



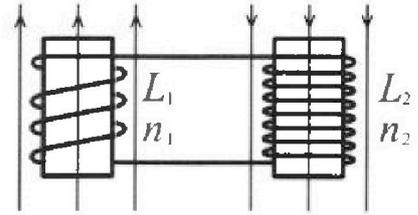
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

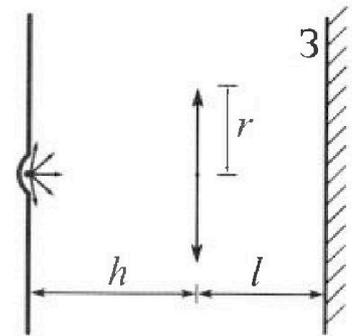


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



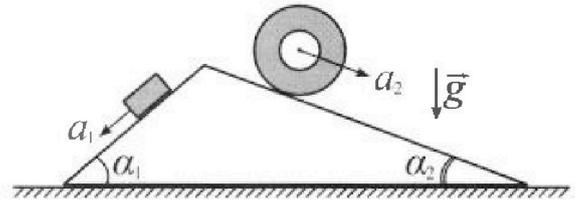
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

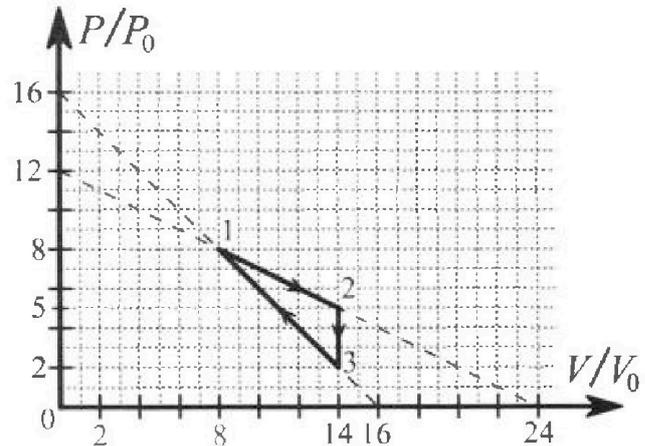


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

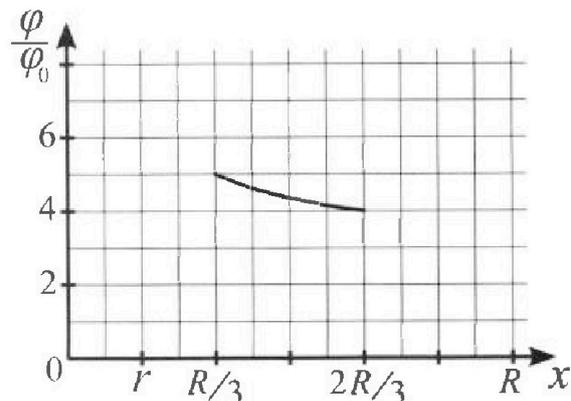
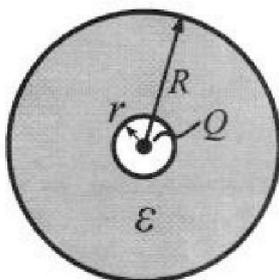
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

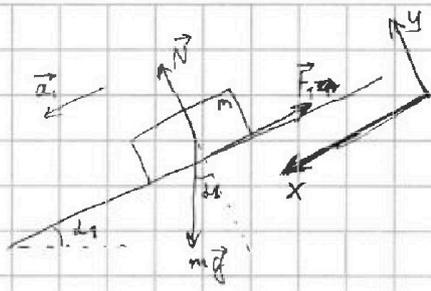
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 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:  $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$ , откуда  $F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$  | Y:  $N - mg \cos \alpha_1 = 0$

3. По условию  $a_1 = \frac{6}{13}g$ ,  $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$ , 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

