



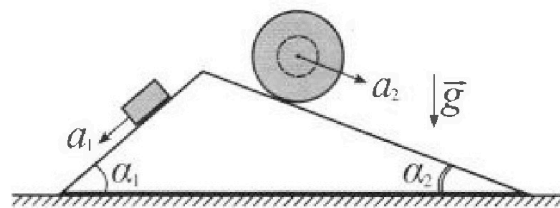
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



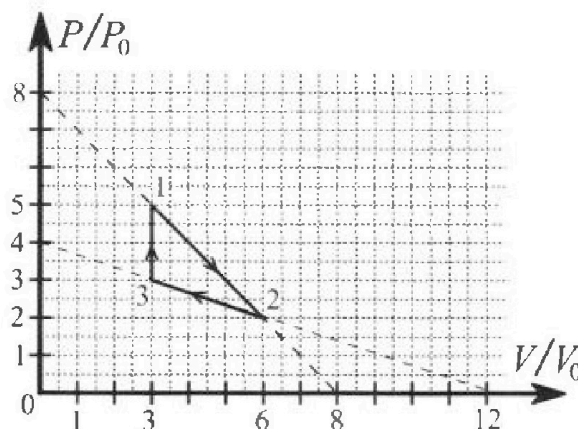
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). 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 шаром 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.

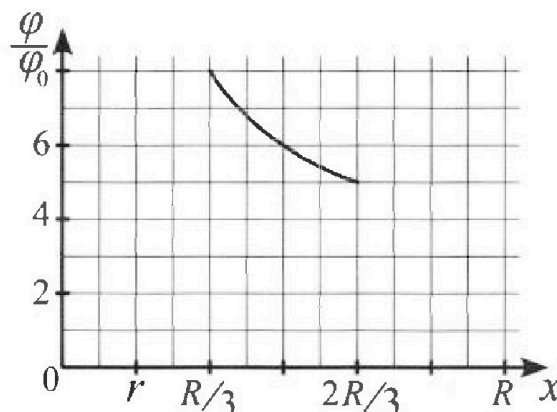
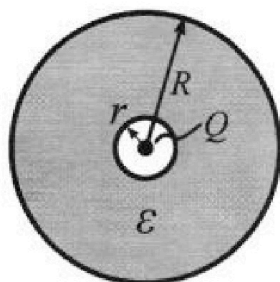


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





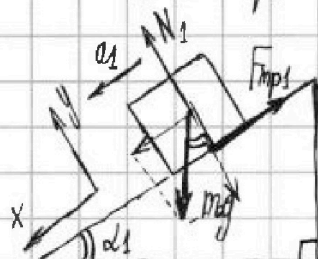
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Запишем второй з-н Ньютона на брусок в системе координат, где ось x , направлена параллельно левой стороне клина, а ось y — перпендикулярно к ней. Так как брусок не вдавливается в клин и не отрываемся от него, всё ускорение направлено по оси x :

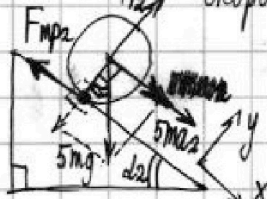


$$x: m a_1 = m g \cdot \sin \alpha_1 - F_{tr1} \quad (\text{так как брусок можно заменить материальной точкой})$$

$$F_{tr1} = m g \cdot \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot (3/5) - m \cdot (7g/17) = 16mg/85.$$

- 2) Теперь рассмотрим полый шар: к нему модель материальной точки неприменима. Но он катится без проскальзывания, значит скорость точки шара, касающейся клина, в любой момент времени равна нулю относительно земли.

