



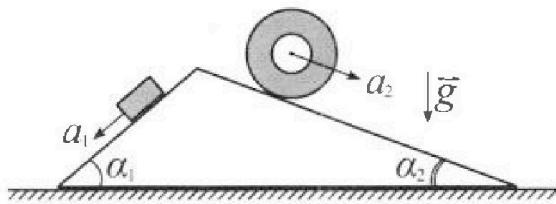
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 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.



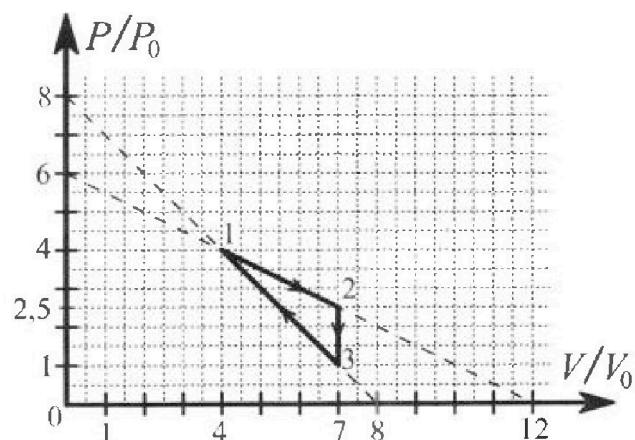
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

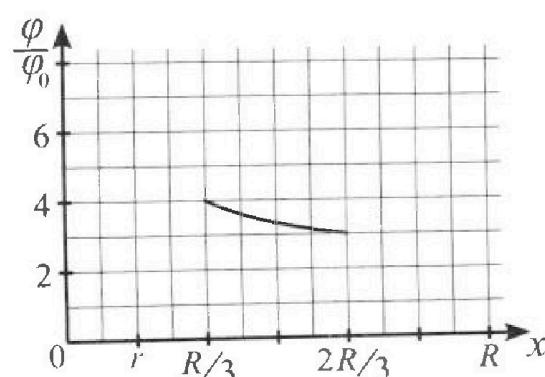
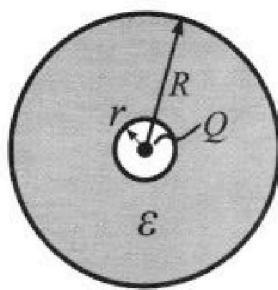
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



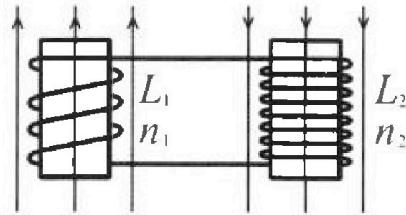
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



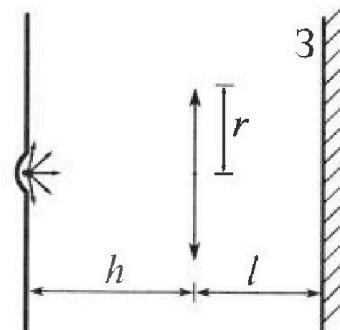
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 $\dot{\phi}$ (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 $[\text{см}^2]$ в виде $y\pi$, где y - 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 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!

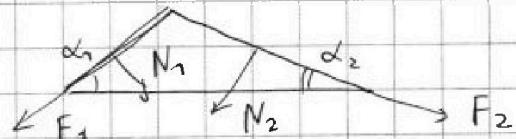
1) Запишем 2ой закон Ньютона в проекции на поб. клина для бруска:

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

2) Так же запишем его для цилиндра:

$$4ma_1 = 4mgs \sin \alpha_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 4m \left(\frac{5}{13} g - \frac{5}{24} g \right) = \\ = 20mg \left(\frac{11}{13 \cdot 24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

3) На клин действуют:



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

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

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

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

$$\text{Отврт. 1)} \frac{14}{65} mg; 2) \frac{55}{78} mg; 3) \frac{6}{13} mg$$

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.

