



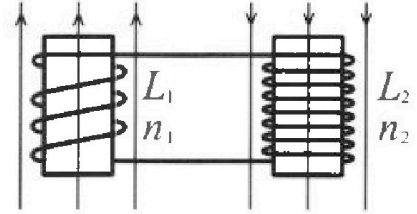
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

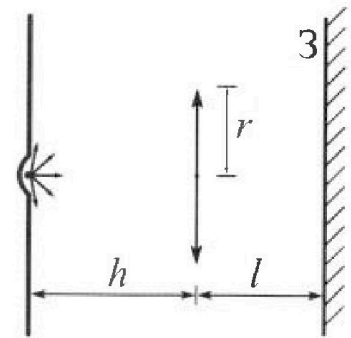


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ 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.



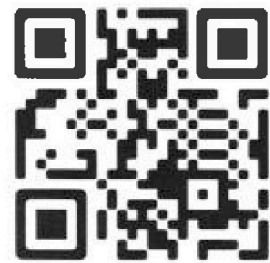
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



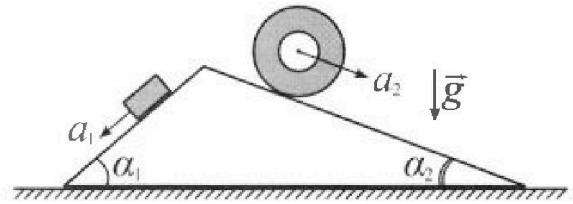
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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.

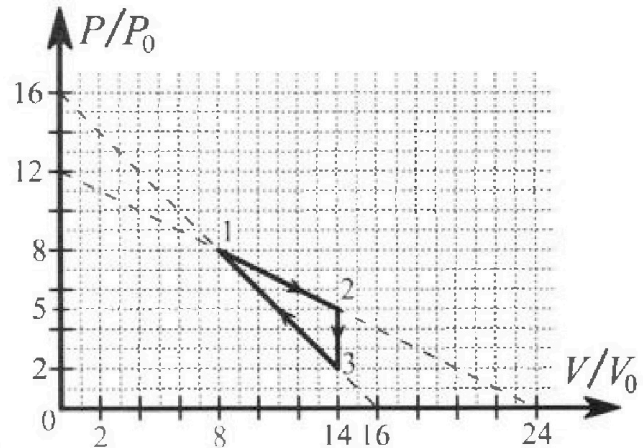


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

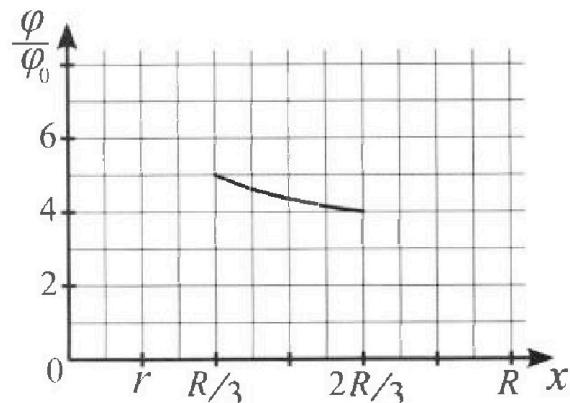
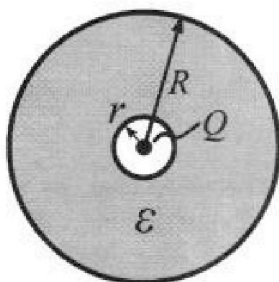
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 5R/6$.
- 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 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

1) Сила трения F_1 между бруском и клином

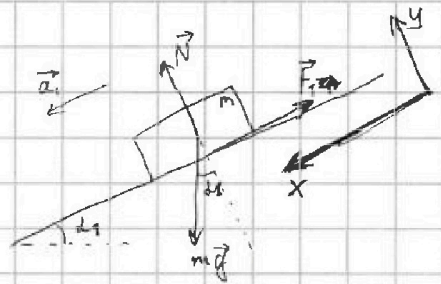
1. П.к. клин остаётся в покое, то рассмотрим движение бруска, как ~~если~~ движение по статической наклонной поверхности.

