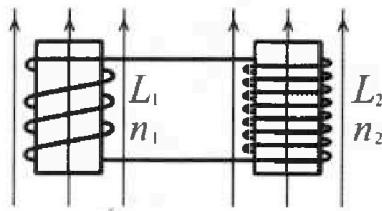


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

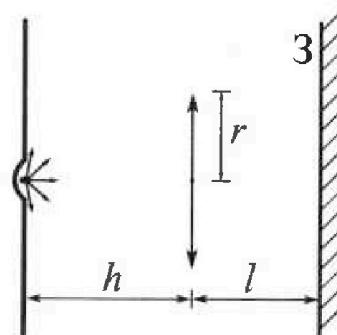
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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 изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

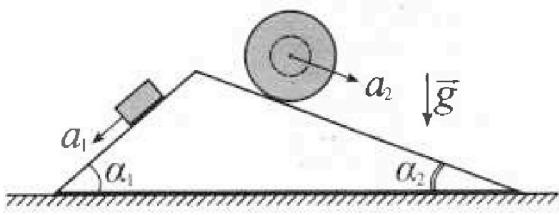
Вариант 11-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. 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.

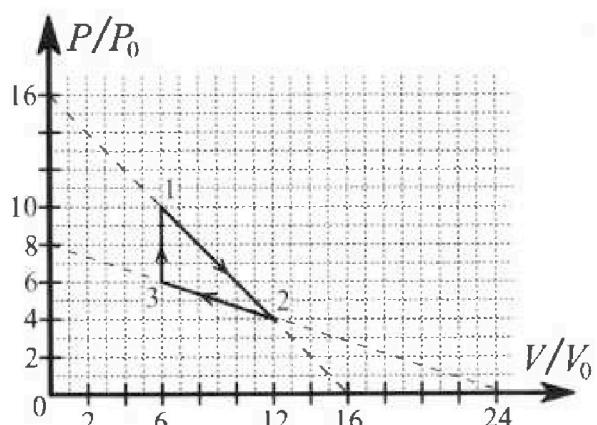
Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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.

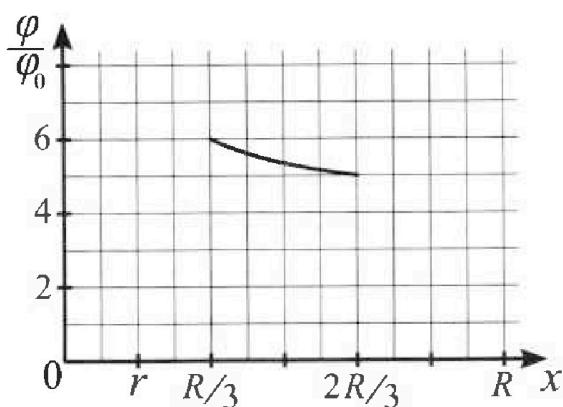
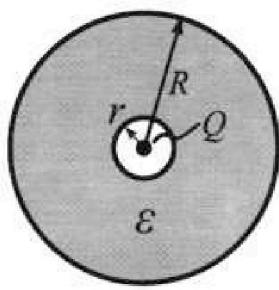
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





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

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

СТРАНИЦА
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 Дано:

$$m; a_1 = \frac{5}{17} g$$

$$\frac{g}{4} m; a_2 = \frac{8}{27} g$$

$$\sin d_1 = \frac{3}{5} \cos d_1 = \frac{4}{5}$$

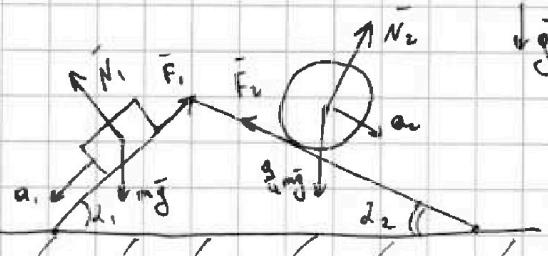
$$\sin d_2 = \frac{8}{17} \cos d_2 = \frac{15}{17}$$

1) $F_1 - ?$

2) $F_2 - ?$

3) $F_3 - ?$

Решение:



N_1 и N_2 - силы реакции опоры и между
составляющими.

1) Для бруска направлена Ox по \bar{F}_1 :

$$F_1 - mg \sin d_1 = -ma_1 \quad (\text{по II з-ку Ньютона})$$

$$F_1 = m(g \sin d_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left(\frac{51-25}{85} \right) = \frac{26}{85} mg$$

2) Для шара направлена Ox по \bar{F}_2 :

$$F_2 - \frac{g}{4} mg \sin d_2 = -\frac{g}{4} ma_2$$

$$F_2 = \frac{g}{4} m(g \sin d_2 - a_2) = \frac{g}{4} mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right) = \frac{180}{17 \cdot 28} mg = \frac{20}{51} mg$$

3) По III з-ку Ньютона мы имеем действием

$$\bar{F}_{1u} = -\bar{F}_1 \text{ и } \bar{F}_{2u} = -\bar{F}_2 \text{ как}$$

Суперпозиция \bar{F}_{1u} и \bar{F}_{2u} не сила:



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

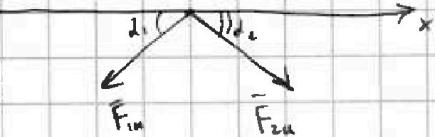
5

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!



$$\Rightarrow F_3 = |F_1 \cos d_1 - F_2 \cos d_2| = \\ = |mg \left(\frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} \right)| = \\ = |mg \left(\frac{232}{4225} \right)| = \frac{232}{4225} mg$$

