6}{13} \cdot \frac{9}{5} mg = \frac{54}{65} mg.$$

Ответ: 1)  $\frac{9}{65} mg$ ; 2)  $\frac{4}{26} mg$ ; 3)  $\frac{54}{65} mg$ .



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

$$\Rightarrow B_1(t) = \frac{1}{4} \cdot B_2(t)$$

$$B_1(t_k) = \frac{D_0}{3} ; B_2(t_k) = \frac{9}{4} D_0$$

~~или~~  
~~\Rightarrow поток на II контуре  $D_0$  и  $d \rightarrow \infty$  вычислим~~

$$\text{на } \left( \frac{9}{4} D_0 - \frac{D_0}{3} \right) = \frac{23}{12} D_0.$$

Ответ: 1)  $\frac{d S_n}{L}$