



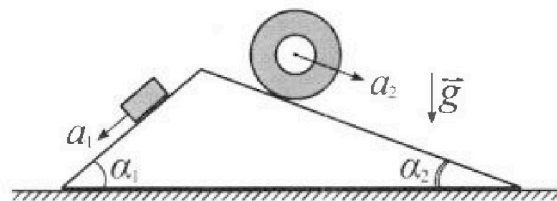
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



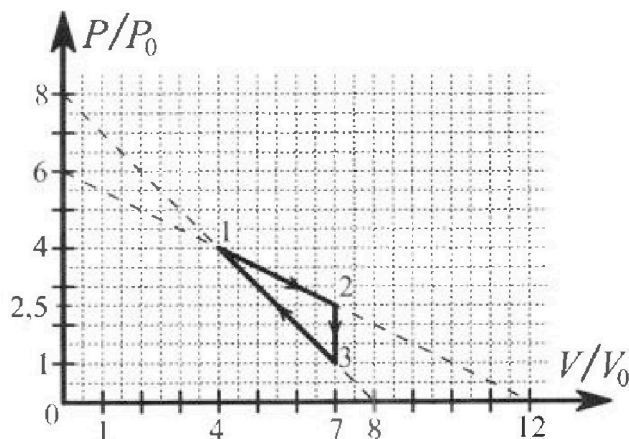
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

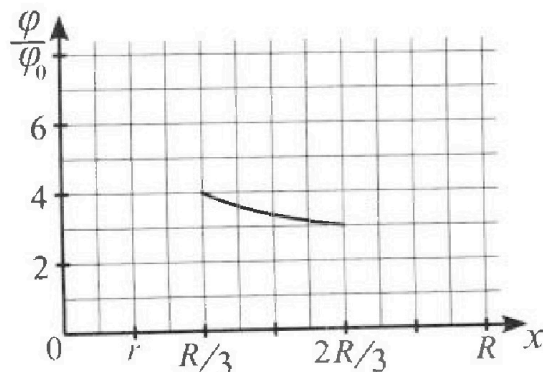
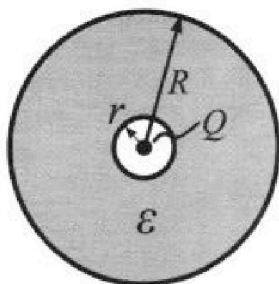


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



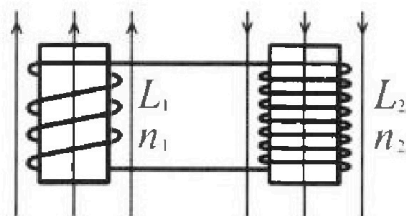
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

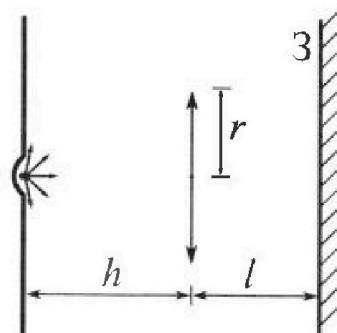


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. 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 $B_0/2$, 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
1 из 1

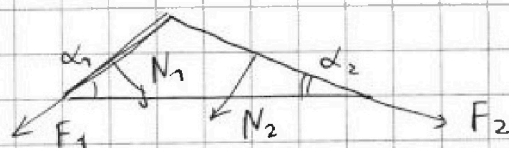
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Запишем 2ой закон Ньютона в проекции на пов. клина для бруска:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$$
$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{14}{65} mg$$

2) Также запишем его для цилиндра:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 4m \left(\frac{5}{13} g - \frac{5}{24} g \right) =$$
$$= 20 mg \cdot \left(\frac{11}{13 \cdot 24} \right) = \frac{55}{78} mg$$



3) На клин действуют:

силы трения со сторон бруска и цилиндра, реакции опор с их же стороны, сила тяжести и реакция опоры со стороны стола. В проекции на горизонт. ось:

$$|F_3| = |F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1|$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1, \quad N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$|F_3| = mg \left| \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4 \cdot 12 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right| = \frac{6}{13} mg$$

Ответ: 1) $\frac{14}{65} mg$; 2) $\frac{55}{78} mg$; 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 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!