Ответ: $F_1 = \frac{26}{85} mg$

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

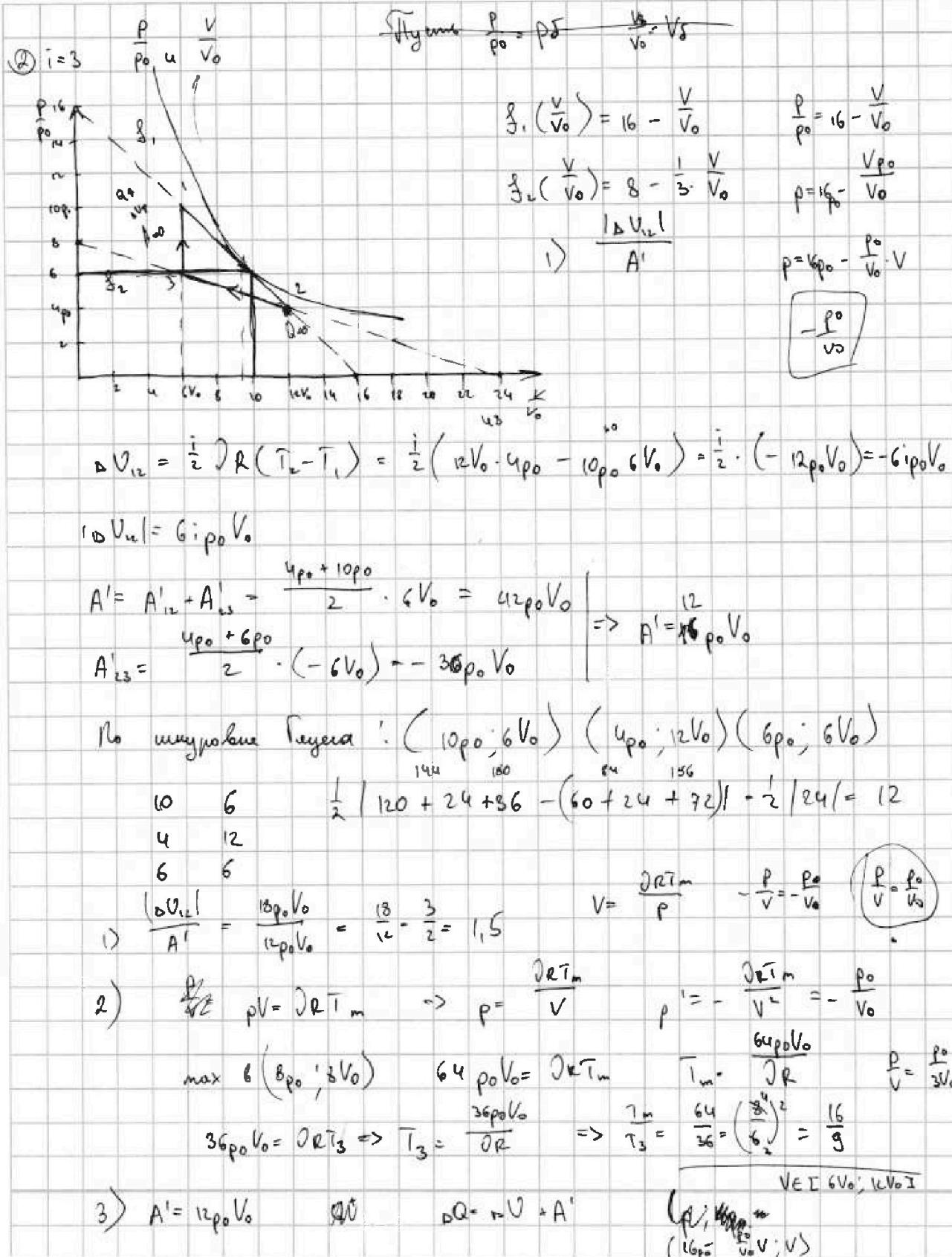
$$F_3 = \frac{232}{4225} mg$$

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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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





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

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

$$3) В \text{ призме } 3-1 \quad A'_{31} = 0 \quad \Delta V \uparrow \Rightarrow Q_{31} > 0$$

$$В \text{ призме } 2-3 \quad A'_{23} < 0 \quad \Delta V \text{ неизвестно}$$

$$B \leftarrow 2 \quad A'_{22} > 0 \quad \Delta V \text{ неизвестно}$$

$$Q = \Delta V + A' \quad (\text{по 1-му 3-му термодвижению})$$

Возможны 2 сл. при V ($V \in [6V_0; 12V_0]$) и малое изменение ΔV .

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{3}{2} \left(\left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) \right) (V + \Delta V) - \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V \right) = \\ &= \frac{3}{2} \left(16p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} 2 \Delta V V \right) = 3 \Delta V \left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) \end{aligned}$$

$$A' = \frac{1}{2} \Delta V \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) + 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) = \Delta V \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right)$$

$$\Rightarrow Q = \Delta V + A' = \Delta V \left(4p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) \Rightarrow Q=0 \text{ при } V=10V_0, \text{ т.е.}$$

$$\text{при } 10V_0 \quad Q > 0, \text{ начиная с } 10V_0 \quad Q \geq 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\frac{12}{12}}^+ = \frac{3}{2} \left(10V_0 \cdot 6p_0 - 10p_0 \cdot 6V_0 \right) + \frac{1}{2} \cdot 4V_0 \left(6p_0 + 10p_0 \right) = \\ = 32p_0V_0$$

