



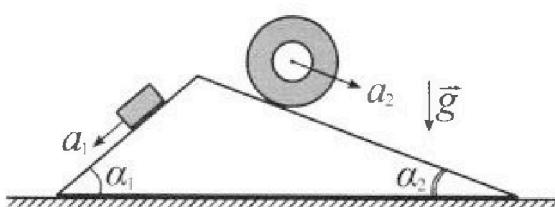
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



## Вариант 11-01

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (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.

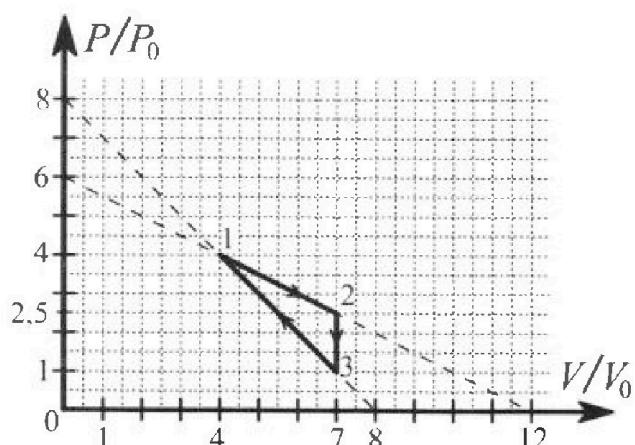


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

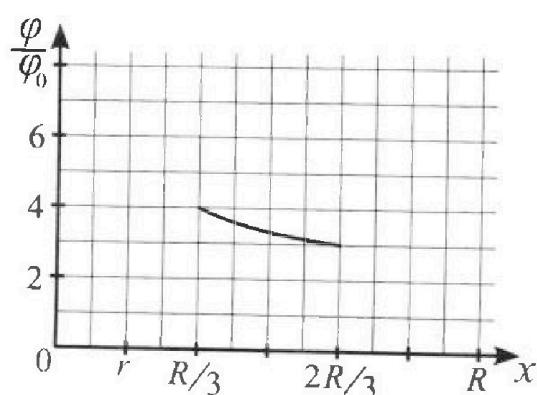
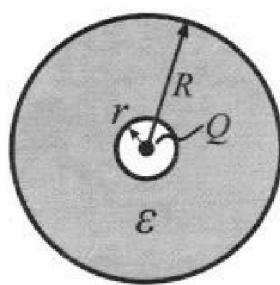
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





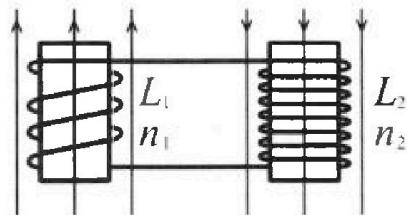
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-01**

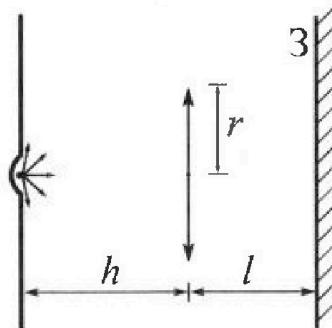
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

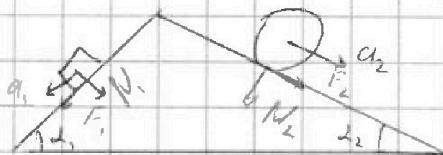


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



Задачи 2-8 из Книжки для друзей:

$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{\text{норм}}, \rightarrow F_{\text{норм}} = mg \sin \alpha - ma_1 = \\ = \frac{3}{5}mg - \frac{5}{18}mg = \frac{14}{65}mg$$

Для чиновника задача № 2 вращательного движение:  $\tau_B = \sum M$ , где  $\tau$  - момент силы извне

$\tau = I\beta$ ,  $I$  - радиус чиновника  
 $\beta$  - угловое ускорение,  $\beta = \frac{\alpha}{r}$

$\sum M$  - сумма моментов действующих на чиновника  
Момент есть только у силы трения  $F_2$

$$I\alpha = \frac{F_2}{r} \cdot r \Leftrightarrow F_2 = I\alpha = \frac{4}{3}mr^2 \cdot \frac{\alpha}{r} = \frac{5}{6}mg$$

На чиновника действуют силы  $F_1, N_1, F_2, N_2$ ,  $N_1$  - это нормальная реакция опоры

Сила трения между чиновником и стеклом параллельна горизонтальной составляющей чиновника силы, тогда  $F_3 = F_1 \cos \alpha - N_1 \sin \alpha + N_2 \sin \alpha - F_2 \cos \alpha$

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!

