



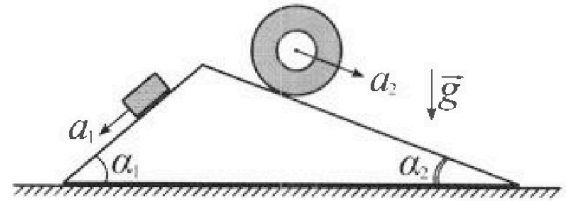
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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 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.

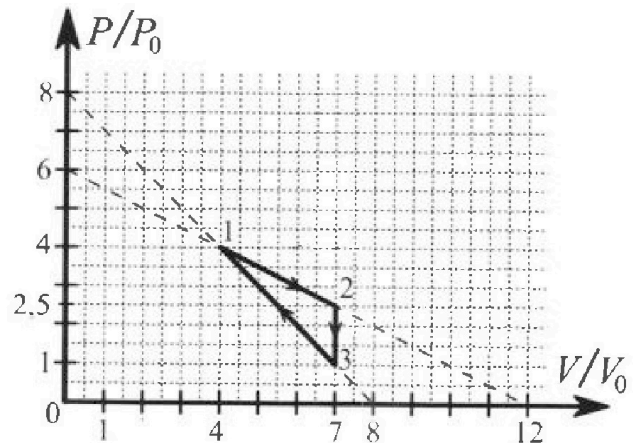


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

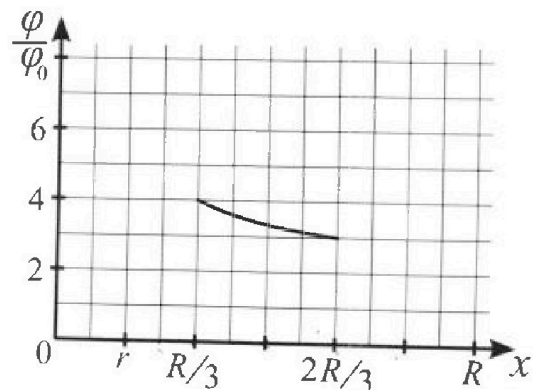
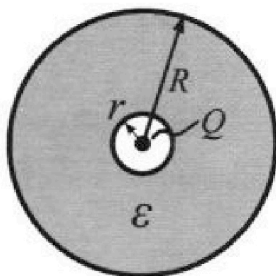
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

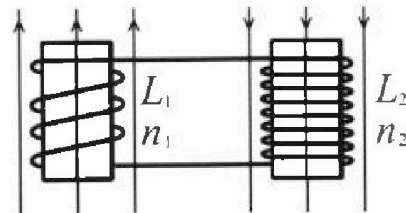


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

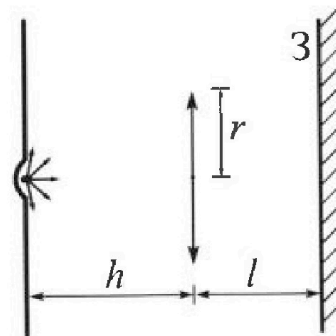
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 и 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 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 $F = h/2$. 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. 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 $\gamma\pi$, 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
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!

$$= mg \left(\frac{240}{169} + \frac{56}{325} - \frac{12 \cdot 13}{325} - \frac{110}{169} \right) = \left(\frac{130}{169} - \frac{100}{325} \right) mg = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) =$$
$$= \frac{6}{13} mg > 0 \Rightarrow F_{3x} > 0$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{13} mg$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

N2 Рано:
1 = 3; график P/V

1) $\frac{bV_{2-3}}{A_y} - ?$

2) $\frac{T_{\max 1-2}}{T_1} - ?$

3) $\eta - ?$

1) Как известно, A_y газа за цикл пропорциональна площади фигуры на P/V диаграмме.