В 2-3 малое изменение приведет к конденсации и для T_{max} получим

$$\frac{p}{V} = \frac{p_0}{3V_0} \quad (\text{из } f_2) \Rightarrow p = 4p_0 \text{ и } V = 12V_0 - \text{это максимум} \Rightarrow \Delta V_{23} < 0$$

$$\Rightarrow Q_{23} < 0, \quad Q_{31} = \Delta V_{31} = \frac{3}{2} (8p_0V_0 - 36p_0V_0) = 36p_0V_0$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{A'}{Q^+} = \frac{12p_0V_0}{36p_0V_0 + 32p_0V_0} = \frac{12}{68} = \frac{3}{17}$$

$$\text{Отважн.: 1) } \left| \frac{\Delta V_{12}}{A'} \right| = 1,5 \quad 2) \quad \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{16}{9} \quad 3) \quad \gamma = \frac{3}{17}$$

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



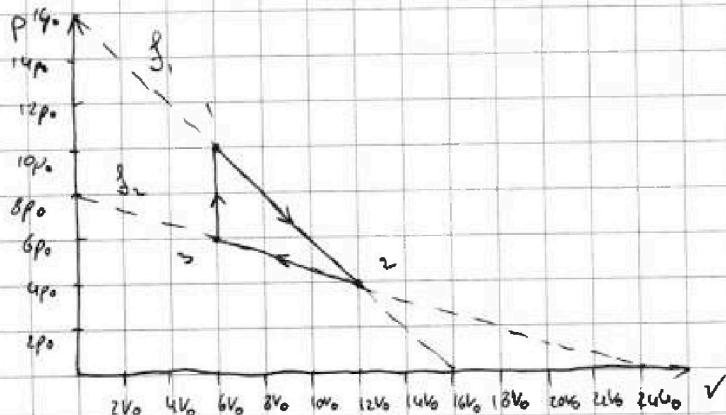
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

② $i=3$ (i - индекс следующего шага) (сразу будем использовать)

Перенесем график в изображение $p \perp V$



p_j , V_j , T_j - величины, забытые и
запомнившиеся в точке j .

$$\text{По графику: } f_1 = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$f_2 = 8p_0 - \frac{1}{3} \cdot \frac{p_0}{V_0} V$$

$$1) \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{1}{2} p_1 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (4p_0 \cdot 12V_0 - 10p_0 \cdot 6V_0) = -64p_0 V_0 = -18p_0 V_0$$

A' - предыдущий шаг решения

$$A' = A'_{12} + A'_{23} = \frac{14p_0}{2} \cdot 6V_0 - \frac{10p_0}{2} \cdot 6V_0 = 12p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = \frac{18p_0 V_0}{12p_0 V_0} = \frac{3}{2} = 1,5$$

2) T_m - минимальная темпера тура в процессе 12. Пусть T_3 - темпера тура в начале.

Мы можем привести изотерму $p = \frac{p_0}{V}$. Она будет иметь вид

$$1-2 \text{ в точке } \in T_m. \quad p' = -\frac{p_0}{V^2} \Rightarrow p' = -\frac{p_0}{V} = -\frac{p_0}{V_0} \text{ (из } f_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \text{из графика } p = 8p_0, V = 8V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow J_{RT_m} = 8p_0 \cdot 8V_0 = 64p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{J_{RT_m}}{J_{RT_3}} = \frac{T_m}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

$$\text{В точке } 3: \quad J_{RT_3} = 6p_0 \cdot 6V_0 = 36p_0 V_0$$



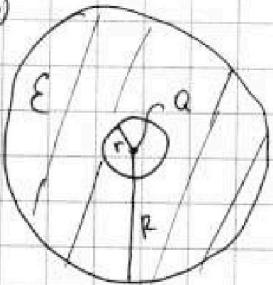
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

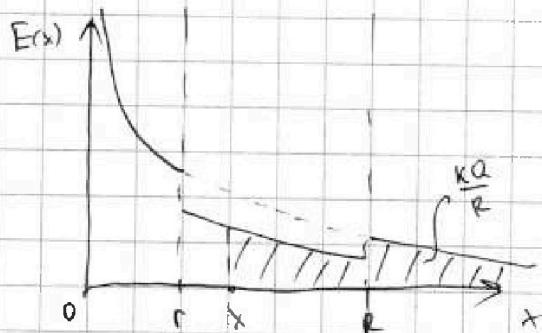
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

③



для этого задачи график $E(x)$ выглядит так:



$$x \leq r, E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

1) Тогда для $x \in (r; R)$:

$$R \leq x < r, E(x) = \frac{kQ}{Ex^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \int_x^R \frac{kQ}{Ex^2} dx =$$

$$x > R, E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

$$= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{Ex} \Big|_x^R = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{Ex} =$$

$$= \frac{UR}{Ex} + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{E-1}{E}$$

2) Уточнение из задания:

$$\frac{1}{\varphi_0} \left(\varphi \left(\frac{R}{3} \right) \right) = 6 = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{3kQ}{ER} + \frac{(E-1)kQ}{ER} \right) = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{(E+2)kQ}{E} \right) \quad | \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\varphi_0} \left(\varphi \left(\frac{2}{3}R \right) \right) = 5 = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{3kQ}{2ER} + \frac{2(E-1)kQ}{2ER} \right) = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{(2E+1)kQ}{2ER} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi \left(\frac{R}{3} \right)}{\varphi \left(\frac{2}{3}R \right)} = \frac{6}{5} = \frac{(E+2)2E}{E(2E+1)} = \frac{2E+4}{2E+1} \Rightarrow 12E+6 = 10E+20$$