~~Выводим систему координат, направив ось x вдоль правой стороны клина, а ось y — по нормали к ней. Если скорость со временем не меняется, то ускорение равно нулю:~~

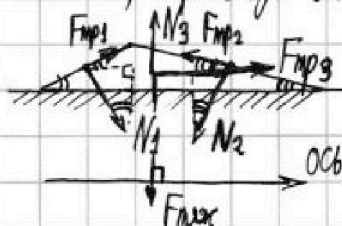


$$\text{Второй з-н Ньютона на ось } x: 0 = 5mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{tr2}, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{tr2} = 5mg \cdot \sin \alpha_2 = 5mg \cdot (8/17) = 40mg/17.$$

(N_2 — сила реакции опоры, F_{tr2} — касательная сила трения)

- 3) Наконец, рассмотрим клин: он остаётся в покое, значит действие всех сил скомпенсировано. На него действуют сила реакции опоры N_3 и сила трения F_{tr3} со стороны стола и по третьему закону Ньютона силы N_1, F_{tr1} со стороны бруска и N_2, F_{tr2} со стороны шара; если он имеет массу, то ещё и собственная сила тяжести. Будем смотреть проекции этих сил на ось, перпендикулярную столу:



$$0 = F_{tr1} \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_{tr2} \cdot \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_{tr3}$$

(из закона Ньютона на ось y в первых двух пунктах)

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 \quad \text{и} \quad N_2 = 5mg \cdot \cos \alpha_2$$

(см. след. лист)



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

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

3 (продолжение)) $0 = 16mg/85 \cdot 4/5 + mg \cdot 4/5 \cdot 3/5 - 40mg/17 \cdot 15/17 -$
 $- 5mg \cdot 8/17 \cdot 15/17 + F_{mp3} \Rightarrow F_{mp3} = -6361mg/9725, \Rightarrow$
 $\Rightarrow |F_{mp3}| = 6361mg/9725$

Ответ: 1) ~~16mg/85~~ $16mg/85$;

2) ~~40mg/17~~ $40mg/17$;

3) ~~6361mg/9725~~ $6361mg/9725$.



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

3(продолжение)) Для этих процессов локальное приращение температуры $dQ=0$, что позволяет записать первое начало термодинамики: $dQ=0=dU+dA$, где $dA = p \cdot dV$ и $dU = \frac{3}{2} (vRdT) = \frac{3}{2} ((p+dp)(V+dV) - pV) = \frac{3}{2} (p \cdot dV + dp \cdot V + dp \cdot dV) \approx \frac{3}{2} (p \cdot dV + V \cdot dp)$, $\Rightarrow \frac{5}{2} p \cdot dV + \frac{3}{2} V \cdot dp = 0$, $\Rightarrow 5p = -3V \cdot (dp/dV)$. Процесс 1-2 описывается уравнением $p/p_0 = 8 - V/V_0$, $\Rightarrow dp/dV = -p_0/V_0$, $\Rightarrow 5(8p_0 - Vp_0/V_0) = -3V \cdot (-p_0/V_0)$, $\Rightarrow V = 5V_0 \dots$



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) Согласно графику, значения $x_1 = R/3$ и $x_2 = 2R/3$ лежат в пределах от r до R ; найдём потенциалы в этих точках по аналитической (полученной) формуле:

$$\varphi(x_0) = (...) = (-Q/4\pi\epsilon_0 x) \Big|_R^\infty + (-Q/4\pi\epsilon_0 x) \Big|_{x_0}^R = (0 - (-Q/4\pi\epsilon_0 R)) +$$

$$+ ((-Q/4\pi\epsilon_0 R) - (-Q/4\pi\epsilon_0 x_0)) = Q/4\pi\epsilon_0 R \cdot (1 - 1/\epsilon + R/\epsilon x_0), \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(x_1) = Q/4\pi\epsilon_0 R (1 - 1/\epsilon + R/(\epsilon \cdot R/3)) = Q/4\pi\epsilon_0 R (2/\epsilon + 1);$$

$$\varphi(x_2) = Q/4\pi\epsilon_0 R (1 - 1/\epsilon + R/(\epsilon \cdot 2R/3)) = Q/4\pi\epsilon_0 R (\frac{1}{2\epsilon} + 1).$$

С другой стороны, согласно графику $\varphi(x_1) = 8\varphi_0$ и $\varphi(x_2) = 5\varphi_0$, откуда $\varphi(x_1)/\varphi(x_2) = 8/5 = (2/\epsilon + 1) / (1/2\epsilon + 1)$, $\Leftrightarrow 10 + 5\epsilon =$

$$= 4 + 8\epsilon, \Leftrightarrow 6 = 3\epsilon, \Leftrightarrow \epsilon = 2.$$

Ответ: 1) $Q(1+3\epsilon)/12\pi\epsilon_0 R$;

2) 2.



