



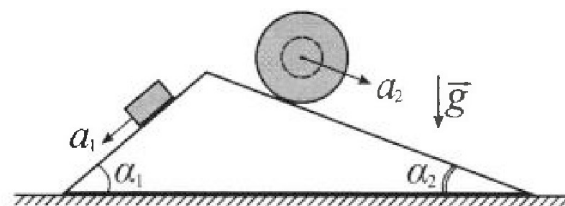
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



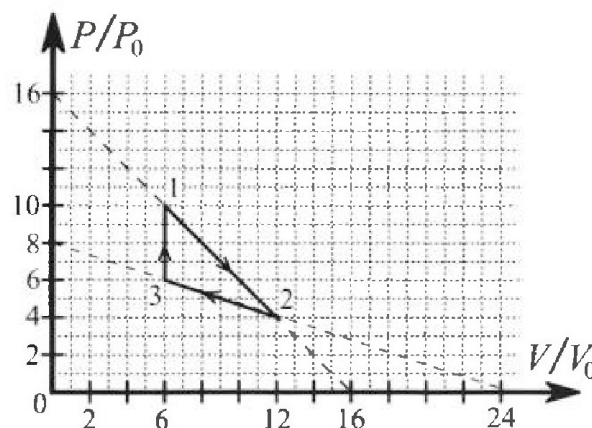
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

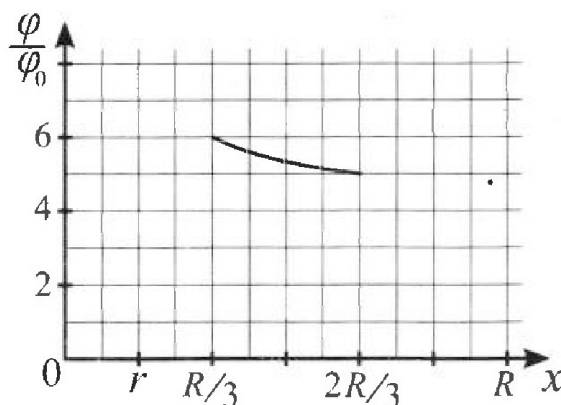
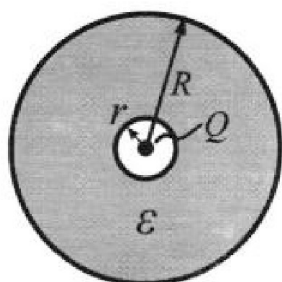


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



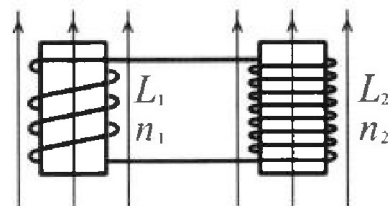
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

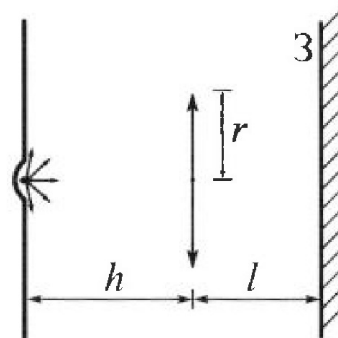


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 уменьшаться 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



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

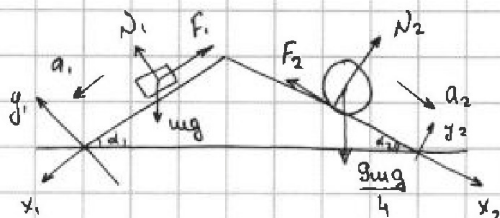
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Задача 1

Решение:



1. N_1 и N_2 — нормальные реакции опор на брусок и шар соответственно
 M — масса клина
 N_3 — нормальная сила реакции опоры со стороны стола

2. По 2 закону Ньютона для бруска: x_1 : $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g \right) = \frac{26}{85} mg$$