$$A_y = bV_{1-2} \cdot |\Delta p_{3-2}| \cdot \frac{1}{2} = 3V_0 \cdot 1,5p_0 \cdot \frac{1}{2}$$

$$A_y = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$bV_{2-3} = \frac{1}{2} \Delta R_{0-3}$, т.к. процесс 2-3 - изотермический

$$\Rightarrow bV_{2-3} = \frac{1}{2} \Delta R_{0-3} = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) \cdot \frac{1}{2} = 1V_0 \cdot 1,5p_0 \cdot \frac{1}{2}$$

$$bV_{2-3} = \frac{21}{4} p_0 V_0 \Rightarrow \frac{bV_{2-3}}{A_y} = \frac{21}{4} \cdot \frac{4}{9} = \frac{7}{3}$$

2) $\Delta RT = pV$, на графике видно, что в процессе 1-2 зависимость $p(V)$ имеет вид $p = 6p_0 + 2V$. $\Rightarrow$

$T = \frac{1}{\Delta R} (6p_0 V - 2V^2)$ видно, что $T(V)$ - парабола с вершиной в нуле. Найдём произвольную и направим к 0

$$(6p_0 V - 2V^2)' = 0 \Rightarrow 6p_0 - 2 \cdot 2V = 0 \Rightarrow V = 3p_0 \cdot \frac{1}{2} = V_m$$

$$T_{\max 1-2} = \frac{1}{\Delta R} (6p_0 V_m - 2V_m^2) = \frac{1}{\Delta R} \left(\frac{18p_0^2}{2} - \frac{9p_0^2}{2} \right) = \frac{1}{\Delta R} \cdot \frac{9p_0^2}{2}$$

$$\text{из рас. } d = \frac{6p_0}{12V_0} = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow T_{\max 1-2} = \frac{1}{\Delta R} \cdot \frac{9p_0^2}{2} \cdot \frac{2V_0}{p_0} = 18 \frac{p_0 V_0}{\Delta R}$$

$$T_1 = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{\Delta R} = 16 \frac{V_0 p_0}{\Delta R}$$

$$\frac{T_{\max 1-2}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Ответ: 1) $\frac{bV_{2-3}}{A_y} = \frac{7}{3}$

2) $\frac{T_{\max 1-2}}{T_1} = \frac{9}{8}$



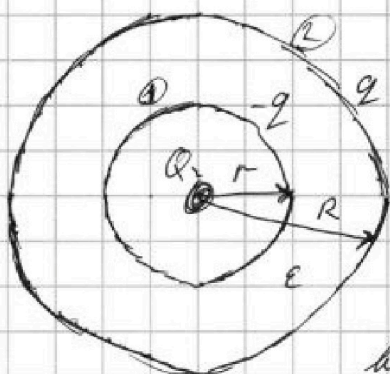
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

№3 Дано:
 $r; R; Q; \epsilon$
 зарядик;
 $\varphi(\infty) = 0$

$\varphi(\frac{R}{4}) = ?$
 $\epsilon = ?$



(1) Пусть $Q > 0$, на внутренней поверхности получается заряд $-q$, а на внешней $= q$

$E(x)$, где $x \in (r; R)$

$E(x) = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}$, но в то же время систему можно

представить как суперпозицию полей.

$\frac{kQ}{x^2 \epsilon} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} \Rightarrow q = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot Q$, откуда можно представить систему как точечный заряд и

2 концентрические шара, с зарядами $-q$ и q (1 и 2 ш. соот.)