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) Катушки представляют собой единую цепь: по правилу Кирхгофа (первому) токи в катушках одинаковы, а значит одинаковы и скорости их изменения.

В цепи возникает ЭДС индукции из-за изменения потока МП через первую катушку: $\mathcal{E} = -d\Phi_1/dt = -d(B \cdot S_{\text{эфф}})/dt = (-S n_1) \cdot dB/dt = (-S n_1) \cdot (-\alpha) = \alpha S n_1$, где Φ_1 - поток через первую катушку, $S_{\text{эфф}}$ - эффективная площадь её витков. Но тогда по второму правилу Кирхгофа $\mathcal{E} - (L I'(t) - (9L) I'(t)) = 0$, где $I'(t)$ - скорость изменения тока в катушках, $\Rightarrow 10L \cdot I'(t) = \alpha S n_1 = \alpha S n$, $\Rightarrow I'(t) = \alpha S n / 10L = |I'(t)|$ (так как $\alpha > 0$).

2) Снова запишем (локально) второе правило Кирхгофа: $\mathcal{E}(t) - L \cdot (dI(t)/dt) - 9L \cdot (dI(t)/dt) = 0$, $\Leftrightarrow 10L \cdot dI = \mathcal{E}(t) \cdot dt$; $\mathcal{E}(t) = -(d\Phi_1 + d\Phi_2)/dt$, где $\mathcal{E}(t)$ - ЭДС индукции, Φ_1 и Φ_2 - потоки в первой и во второй катушках, $\Rightarrow 10L \cdot dI = -(d\Phi_1 + d\Phi_2)/dt \cdot dt = -(d\Phi_1 + d\Phi_2)$. Просуммируем левую и правую части между начальным моментом времени (когда тока нет) и моментом, к которому поле в катушках больше не меняется: $10L \cdot \int dI = 10L (I_\infty - 0) = -\int d\Phi_1 - \int d\Phi_2 = -n_1 S (2B_0/3 - B_0) - n_2 S (B_0/12 - B_0/3) = n S \cdot (13B_0/12)$, где I_∞ - установившийся (искомый) ток, $\Rightarrow I_\infty = 13B_0 S / 120L$.

Ответ: 1) $I'(t) = \alpha S n / 10L$; 2) $I_\infty = 13B_0 S / 120L$.



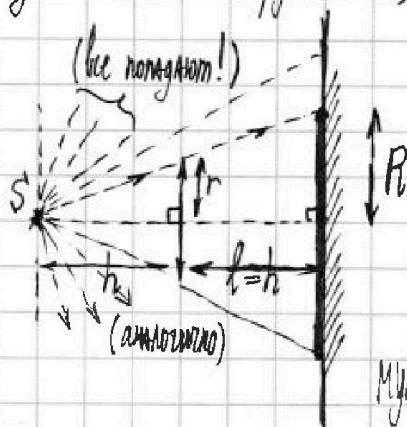
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Все лучи, не проходящие через линзу, попадают на зеркало без изменений. Соответствующая освещённая поверхность представляет собой всю плоскость зеркала без небольшой окружности, чей радиус определяется крайним лучом (см. рисунок):



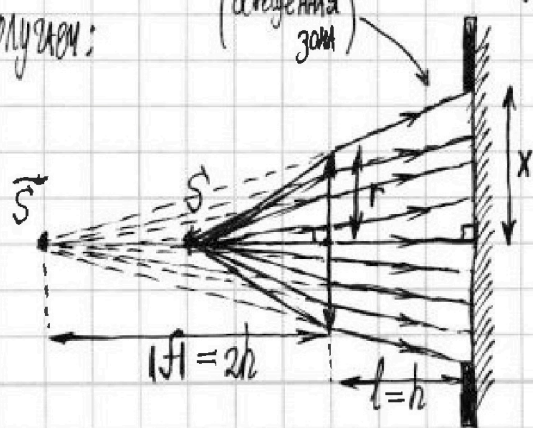
Из подобных треугольников: $r/h = R/(h+l)$, $\Rightarrow$
 $\Rightarrow R = (h+l)r/h = 2hr/h = 2r$.