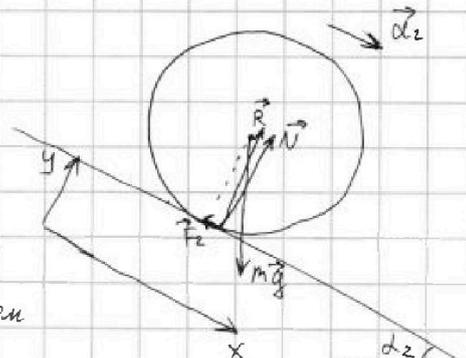
1. Пусть R - полная сила реакции опоры

2. Вектор силы R ~~тогда~~ 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:

$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$ , откуда  $F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2)$  | Проекция на ось Y:  $N - 2mg \cos \alpha_2 = 0$

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:  $|N_1| = mg \cos \alpha_1$ ,  $|N_2| = 2mg \cos \alpha_2$

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

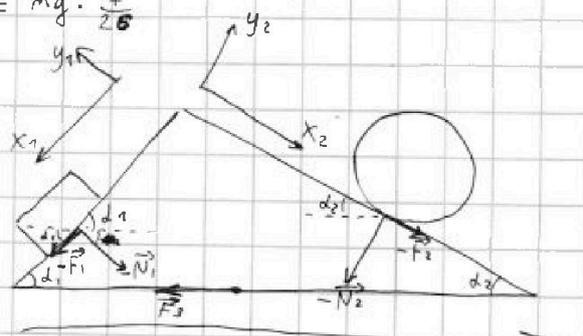
$0 = -F_1 \cdot \cos(\alpha_1) + N_1 \cdot \cos(90^\circ - \alpha_1) - N_2 \cdot \cos(90^\circ - \alpha_2) + F_2 \cdot \cos \alpha_2 + F_3$

где  $F_3$  - сила трения между клином и стеной

$0 = -\frac{9}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{5} - 2mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{7}{26}mg \cdot \frac{12}{13} + F_3$

$F_3 = mg(-\frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{25} + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{20}{169}) =$

$= mg(-36/13)$





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:

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

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

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

Следовательно в процессе 1-3 газ нагревается

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

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

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

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

Следовательно в процессе газ <sup>нагревается</sup> происходит при  $V \in [8V_0; 10V_0]$

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  $\eta$ :

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

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

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

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 темное пятно равно площади окружности DE

3. Из подобия треугольн-ов ABC и ADE 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:

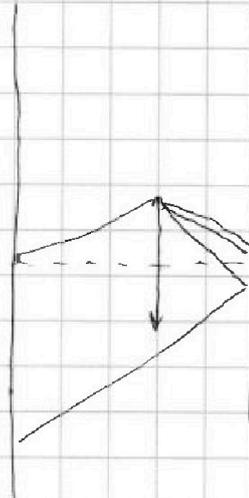
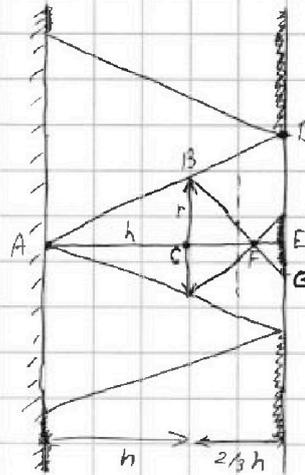
$$\frac{GF}{FE} = \frac{BC}{CF}; \quad GE = \frac{h}{6} \cdot r \cdot \frac{2}{h} = \frac{r}{3}$$

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!

$$p = -V + 16p_0$$

$$dp = -dV$$

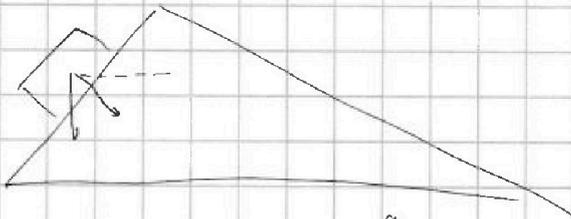
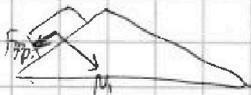
$$p dV + dpV = DRdT$$