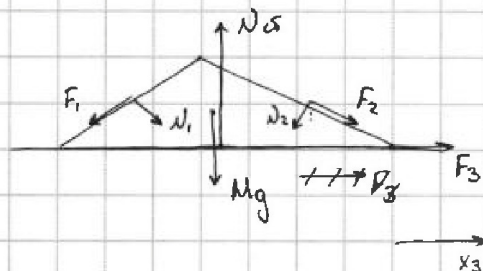
$$y_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \rightarrow N_1 = \frac{4}{5} mg$$

3. По 2 закону Ньютона для шара: x_2 : $\frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_2 = m \cdot \frac{9}{4} a_2$

$$F_2 = \frac{9m}{4} (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9m}{4} \left(\frac{8}{17} g - \frac{8}{27} g \right) = \frac{20}{51} mg$$

$$y_2: N_2 - \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 = 0 \rightarrow N_2 = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg$$

4.



- По 2 закону Ньютона для клина:

$$x_3: F_3 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 = 0, \text{ т.к. клин покоится}$$

$$F_3 = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} \cdot \frac{8}{17} mg + \frac{26}{5 \cdot 17} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{20}{3 \cdot 17} \cdot \frac{15}{17} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg$$

$$F_3 = mg \left(\frac{15}{17} \left(\frac{18}{17} - \frac{20}{51} \right) + \frac{4}{5} \left(\frac{26}{85} - \frac{3}{5} \right) \right) = mg \left(\frac{15}{17} \cdot \frac{34}{8 \cdot 17} + \frac{4}{5} \cdot \frac{(-25)}{8 \cdot 17} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{10}{17} - \frac{4}{17} \right) = \frac{6}{17} mg$$

Ответ: $F_1 = \frac{26}{85} mg$; $F_2 = \frac{20}{51} mg$; $F_3 = \frac{6}{17} mg$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

Задача 2

8. Рассмотрим процесс 2-3:

$$\frac{p}{p_0} = \alpha \frac{V}{V_0} + \beta, \text{ где } \alpha \text{ и } \beta \text{ константы}$$

из графика $\beta = 8$; $\alpha = -\frac{1}{3}$

$$p = -\frac{V p_0}{3 V_0} + 8 p_0$$

по Менделееву - Клапейрону:

$$pV = \nu RT \rightarrow -\frac{V^2 p_0}{3 V_0} + 8 p_0 V = \nu RT \rightarrow T = \frac{p_0}{\nu R} \left(-\frac{V^2}{3 V_0} + 8 V \right)$$

9. $\eta = \frac{Q_2}{Q_H} = \frac{A_2}{Q_H}$

$$Q_H = Q_{1A} + Q_{31} + Q_{B2}$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{31}'' = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{p_0 V_0}{\nu R} (60 - 36) = 21 p_0 V_0$$

до точки A теплота подводится, $Q_{1A} > 0$

в точке A $C = 0$, после этого теплота отводится

10. $Q_H = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_1) + A_{1A} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{p_0}{\nu R} \left(-\frac{V_A^2}{V_0} + 16 V_A \right) - 90 p_0 V_0 + A_{1A}$

$$Q_{1A} = \frac{3}{2} p_0 \left(-\frac{V_A^2}{V_0} + 16 V_A \right) - 90 p_0 V_0 + \frac{1}{2} (10 p_0 + p_A) (V_A - 6 V_0) =$$

$$Q_{1A} = \frac{3}{2} p_0 \Delta U + 5 p_0 V_A - 30 p_0 V_0 + \frac{1}{2} V_A \left(-\frac{V_A p_0}{V_0} + 16 p_0 \right) - 3 V_0 \left(-\frac{V_A p_0}{V_0} + 16 p_0 \right)$$

$$Q_{1A} = -\frac{3}{2} \frac{V_A^2 p_0}{V_0} + 24 p_0 V_A - 90 p_0 V_0 + 5 p_0 V_A - 30 p_0 V_0 = \frac{V_A^2 p_0}{2 V_0} + 8 p_0 V_A + 3 V_A p_0 - 48 p_0 V_0$$

$$Q_{1A} = -\frac{2 V_A^2 p_0}{V_0} + 40 V_A p_0 - 168 p_0 V_0 > 0$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