Теперь рассмотрим лучи, попадающие в линзу. По формуле тонкой линзы: $1/h + 1/f = 1/F = 1/2h$, где

f — расстояние от линзы до изображения (отсчёт от линзы в сторону зеркала), $\Rightarrow$
 $\Rightarrow f = -2h$ — то есть изображение фокусируется где-то со стороны стены.

Вспомним, что изображение — точка сбора лучей (или их продолжений), пригём уже преломлённых. Тогда лучом, исходящий из точки изображения и ограниченный линзой, будет создавать такое же распределение света, как и в нашей задаче.

Получаем:



Из подобных треугольников: $r/|f| =$
 $= x/(|f|+l)$, $\Rightarrow x = (1+l/|f|)r =$
 $= 3r/2$.

Наконец, объединим эти два случая:
 (см. след. лист)



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!

1 (продолжение): Результирующая неосвещенная зона получается суперпозицией освещенной окружности радиуса x поверх темной радиуса R : $S = \pi R^2 - \pi x^2 =$
 $\pi(2r)^2 - \pi(3r/2)^2 = \pi \cdot (7r^2/4) = \pi \cdot (7 \cdot (20)^2/4) = (\pi \cdot 7) \text{ см}^2.$
Ответ: ~~7~~ 7π .



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) В проводнике в установившемся режиме поля нету: $E_0(x) = 0$ (при $x \leq r$).

В силу симметрии поле одинаково по модулю для любых равноудалённых точек и всегда направлено радиально; тогда по теореме Гаусса поле в диэлектрическом шаре выражается следующим образом: $E_1(x) \cdot 4\pi x^2 = Q/\epsilon\epsilon_0 \Rightarrow E_1(x) = Q/4\pi\epsilon\epsilon_0 x^2$ (при

$r \leq x \leq R$). Аналогично получим поле вне шара: $E_2(x) \cdot 4\pi x^2 = Q/\epsilon_0 \Rightarrow E_2(x) = Q/4\pi\epsilon_0 x^2$ (при $x > R$). По определению потенциала, $-\varphi(x_0) + \varphi_\infty = \int_{x_0}^{\infty} E(x) \cdot dx$, при этом $\varphi_\infty = 0$, $\Rightarrow -\varphi(x_0) = \int_{x_0}^{\infty} E(x) \cdot dx = \int_{x_0}^R E_2(x) \cdot dx + \int_R^x E_1(x) \cdot dx =$

$$= \int_R^{\infty} (Q/4\pi\epsilon_0 x^2) dx + \int_R^{3R/4} (Q/4\pi\epsilon\epsilon_0 x^2) dx = (-Q/4\pi\epsilon_0 x) \Big|_R^{\infty} + (-Q/4\pi\epsilon\epsilon_0 x) \Big|_R^{3R/4} =$$

$$= (-Q/4\pi\epsilon_0) \cdot (1/R - 0 + 4/3\epsilon R - 1/\epsilon R) = -Q(1+3\epsilon)/12\pi\epsilon\epsilon_0 R, \Rightarrow \varphi(3R/4) = -(-\varphi_0(3R/4)) = Q(1+3\epsilon)/12\pi\epsilon\epsilon_0 R.$$

