



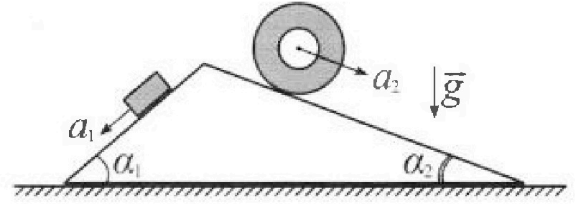
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (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.

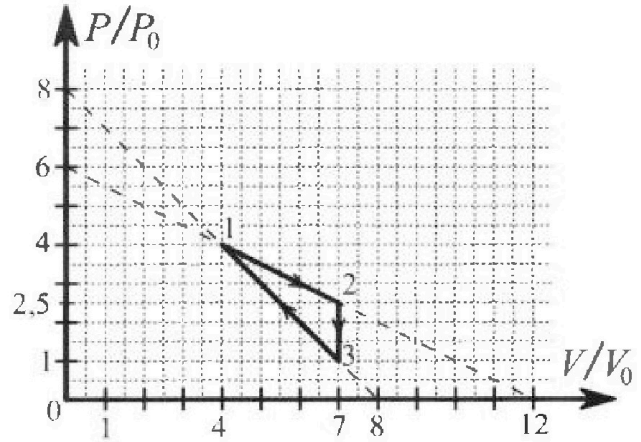


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

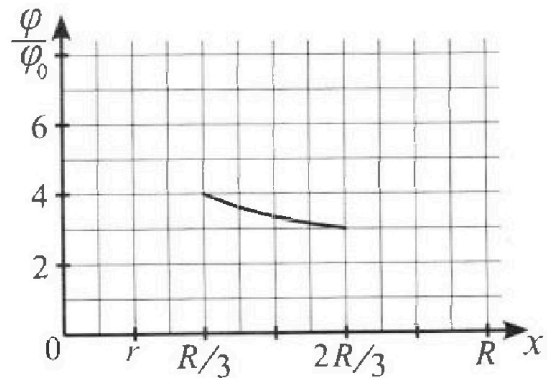
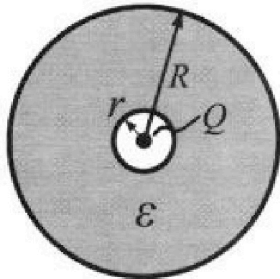
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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



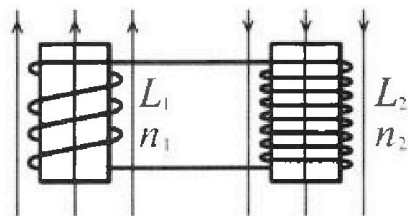
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

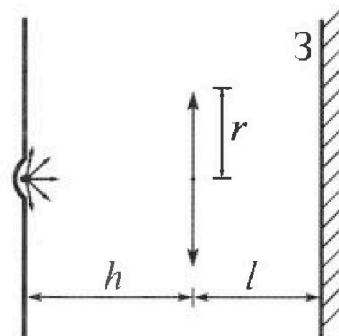


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!

Дано:

$$a_1 = \frac{3g}{13}$$

$$a_2 = \frac{5g}{24}$$

$$m, 4m$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

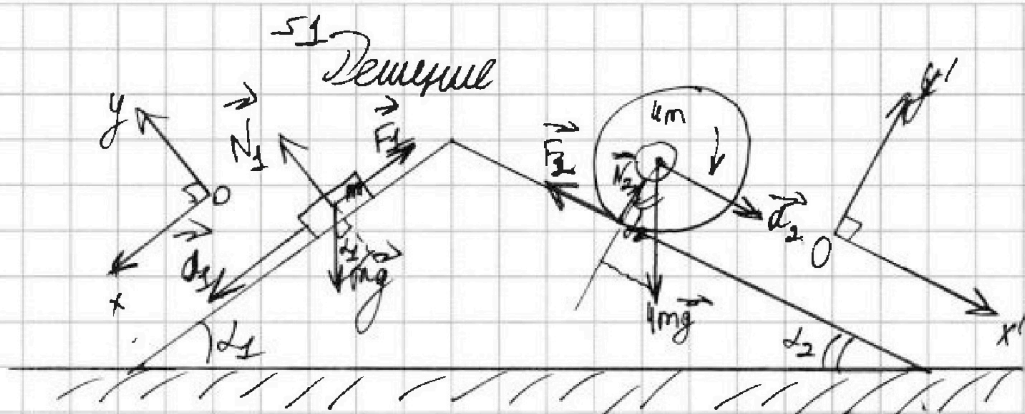
$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1)  $F_1$  - ?