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

$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \bar{J}_R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (-7 P_0 V_0 + 7 \cdot 2 P_0 V_0) \\ = -1,5^2 \cdot 7 P_0 V_0 \quad -\text{приращение внутр. энергии в}$$

процессе 2-3

$$A_{23} = \frac{(P_2 - P_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = 1,5 P_0 \cdot \frac{3 V_0}{2} = 1,5^2 P_0 V_0 \quad -\text{работа}$$

газа за цикл.

$$\text{Тогда } \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{1,5^2 \cdot 7 P_0 V_0}{1,5^2 P_0 V_0} = 7$$

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

$$P = -\frac{6 P_0}{12 V_0} V + 6 P_0 = -\frac{V}{2 V_0} P_0 + 6 P_0$$

Тогда зависимость $T(V)$ будет следующей:

$$T = \frac{P}{\bar{J}_R} = \frac{-\frac{V^2}{2 V_0} P_0 + 6 P_0 V}{\bar{J}_R}$$

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

$$V_x = \frac{-6 P_0}{-\frac{P_0}{V_0}} = 6 V_0 \rightarrow T_{max} = \frac{36 P_0 V_0}{2} - \frac{36 P_0 V_0}{2 \bar{J}_R} = \frac{18 P_0 V_0}{\bar{J}_R}$$

$6 V_0$ 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.



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

будет максим. температурой в процессе 1-2.

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

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

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

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14} = \frac{3}{2} gR \cdot \left(2 \frac{p_0 V_0}{gR} \right) + 2,35 p_0 V_0 = \\ = 10 p_0 V_0$$

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

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

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

Тогда раз получил тепло $Q = 18 p_0 V_0$

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

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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 можно записать для потенциала внутри диэлектрика, что это:

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

1) При $x = \frac{R}{3}$: $\varphi = \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon r} + \frac{4kQ}{\epsilon r}$

2) Найдём 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

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

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

из графика!

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

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

(т.б. 1) $\frac{kQ(\epsilon+3)}{\epsilon r}$; 2) $\epsilon = 1,5$

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.



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

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:

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -\dot{B}SN, \quad \mathcal{E}_{Si} = -LI$$

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

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = -(L_1 + L_2)I$$

$$\text{Тогда } I = \frac{\alpha S_{n_1}}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha S_n}{5L}$$

2) Во втором случае \mathcal{E}_i возникало в обеих кат.

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

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

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

Проинтегрируем по времени, получим:

$$B_1 \left| \frac{B_1}{B_0} S_{n_1} + B_2 \left| \frac{2B_2}{2B_0} S_{n_2} \right. \right. = (L_1 + L_2) I \Big|_0^I$$

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

$$\text{Отврт. 1) } \frac{\alpha S_n}{5L}, \quad 2) \quad \frac{19}{30} \frac{B_0 S_n}{L}$$



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 7СТРАНИЦА
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!

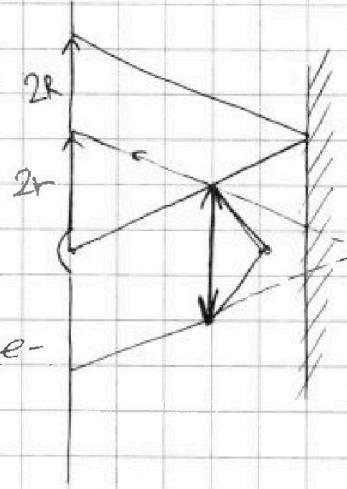
Запишем формулу линкой мизби:

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

до линейного изображения.

$$f = h$$

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



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

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

У неод. кольца внешний радиус будет равен $2R$. Значит площадь неод. части экрана будет в 4 раза больше площади неод. 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.

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

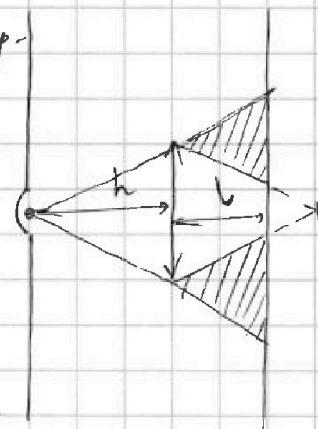
1) Источник света находится в левом фокусе, значит все лучи, прошедшие через линзу, должны сбратиться в левом фокусе за ней.

но т.к. на их пути стоит зеркало, часть из них преодолевают и отразится. Тогда

на зеркале попадет освещенная часть радиусом x .