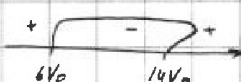
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5° 2

$$\frac{V_A^2}{V_0} - 20V_A + 84V_0 < 0$$

$$V_A^2 - 20V_0V_A + 84V_0^2 < 0$$

$$D = 400V_0^2 - 336V_0^2 = 64V_0^2$$



$$V_A = \frac{20 \pm 8}{2} V_0 = (10 \pm 4) V_0 = \begin{cases} 14V_0, \text{ не подходит, т.к. максимум } 12V_0 \\ 6V_0 \end{cases}$$

$$Q_{1A} = \frac{-2 \cdot 36V_0^2}{V_0} p_0 + 240V_0 p_0 \quad T_A = \frac{p_0}{JR} \left(\frac{-36V_0^2}{V_0} + 16V \right) = \frac{-20p_0V_0}{JR}$$

$$\cancel{Q_{1A}} = Q_{1A} = 2p_0 \left(-\frac{36V_0^2}{V_0} + 120V_0 - 168V_0 \right) \quad \text{Входит, т.к. теплога} \\ \text{подходит, т.к. в процессе}$$

$$\cancel{Q_{1A}} = Q_{1A} = \frac{3}{2} JR \left(\frac{-20p_0V_0}{JR} \right) \quad \cancel{Q_{1A} = 12}$$

II. Рассмотрим процесс 2-3:

$$Q_{12} = \frac{3}{2} JR \cdot \frac{(-12)p_0V_0}{JR} + \frac{1}{2} \cdot 14p_0 \cdot 6V_0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} JR$$

$$Q_{12} = -18p_0V_0 + 42p_0V_0 = 24p_0V_0$$

$$\cancel{Q_{12}} = \frac{3}{2} JR \left(\frac{48p_0V_0}{JR} + \frac{20p_0V_0}{JR} \right) =$$

В процессе 2-3:

$$Q_{23} = \frac{3}{2} JR \left(\frac{48p_0V_0}{JR} - T_B \right) + \frac{1}{2} (12V_0 - V_B) (4p_0 + p_B) = 72p_0V_0 - \frac{3}{2} JR p_0 \left(\frac{-V_0^2}{3V_0} + 6V_0 \right) - \\ - 24p_0V_0 - 6V_0 p_B + 2p_0V_B + \frac{1}{2} p_0V_B = 48p_0V_0 - \frac{V_0^2 p_0}{V_0} + 12p_0V_B + 2p_0V_B + \\ + \left(\frac{-V_B p_0}{3V_0} + 8p_0 \right) \left(\frac{1}{2} V_B - 6V_0 \right)$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2}$; 2) $\frac{16}{9}$



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!

5.3

1) Потенциал φ в точке на расстоянии $y < r$ до заряда Q вычисляется по формуле $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon y} + \frac{kQ}{r}$

Потенциал в диэлектрике считается по формуле $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon y} + \frac{kQ}{r}$

$$\text{Тогда } \left(\varphi \left(\frac{11R}{12} \right) = \frac{kQ \cdot 12}{11\epsilon R} + \frac{kQ}{r} = kQ \left(\frac{12}{11\epsilon R} + \frac{1}{r} \right) \right)$$

$$2) \quad 6\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{6r} + \frac{kQ}{2\epsilon R}$$