воздушные  $N_1$  и  $N_2$ :  $N_1$  - тяга возд.,  $N_2$  - чистая возд.

$$F_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg - \frac{12}{25} mg + 4 \cdot \frac{68}{169} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{6} mg = \frac{11-94}{169-25} mg$$

$$F_3 = \frac{1034}{4225} mg$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} mg$ ; 2)  $\frac{5}{6} mg$ ; 3)  $\frac{1034}{4225} mg$



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

Мк это погр. теплоемкость был прошел 1-2, то т.о.  
предложенная нагревательная способность 2  
дополнительного образца, т.е. для второй т.п. пред-  
ложенная нагревательная способность 3 = 1

$$\begin{cases} p(v) = 8p_0 - \frac{p_0 v}{v_0} - \frac{v}{v_0} \\ p'(v) = -\frac{p_0}{v_0} - \frac{v}{v_0} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{v}{v_0} = 8v_0 - v \Leftrightarrow v = \frac{8v_0^2}{v_0 + 1} < v_0$$

$$p(5v_0) = 3p_0$$

$Q_n$  - 2 нагреватель, работающий в цикле  
На участке 3-1 нагреватель совершил дополнитель-  
ную работу  $-A_{n1} = \frac{7}{2} p_0 v_0$   
Потом нагрев. до прошес 1-2  $A_{n2} = \frac{15}{2} p_0 v_0$

$$\text{Тогда } A_{n\text{нр}} = A_{n1} + A_{n2} = 4p_0 v_0$$

$$\Delta U_{n\text{нр}} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T = \frac{3}{2} \gamma \Delta(pv) = \frac{3}{2} (4v_0 \cdot 2,5p_0 - 5v_0 \cdot 3p_0) = \frac{15}{4} p_0 v_0$$

$$Q_{\text{нр}} = A_n + \Delta U_{n\text{нр}} = 15 \cdot \frac{3}{4} p_0 v_0$$

$$\eta = \frac{A_{n\text{нр}}}{Q_{\text{нр}}} = \frac{\frac{15}{4} p_0 v_0}{15 \cdot \frac{3}{4} p_0 v_0} = \frac{\frac{5}{4} p_0 v_0}{15 \cdot \frac{3}{4} p_0 v_0} = \frac{1}{5} = 20\%$$

Ответ: 1) 4 ; 2)  $\frac{9}{8}$  ; 3) 20%



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Решение задачи A решим методом ограниченной

$$\text{циклического цикла: } A = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 3p_0 - \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot \frac{3}{2} p_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Приращение энергии за цикл процесса 2-3:  $\Delta U_{23}$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot \sigma R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} (7V_0 \cdot 2.5p_0 - 7V_0 \cdot p_0) = \frac{9}{4} \cdot 7p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A} < 94$$

Максимальная температура задачи соответствует максимальному давлению  $pV$ , т.к.  $\frac{pV}{T} = \text{const}$

В процессе 1 возрастает  $p(V)$ :  $p(V) = 6p_0 + \frac{p_0 V}{2V_0}$

$$p(V)V = 6p_0 V + \frac{p_0 V^2}{2V_0}$$

это парабола с максимумом в точке  $V = 6V_0$   $p = 3p_0$

$$T_{\max} = \frac{pV}{\sigma R} = \frac{18p_0 V_0}{\sigma R}$$

$$\text{В цикле 1: } T_1 = \frac{P_1 V_1}{\sigma R} = \frac{4V_0 \cdot 4p_0}{\sigma R} = \frac{16p_0 V_0}{\sigma R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Найдем т. переключения теплопередачи с паром к испарению насыщенной азотной водяной  $\gamma = \frac{5}{3}$

$$\frac{L}{V_0 \gamma} = 6p_0 + \frac{p_0 V}{2V_0}$$

$$\left( \frac{L}{V_0 \gamma} - 6p_0 \right) \sim -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{V}{\gamma} = 12V_0 - V \Leftrightarrow V = 12V_0 \cdot \frac{\gamma}{\gamma+1} = 4.5V_0$$