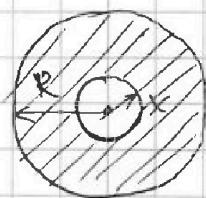
и кольцо (затемненное), с внешним радиусом

и внутренним радиусом R . Из подобия треугольников 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 неосвещенной 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) Ограничные лучи собираются 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!

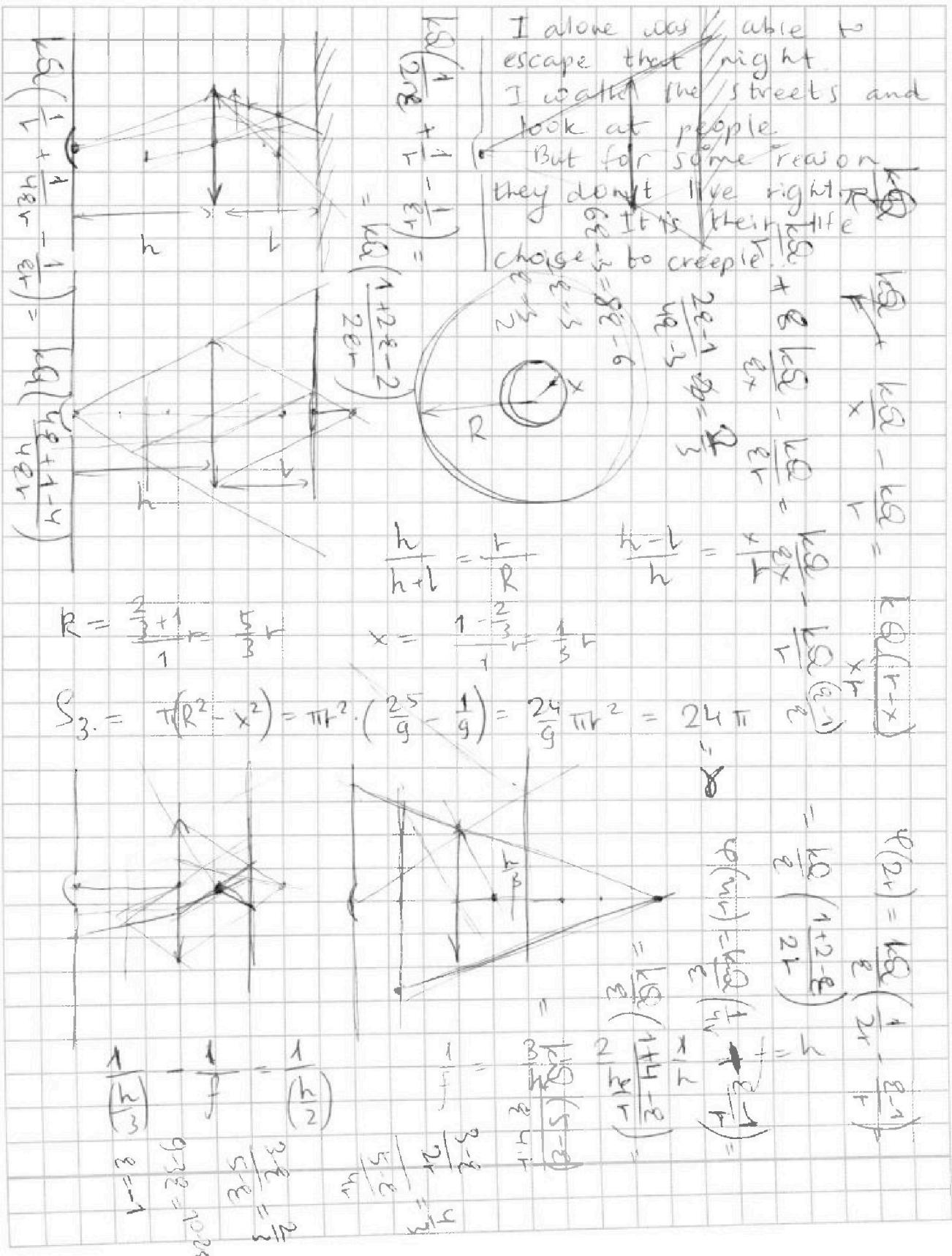


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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





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 чёрновиком 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
F and $N = 4mg \cos \alpha_2$
began to torture me
 $4mv^2 = mgh - F_2$