Как видно из задачи: $r < \frac{R}{4} < R$. Из суперпозиции полей: $\varphi(x) = \varphi_2(x) + \varphi_1(x)$, $x = \frac{R}{4}$
 $\varphi(\frac{R}{4}) = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kq}{R} = \frac{4k}{R} (Q - q) = \frac{4kQ}{R\epsilon} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 R}$
 $\varphi_{11} = 4\varphi_0 = \varphi_2(\frac{R}{3}) + \varphi_1(\frac{R}{3}) = \frac{3k}{R} (Q - q) = \frac{3kQ}{R\epsilon}$

Потенциал в произв. точке x , $x \in (r; R)$ равен

$\varphi(x) = \varphi_2(x) + \varphi_1(x) + \varphi(R)$, получаем при $x = \frac{R}{4}$

$$\varphi(\frac{R}{4}) = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kq}{R} + \frac{kq}{R} = \frac{kq}{R} (4Q - 4Q + Q) = \frac{k}{R} (4Q - \frac{3\epsilon - 3}{\epsilon} Q) = \frac{k}{R} (\frac{Q(\epsilon + 3)}{\epsilon}) = \frac{kQ(\epsilon + 3)}{R\epsilon}$$

(2) Найдём: $\varphi(\frac{R}{3})$ и $\varphi(\frac{2R}{3})$, аналогично с (1), т.к.

$\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3} \in (r; R)$:



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!

$$\varphi(R/3) = \frac{3KQ}{R} - \frac{3KQ}{R} + \frac{KQ}{R} = \frac{K}{R}(3Q - 3Q + 2) = \frac{K}{R}(3Q - 2Q)$$
$$= \frac{QE + 2Q}{E} \cdot \frac{K}{R} = 4\varphi_0$$

$$\varphi(2R/3) = \frac{3KQ}{2R} - \frac{3KQ}{2R} + \frac{KQ}{R} = \frac{K}{2R}(3Q - 3Q + 2Q) = \frac{K}{2R}(3Q - Q)$$
$$= \frac{K}{2R} \cdot \frac{2QE + Q}{E} = 3\varphi_0$$

$$\frac{\varphi(R/3)}{\varphi(2R/3)} = \frac{4}{3} = \frac{QE + 2Q}{E} \cdot \frac{2E}{2QE + Q} = \frac{2QE + 4Q}{2QE + Q} \rightarrow$$

$$6QE + 4Q = 8QE + 4Q \Rightarrow 2QE = 9Q \Rightarrow E = \frac{9}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi(R/4) = \frac{KQ(E+3)}{RE}$

2) $E = \frac{9}{2}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

(N5) Рано:

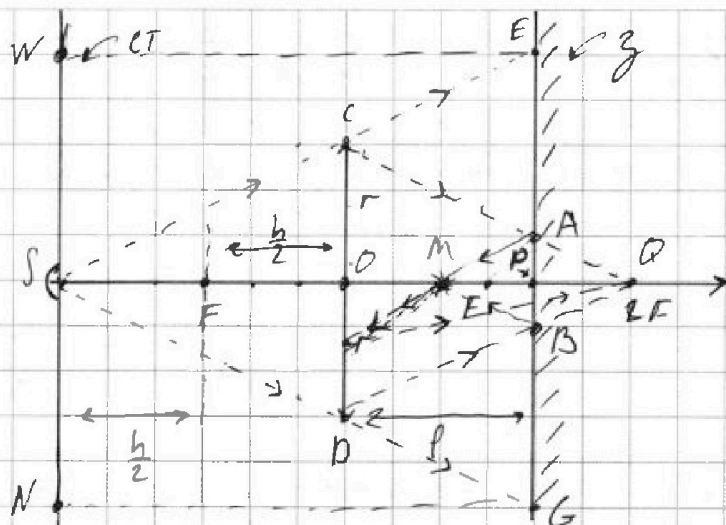
$$h; F = h/c$$

$$r = 3 \text{ см}$$

$$l = 2h/3$$

$S_z = ?$

$S_r = ?$



1) Источник S находится на $2F$ от линзы (следующий характер) $\Rightarrow$ весь свет, проходящий через линзу, собирается так же в $2F$