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Рассмотрим распределение электрического поля в диэлектрической среде и вне ее

$$\left\{ \begin{array}{l} E(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2}, x \geq R \\ E(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}, x < R \end{array} \right.$$

Уясняем, что  $\varphi(x) = \int_k^x E(r) dr$ , где  $k$  - начало изолированного потенциала, в нашем случае.

$$\varphi(x) = \int_k^x E(r) dr, \text{ так как } x \text{ лежит в среде, то}$$

$$\varphi(x) = \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} dr + \int_R^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} dr$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} \Big|_{R \rightarrow \infty}^{\infty} + \frac{1}{\epsilon r} \Big|_R^x \right) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$\varphi(R) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} (3\cancel{\epsilon} + \epsilon)$$

Пусть  $k$  - начало потенциала  $\varphi_0$

$$\varphi_k = \varphi(k) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 k}, \text{ тогда:}$$

$$\varphi(x) = \frac{\varphi_k}{\epsilon x} \rightarrow \frac{\varphi_k}{\epsilon R} (\epsilon - 1)$$

$$\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{k}{\epsilon x} + \frac{k}{\epsilon R} (\epsilon - 1)$$



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

Подстановка значения  $\kappa = \frac{R}{\varepsilon}$  и  $\kappa = \frac{2R}{3}$  в равенство получим:

$$\begin{cases} 4 = \frac{2k}{\varepsilon R} \cdot \frac{k}{R} \\ 3 = \frac{k}{2\varepsilon R} + \frac{k}{3} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{4}{3} = \frac{(2+\varepsilon)}{\frac{1+2\varepsilon}{2}} \Leftrightarrow \frac{2+\varepsilon}{1+2\varepsilon} = \frac{2}{3}$$

$$6+3\varepsilon = 2+4\varepsilon \Leftrightarrow \varepsilon = 4$$

Ответ: 1)  $\frac{-Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R} (3+\varepsilon)$ , 2)  $\varepsilon = 4$



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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Несложный путьок магнитного поля через катушку 1:  $\Phi = nSB$

$$Ly = \frac{d\Phi}{dt} = nS \frac{dB}{dt} = nSL$$

$y = \frac{nSL}{2} = \text{const}$ , значит скорость изменения

равна 0

При изменении поля в районе катушки, ток будет идти в разных направлениях.

Ток через катушку 1 предшествует току суперпозиции токов  $I_1$  и  $I_2$  образующую путьок-

ники 1 и 2 соотв.

$$I_1 = \frac{nS}{2} \cdot \frac{dB}{dt} \quad I_2 = \frac{2nS}{22} \cdot \frac{dB}{dt}$$

Всем  $q = \text{заряд, прошедший через катушку:}$

$$q = \int_0^t I_1(t) dt = -\frac{nS}{2} \int_0^t dB/dt ds_i + \frac{2nS}{22} \int_0^t dB/dt s_{i_2} = -\frac{nS}{2} \Delta B_i + \frac{2nS}{22} \Delta B_{i_2}$$

$$q = \frac{nS}{L} \cdot \frac{B_0}{2} + \frac{nS}{L} \cdot \frac{2B_0}{3} < \frac{nS}{6L} B_0$$

$$\varepsilon - \text{время изменения напряжения } I_1 = \frac{q}{2} \cdot \frac{nS B_0}{6L \varepsilon}$$

$$\text{Ответ: 1) 0 ; 2) } \frac{nS B_0}{6L \varepsilon} \quad \frac{1}{6} \cdot \frac{nS B_0}{2 \varepsilon}$$