Согласно графику, значения $x_1 = R/3$ и $x_2 = 2R/3$ лежат в пределах от r до R ; найдём потенциал в этих точках согласно аналитической формуле выше:

$$\varphi(x_1) = \int_{x_1}^R E_1(x) \cdot dx + \int_R^{\infty} E_2(x) \cdot dx = \int_{x_1}^R (Q/4\pi\epsilon\epsilon_0) (1/x^2) dx + K =$$

$$= K + (Q/4\pi\epsilon\epsilon_0) \cdot (-1/x) \Big|_{x_1}^R = K + (Q/4\pi\epsilon\epsilon_0) (1/x_1 - 1/R) \Big|_{x_1=R/3} =$$

$$= K + Q/2\pi\epsilon\epsilon_0 R, \text{ где } K = \int_R^{\infty} E_2(x) \cdot dx. \text{ Аналогично } \varphi(x_2) = K + (Q/4\pi\epsilon\epsilon_0) \cdot$$

$$(1/x_2 - 1/R) \Big|_{x_2=2R/3} = K + Q/4\pi\epsilon\epsilon_0 (3/2R - 1/R) = K + Q/8\pi\epsilon\epsilon_0 R.$$

Согласно графику, $\varphi(x_1) = 8\varphi_0$ и $\varphi(x_2) = 5\varphi_0$, $\Rightarrow 3\varphi_0 = \varphi(x_1) - \varphi(x_2) =$

$$= (K + Q/2\pi\epsilon\epsilon_0 R) - (K + Q/8\pi\epsilon\epsilon_0 R) = 3Q/8\pi\epsilon\epsilon_0 R, \Leftrightarrow \epsilon =$$



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.

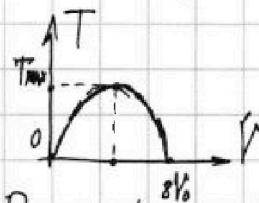


СТРАНИЦА
1 из 2

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) По уравнению Клайперона-Менделеева $p \cdot V = \nu R \cdot T$. Тогда приращение внутренней энергии в процессе 3-1 следующее: $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3)$ (примем $i=3$, ведь из одноклонтный) $= \frac{3}{2} \cdot (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} ((5p_0) \cdot (3V_0) - (3p_0) \cdot (3V_0)) = 3p_0 V_0$. Работа же из-за того что определяется площадью под графиком $p(V)$, так как $dA = p \cdot dV$, заключенной в пределах графика: $A_{\text{о}} = S(p, V) = (p_1 - p_2)(V_2 - V_1) \cdot \frac{1}{2} - (p_3 - p_2)(V_2 - V_1) \cdot \frac{1}{2} = (p_0 V_0 / 2)(6 - 3)(5 - 3) = 3p_0 V_0$. Отсюда $|\Delta U| / A_{\text{о}} = 3p_0 V_0 / 3p_0 V_0 = 3$.

2) В процессе 1-2 цикл описывается уравнением $p/p_0 = 8 - V/V_0$. Тогда по Клайперону-Менделееву $T = \frac{1}{\nu R} (pV) = \frac{p_0}{\nu R} (8 - V/V_0)V = -(p_0/\nu R V_0) \cdot V^2 + (8p_0/\nu R)V$ - квадратичная функция от V ; график - парабола ветви вниз, $\Rightarrow$ максимум достигается в вершине, $\Rightarrow T_{\text{max}} = -(p_0/\nu R V_0) \cdot (4V_0)^2 + (8p_0/\nu R)(4V_0) = 16p_0 V_0/\nu R$. Температура в состоянии 2: $T_2 = \frac{1}{\nu R} (p_2 V_2) = \frac{1}{\nu R} (2p_0)(6V_0) = 12p_0 V_0/\nu R, \Rightarrow T_{\text{max}} / T_2 = 16p_0 V_0/\nu R \div 12p_0 V_0/\nu R = 16/12 = 4/3$.



3) Найдём тогда на линейных процессах 1-2 и 2-3, в которых теплота в систему ни поступит, ни уходит из неё. (см. след. лист)



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 (продолжение)). Результирующая освещённая зона получается добавлением поверх тёмной окружности радиуса R освещённой окружности радиуса x : получится тёмное кольцо площадью $S = \pi R^2 - \pi x^2 = \pi (2r)^2 - \pi (3r/2)^2 = \pi \cdot (7r^2/4) = \pi \cdot (7 \cdot (2\text{см})^2/4) = (\pi \cdot 7) \text{см}^2$.
Ответ 1: 7π .