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

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

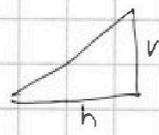
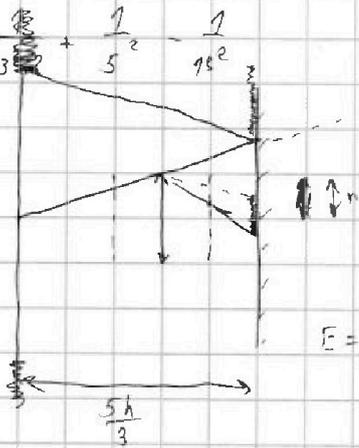
$$DRdT = dV(16p_0 - 2V) = dV \cdot 2(8p_0 - V)$$

$$dA = \frac{3}{2} dV(16p_0 - V) + p dV = 18p_0 dV - \frac{3}{2} VdV - \frac{3}{2} VdV + 12p_0 dV = 30p_0 dV - 2VdV = 2dV(15 - V)$$



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

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



$$x = \frac{2}{5}r$$

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

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

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

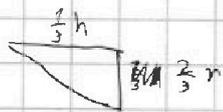
$$R' = \frac{5}{3}h \text{ для зеркала}$$

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

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

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

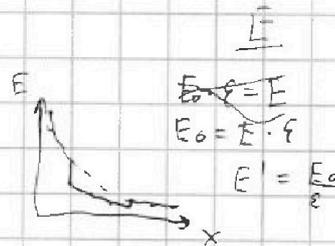
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f}$$



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

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

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



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

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

$$E d = \Delta \varphi$$

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

$$k \frac{q}{r} = E' \epsilon d \quad \text{и } \Delta \varphi = \frac{1}{\epsilon} (W)$$



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):

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

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

где  $T_1$  и  $T_2$  — температуры в состоянии (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  $T_3$  — соотв.-ие температуры:

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

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

, 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:

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

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

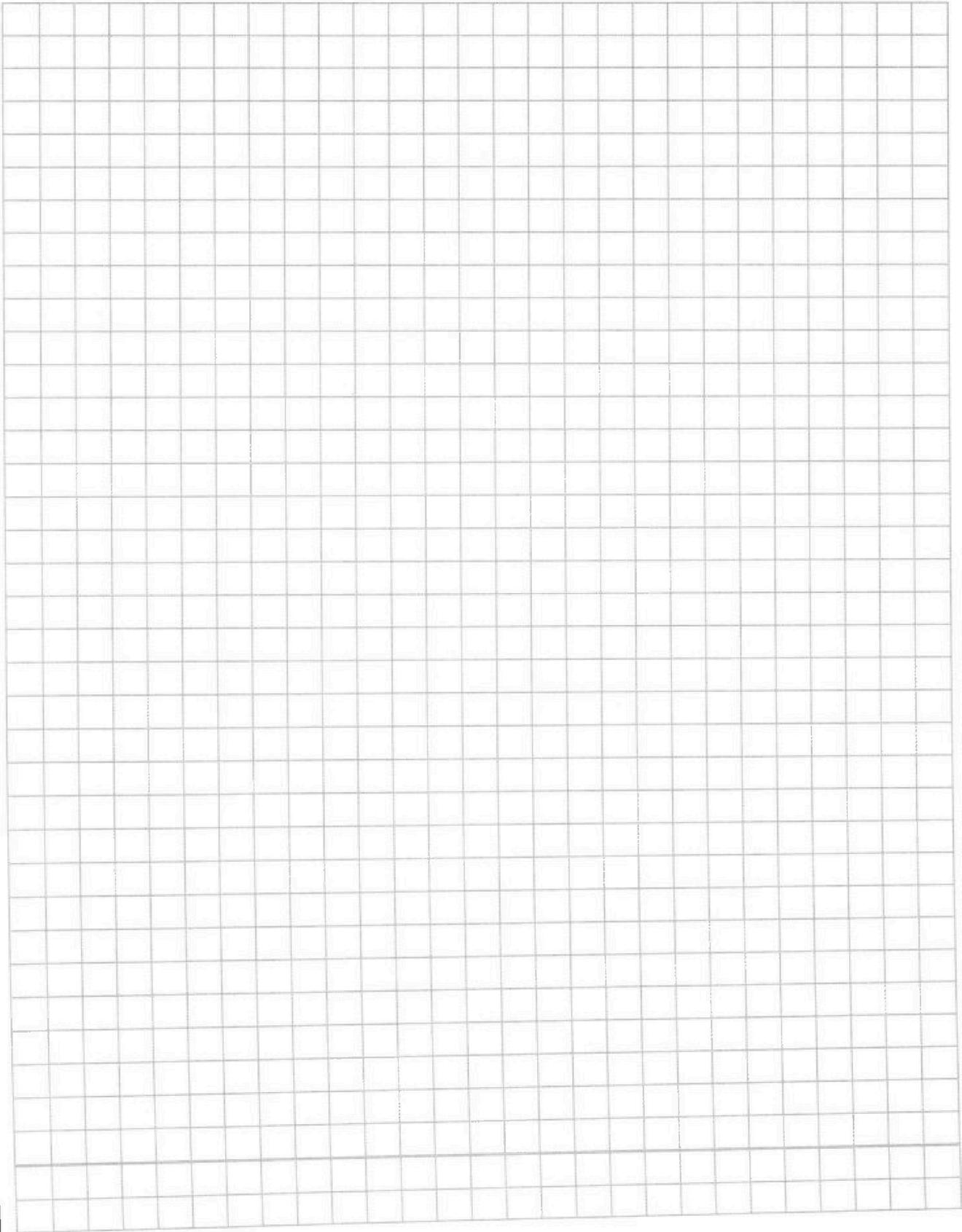


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

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

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

$$pV = \nu R T$$

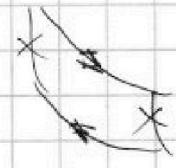
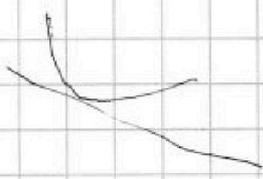
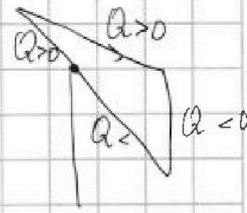
$$(1): 8p \cdot 8V = \nu R T_1$$

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

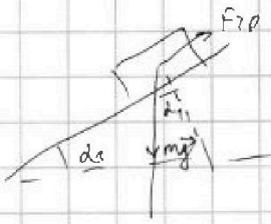
$$\left(\frac{1}{x}\right)' = K$$

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

$$x = \sqrt{2}$$



A



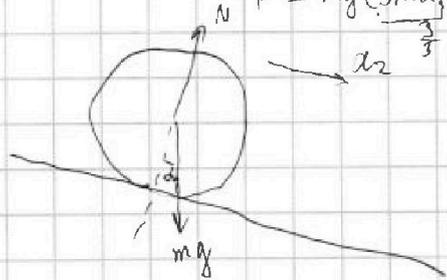
$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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



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

$$F_{TP} =$$

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

$$E_d = \Delta \varphi$$

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

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

$$E_d = \Delta \varphi$$

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



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

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

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

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

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

N

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

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

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

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

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

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

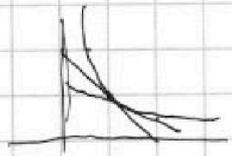
$$\Delta Q = \Delta U + A$$

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

$$\Delta Q$$

$$64$$

$$9 \cdot 7 \cdot 63$$



$$\frac{2}{85}$$

$$\frac{85}{425}$$

$$\frac{595}{63 \cdot 75}$$

A  
Answer

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

$$E = E' \epsilon_0$$

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

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

$$Kq \left( \frac{1}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right)$$

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

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

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

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

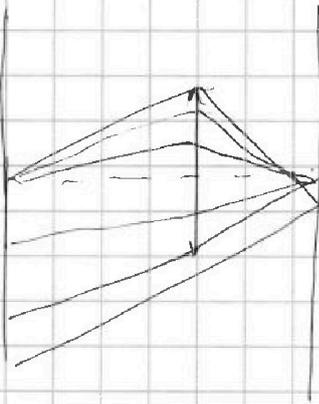
$$16 - 5$$

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

$$50 +$$

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

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





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"/> |

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!