$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} (7 p_0 V_0 + 7.25 p_0 V_0) \\ = -1.5^2 \cdot 7 p_0 V_0 \quad \text{— приращение внутр. энергии в процессе 2-3}$$

$$A_{12} = \frac{(p_2 - p_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{1.5 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 1.5^2 p_0 V_0 \quad \text{— работа газа за цикл.}$$

$$\text{Тогда } \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{12}} = \frac{1.5^2 \cdot 7 p_0 V_0}{1.5^2 p_0 V_0} = 7$$

2) Найдём зависимость $p(V)$ в процессе 1-2:

$$p = -\frac{6 p_0}{12 V_0} V + 6 p_0 = -\frac{V \cdot p_0}{2 V_0} + 6 p_0$$

Тогда зависимость $T(V)$ будет следующей!

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{-\frac{V^2 p_0}{2 V_0} + 6 p_0 V}{\nu R}$$

Найдём максимум этой функции; т.к. она квадратичная с отриц. коэффициентом, то её максимум будет в вершине параболы!

$$V_x = \frac{-6 p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6 V_0 \rightarrow T_{\max} = \frac{36 p_0 V_0 - \frac{36 p_0 V_0}{2}}{\nu R} = \frac{18 p_0 V_0}{\nu R}$$

$6 V_0$ находится между V_1 и V_2 , значит это



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

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!

будет максим. температурой в процессе 1-2.

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

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

3) Газ получает тепло в процессах 3-1 и 1-2, где 4 — точка с $T = T_{\max}$ на участке 1-2. Можно это проверить:

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \left(\frac{2 p_0 V_0}{\nu R} \right) + 2,75 p_0 V_0 = 10 p_0 V_0$$

$$Q_{42} = \Delta U_{42} + A_{42} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{7,25 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{18 p_0 V_0}{\nu R} \right) + 2,75 p_0 V_0 = 2 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} < 0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{16 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{7 p_0 V_0}{\nu R} \right) - 3,25 p_0 V_0 = 6 p_0 V_0$$

Тогда газ получил тепло $Q = 18 p_0 V_0$

$$\eta = \frac{A_3}{Q} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^2}{18} = \frac{9}{4 \cdot 18} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) 7 ; 2) $\frac{9}{8}$; 3) $\frac{1}{8}$



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 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!

Диэлектрик уменьшает разность потенциалов между двумя его точками в ε раз. Тогда можем записать для потенциала внутри диэлектрика, что это:

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

1) При $x = \frac{R}{4}$: $\varphi = \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{4kQ}{\varepsilon r}$

2) Найдем потенциалы в точках $x = \frac{R}{3}$ и

$x = \frac{2R}{3}$: т.к. $r = \frac{R}{6}$, то $\frac{R}{3} = 2r$, $\frac{2R}{3} = 4r$, тогда

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

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = kQ \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\varepsilon r} + \frac{1}{4\varepsilon r} \right) = kQ \left(\frac{4\varepsilon-3}{4\varepsilon r} \right)$$

из графика!

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{4}{3} = \frac{2\varepsilon-1}{4\varepsilon-3} \cdot 2$$

$$8\varepsilon-6 = 6\varepsilon-3 \rightarrow \varepsilon = 1,5$$

Свет. 1) $\frac{kQ}{\varepsilon r} (\varepsilon+3)$; 2) $\varepsilon = 1,5$



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

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!