2. По II закону Ньютона в проекции на ось X и Y:

X: $ma_1 = mg \sin d_1 - F_1$, откуда $F_1 = m(g \sin d_1 - a_1)$ | Y: $N - mg \cos d_1 = 0$

3. По условию $a_1 = \frac{6}{13}g$, $\sin d_1 = \frac{3}{5}$, следовательно:

4. $F_1 = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13}g) = mg(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}) = mg(\frac{39-30}{5 \cdot 13}) = mg \cdot \frac{9}{65}$



2) Сила трения F_2 между цилиндром и клином

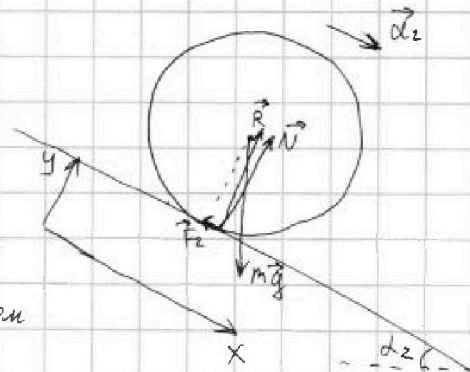
1. Пусть R - полная сила реакции опоры

2. Вектор силы R ~~то~~ должен ~~быть~~ проходить справа от центра масс цилиндра, то есть создавать момент силы против часовой стрелки, чтобы тормозить цилиндр. Это возможно в случае, когда есть пятно контакта с клином

3. По II закону Ньютона в проекции на ось X:

$2ma_2 = 2mg \sin d_2 - F_2$, откуда $F_2 = 2m(g \sin d_2 - a_2)$ | Проекция на ось Y: $N - 2mg \cos d_2 = 0$

4. $F_2 = 2m(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{1}{4}) = 2mg(\frac{20-13}{13 \cdot 4}) = mg \cdot \frac{7}{26}$



3) По I закону Ньютона III закону Ньютона на клин действуют силы $-F_1, -N_1, -F_2, -N_2$ где $-N_1$ и $-N_2$ - силы реакции опоры для клина

2. По I закону Ньютона пунктам 1) и 2)

знаем: $|N_1| = mg \cos d_1$, $|N_2| = 2mg \cos d_2$

3. По II закону Ньютона в проекции на ось Z:

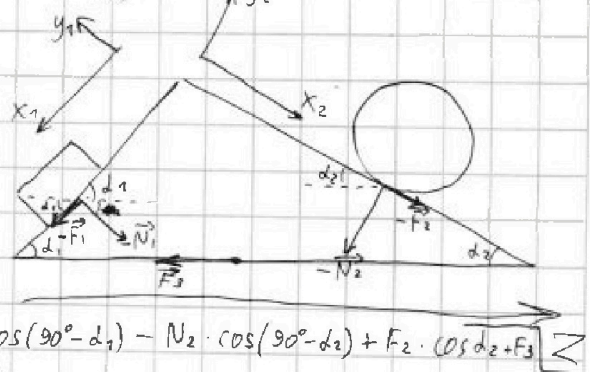
$0 = -F_1 \cdot \cos d_1 + N_1 \cdot \cos(90^\circ - d_1) - N_2 \cdot \cos(90^\circ - d_2) + F_2 \cdot \cos d_2 + F_3$

где F_3 - сила трения между клином и стеной

$0 = -\frac{9}{65}mg \cdot \cos d_1 + mg \cdot \cos d_1 \cdot \sin d_1 - 2mg \cdot \cos d_2 \cdot \sin d_2 + \frac{7}{26}mg \cdot \cos d_2 + F_3$

$F_3 = mg(-\frac{9}{65} \cdot \cos d_1 + \cos d_1 \cdot \sin d_1 - 2 \sin^2 d_2 + \frac{7}{26} \cos d_2) = mg(-\frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} + \frac{9}{25} - \frac{50}{169}) =$

$= mg(-36/13)$



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. Запишем II ой закон термодинамики в дифференциальной форме:

$$dQ = \frac{3}{2} pRdT + p dV$$

$$dQ = \frac{3}{2} (2 \cdot dV(8p_0 - V)) + (-\frac{1}{2}V + 12p_0)dV = 3(8p_0 \cdot dV - VdV) - \frac{1}{2}VdV + 12p_0 dV =$$

$$= 36p_0 dV - \frac{3}{2}VdV = dV(36p_0 - \frac{3}{2}V) = \frac{3}{2}dV(24p_0 - V)$$