$$2E = 14 \Rightarrow E = 7$$

Ответ: 1) $R \leq x < r, \varphi(x) = \frac{kQ}{Ex} + \frac{(E-1)kQ}{ER}$

2) $E = 7$



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

$$\textcircled{4} \quad L_1 = L, \quad L_2 = \frac{9}{4}L$$

$$n_1 = n; \quad n_2 = \frac{3}{2}n, \quad l$$

$$1) \quad \frac{dB}{dt} = B = -L, \quad L > 0$$

$$E_1 = -\frac{d\phi}{dt} = -\dot{\phi} = -n_1 S B = n_1 S L \quad | \Rightarrow n_1 S L = -L_1 I \Rightarrow$$

$$E_1 = -L_1 \dot{I} \quad (\dot{I} = \frac{dI}{dt})$$

$$\Rightarrow |\dot{I}| = \left| -\frac{n_1 S L}{L} \right|$$

$$2) \quad B L_1: \quad B_0 \rightarrow \frac{3}{4}B_0$$

$$B L_2: \quad 4B_0 \rightarrow \frac{8}{3}B_0$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad |\dot{I}| = \left| -\frac{n_1 S L}{L} \right|$$

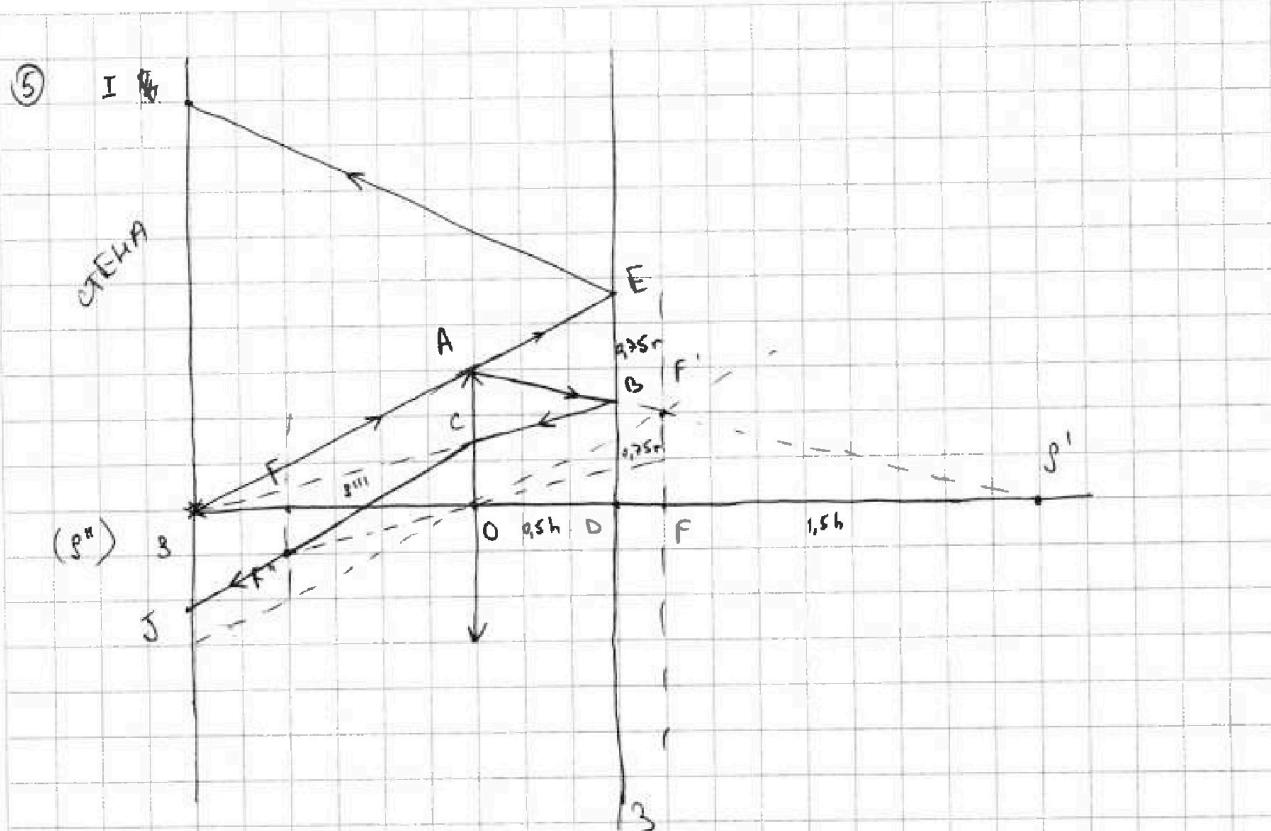


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



$$SO = h, \quad OO = \frac{h}{2}, \quad F = \frac{2}{3}h, \quad AO = r$$

No pre-meeting review

$$\frac{1}{s_0} + \frac{1}{s'_0} = \frac{1}{F} \Rightarrow s'_0 = \frac{3}{2h} - \frac{s_0}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow s'_0 = 2h$$

$$OP = \frac{h}{3} \Rightarrow BP = AO \cdot \frac{8:0}{8:0} = r \cdot \frac{1,5h}{2h} = \frac{3}{4r} = 0,75r$$

$$ED = AO \cdot \frac{50}{30} = r \cdot \frac{15h}{h} = 1,5r \Rightarrow EB = 0,5r$$

$$1) \text{ EB - Nachbargitterwurz } \Rightarrow \text{ne} \text{ zeppenle } S_{\text{EB}} = \pi \left(\left(\frac{3}{4r} \right)^2 - \left(\frac{3}{ur} \right)^2 \right) = \pi \left(\frac{9}{16r^2} - \frac{9}{u^2 r^2} \right)$$

$$= \pi \left(\frac{L^2}{16r^2} \right) = 27\pi \text{ mm}^2$$

$$-\frac{1}{S''O} + \frac{1}{S'''O} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{S'''O} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h} = \frac{5}{2h} \Rightarrow S'''O = 0.4h$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