При изменении потока индукции через катушку в ней возникает ЭДС индукции, которое является причиной возникновения ЭДС самоиндукции:

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -\dot{B} S N, \quad \mathcal{E}_{si} = -L \dot{I}$$

$$1) \quad \mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_1 = -\dot{B}_1 S n_1 = -\alpha S n_1$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{si1} + \mathcal{E}_{si2} = -(L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\text{Тогда } \underline{I} = \frac{\alpha S n_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha S n}{5L}$$

2) Во втором случае $\mathcal{E}_i$ возникло в обеих кат.:

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_1 - \dot{\Phi}_2 = -\dot{B}_1 S n_1 - \dot{B}_2 S n_2$$

$$\mathcal{E}_{si} = -(L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\dot{B}_1 S n_1 + \dot{B}_2 S n_2 = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

Принтегрируем по времени, получим:

$$B_1 \Big|_{B_0}^{B_0/2} S n_1 + B_2 \Big|_{2B_0}^{2B_0/3} S n_2 = (L_1 + L_2) \underline{I} \Big|_0^{\underline{I}}$$

$$|\underline{I}| = \frac{\frac{B_0}{2} S n + \frac{8}{3} B_0 S n}{5L} = \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\text{О+вет. } 1) \frac{\alpha S n}{5L}, \quad 2) \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



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!

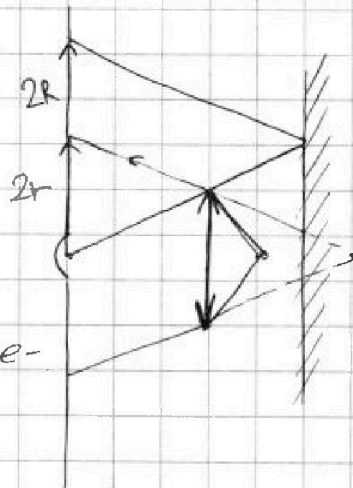
Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{\left(\frac{h}{3}\right)} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{h}{2}}, \text{ где } f - \text{ расстояние от линзы}$$

до мнимого изображения.

$$f = h$$

Снова будет освещённый круг, созданный лучами, преломившимися в линзе и



кольцо (неосвещённое). Те лучи, которые преломились в первый раз в линзе, отразятся и создадут „в линзе“ круг радиусом x . Тогда из подобия они создадут круг на экране, радиусом

$$\frac{r'}{x} = \frac{2h}{h} \rightarrow r' = 2x$$

У неосв. кольца внешний радиус будет равен $2R$. Значит площадь неосв. части экрана будет в 4 раза больше площади неосв. части зеркала и равна 96π

Ответ: 1) 24π ; 2) 96π



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.

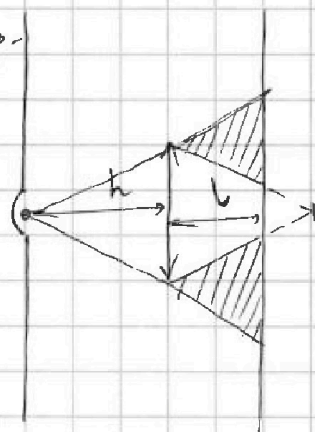


СТРАНИЦА
1 из 2

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!

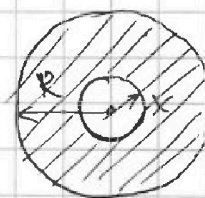
1) Источник света находится в двойном фокусе, значит все лучи, прошедшие через линзу, должны собраться в двойном фокусе за ней.

Но т.к. на их пути стоит зеркало, часть из них преломится и отразится. Тогда на зеркале появится освещённая часть радиусом x .



и кольцо (затемнённое), с внешним радиусом R . Из подобия треугольничков следует:

$$\frac{h}{h+l} = \frac{r}{R}, \quad \frac{h-l}{h} = \frac{x}{r}$$



$$\text{Тогда } R = \frac{5}{3}r, \quad x = \frac{1}{3}r$$

Площадь неосвещённой части зеркала будет равна $\pi(R^2 - x^2) = \pi r^2 \cdot \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = 24\pi \text{ см}^2$

2) Отражённые лучи соберутся в одной точке, отстоящей от зеркала на $h-l = \frac{1}{3}h$, и в ней будет новый видимый источник света.