Следовательно в процессе 1-3 газ нагревается

$$+ (-V + 16p_0)dV = 3dV(8p_0 - V) + dV(16p_0 - V) = dV(24p_0 - 3V + 16p_0 - V) =$$

$$= dV(40p_0 - 4V) = 4dV(10p_0 - V). \text{ Следовательно т.к. на } 3-4: dV < 0,$$

то $4dV(10p_0 - V) > 0$ при $V > 10V_0$ и $dV < 0$

$4dV(10p_0 - V) < 0$ при $V < 10V_0$ и $dV < 0$

Следовательно в процессе газ ^{нагревается} происходит при $V \in [10V_0; 14V_0]$

4. КПД — отношение работы за цикл к сумме работ нагревателя в процессе 1-2 и 3-1 при V от $14V_0$ до $10V_0$.

Пусть они равны A_1 и A_2 соответственно:

$$A_1 = 6V_0 \cdot \frac{8p_0 + 5p_0}{2} = 3 \cdot 13 p_0 V_0 = 39 p_0 V_0$$

$$A_2 = -4V_0 \cdot \frac{7p_0 + 5p_0}{2} = -8 p_0 V_0 = -24 p_0 V_0$$

5. Работа $A_2 < 0$, $A_1 > 0$. Следовательно работа по нагреванию

5. Пусть КПД есть буква η :

$$\eta = \frac{A}{A_1 + A_2} = \frac{39 p_0 V_0}{39 p_0 V_0 - 24 p_0 V_0} = \frac{3}{5} p_0 V_0$$

Ответ: 1) 1 2) ~~4~~ $\frac{5}{2}$ 3) $\frac{3}{5} p_0 V_0$



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!

№ 3

- 1) Пусть E - напряженность электрического поля вне диэлектрика, E' - внутри диэлектрика, тогда $E = E' \cdot \epsilon$, $E' = \frac{E}{\epsilon}$
- 2) Потенциал в диэлектрике при $x = \frac{5R}{\epsilon}$ есть работа по перемещению пробного заряда из диэлектрика наружу в поле заряда Q , действующая на пробный заряд и далее до бесконечности заряд

$$\varphi = \int_x^R E' \cdot dx + \int_R^\infty E \cdot dx = KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \int_x^R \frac{1}{x^2} dx + \int_R^\infty \frac{1}{x^2} dx \right) = KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right)$$

При $x = \frac{5}{\epsilon} R$:

$$\varphi = KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{\epsilon}{5R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right) = KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{5R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$

- 2) Подставим $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$

$$\frac{R}{3}: KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} \right) + \frac{1}{R} \right) = 5\varphi_0$$

$$\frac{2R}{3}: KQ \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{2R} \right) + \frac{1}{R} \right) = 4\varphi_0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{2}{R} \right) + \frac{1}{R} = \frac{5}{4} \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{2R} \right) + \frac{1}{R} \right);$$

$$\frac{2}{\epsilon R} + \frac{1}{R} = \frac{5/8}{\epsilon R} + \frac{5/4}{R}; \quad \frac{11/8}{\epsilon R} = \frac{1/4}{R}; \quad \epsilon = \frac{11}{8} \cdot 4 = 5,5$$

Ответ: 1) $\frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$ 2) ~~11~~ $\frac{11}{2}$



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 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!

№ 5

1) 1. Расставим точки A, B, C, D как на рисунке

исходящие вправо E, F, G

2. Очевидно, что все лучи, не проходящие линзу попадают на зеркало, поэтому предварительно световое пятно равно площади окружности DE

3. Из подобия треугольн-ов ABC и AOE с радиусом

$$\frac{r}{h} = \frac{DE}{\frac{5}{3}h}; \quad DE = \frac{5}{3}r$$

4. По формуле собир. линзы:

$$\frac{1}{AC} + \frac{1}{CF} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{h} + \frac{1}{CF} = \frac{2}{h}; \quad CF = \frac{h}{2}$$

$$\text{Следовательно } FE = CE - CF = \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = h\left(\frac{4}{6} - \frac{3}{6}\right) = \frac{h}{6}$$