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

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

$2a_2 = g s \sin \alpha_2$ Nutbase!
 $\frac{kQ}{\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon r} = -\frac{3}{4} \frac{kQ}{\epsilon r}$
I am a
crazy
nutbase
in no 9
mushroom.
 $\frac{1}{13} I'll$
 $\frac{26}{156} escape$
 $\frac{1}{156} from$
a mental
prison.
I don't
need
to look
for a
reason.
psycho!
 $C = \frac{\epsilon Q S}{d} = q = -\frac{110}{13^2} + \frac{100}{325} = -\frac{110}{169} + \frac{100}{325} = -\frac{10}{13} + \frac{4}{13} = -\frac{6}{13}$
 $\psi = \psi_1 + \psi_2 \cdot (x-r)$

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

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



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.

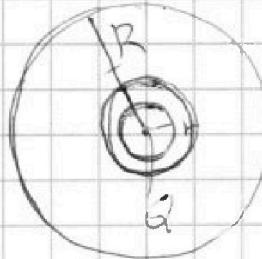
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
ИЗ

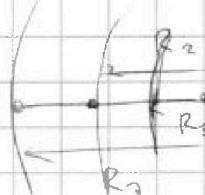
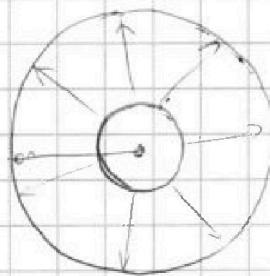
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3}{2} \left(16p_0 V_2 - 7p_0 V_0 \right) - \frac{9}{2} p_0 V_0 - 3p_0 V_2 = \left(\frac{3 \cdot 9}{2} - \frac{9}{2} - 3 \right) p_0 V_2 = \\ = \left(\frac{27}{2} - \frac{9}{2} - \frac{6}{2} \right) p_0 V_2 = 6p_0 V_2$$

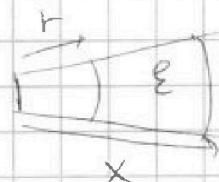
$$\frac{3}{2} \left(7 \cdot 2,5 p_0 V_2 + 6 \cdot 3 p_0 V_0 \right) + \frac{1}{2} \cdot 1 p_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot (17,5 - 18 p_0 V_0) \\ + \frac{1}{2} p_0 V_0 = - \frac{3}{4} p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V_2$$



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



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



$$E_{\text{ext}} \quad E_x = \frac{Q(x-r)}{x}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon_0 x} = \frac{kQ}{\epsilon_0 (x-r)} = \frac{kQ}{\epsilon_0 \left(\frac{R}{4} - r \right)}$$

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

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)} = \frac{\frac{2R}{3} - r}{\frac{2R}{3} - \frac{R}{3}} = 1 + \frac{\frac{R}{3}}{\frac{2R}{3} - r} \\ = 1 + \frac{R}{2R - 3r} \quad 3r - R = 4R \quad R = \frac{3}{5}r$$



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.

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

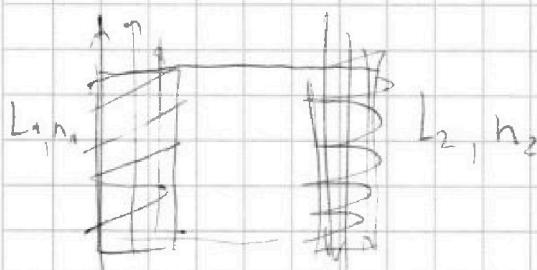
$$\frac{\varphi(2R)}{\varphi(\frac{R}{2})} = \frac{\frac{R}{3}-r}{\frac{2R}{3}-r} = \frac{\frac{3}{4}}{1-\frac{R}{3}} = 1 - \frac{R}{2R-3r} \quad \frac{R}{2R-3r} = \frac{1}{4}$$

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

$$\begin{array}{c} x \\ \rightarrow \\ r \end{array} \quad \varepsilon_x = \frac{\varepsilon(x-r)}{x}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon_x x} = \frac{kQ}{2(x+r)}$$