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
☐

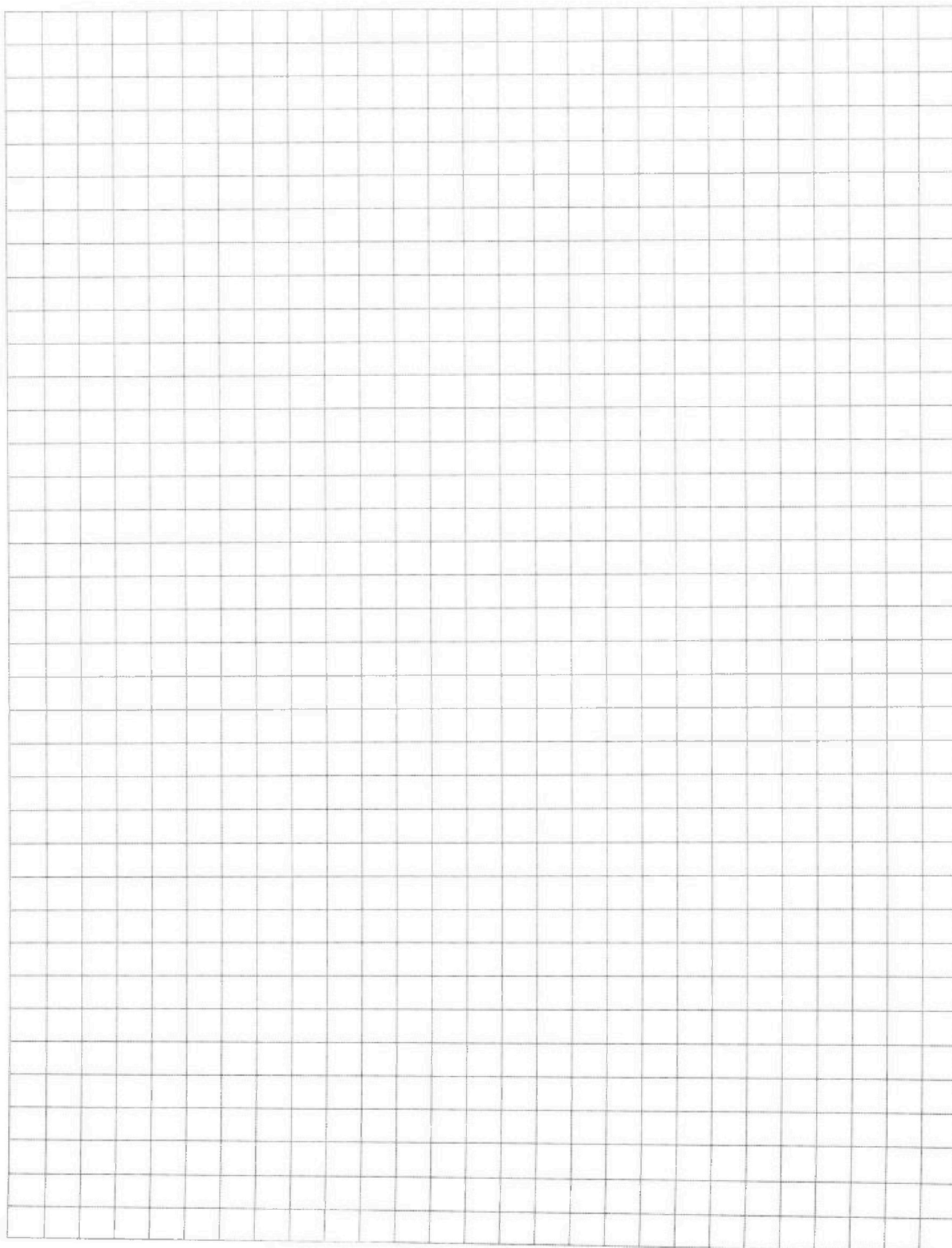
5
☐

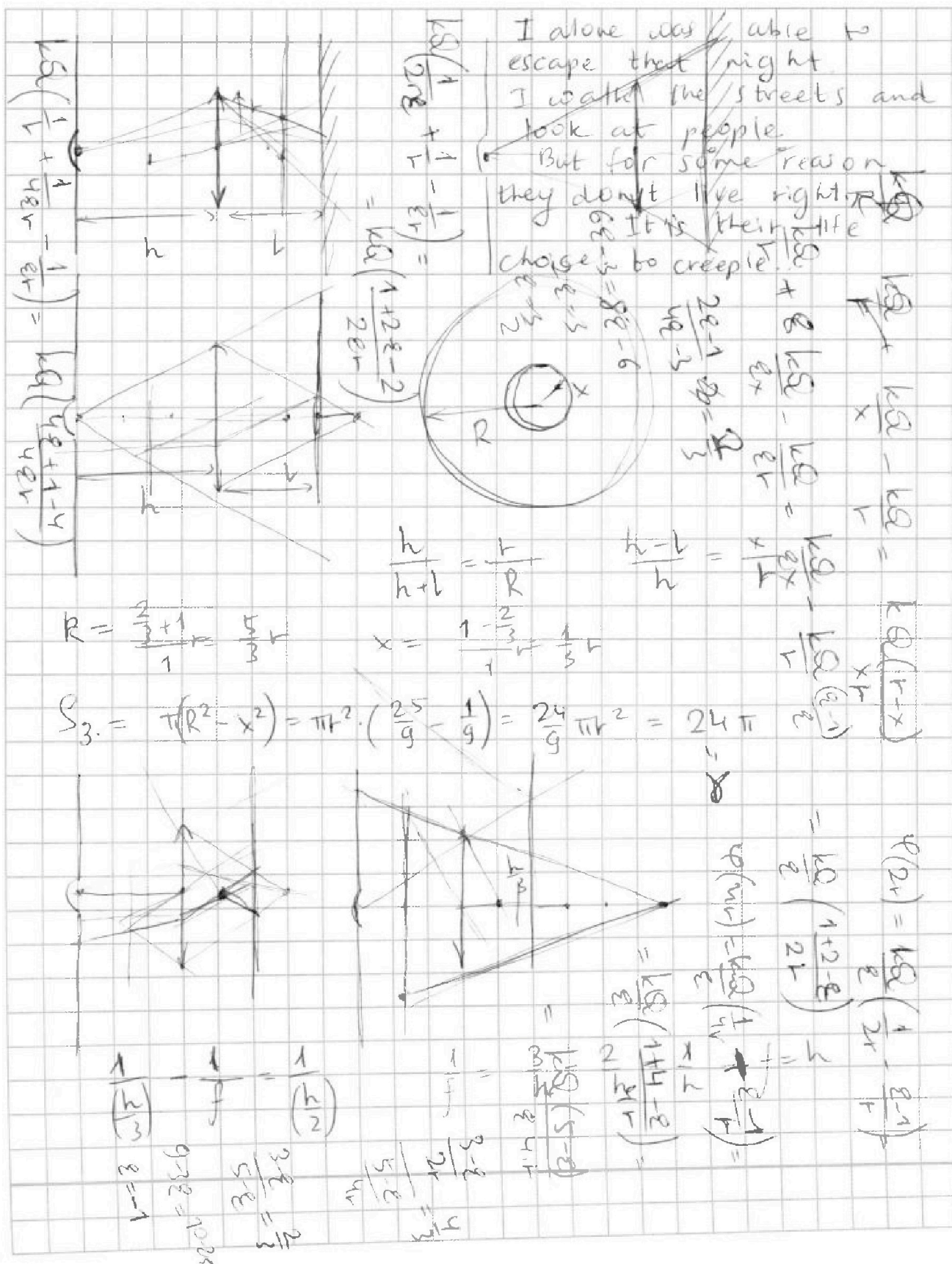
6
☐

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!

around me
a herd
of some scum
They tied
me up
R and N = 4mg cos α₂
began to torture me
 $4mv^2 = mgh - F_2 S$

$F_2 r = 4mr^2 \frac{v}{r} = 4ma_2$

$F_2 = 4ma_2$
сильно не
сильно не

$4mgs \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4ma_2$
 $2a_2 = gs \sin \alpha_2$

Наткнись!
I am a
crazy
nutcase.
I'll
escape
from
a mental
prison.
I don't
need
to look
for a
reason.
psycho!
I'm
a crazy
psycho!