5. Из подобия BCF и FEG:

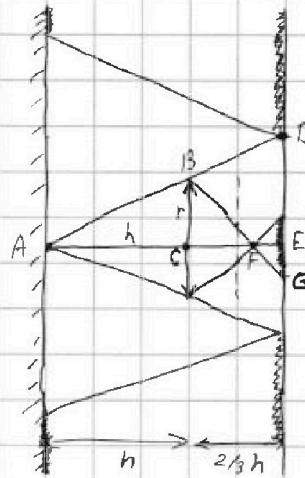
$$\frac{GE}{FE} = \frac{BC}{CF}; \quad GE = \frac{h}{6} \cdot r \cdot \frac{2}{h} = \frac{r}{3}$$

6. Так как луч ABG является крайним, то все остальные лучи проходящие через линзу будут падать на зеркало в пределах радиуса EG от главной оптической оси. Следовательно будет световое пятно с радиусом EG

7. Площадь освещенной части зеркала:

$$\pi(DE^2 - EG^2) = \pi\left(\frac{25}{9}r^2 - \frac{1}{9}r^2\right) = \frac{24}{9}r^2; \quad \frac{24}{9} \cdot 25 = \left(2 + \frac{6}{9}\right)25 = 50 + 16\frac{2}{3} = 66\frac{2}{3} \text{ (см}^2\text{)}$$

2.



Ответ: 1) $\frac{24}{9}r^2$; $66\frac{2}{3} \text{ см}^2$



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
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!

$$p = -V + 16p_0$$

$$dp = -dV$$

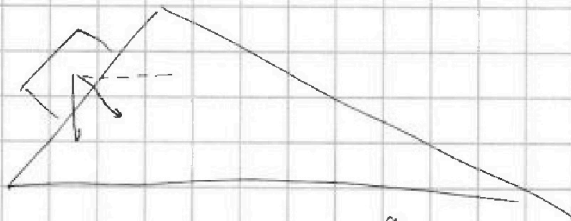
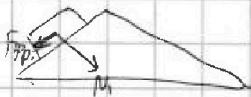
$$p dV + dpV = DRdT$$

$$(16p_0 - V)dV + VdV = DRdT$$

$$16p_0 dV - 2VdV = DRdT$$

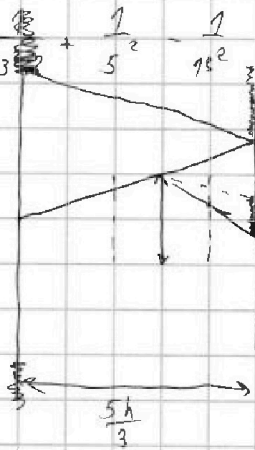
$$DRdT = dV(16p_0 - 2V) = dV \cdot 2(8p_0 - V)$$

$$dA = \frac{3}{2} dV(16p_0 - V) + p dV = 18p_0 dV - \frac{3}{2} VdV - \frac{3}{2} VdV + 16p_0 dV = 30p_0 dV - 3VdV = 2dV(15 - V)$$



$$\frac{1}{13 \cdot 5^2} + \frac{1}{13} + \frac{1}{5^2} - \frac{1}{13 \cdot 5^2}$$

$$\frac{25}{11} - \frac{15}{15} = \frac{25}{325}$$



$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$\frac{r}{h} = \frac{x}{\frac{5h}{3}}$$

$$x = \frac{3}{5}r$$

$$x = \frac{5}{3}h$$

$$\frac{10}{3}h = R \text{ для центра}$$

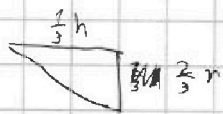
$$R = \frac{5}{3}h \text{ для зеркала}$$

$$- \frac{1}{3}r$$

$$d = f \left(\frac{r}{h} \right)$$

$$\frac{1}{3}h \cdot \frac{r}{h}$$

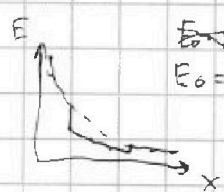
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f}$$



$$\frac{1}{3}r$$

$$\varphi = k \frac{q}{r}$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$



$$E_0 = E \cdot \epsilon$$

$$E' = \frac{E_0}{\epsilon}$$

$$\int_{-\infty}^R E_0 dx + \int_0^R E_0 dx + \int_R^{\infty} E' dx =$$

$$= kq \left[-\frac{1}{r} \right]_{-\infty}^R + \int_0^R k \frac{q}{r^2} dr = kq \left[-\frac{1}{r} \right]_{\infty}^0 = k \frac{q}{r}$$

$$E d = \Delta \varphi$$

$$k \frac{q}{r} = E d$$

$$k \frac{q}{r} = E' \epsilon d$$

$$\Delta \varphi = \frac{1}{\epsilon} (W)$$



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!