В силу симметрии имеем, $\triangle CPO$ - равноб., $\triangle AOB$ - равноб.
 $\triangle COPN \triangle AOB$ (линза и экран) $\rightarrow$

$$\frac{PO}{OQ} = \frac{AP}{CO} \rightarrow \frac{2F-l}{2F} = \frac{AP}{r} \Rightarrow AP = \frac{2F-l}{2F} r =$$

$$= \frac{h-l}{h} r = \frac{1}{3} r \quad \text{и т.д.}$$

Имеем, область с радиусом PE имеет ед. освещенность, так как с радиусом AP . $\Rightarrow$ освещенность поверхности находится как:

$$S_z = \pi EP^2 - \pi AP^2 \quad \text{из подобия } \triangle SCO \text{ и } \triangle SEP$$

(линза $\perp SO$ и SP , $CO \parallel EP$) $\Rightarrow \frac{EP}{CO} = \frac{SP}{SO} \Rightarrow EP = \frac{CO \cdot SP}{SO}$

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

$$S_z = \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \cdot \pi r^2 = 24 \cdot \pi \text{ см}^2$$



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
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) После прохождения в линзу, лучи падающие в точку Q, но из-за зеркала, их фокус будет в точке M, так же, что расстояние $MP = PQ$; $PQ = \frac{h}{3}$, $\Rightarrow OM = \frac{h}{3}$, что $\angle F \Rightarrow$ излучение лучи, исходящие из M дают мнимое зробр, рассеиваются.

Пусть это мнимое зробр - точка K. По формуле тонкой линзы найдем OK: $\frac{1}{F} = \frac{3}{h} + \frac{1}{OK} \Rightarrow \frac{1}{OK} = \frac{2}{h} - \frac{3}{h} = -\frac{1}{h}$

$\Rightarrow OK = h$, таким образом, лучи опять собираются в точку Q $\Rightarrow$ они опять отражаются и попадают в точку M, и так далее. Таким образом, лучи, попавшие на линзу, на стекле не попадают. $\Rightarrow$ свет освещается только теми лучами, которые не попали на линзу и отразились от зеркала. Пусть такой луч попадает на стену в точке I. $\triangle SEI$ - равноб, т.к. WE - биссектриса, $\perp$ стене (угол падения = углу отражения)

$$\Rightarrow SI = 2SW, SW = EP = \frac{5}{3}r \Rightarrow SI = \frac{10}{3}r \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ поверхность стены, которая освещена:

$$S_{ст} = SI^2 \cdot \pi = \frac{100}{9} \cdot r^2 \cdot \pi = 100\pi \text{ см}^2$$

Ответ: $S_2 = 24\pi$

$$S_{ст} = 100\pi$$



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!

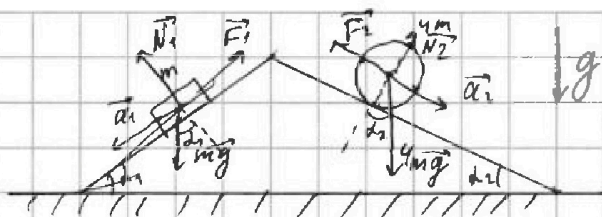
N 1 Дано:

$a_1 = 5/13g$
 $a_2 = 5/14g$
 $M_1 = 4m$
 $M_2 = m$
 d_1, d_2

1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$

3) $F_3 = ?$



по условию,
 $\alpha_{\text{шина}} = 0$

1) Рассматриваем силы, действующие на брусок II З.Н в проекции на направление движения:
 $ma_1 = mg \sin d_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin d_1 - a_1)$

2) Рассм. силы, действующие на цилиндр. II З.Н в проекции на направление движения:
 $4ma_2 = 4mg \sin d_2 - F_2 \Rightarrow F_2 = 4m(g \sin d_2 - a_2)$