$\frac{kQ}{4\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{3}{4} \frac{kQ}{\epsilon r}$
и что я
приобрел?

$\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 4 \cdot \frac{12}{73} + \frac{5}{73} - \frac{14}{73} \cdot \frac{4}{5} =$
 $= \frac{110}{13^2} + \frac{12}{25} - \frac{240}{73^2} - \frac{56}{325}$
 $= -\frac{130}{13^2} + \frac{12 \cdot 13 - 56}{325}$

$C = \epsilon \epsilon_0 S = \frac{q}{u} = -\frac{110}{13^2} + \frac{100}{325} = -\frac{10}{13} + \frac{4}{13} = -\frac{6}{13}$
 $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot (x-r)$

$\frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r} = \alpha \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)$

$\frac{kQ}{\epsilon 2r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{kQ}{2\epsilon r}$

ground me
a herd
of some scum
They tied
me up
R and N = 4mg cos α₂
began to torture me
 $4mv^2 = mgh - F_2 S$

$F_2 r = 4mr^2 \frac{v}{r} = 4ma_2$

$F_2 = 4ma_2$
сильно не
сильно не

$4mgs \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4ma_2$
 $2a_2 = gs \sin \alpha_2$

Наткнись!
I am a
crazy
nutcase.
I'll
escape
from
a mental
prison.
I don't
need
to look
for a
reason.
psycho!
I'm
a crazy
psycho!

$\frac{kQ}{4\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{3}{4} \frac{kQ}{\epsilon r}$
и что я
приобрел?

$\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 4 \cdot \frac{12}{73} + \frac{5}{73} - \frac{14}{73} \cdot \frac{4}{5} =$
 $= \frac{110}{13^2} + \frac{12}{25} - \frac{240}{73^2} - \frac{56}{325}$
 $= -\frac{130}{13^2} + \frac{12 \cdot 13 - 56}{325}$

$C = \epsilon \epsilon_0 S = \frac{q}{u} = -\frac{110}{13^2} + \frac{100}{325} = -\frac{10}{13} + \frac{4}{13} = -\frac{6}{13}$
 $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot (x-r)$

$\frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r} = \alpha \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)$

$\frac{kQ}{\epsilon 2r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{kQ}{2\epsilon r}$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
из

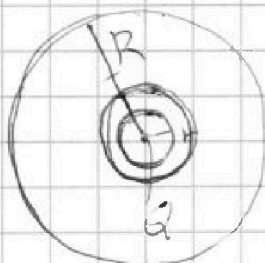
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3}{2} (16 \rho_0 V_0 - 7 \rho_0 V_0) - \frac{9}{2} \rho_0 V_0 - 3 \rho_0 V_0 = \left(\frac{3 \cdot 9}{2} - \frac{9}{2} - 3 \right) \rho_0 V_0 =$$

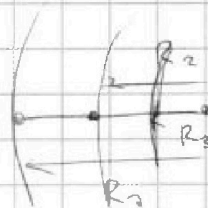
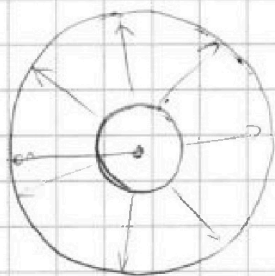
$$= \left(\frac{27}{2} - \frac{9}{2} - \frac{6}{2} \right) \rho_0 V_0 = 6 \rho_0 V_0$$

$$\frac{3}{2} (7.25 \rho_0 V_0 - 6 \cdot 3 \rho_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 1 \rho_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot (17.5 - 18 \rho_0 V_0) +$$