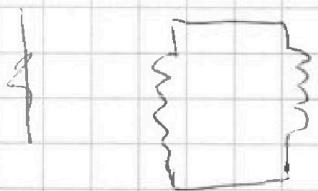
$$\frac{R}{\frac{6}{3R}} = \frac{1}{3}$$



$$\varepsilon_{si} = -\dot{\Phi} = -B_1 S_{n_1} - \alpha S_{n_1}$$

$$\varepsilon_{si} = -L_1 \dot{I}_1 - L_2 \dot{I}_2 = -\alpha S$$

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



$$\varepsilon_1 = -\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = -B_1 S_{n_1} - B_2 S_{n_2}$$

$$\varepsilon_{si} = -L_1 \dot{I}_1 - L_2 \dot{I}_2$$

$$B_1 S_{n_1} + B_2 S_{n_2} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

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

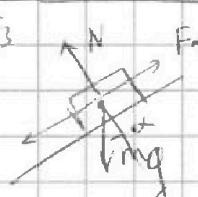
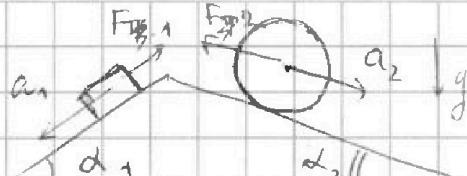
$$|I| = \frac{B_0 S_{n_1} + \frac{4}{3} B_0 S_{n_2}}{5L} = \frac{B_0 S_{n_1} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{3} \right)}{5L} = \frac{B_0 S_{n_1}}{L} \frac{19}{30}$$

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.

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



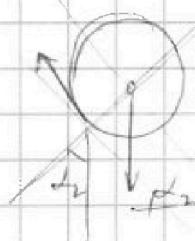
$$ma_1 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m(g s \sin \alpha_1 - a_1) = mg \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13}\right) = mg \cdot \frac{39-25}{65} = mg \cdot \frac{14}{65}$$

$$M = I\ddot{\theta} = F_2 \cdot r = 4mr^2 \cdot \frac{a_2}{r}$$

$$\ddot{\theta} + \frac{a_2}{r} = \frac{V\dot{\theta}}{r} = \frac{a_2}{r}$$

$$F_2 = 4ma_2$$



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

$$4mgh = mv^2 +$$

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

$$4mgh - 4mv^2 + F \cdot \frac{h}{s \sin \alpha_2} \rightarrow 4mgs \sin \alpha_2 = 4mv^2 + FS$$

$$4mgV s \sin \alpha_2 = 8mv^2 + FV$$

$$4mg s \sin \alpha_2 = 8ma + F_2$$



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

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

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

$$-F_2 V = 8mv^2 - 4mgs \sin \alpha_2$$

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

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

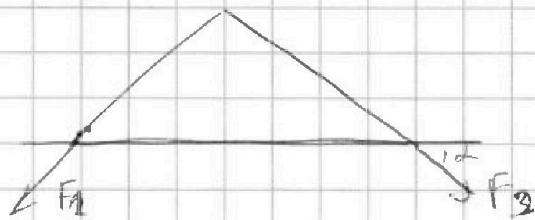
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



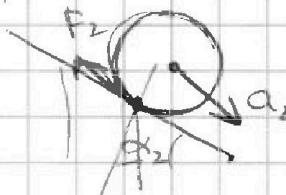
- 1 2 3 4 5 6 7

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!



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



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

$$-F_V = 8mV\dot{V} - 4mg \cos \alpha_2$$

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

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

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

$$\Delta u_{23} = \frac{3}{2} \cdot 9R \cdot (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (7V_2 p_0 - 7V_3 \cdot 2,5p_0) = \\ = 1,5 \cdot (-1,5) \cdot 7V_0 p_0 = -225 \cdot 7V_0 p_0$$

$$A_{u_3} = \frac{1,5 p_0 \cdot 3 V_3}{2} = 1,5^2 p_0 V_3$$

$$\frac{|\Delta u_{23}|}{A_{u_3}} = 7$$

$$P_1 + \frac{6p_0}{12V_0} V + 6p_0 = - \frac{Vp_0}{2V_0} + 6p_0$$

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

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



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

$$T_1 = \frac{16p_0 V_0}{fR} \quad \frac{T_{max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} \quad \Rightarrow \frac{18p_0 V_0}{fR}$$