3) Рассм. все силы, действующие на клин. (какой силой действует клин на брусок и цилиндр, с такой же силой они действуют на него (III З.Н))



$$\vec{F}_1' = -\vec{F}_1; \quad \vec{F}_2' = -\vec{F}_2$$

$$\vec{N}_1' = -\vec{N}_1; \quad \vec{N}_2' = -\vec{N}_2$$

Затем II З.Н в проекции на ось X:

$$Ma = -F_1' \cos d_1 + N_1' \sin d_1 - N_2' \sin d_2 + F_2' \cos d_2 + F_{3x} = 0$$

(подставляем, что F_3 направлено вправо)

$$|\vec{F}_1'| = |\vec{F}_1|; \quad |\vec{F}_2'| = |\vec{F}_2|; \quad |\vec{N}_1'| = |\vec{N}_1|; \quad |\vec{N}_2'| = |\vec{N}_2|$$

$$F_{3x} = N_2' \sin d_2 + F_1 \cos d_1 - N_1 \sin d_1 - F_2 \cos d_2; \quad \text{по II З.Н:}$$

$$\begin{cases} N_1 = mg \cos d_1 \\ N_2 = 4mg \cos d_2 \end{cases}$$

$$F_{3x} = 4mg \sin d_2 \cos d_2 + mg (\sin d_1 - a_1) \cos d_1 - 4mg \cos d_1 \sin d_1 - 4m(g \sin d_2 - a_2) \cos d_2$$

$$F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}; \quad F_2 = 4m(g \sin d_2 - a_2) = 4mg \cdot \frac{55}{78} = mg \cdot \frac{55}{19.5}$$

$$N_1 = \frac{4}{5}mg; \quad N_2 = mg \cdot \frac{48}{13}$$

$$F_{3x} = mg \left(\frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{14}{65} - \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} \right) =$$



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
☐

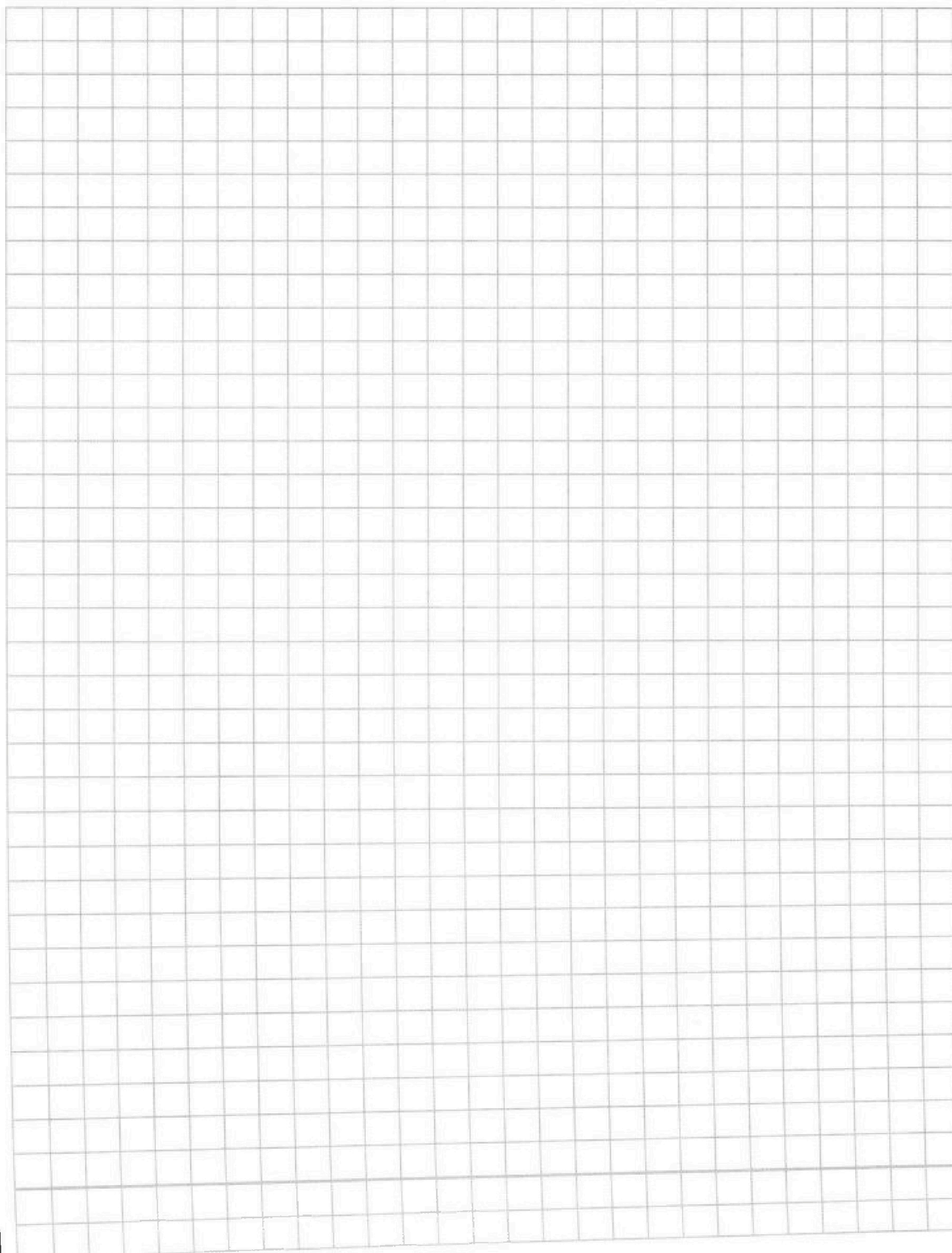
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$1) \frac{\partial V_{r3}}{\partial A_{23}} = ? \quad \Delta V_{r3} = \frac{1}{2} \partial R T = \frac{1}{2} \partial R \left(\frac{P_2 V_2}{\partial n} - \frac{P_3 V_3}{\partial n} \right); \quad P_2 = P_3$$