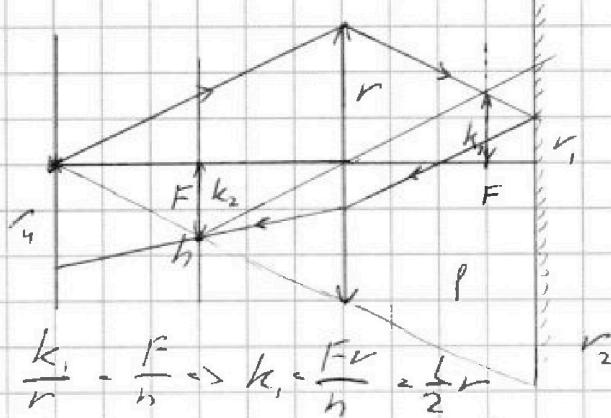


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Две погоды падают

$r_1$ ,  $r_1$  - радиус падения, потому что фокусировано

$$\frac{k_1}{r} = \frac{F}{h} \Rightarrow k_1 = \frac{Fr}{h} = \frac{Lr}{2}$$

$$\frac{r - k_1}{r - r_1} = \frac{F}{f} \Leftrightarrow \frac{0.5r}{r - 2r_1} = \frac{3}{7} \Leftrightarrow r = 3r_1 \Rightarrow r_1 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

внешний

Теперь падение  $r_2$  - внешний радиус падения падения

$$\frac{r_2}{r} = \frac{h + l}{h} \Rightarrow r_2 = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см}$$

Площадь падения: частин  $S_1 = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi \cdot 24 \text{ см}^2$

Внешний радиус падения падения по методу разрезов:

$$r_3 = 2r_2 = 10 \text{ см}$$

$$k_1 = k_2 = \frac{L}{2} \text{ из падения } \frac{r_1 - k_2}{r_1 - r_1} = \frac{F}{h} = \frac{L}{2}$$

$$2r_1 - 2k_2 = r_1 - r_1 \Rightarrow r_1 - 2k_2 = r_1 - r_1 = 2 \text{ см}$$

Площадь падения: частин:  $\pi(r_3^2 - r_4^2) = \pi \cdot 96 \text{ см}^2$

Ответ: 1)  $24\pi$ , 2)  $96\pi$



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!

$$q_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{S B_0}{B_0}$$
$$q_2 = \frac{1}{2} \ln \frac{8 B_0}{3} - \frac{8}{3} \ln \frac{B_0}{B}$$
$$\frac{8}{3} - \frac{1}{2} = \frac{13}{6} \ln \frac{B_0}{B} = \frac{13}{6} q$$

$$q = \frac{2q}{7} = \frac{\ln \frac{B_0}{B}}{6.92}$$





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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \int_a^R \frac{1}{r^2} dr - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2} \quad r > R$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \rightarrow \varphi \propto \text{const}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \int_{+\infty}^R E(r) dr$$

$$\gamma(\frac{R}{r}) = \frac{4\pi Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2} = \frac{Q}{\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\varphi = \int_{R/\epsilon}^{\infty} E(r) dr + \int_{R/\epsilon}^{R/\epsilon} E(r) dr$$

$$-\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \cdot \frac{1}{\epsilon} f_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\varphi(r) = \frac{f_0 r}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\beta = \frac{f_0 r}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\gamma \sim m v^2$$

$$\alpha_2 = \beta v$$

$$\beta < F_{imp}/m$$

$$m a_1 = mg \sin \alpha - F_{imp}$$

$$a_1 = g \sin \alpha - F_{imp}/m$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\beta = \frac{f_0 r}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \quad a_2 = \frac{F_{imp}}{m}$$

$$-\varphi\left(\frac{R}{\epsilon}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) F_{imp} = \left\{ \sin \alpha - ma_1 \cdot \left(\frac{\epsilon g}{g} - \frac{ga}{R}\right)\right\}$$

$$\text{от} \quad \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \quad F_{imp} = \frac{2g}{65} gm$$

$$\varphi = \frac{f_0 r}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{f_0 r}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) F_{imp} = 4ma_2 = \frac{20}{24} mg$$

$$\frac{\varphi_0}{\varphi} = \frac{f_0 r}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{f_0 r}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \quad I = \frac{sr}{ER} - \frac{3r_0}{2\epsilon R} \cdot \frac{3r_0}{2\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\frac{r_0}{\epsilon} = \frac{2R}{3\epsilon R}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$a, m \in \text{engrind}, -F_{\text{up}}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = L_y$$