$$\rightarrow S_{\text{S}''} = 0,6h = h - 0,4h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{CO}{BD} = \frac{SO}{SD} \Rightarrow CO = BD \cdot \frac{SO}{SD} = 975r \cdot \frac{h}{1,5h} = \frac{1,5r}{3} = 0,5r$$

$$S_J = CO \cdot \frac{S''S}{S''O} = 0,5r \cdot \frac{0,6h}{0,4h} = 1,5 \cdot 0,5r = 0,75r$$

$$S_I = 2DE = 2 \cdot 4,5r = 3r \Rightarrow S_{\text{u.e}} = \pi (S_I^2 - S_J^2) =$$

$$= \pi (9r^2 - \frac{9}{16}r^2) = \pi (\frac{144-9}{16}r^2) = 135\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: 1)} S_{\text{u.g}} = 27\pi \text{ см}^2 \quad 2) S_{\text{u.e}} = 135\pi \text{ см}^2$$



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Черновик.

$$16p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 3,6V_0 = 6,4p_0$$

$$(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V; V)$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 36 \\ \hline 384 \\ 192 \\ \hline 2256 \end{array}$$

Пусть избыток давления $\Delta p = \frac{p_0}{V_0} \Delta V$

$$\begin{array}{r} 576 \\ \hline 6144 \end{array}$$

$$(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V); V + \Delta V)$$

$$\begin{aligned} \Delta A' &= \frac{1}{2} (\Delta V) ((16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V)) (V + \Delta V) - \frac{1}{2} (16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) V) = \\ &= \frac{3}{2} \left(16p_0 V - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) V + 16p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) \Delta V - 16p_0 V + \frac{p_0}{V_0} V^2 \right) = \\ &= \frac{3}{2} \left(- \frac{p_0}{V_0} \Delta V V + 16p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} V \Delta V \right) = \\ &= \frac{3}{2} \left(16p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} 2 \Delta V V \right) - 3 \Delta V \left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) \end{aligned}$$

$$\Delta A' = \frac{\Delta V}{2} \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) + 16p_0 + \frac{p_0}{V_0} V \right) \rightarrow A \frac{p_0}{V_0} V \cdot \frac{1}{2} \Delta V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \Delta V$$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A' = 3 \Delta V 8p_0 - 3 \Delta V \frac{p_0}{V_0} V + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \Delta V = 2,16$$

$$= \Delta V \left(24p_0 - \frac{p_0}{V_0} 3V + \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{1}{2} V \right) = \Delta V (24p_0 - 2,5 \frac{p_0}{V_0} V)$$

$$24p_0 = 2,5 \frac{p_0}{V_0} V \quad \frac{24 \cdot 2}{5} = \frac{48}{5} = 9,6 \frac{p_0}{V_0} \quad Q^+ \text{ по зоне изменения}$$

$$\frac{24}{25} V_0 = V$$

$$\rightarrow Q = \Delta U + A' = \frac{3}{2} (61,44 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) = 216 p_0 V_0$$

$$\Delta A' = \frac{1}{2} \Delta V \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + \Delta V) + 16p_0 + \frac{p_0}{V_0} V \right) = \frac{1}{2} \Delta V \left(32p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} V - \frac{p_0}{V_0} \Delta V \right) =$$

$$= \Delta V \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right)$$

$$2 \Delta V = 40$$

$$V = 10V_0$$

$$A' = k p_0 V_0$$

$$3 \Delta V (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) + \Delta V (16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) = \Delta V \left(40p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V \right)$$

$$Q^+ = 56 p_0 V_0$$

$$A' = \frac{10+6}{2} \cdot 4 p_0 V_0 = 32 p_0 V_0 \quad \Delta V = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) \rightarrow Q_{12}^+ = 32 p_0 V_0$$

$$Q_{21}^+ = 24 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{2}{5} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5}$$

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

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

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!

(3) r, R, ϵ, Q

$$1) E_{\text{внешт}} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$R \leq x \leq r \Rightarrow \frac{kQ}{x^2}$$

$$x \geq r \Rightarrow \frac{kQ}{x^2}$$

$$r \leq x < r \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{r}$$

$$x > R \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{Q}{x^2} - \frac{Q_1}{(x-r)^2} = \frac{Q}{\epsilon x^2}$$

$$\frac{Q}{x^2} - \frac{Q_1}{(x-r)^2} = \frac{Q}{\epsilon x^2}$$

$$\frac{4}{3}R - \frac{R}{6} = \frac{1}{2}R$$

$$2) R \leq x < r \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot (x-r) \quad \frac{Q_1}{(x-r)^2} = \frac{Q}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ}{(x-r)^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \quad x > R : \varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot (R-r) + \frac{kQ}{x^2} \cdot (x-R)$$

$$\Rightarrow \varphi(\frac{R}{2}) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon (\frac{R}{2})^2} \left(\frac{R}{2} - R\right) \quad Q_1 = \frac{(x-r)^2}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

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

$$2) \boxed{r = \frac{R}{6}}$$

$$\text{получаем } \varphi(\frac{R}{2}) = \frac{1}{q_0} \left(\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R^2} \left(\frac{R}{3} - \frac{R}{6} \right) \right) = \frac{1}{q_0} \left(\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} \frac{3}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{q_0} \left(\frac{6kQ}{R} + \frac{3}{8} \frac{kQ}{R} \right) = \frac{1}{q_0} \left(\frac{15}{2} \frac{kQ}{R} \right) = \frac{1}{q_0} \left(\frac{KQ}{R} + \frac{3kQ}{8\epsilon} \right)$$