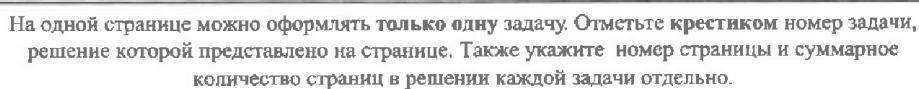
$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{5r} + \frac{3kQ}{10\epsilon R}$$

$$\frac{5kQ}{30r} + \frac{5kQ}{10\epsilon R} = \frac{6kQ}{30r} + \frac{3kQ}{10\epsilon R}$$

$$\frac{2kQ}{10\epsilon R} = \frac{kQ}{30r} \rightarrow \frac{2}{\epsilon R} = \frac{1}{3r} \rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{6r}{R}}$$

$$\boxed{\text{Ответ:}} \quad 1) \quad \varphi \left(\frac{11R}{12} \right) = kQ \left(\frac{12}{11\epsilon R} + \frac{1}{r} \right)$$

$$2) \quad \epsilon = \frac{6r}{R}$$



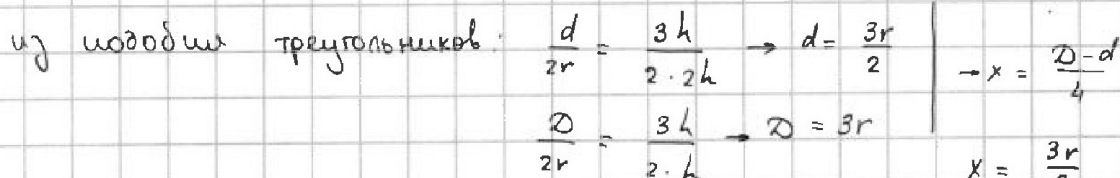
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

3) Для муралы из источника S,
прошедших через линзу:

на шти путев бидеј зеркало,
значи они образите и снова
попаѓа на линзу

Сверху и снизу на
горячей плавающей несев.
область. Они будут
находиться между
проходившими через линию
пузыри и пузырями от изогнутой
линии радиус одного из
этих пятен равен x



$$X = \frac{3r}{8}$$

Тогда S_1 - площадь искр. зеркала $S_1 = 2 \cdot \pi r^2 = \frac{2 \cdot 9}{64} r^2 \pi = \frac{9 \pi r^2}{32}$

$$\left(S_1 = \frac{9\pi \cdot 16 \text{ cm}^2}{32} = \frac{9}{2} \pi \right)$$

2) Лучи, прошедшие через линзу и ~~предоставленные~~ ^{отраженные} ~~през~~ ^{от} зеркала создадут мнимое изображение для линзы. В силу обратимости хода лучей оно будет на расстоянии $(h+2l)$ от зеркала, то есть h от линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{-1}{h} + \frac{1}{f_0} \rightarrow f_2 = \frac{2h}{5}$$



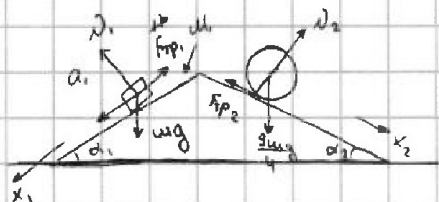
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!

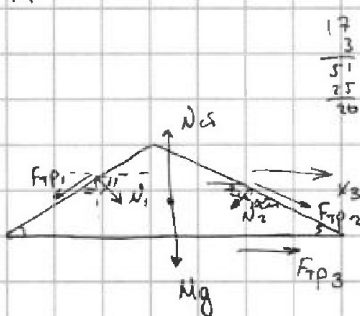
1



$$234 \text{ для } m: x_1: mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = ma_1$$

$$F_{TP1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g)$$

$$F_{TP1} = mg \cdot \frac{26}{85} \quad y: N_1 = mg \cos \alpha_1$$



$$234 \text{ для } \frac{9m}{4}: \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_{TP2} = \frac{9mg}{4} a_2$$

$$F_{TP2} = \frac{9m}{4} (g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8g}{29}) = \frac{9m \cdot 8g}{4} (\frac{29-17}{29})$$