№ 2

1) 1. Работа газа за цикл ~~на~~ в ~~данном~~ данном случае есть площадь фигуры ограниченной линиями цикла. Пусть работа за цикл — A

$$A = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{2} = 9p_0V_0$$

2. Изменение внут. энергии 1-2: $U_{1-2} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T$

3. Уравнение Менделеева-Клапейрона для состояний (1) и (2):

$$(1) 8p_0 \cdot 8V_0 = \Delta R T_1$$

$$(2) 5p_0 \cdot 14V_0 = \Delta R T_2 \quad \text{где } T_1 \text{ и } T_2 \text{ — температуры в состояниях (1) и (2)}$$

$$4. \Delta T = T_2 - T_1$$

$$5. U_{1-2} = \frac{3}{2} \Delta R T_2 - \frac{3}{2} \Delta R T_1 = \frac{3}{2} p_0 V_0 (5 \cdot 14 - 8 \cdot 8) = 9p_0 V_0$$

$$6. \left| \frac{U_{1-2}}{A} \right| = \left| \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} \right| = 1$$

2) 1. Запишем уравн. Менделеева-Клапейрона в дифференциальной форме:

$$p dV + dp \cdot V = \Delta R dT$$

2. Из графика следует уравнение прямой процесса 1-2:

$$p = \left(-\frac{1}{2}\right)V + 12p_0$$

Продифференцируем:

$$dp = \left(-\frac{1}{2}\right)dV$$

$$3. \left(\left(-\frac{1}{2}\right)V + 12p_0\right)dV + \left(-\frac{1}{2}\right)V \cdot dV = \Delta R dT$$

$$-V \cdot dV + 12p_0 dV = \Delta R dT$$

$\Delta R dT = dV(12p_0 - V)$. Следовательно т.к. на 1-2: $dV > 0$, $12p_0 - V_1 > 0$, то и dT и значит максимальная температура в точке 2

4. Уравнения Менделеева-Клапейрона для состояний (2) и (3) где T_2 и T_3 — соответ. температуры:

$$(2) 5p_0 \cdot 14V_0 = \Delta R T_2$$

$$(3) 2p_0 \cdot 14V_0 = \Delta R T_3$$

$$\text{откуда найдем: } \frac{T_2}{T_3} = \frac{5 \cdot 14 \cdot p_0 V_0}{2 \cdot 14 \cdot p_0 V_0} = \frac{5}{2}$$

3) 1. Из графика графика следует уравнение прямой процесса 3-1:

$$p = -V + 16p_0$$

Продифференцируем: $dp = -dV$

2. По аналогии с пунктом 2) 1. подставим p и dp из прямого пункта:

$$\left(-V + 16p_0\right)dV + -dV \cdot V = \Delta R dT$$

$$\Delta R dT = 2 \cdot dV(8p_0 - V)$$

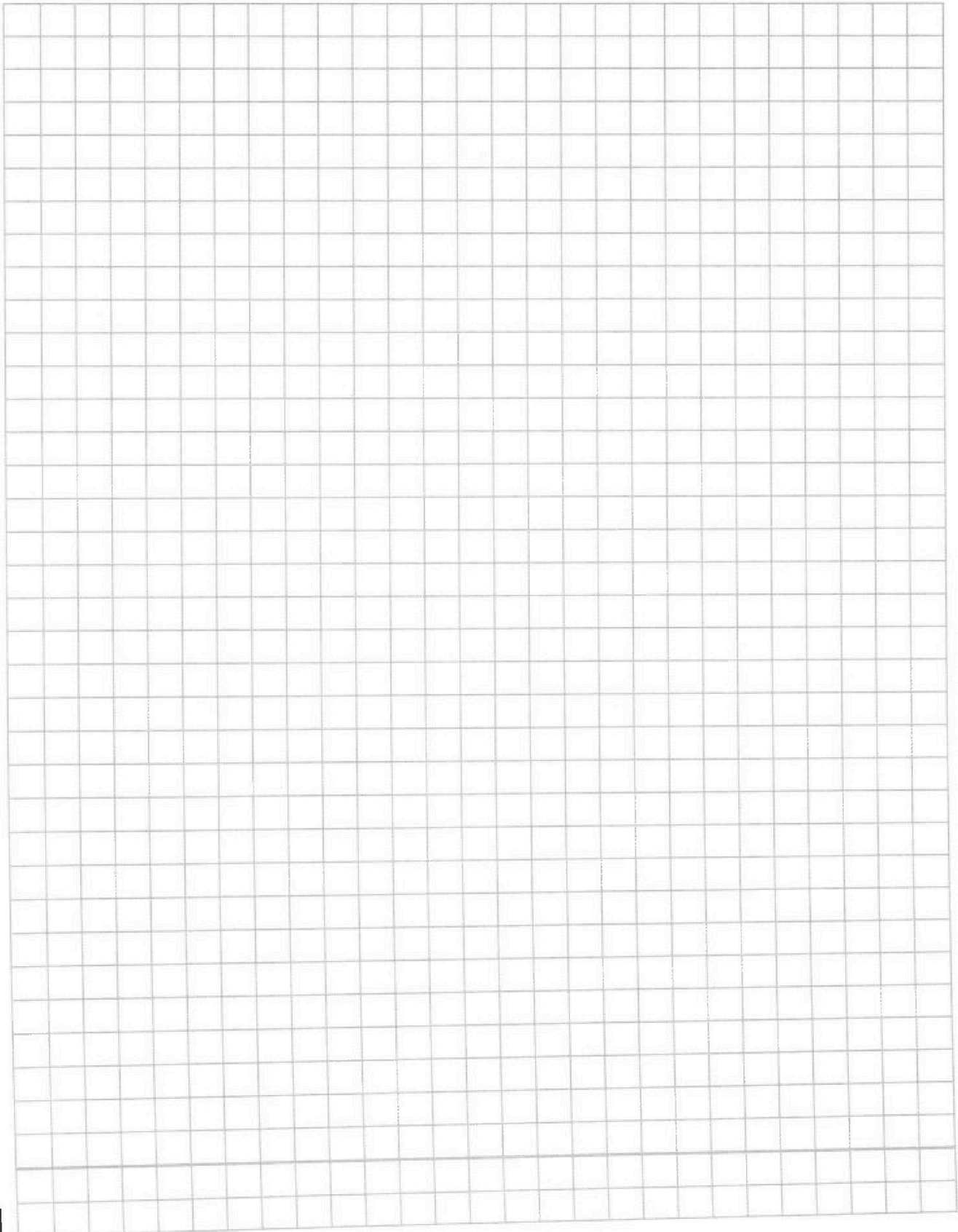


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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





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!

$$A = 3p \cdot 6 \cdot V \cdot \frac{1}{2} = 9pV$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} pV \left(\frac{5 \cdot 14}{20} - \frac{8 \cdot 8}{64} \right) = 9pV$$

$$pV = \nu R T$$

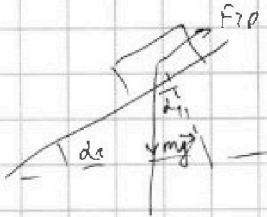
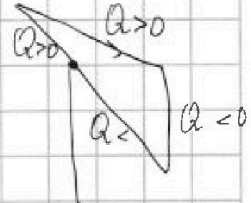
$$(1): 8p \cdot 8V = \nu R T_1$$

$$5p \cdot 14V = \nu R T_2$$

$$\left(\frac{1}{x}\right)' = K$$

$$-\frac{1}{x^2} = -\frac{1}{2}$$

$$x = \sqrt{2}$$



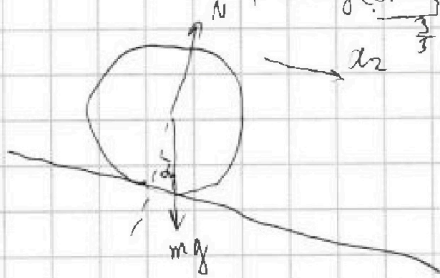
$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{TP} - F_k$$

$$mg \cdot \frac{6}{13} = mg \sin \alpha - F$$

$$F = mg \left(\sin \alpha - \frac{6}{13} \right) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$36 \cdot \frac{2}{13}$$