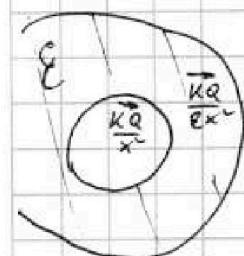
$$\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{q_0} = \frac{1}{q_0} \left(\frac{6kQ}{R} + \frac{KQ}{\epsilon R^2} \cdot \frac{1}{2} R \right) = \frac{1}{q_0} \left(\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{8\epsilon} \right)$$

$$1 - \frac{1}{q_0} \left(\frac{3kQ}{8\epsilon R} - \frac{3kQ}{8\epsilon} \right)$$

$$\varphi =$$

затем \downarrow в 2 раза

ок (1) ошибка



$$x < r \quad \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed$$

получим $\varphi_2 = \text{занул.}$

$$\varphi_1 = Ed$$

Галак. III Бумаж

Машем

$$\boxed{\frac{KQ}{R}}$$

$$\boxed{\frac{12kQ}{112\epsilon}}$$

$$2) \frac{4}{q_0} + \frac{1}{q_0} \frac{3kQ}{8\epsilon} = 6$$

$$\frac{4}{q_0} + \frac{1}{q_0} \frac{3kQ}{96\epsilon} = 5$$

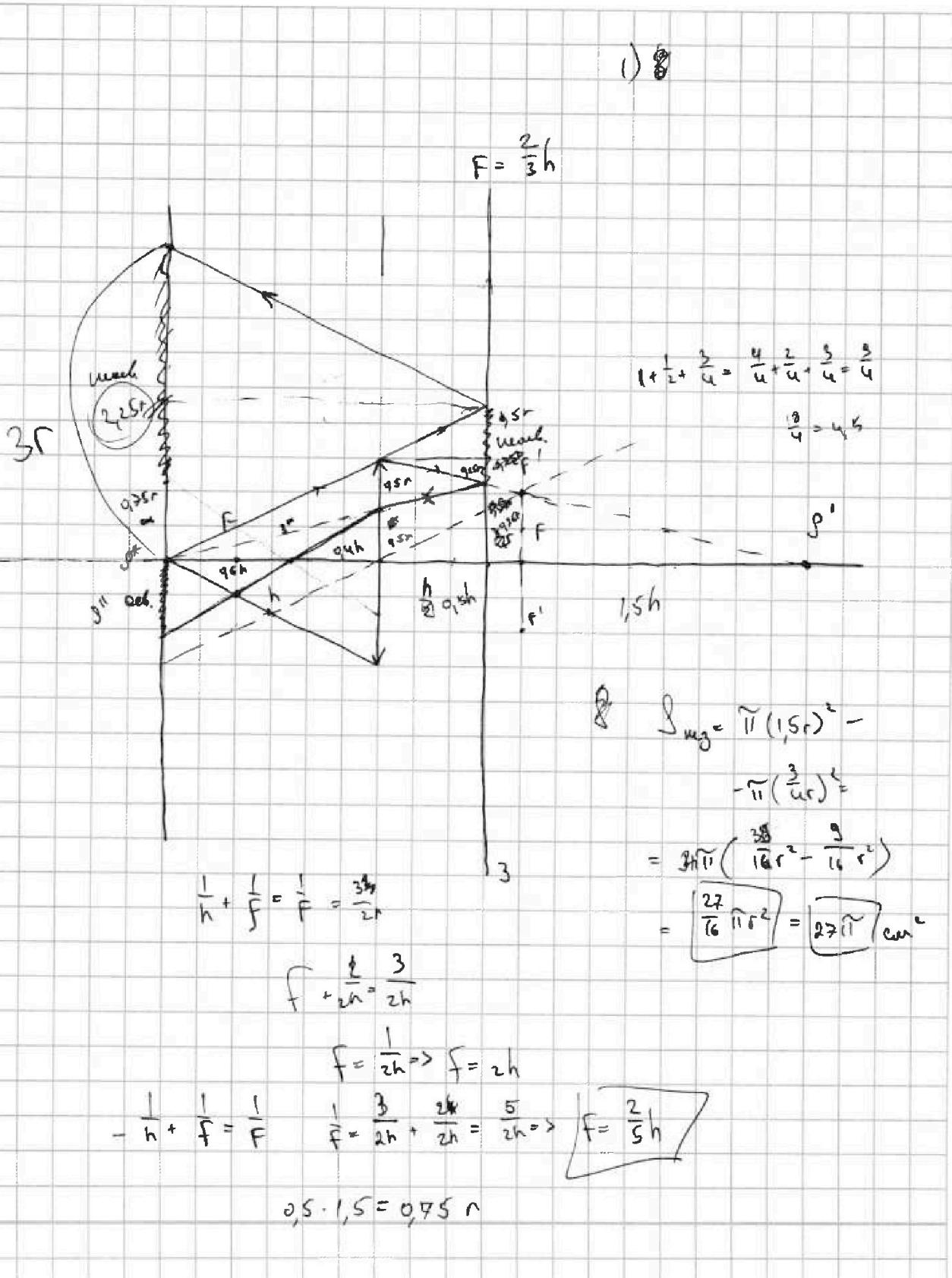


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



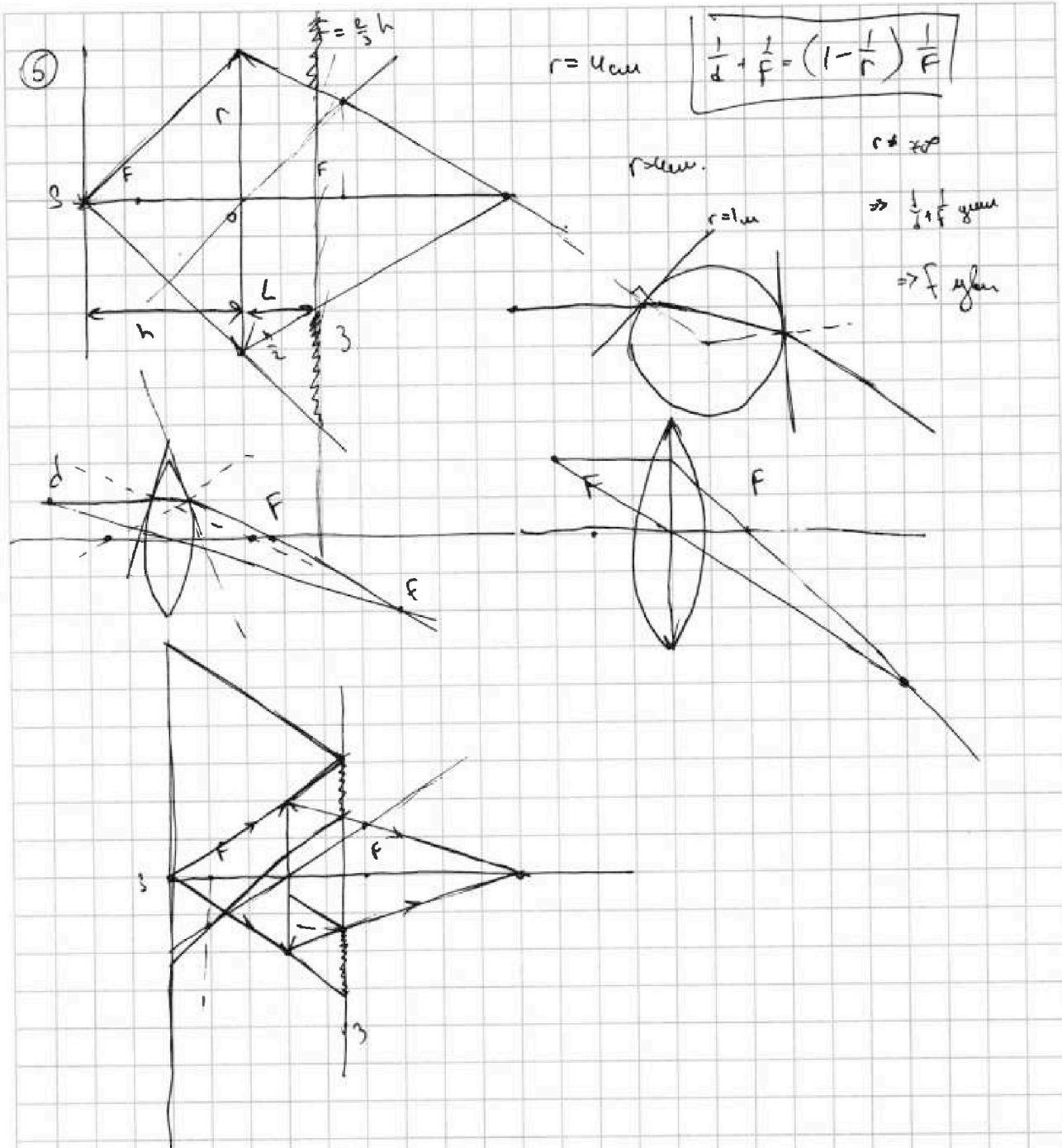


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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





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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Черновик:

1) $m, a_1 = \frac{5}{17}g, \frac{3}{4}m, a_2 = \frac{8}{27}g$