$$F_{TP2} = \frac{8 \cdot 2mg \cdot 10}{17 \cdot 29} = \frac{20mg}{51} \quad y_2: N_2 = \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2$$

$$234 \text{ для } x_3: N_1 \sin \alpha_1 = N_2 \sin \alpha_2$$

$$mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 = \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17}$$

$$x_3: N_1 \sin \alpha_1 - F_{TP1} \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{TP2} \cos \alpha_2 + F_{TP3} = 0$$

$$mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \cdot \frac{26}{85} - \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 + \frac{20mg \cos \alpha_2}{51} + F_{TP3} = 0$$

$$F_{TP3} = mg \left(\frac{26}{5 \cdot 17} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$F_{TP3} = 2mg$$

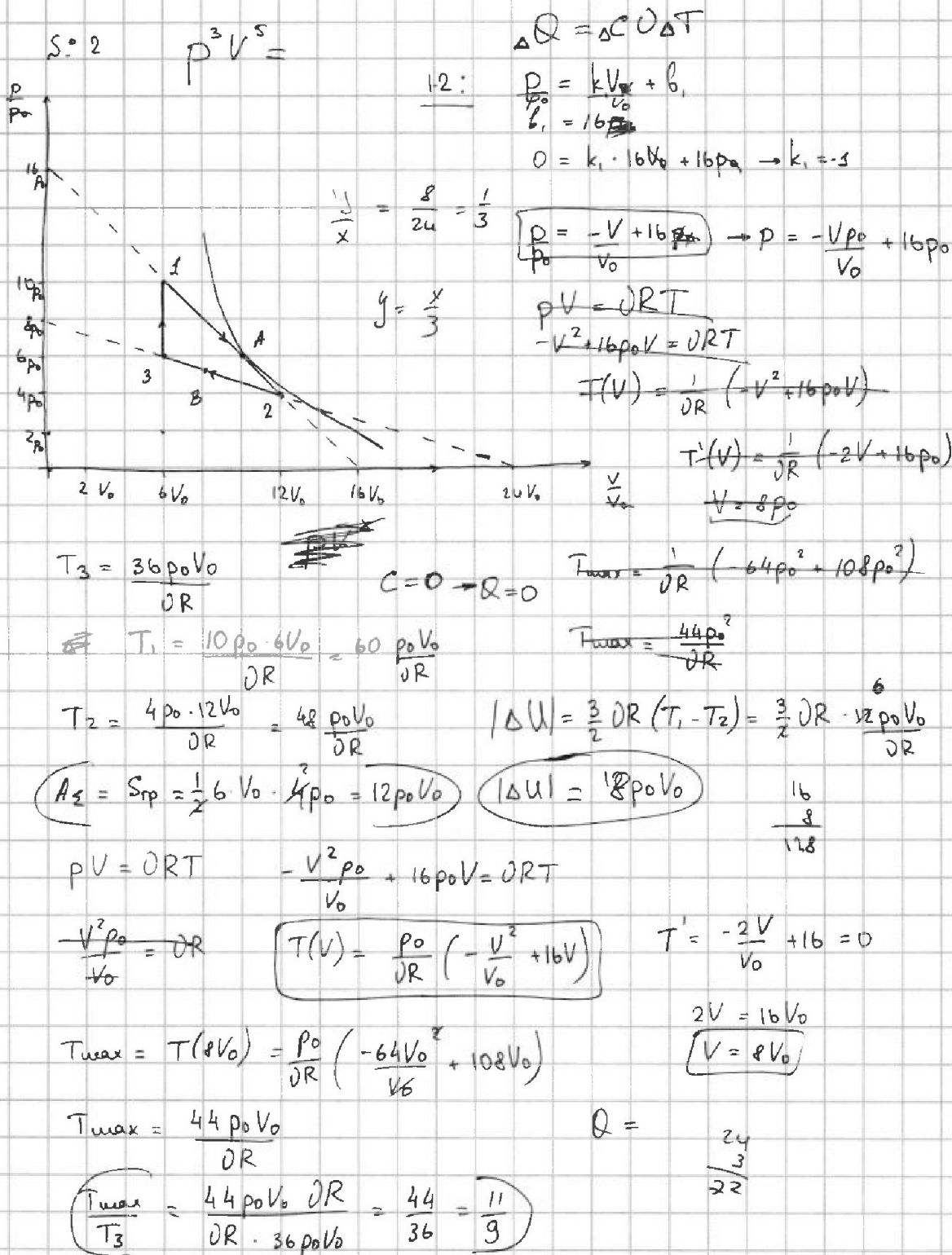


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



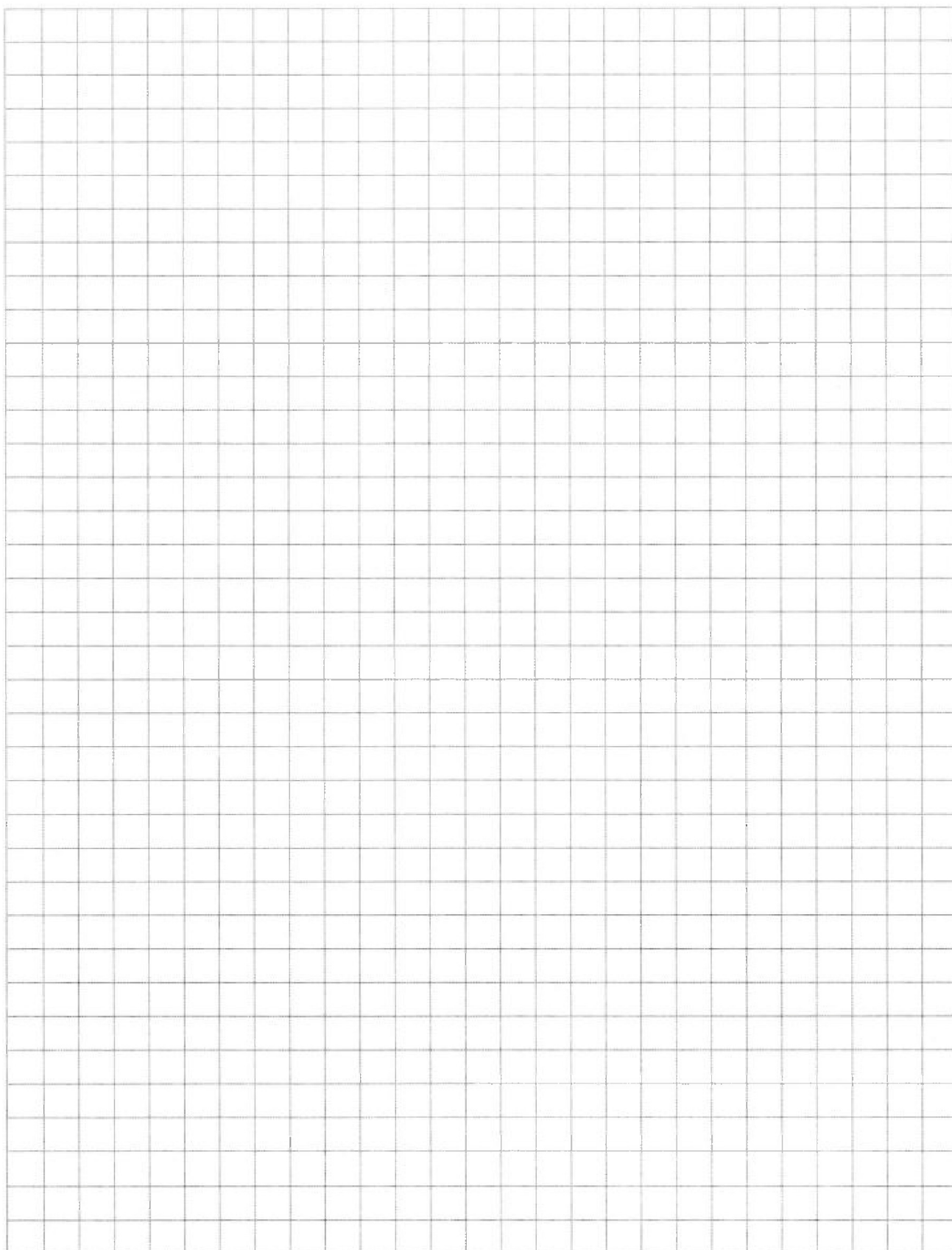


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





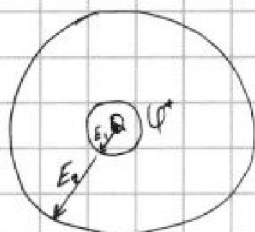
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon x} \rightarrow \frac{kQ}{\varepsilon R} \rightarrow 2\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R}$$



$$\varphi^* = \frac{kQ}{r}$$