$$M = mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$M_2 = mg$$

$$L_y + \Phi$$

$$F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$y = \frac{\Phi}{L} = 200$$

$$F_1 \cos \alpha_1 + mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 - mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2$$

$$L_y = \frac{d\Phi}{dt} = S_n \frac{d\beta}{dt} \leftarrow S_{\text{rod}}$$

$$F_2 = \frac{48 \cdot 15}{25 \cdot 15^2} = \frac{12 \cdot 15^2}{25 \cdot 15^2} + 25 \cdot 4 - 60 = 100 - 25 \cdot 15$$

mg

$$D = \frac{n \Delta S}{2}$$

$$12 \cdot 15 (4 - n)$$

$$25(250 - 12 \cdot 15)$$

$$25 \cdot 110$$

$$12 \cdot 15 \cdot (-11)$$

$$y(M) = 0$$

$$n(250 - 12 \cdot 15) = n \cdot 95$$

$$F_2 =$$

$$\downarrow \quad K^2 \cdot 25$$

$$144 \cdot 12$$

$$4225$$

$$f = \frac{4k}{4R} + \frac{k(4-n)}{K}$$

$$152$$

$$55$$

$$= \frac{7k}{4R}$$

$$940 \approx 95$$

$$\frac{160}{4} \approx 40$$

$$n = \frac{2k}{4R} + \frac{k}{K}$$

$$- \frac{1056}{4225}$$

$$4000 + 225$$

$$n = \frac{6k}{4R}$$

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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$A_{\text{наг}} = 9p_0V_0 - \frac{1}{2} \cdot 3V_0 p_0 - \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 1,5p_0$$

$$\frac{9}{2}p_0V_0 - \frac{9}{2}p_0V_0 - \left( \frac{9}{2}p_0V_0 \right) = A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 2R \Delta T = \frac{3}{2} (4 \cdot 2,5p_0V_0 - 4 \cdot 1p_0V_0) = \frac{9}{2} \cdot 4p_0V_0$$

$$2R \Delta T = p_1 V_1 - p_0 V_0$$

$$A_{12} = 3V_0 \cdot \frac{5}{2}p_0$$

$$\frac{\Delta U}{A} = ?$$

$$\Gamma_1 = \frac{16p_0V_0}{JR}$$

$$\left( = \frac{15}{2}p_0V_0 \right)$$

$$p(V_0) = 3p_0$$

$$A_n = \frac{7+3}{2}p_0 + V_0 = \frac{7}{2}p_0V_0$$

$$\Gamma_{\text{max}} = \frac{18p_0V_0}{2R}$$

$$\Gamma_{\text{max}} = pV_{\text{max}}$$

$$p(V) = 6p_0 = \frac{1}{2}V - 12V_0$$

$$p(V) = \frac{1}{2}V + C$$

$$p(V) \cdot V = -\frac{P_0V^2}{2V_0} + C_0V_0$$

$$A_{\text{наг}} = 4p_0V_0$$

$$\frac{18}{10} = \frac{9}{8}$$

$$q = P_{\text{уд}} V_{\text{max}} \sqrt{\frac{8SD + 6P_0}{2V_0}} = 60,5 \text{ Дж}$$

$$\frac{d(RSS)}{dt}$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

$$V = \frac{2V_0}{\gamma-1} \cdot \gamma = \frac{2}{\gamma-1} \cdot \frac{5}{3} p_0 V_0$$

$$P = \frac{C}{Vp\delta}$$

$$14,5 = 15$$

$$P = 4p_0 - \frac{P_0V}{2V_0} = 2,5$$

$$V = 7,5V_0$$

$$p(V) = \frac{C}{Vp\delta} = -\frac{P_0}{2V_0}$$

$$\frac{C}{Vp\delta} = 6p_0 - \frac{P_0}{2V_0}$$

$$\frac{V}{\gamma} = RV_0 - V$$

$$\frac{V}{Vp\delta} = -\frac{P_0}{2V_0}$$



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.



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!