$$\Delta V_{r1} = \frac{1}{2} (P_2 - P_3) V_{r3}$$

$$A = 3 \Delta V_{r1} \cdot \Delta P_{1-3} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{25}{10} = \frac{45}{20} = \frac{9}{4}$$

$$12: \partial R T_{12} = P_{1-2} V_{r-2}; \quad - \frac{P_{1-2}}{V_{1-2}} = \frac{\Delta_{12}}{\Delta_{12}} = 1$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{15}{10} = \frac{7015}{40} = \frac{35}{2} = \frac{21}{4}$$

$$P = 2V, \quad \Delta \leq 0$$

$$P = 6P_0 + 2V$$

$$T = \frac{1}{\partial R} (V(6P_0 + 2V)) = \frac{1}{\partial R} (6VP_0 + 2V^2), \text{ найдем максимум}$$

$$\text{max. функции } 6VP_0 + 2V^2$$

$$(6VP_0 + 2V^2)' = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\partial R} \cdot \frac{9P_0^2}{4} \cdot \frac{-2V_0}{P_0} = 18 \frac{P_0 V_0}{\partial R}$$

$$T_1 =$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} \partial R (T_2 - T_1) + A_{1-2}$$

$$T_2 = T_1 + T_3 - T_2 + T_1 - T_3$$

$$Q_{2-3} = \frac{1}{2} \partial R (T_3 - T_2) + A_{2-3}$$

$$Q_{3-1} = \frac{1}{2} \partial R (T_1 - T_3) + A_{3-1}$$



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.