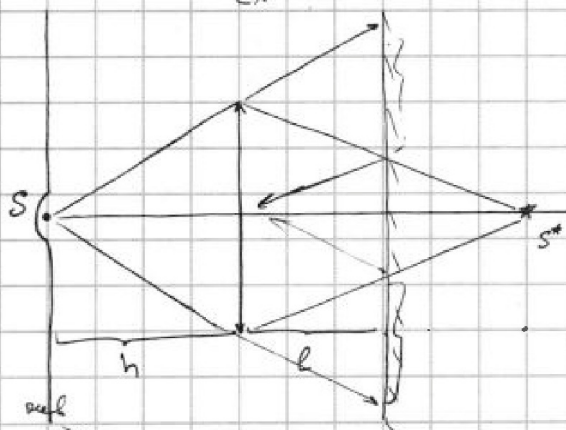
$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$2\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R}$$

$$E_1 = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{(x-R)^2}$$

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 = Ed = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$



$$5\varphi_0 = \frac{kQ \cdot 3}{\varepsilon \cdot 2R}$$

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

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon(x-r)}$$

$$6\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon(\frac{R}{3}-r)}$$

$$\frac{6}{5} = \frac{2R-3r}{R-3r}$$

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon(\frac{2R}{3}-r)}$$

$$6R-18r = 10R-15r$$

$$4R = -3r$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \rightarrow \varphi_0 = \frac{3kQ}{\varepsilon(2R-3r)5}$$

$$\frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 2h$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon(\frac{4R}{12}-r)} = \frac{12kQ}{\varepsilon(11R-12r)}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \rightarrow f = 2h$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \rightarrow f = 2h$$