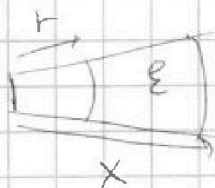
$$+ \frac{1}{2} \rho_0 V_0 = -\frac{3}{4} \rho_0 V_0 + \frac{1}{2} \rho_0 V_0$$



$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r}$$



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_3} \quad \frac{\varphi(R_1)}{\varphi(R_2)} = \frac{R_2}{R_3}$$



$$\epsilon_{me} \quad \epsilon_x = \frac{\epsilon(x-r)}{x}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon_x x} = \frac{kQ}{\epsilon(x-r)} = \frac{kQ}{\epsilon(\frac{R}{4}-r)}$$

$$= \frac{Q}{\pi \epsilon \epsilon_0 (R-4r)}$$

$$\varphi_2 \rightarrow \frac{\varphi(\frac{2R}{3})}{\varphi(\frac{R}{3})} = \frac{2.25 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{2R}{3}-r} = 1 + \frac{\frac{R}{3}}{\frac{2R}{3}-r}$$

$$-\frac{1}{4} = \frac{\frac{R}{3}}{R-3r} \quad 3r-R = 4R \quad R = \frac{3}{5}r$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

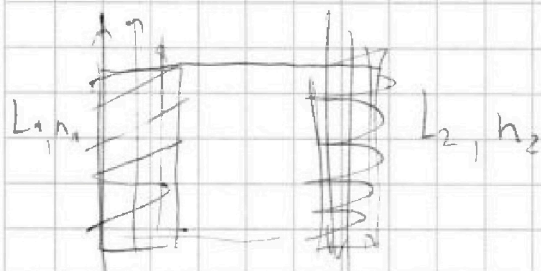
$$\frac{\varphi(2R)}{\varphi(\frac{R}{3})} = \frac{\frac{R}{3} - r}{\frac{2R}{3} - r} = \frac{3}{4} = 1 - \frac{R}{\frac{2R}{3} - r} \quad \frac{R}{2R - 3r} = \frac{1}{4}$$

$$4R = 2R - 3r \quad \text{и} \quad \frac{R}{3} - 4r = 2R - 3r$$

$$\begin{array}{c} x \\ | \text{---} | \text{---} | \\ r \end{array} \quad \mathcal{E}_x = \frac{\mathcal{E}(x-r)}{x}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\mathcal{E}_x x} = \frac{kQ}{\mathcal{E}(x-r)}$$

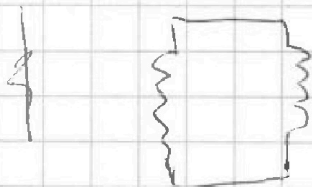
$$\frac{R}{\frac{R}{3} - 6} = \frac{1}{3}$$



$$\mathcal{E}_{S1} = -\dot{\Phi} = -\dot{B} S n_1 - \alpha \dot{S} n_1$$

$$\mathcal{E}_{S1} = -L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} = -\alpha \dot{S}$$

$$\dot{I} = \frac{\alpha \dot{S} n_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha \dot{S} n}{5L}$$



$$\mathcal{E}_1 = -\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = -\dot{B}_1 S n_1 - \dot{B}_2 S n_2$$

$$\mathcal{E}_{S1} = -L_1 \dot{I}_1 - L_2 \dot{I}$$

$$\dot{B}_1 S n_1 + \dot{B}_2 S n_2 = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

$$\left(\dot{B}_1 + \dot{B}_2 \right) B_1 S n_1 \Big|_{B_0}^{B_0/2} + B_2 S n_2 \Big|_{2B_0}^{2B_0/3} = (L_1 + L_2) I \Big|_0^I$$