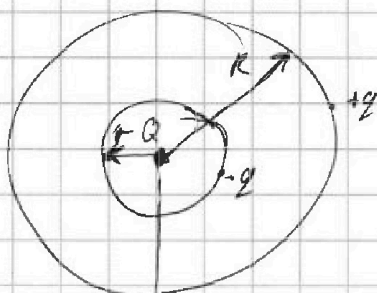
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 ИЗ

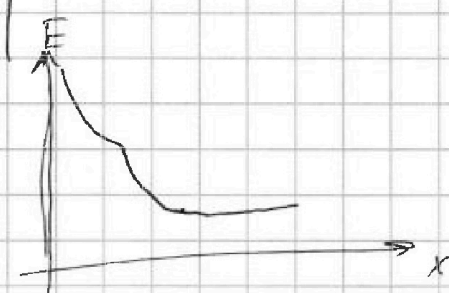
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) Дано:

$\epsilon; 1; R; Q$



-q не создает поле внутри себя



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

$$\Rightarrow \frac{Q}{\epsilon}$$

$$\varphi = \frac{Q}{\epsilon_0} = 4\pi R^2 \cdot E \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R^2} = \frac{kQ}{R^2}$$

$$\epsilon \frac{E_{\text{св}}}{\epsilon} = E_{\text{св}} = \frac{E_{\text{св}}}{\epsilon}$$

$$E = \frac{kQ}{R^2 \epsilon} = \frac{kQ}{R^2} - \frac{kq}{R^2} \Rightarrow kQ = Q\epsilon - q\epsilon \Rightarrow q = Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$\varphi(r, s) = \varphi_2(r) + \varphi_1(s) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq}{x} = \frac{k}{x} (Q+q)$$

$$Q+q = Q + Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = \frac{Q\epsilon - Q\epsilon + Q + Q}{\epsilon} = \frac{2Q\epsilon + Q}{\epsilon}$$

$$\frac{4kQ}{R\epsilon} =$$

$$\frac{4kQ}{R\epsilon} =$$

$$\varphi_1 = 4\varphi_0 = \frac{4kQ}{R\epsilon}$$

φ

$$3Q - \frac{Q\epsilon - Q}{\epsilon} =$$

$$= \frac{2Q\epsilon + Q}{\epsilon}$$

$$4Q - \frac{3\epsilon Q - 3Q}{\epsilon} =$$

$$= \frac{4Q\epsilon - 3\epsilon Q + 3Q}{\epsilon} = \frac{Q(\epsilon+3)}{\epsilon}$$

$$3Q - \frac{2\epsilon Q - 2Q}{\epsilon} = \frac{Q\epsilon + 2Q}{\epsilon}$$

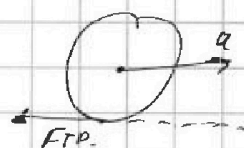


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$4mg \sin \alpha \cos \alpha + mg$$

$$F_1 = m \cdot \left(\frac{9g}{5} - \frac{5g}{13} \right) = mg \frac{39-25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

$$F_2 = 4m \left(\frac{5g}{13} - \frac{5g}{24} \right) =$$

$$\begin{array}{r} 325 \overline{) 25} \\ 25 \quad 13 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$24 \cdot 3 = 72$$

$$24 \cdot 4 = 96$$

$$13 \cdot$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13 \\ \hline 72 \\ 240 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\frac{5(24-13)}{24 \cdot 13} = \frac{5 \cdot 11}{312}$$

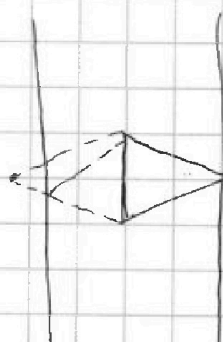
$$\begin{array}{r} 312 \overline{) 11} \\ 104 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 312 \overline{) 2} \\ 156 \quad 2 \\ \hline 78 \quad 2 \\ \hline 39 \end{array}$$