$$\frac{2h}{3h} = \frac{2r}{D} \rightarrow D = 3r$$

$$\frac{3h}{2 \cdot 2h} = \frac{d}{2r} \rightarrow d = \frac{3r}{2}$$

$$2x = D - d = \frac{3r}{2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \rightarrow f = 2h$$

$$\frac{1}{f} = \frac{-2}{3h} + \frac{1}{f_1} \rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{3h} = \frac{13}{6h}$$

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!



S = 4



$$\mathcal{E}_i = \Delta B \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Delta U + \Delta p V = 0$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T - T_0)$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \frac{p_0}{\nu R} \left(\frac{-V_k^2}{3V_0} + 8V_k + \frac{+V_H^2}{3V_0} - 8V_H \right) + \Delta(pV)$$

$$Q = -U$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{1}{2} (10p_0 + p_A) (V_A - 6V_0)$$

$$Q = \Delta C \nu \Delta T$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R T_A - 90p_0 V_0 +$$

$$p^3 V^5 = \gamma$$

$$\frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{30}{\nu R} 60p_0 V_0$$

$$\frac{1}{2} (10p_0 V_A - 60p_0 V_0 + p_A V_A - 6p_A V_0)$$

$$5p_0 V_A - 30p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_A V_A - 3p_A V_0$$