$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{TP}$$

$$F_{TP} =$$

$$\frac{E}{E_0} = \epsilon$$

$$E_d = \Delta \varphi$$

$$E_{od} = \frac{\Delta \varphi}{w}$$

$$\varphi = \frac{k \cdot q}{\epsilon \cdot r}$$

$$E_d = \Delta \varphi$$

$$\varphi = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{Q}{R}$$

$$\frac{E_0}{E} = \epsilon$$

$$\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{R^2} = \frac{5}{4} \cdot \frac{Q}{R \cdot 3}$$

$$5 \varphi_0 = \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot R \cdot 3}$$

$$4 \varphi_0 = \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot R \cdot 3} =$$

$$mg \cdot \frac{1}{4} = mg \cdot \frac{5}{13} \neq X$$

N

$$dQ = p \cdot V \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 12V p_0$$

$$k p \cdot V = \text{const}$$

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV < 0$$

$$5 \varphi_0 = 3 \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$4 \varphi_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$p dV + dpV = \nu R dT$$

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV$$

$$\Delta Q$$

$$64$$

$$9 \cdot 7 \cdot 63$$



2
85
x 25
425
595
6375

$$p dV + dpV = \nu R dT$$

$$p = \left(-\frac{1}{2}\right) V + 12 p_0$$

$$dp = \left(-\frac{1}{2}\right) dV$$

$$\left(-\frac{1}{2}\right) V + 12 p_0 dV + \left(-\frac{1}{2}\right) V \cdot dV = \nu R dT$$

$$-V \cdot dV + 12 p_0 \cdot dV = \nu R dT$$

$$\nu R dT = dV (12 p_0 - V)$$

A
Аналог



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!

$$\varphi = K \frac{q}{r}$$

$$E = K \frac{q}{r^2}$$

$$E = E' \epsilon_0$$

$$\int_{R_1}^R \frac{1}{\epsilon_0} E \cdot dr = \frac{Kq}{\epsilon_0} [-r^{-1}]_R^R = \frac{1}{\epsilon_0} (Kq (\frac{1}{R} - \frac{1}{R}))$$

$$\int_{R_1}^R E dr = Kq [-r^{-1}]_R^R = Kq \cdot \frac{1}{R}$$

$$Kq \left(\frac{1}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right)$$

$$Kq \left(\frac{1}{\epsilon_0} \left(\frac{2}{R} \right) + \frac{1}{R} \right) = 540$$

$$Kq \left(\frac{1}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{2R} \right) + \frac{1}{R} \right) = 440$$

$$\frac{1}{\epsilon_0} \left(\frac{2}{R} \right) + \frac{1}{R} = \frac{5}{4} \left(\frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{2}{\epsilon_0 R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{4} \left(\frac{1}{2\epsilon_0 R} + \frac{1}{R} \right) \quad \frac{2}{\epsilon_0 R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{8} \frac{1}{\epsilon_0 R} + \frac{5}{4} \frac{1}{R} \quad \frac{1}{\epsilon_0 R} = \frac{1}{4} \frac{1}{R} \quad \epsilon_0 = \frac{1/4}{1/4} = 2 = 5,5$$

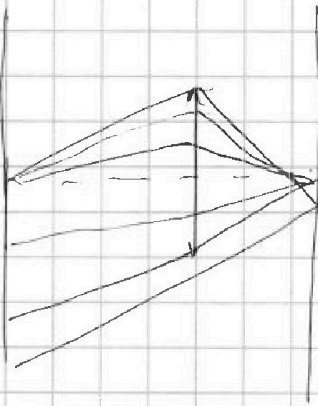
$$16 - 5$$

$$\left(2 + \frac{6}{9} \right) 25$$

$$50 +$$

$$\frac{2}{3} \cdot 25 = \frac{50}{3}$$

$$\frac{48}{16} = \frac{48}{48}$$





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

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