$\sin\alpha_1 = \frac{3}{5}, \cos\alpha_1 = \frac{4}{5}, \sin\alpha_2 = \frac{8}{27}, \cos\alpha_2 = \frac{15}{27}$

2) $F_2 - ?$ Аналогично с шаром

$Ox: -F_2 + \frac{3}{4}mg \cdot \sin\alpha_2 = ma_2$

$$\begin{aligned} F_2 &= m(g \sin\alpha_2 - a_2) = \\ &= m\left(\frac{3}{5}g - \frac{5}{17}g\right) = \\ &= m\left(\frac{51}{85}g - \frac{25}{85}g\right) = \boxed{\frac{26}{85}mg} \end{aligned}$$

$Ox: -F_2 + \frac{3}{4}mg \cdot \sin\alpha_2 = ma_2$

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{3}{4}m(g \sin\alpha_2 - a_2) = \\ &= -\frac{3}{4}m\left(\frac{8}{27}g - \frac{8}{27}g\right) = 18mg\left(\frac{1}{12} - \frac{1}{27}\right) = \frac{180}{33}mg = \\ &= \boxed{\frac{20}{51}mg} \end{aligned}$$

$F_3 = |\cos\alpha_2 F_2 - \sin\alpha_2 F_1| =$

$$\begin{aligned} &= \left| \frac{15}{17} \cdot \frac{20}{51}mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{26}{85}mg \right| = \frac{104}{1768} \\ &= mg \left| \frac{100}{17^2} - \frac{4 \cdot 26}{25 \cdot 17} \right| = mg \left| \frac{2500 - 1768}{25 \cdot 17^2} \right| = \\ &= mg \left| \frac{732}{25 \cdot 17^2} \right| = mg \left| \frac{732}{17^2 \cdot 25} \right| = mg \left| \frac{289}{1445} \right| = \\ &= mg \boxed{\frac{732}{4285}mg} \end{aligned}$$