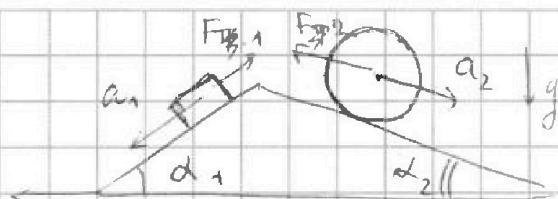
$$|I| = \frac{\frac{B_0}{2} S n + \frac{4B_0}{3} S \cdot 2n}{5L} = \frac{B_0 S n \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{3} \right)}{5L} = \frac{B_0 S n}{L} \cdot \frac{19}{30}$$



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

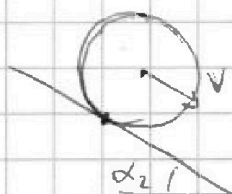
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{39-25}{65} =$$

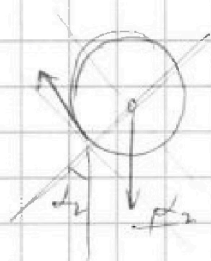
$$= mg \cdot \frac{14}{65}$$



$$M = Y_E = F_2 \cdot r = 4m r^2 \cdot a_2$$

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$F_2 = 4ma_2$$



$$4ma_2 = 4mgs \sin \alpha_2 - F_2$$

$$4mgh = mv^2$$

$$A = -F_E = mv^2 - 4mgh$$

$$4mgh = 4mv^2 + F \cdot \frac{h}{\sin \alpha_2}$$

$$\rightarrow 4mgs \sin \alpha_2 = 4mv^2 + F$$

$$4mg \sin \alpha_2 = 8mv + F$$

$$4mg \sin \alpha_2 = 8ma + F$$

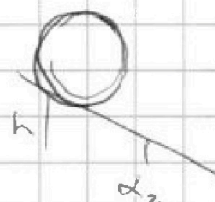
$$F_2 = m \left(-\frac{5}{3}g + 4g \cdot \frac{5}{13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{60}{39} - \frac{65}{39} \right)$$

$$-FS = \frac{4mv^2}{2} - 4mgs \sin \alpha_2$$

$$-FV = 8mv - 4mg \sin \alpha_2$$

$$= 4m \left(\frac{5}{13}g - \frac{5}{8}g \right)$$



$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - 2a_2)$$



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!

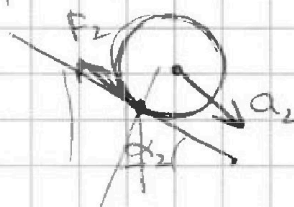


$$-FS = 4mV^2 - 4mg \sin \alpha_2$$

$$-Fv = 8mV - 4mg v \sin \alpha_2$$

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$|F_3| = |F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1|$$



$$F = 4m(g \sin \alpha_2 - 2a_2) =$$

$$= 4m \left(\frac{5}{13}g - \frac{5}{12}g \right) =$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \gamma R \cdot (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (7V_0 p_0 - 7V_0 \cdot 2.5 p_0) =$$

$$= 1.5 \cdot (-1.5) \cdot 7 V_0 p_0 = -2.25 \cdot 7 V_0 p_0$$

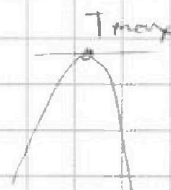
$$A_3 = \frac{1.5 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 1.5^2 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_3} = 7$$

$$P = -\frac{6p_0}{12V_0} V + 6p_0 = -\frac{V p_0}{2V_0} + 6p_0$$

$$P \cdot V = -\frac{V^2 p_0}{2V_0} + 6p_0 V$$

$$V_0 = -\frac{6p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6V_0$$



$$T_{\max} = \frac{PV}{\gamma R} = -\frac{36p_0 V_0^2}{2V_0} + \frac{36p_0 V_0}{\gamma R}$$

$$T_1 = \frac{16p_0 V_0}{\gamma R}$$

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

$$= \frac{18p_0 V_0}{\gamma R}$$