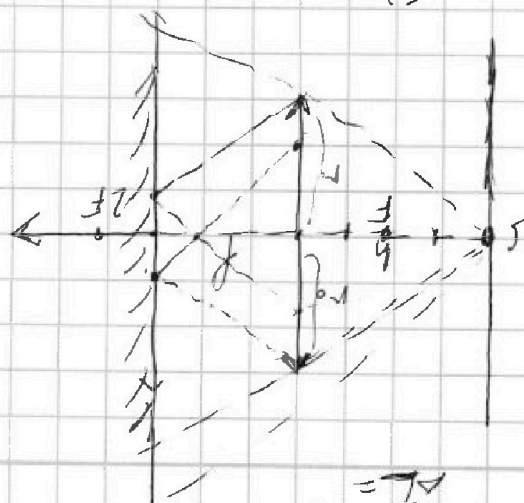
$$\begin{array}{r} 312 \overline{) 4} \quad 36 \\ 264 \quad 12 \\ \hline 48 \quad 156 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$F_3 = mg \left(\frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{95}{169} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{55}{13} \cdot \frac{12}{13} \right)$$

$$= \frac{240}{169} + \frac{56}{325} - \frac{12^{13}}{25 \cdot 13} - \frac{110}{169} = \frac{130}{169} - \frac{100}{325} = \frac{10}{13} - \frac{4}{13} = \frac{6}{13}$$



$$\frac{5}{4} = \frac{5}{48} - 4$$



$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

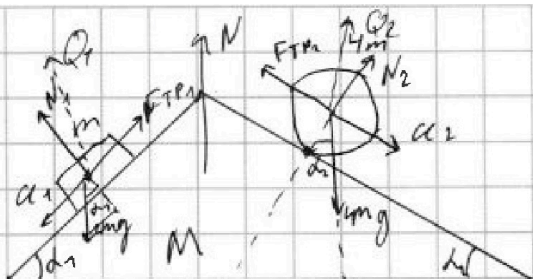


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

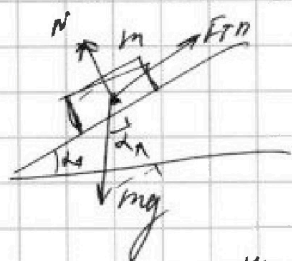
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$4ma_2 = F_{TP2}$$

Допустим, что $M=0$, проверим, будут ли двигаться брусок $F_{TP1} = N_1 \mu$ $F_{TP2} = N_2 \mu$

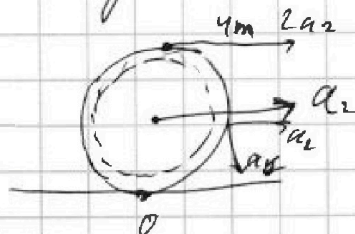
$$N_1 \mu = 0$$



$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$F_{TP1} = N_1 \mu \quad mg - F_{TP1} = ma_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{TP1} = mg - ma_1$$



$\Rightarrow$ оба движется с ускорением $2a_2$

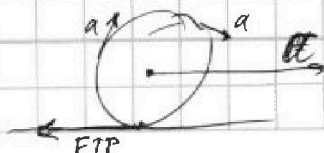
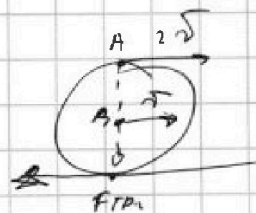
всё центр цилиндра каждая точка его стенок движется с ускор. $a_2 \Rightarrow F_i = m_i a_2 \Rightarrow 4ma_2 = F_{TP2}$

сила F_{TP2} — результирующая сила, которая

Данн. пр. момент ввр. $\text{где } \delta = \text{const}$:

т.к. скольжения нет $\Rightarrow$ цилиндр качается относ. O . $\Rightarrow \delta_A = 2\delta_B$

в CO цилиндра каждая его точка движется со скоростью $\vec{v} = \vec{v}_A : 2$. $\Rightarrow \vec{v}_A = 2\vec{v}$. т.к. момент ввр. произвольный. Единичная сила, результирующая цилиндр — $F_{TP2} \Rightarrow F_{TP2} = \sum m_i a_2 = 4ma_2$ (составляющая цилиндра по плоскости)







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!