2) Лучи, идущие очень близко к оптической оси, после отражения тоже будут близко к оси и попадут в точку на стене, близкую к лампочке. Таким образом вокруг лампочки будет светлое пятно, образованное отражением крайнего луча.



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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving two masses on inclined planes.

Diagram 1 (Top Left): Shows two masses on inclined planes. Mass 1 is on a plane with angle α . Mass 2 is on a plane with angle β . Forces shown include normal force N , friction force $F_{\text{тр}}$, and components of gravity $mg \sin \alpha$, $mg \cos \alpha$. Accelerations ma_1 and $5ma_2$ are indicated.

Diagram 2 (Middle Left): A geometric diagram showing a right triangle with height h and base l . It includes a coordinate system with x and y axes.

Equations:

$$N = mg \cdot \frac{4}{5}; \quad ma_1 = mg \sin 2 - \mu N$$
$$\frac{1}{2h} = \frac{2}{2h} + \frac{1}{f} \Rightarrow$$
$$f = -\frac{1}{2h} = -\frac{1}{F}$$

Diagram 3 (Bottom Left): Shows a mass m on an inclined plane with angle α . Forces include $N = mg$, $5ma_2$, and $F_{\text{тр}}$. The equation $(\frac{F_{\text{тр}}}{m}) \sin \alpha + 2ma =$ is written.

Diagram 4 (Bottom Right): Shows a mass m on an inclined plane with angle α . Forces include $F_{\text{тр}}$, ma_2 , and mg . The equation $a_2 = \frac{F_{\text{тр}}}{m} - g$ is written.

Velocity Diagrams:

At the bottom, two velocity diagrams are shown. The first shows a velocity vector v_m and a velocity vector v . The second shows a velocity vector $v/2$.

Arithmetic:

$$\frac{57 - 35}{85} = \frac{16}{125}$$



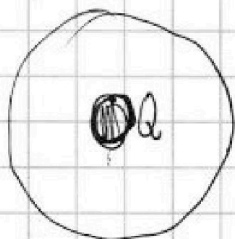
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

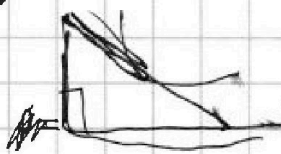
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{2}(dpV + p dV) + p dV = 0$$



$$\frac{1}{r} = E = \varphi$$

$$\frac{p_0}{p_0} = k - m \frac{V}{V_0}$$



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

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

$$\Delta\varphi = \int E \cdot dr = \int \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} dr = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - (-\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R})$$

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$$

$$pV = \nu RT_0$$

$$dU + dA = 0$$

$$\frac{4-3+3E}{3\epsilon R}$$

$$p = k$$

$$p = 2p_0$$

$$V = 5V_0$$

$$\frac{12p_0V_0}{\nu R}$$

$$(-\frac{V}{V_0} + 8)p_0V = \nu RT_0$$

$$\frac{3}{2R} - \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{2R}$$

$$p_0$$

$$a(-k \cdot \frac{V}{V_0 p_0})$$

$$f_u$$

$$10L \cdot I(t) =$$

$$-\frac{B_0}{3}$$

$$\frac{2\pi r_2}{8\pi\epsilon_0 E} = \frac{B_0}{3}$$

$$\frac{8}{5}$$

$$\frac{4}{8}$$

$$-\frac{3}{12}B$$

$$\frac{4}{12}B_0 - \frac{1}{12}B_0 = \frac{3}{12}B_0$$

$$\frac{13B_0}{3}$$

$$\frac{B_0}{4}$$

$$\frac{3B_0}{4} + \frac{B_0}{3}$$

$$\frac{1}{2}dp \cdot V + \frac{1+2}{2}p \cdot dV = 0$$

$$p_0 \left(-k \frac{V_0}{V_0} \right) + 35$$

$$10L = 15B_0$$