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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\textcircled{4} \quad L_1 = L_2 \quad L_2 = \frac{3}{4}L \quad n_1 = n \quad n_2 = \frac{3n}{2} \quad S$$

$$\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = -L \quad (L > 0) \Rightarrow \text{будет ток } i = -L$$

$$E_i = -\dot{\Phi} = -S \cdot nB = Snd$$

$$Q = nLI \quad Q = B \cdot S$$

$$E_i = -L \cdot \frac{i}{L} \Rightarrow i = \frac{Snd}{L} = -\frac{Snd}{L}$$

$$E_i = -\dot{\Phi} = -S_n B = Snd$$

$$E_i = -L \cdot \frac{i}{L}$$

$$L_0 = L_1 + L_2 \quad \text{спире вин}$$

$$-L_1 \cdot \frac{i}{L_1} - (L_1 + L_2) \cdot \frac{i}{L_0} = Snd$$

$$-L_1 + L_2 = \frac{13}{4}L \Rightarrow i = -\frac{4Snd}{13L}$$

$$-L_1 \cdot \frac{i}{L_1} = \mu_0 \cdot \frac{N}{L_1} \cdot S = L_1 \cdot \frac{B}{L_1} = B$$

$$L = \sqrt{\mu_0 n^2}$$

$$\mu_0 N \cdot I = B$$

$$B \propto L_1$$

$$2) \text{ за } L_1 \text{ с } B_0 \text{ go } \frac{3}{4}B_0$$

$$B_2 \propto L_2 \text{ с } nB_0 \text{ go } \frac{3}{3}B_0$$

$$nL_1 I = \Phi$$

$$E_{i1} = -S_n B_1$$

$$E_{i2} = -S_n B_2$$

$$\mu_0 N^2 S = M_2$$

$$\frac{2}{3}B_0 + \frac{1}{4}B_0 = \frac{11}{12}B_0$$

$$\Rightarrow E = E_{i1} - E_{i2}$$

$$L_2 = \sqrt{\mu_0 n^2}$$

$$E = -S_n B_1 + S_n B_2$$

$$E = -L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow I = \int E dt$$

$$= \int$$

$$E_i = -L \cdot \frac{i}{L} \Rightarrow i = -\int E_i dt =$$

$$= -\frac{1}{L} \int -S_n B dt = \frac{S_n}{L} \int B dt$$

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

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

СТРАНИЦА
ИЗ



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

$$6 \frac{kQ}{(x-r)^2} \times$$

$$kx b + \frac{18kQ}{9r} = 6 \psi_0$$

$$x=2r \quad u \times = ur$$

$$b + \frac{4kQ}{9r} = 5\psi_0$$

$$\varphi - Ed$$

$$\frac{kQ}{x^2}$$

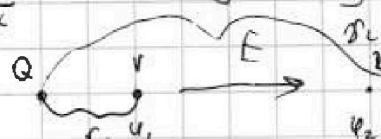
$$x > r \quad E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\psi = \frac{kQ}{x^2} \cdot x = \frac{kQ}{x}$$

$$R < x < r \quad E = \frac{kQ}{Ex^2}$$

$$\frac{14kQ}{9r} = \psi_0$$

$$\int E dx = \int \frac{kQ}{x^2} dx = -\frac{kQ}{x} + C$$



$$\int E dx = -\frac{kQ}{x} \Big|_{r_1}^{r_2} = \frac{kQ}{r_1} - \frac{kQ}{r_2}$$

$$\frac{kQ}{r_1}$$

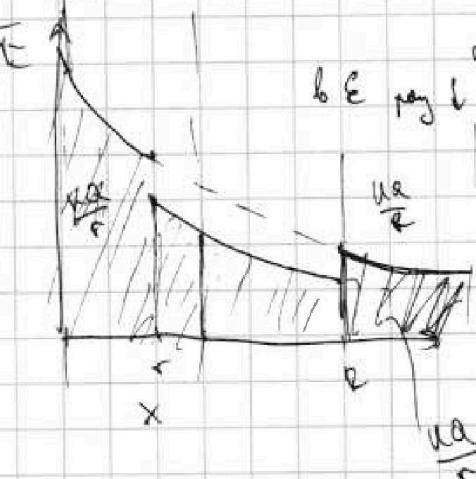
$$\int_{\infty}^{\infty} E dx = \frac{kQ}{r}$$

$$\psi_1 - \psi_2 = \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{kQ}{r}$$

$$\psi_2 - \psi_3 = \frac{kQ}{(x-r)^2}$$

б) E падает, а ψ в газе. \rightarrow E неизменен



$$\begin{aligned} \frac{kQ}{r} + \int_x^R \frac{kQ}{Ex^2} dx &= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{Ex} \Big|_x^R = \\ &= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{Ex} = \\ &= \frac{kQ}{Ex} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{E}\right) \end{aligned}$$

$$Ex = \frac{1}{ER} \quad \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{R} \left(\frac{E-1}{E}\right)$$

$$= \frac{(2 - \frac{kQ}{ER})kQ}{ER} + \frac{(1 - \frac{1}{E})kQ}{ER} = \frac{2kQ - kQ}{ER} = \frac{kQ(2 - \frac{1}{E})}{ER}$$

$$2) \psi = \frac{kQ}{Ex} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{E}\right)$$

$$\frac{e}{3} \text{ и } \frac{2e}{3}$$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{ER} + \frac{2(E-1)kQ}{ER} = \frac{(E+2)kQ}{ER}$$

$$\frac{5}{6} = \frac{(2E+1)E}{2(E+2)E} = \frac{eE+1}{2E+2}$$

$$\psi\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{3kQ}{2ER} + \frac{2(E-1)kQ}{2ER} = \frac{(2E+1)kQ}{2ER}$$

$$\boxed{E=2}$$