2)  $F_2$  - ?

3)  $F_3$  - ?



Брусок:  $m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 = m\vec{a}_1$  (⊙ обозн. кин центра масс)

$$O_y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$O_x: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$1) F_1 = m \left( \frac{3g}{5} - \frac{5g}{13} \right) = mg \frac{39 - 25}{5 \cdot 13} = mg \frac{14}{65}$$

Цилиндр:  $m\vec{g} + \vec{N}_2 + 4m\vec{g} = 4m\vec{a}_2$

$$\vec{F}_2 + \vec{N}_2 + 4m\vec{g} = 4m\vec{a}_2$$

$$O_y': N_2 - 4mg \cos \alpha_2 = 0$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$O_x': 4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4ma_2$$

$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$



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  
2 ИЗ 2

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

$$2) F_2 = 4m \left( \frac{5}{13}g - \frac{5}{24}g \right) = 4mg \frac{5(24-13)}{24 \cdot 13} =$$

$$= mg \frac{5 \cdot 11}{6 \cdot 13} = \frac{55}{78} mg$$

Кин.:

$$-\vec{F}_1 - \vec{N}_1 - \vec{N}_2 - \vec{F}_2 + \vec{N}_3 + \vec{F}_3 = 0$$

Ох1:

$$F_3 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_3 + \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} = 0$$

$$F_3 = \frac{240}{169} mg - \frac{140}{169} mg + \frac{56}{13 \cdot 25} mg - \frac{12}{25} mg$$

$$3) F_3 = \frac{130}{169} mg + \frac{56 - 156}{13 \cdot 25} mg = \left( \frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) mg = \frac{6}{13} mg$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3)  $F_3 = \frac{6}{13} mg$



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  
1 из 5

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!

52

Дано:

$i=3$

Условие:

1)  $\frac{|\Delta U_{2-3}|}{A_g} = ?$

2)  $\frac{T_1 - 2 \max}{T_1} = ?$

3)  $\eta = ?$

Решение:

1:  $P_1 = 4P_0$

$V_1 = 4V_0$

$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3 \cdot 4 \cdot 4}{2} \cdot P_0 V_0 = 24 P_0 V_0$

$P_1 V_1 = \nu R T_1, m_0$   
 $T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$

2:  $P_2 = \frac{5}{2} P_0 = 2,5 P_0$   
 $V_2 = 7V_0$

$U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} P_2 V_2 = \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 2} P_0 V_0 = \frac{105}{4} P_0 V_0 = 26,25 P_0 V_0$

3:  $P_3 = P_0$   
 $V_3 = 7V_0$

$P_3 V_3 = \nu R T_3$   
 $T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{7 P_0 V_0}{\nu R}$

$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} P_3 V_3 = \frac{3 \cdot 7}{2} P_0 V_0 = \frac{21}{2} P_0 V_0 = 10,5 P_0 V_0$

$|\Delta U_{2-3}| = U_2 - U_3 = (26,25 - 10,5) P_0 V_0 = 15,75 P_0 V_0 = 15 \frac{3}{4} P_0 V_0 = \frac{63}{4} P_0 V_0$

$A_g = \sum_{i=1}^3 Q_{i-1} = \sum_{i=1}^3 Q_{i-1}$

$A_g = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{V_0}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$

1)  $\frac{|\Delta U_{2-3}|}{A_g} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = \frac{63}{9} = 7$



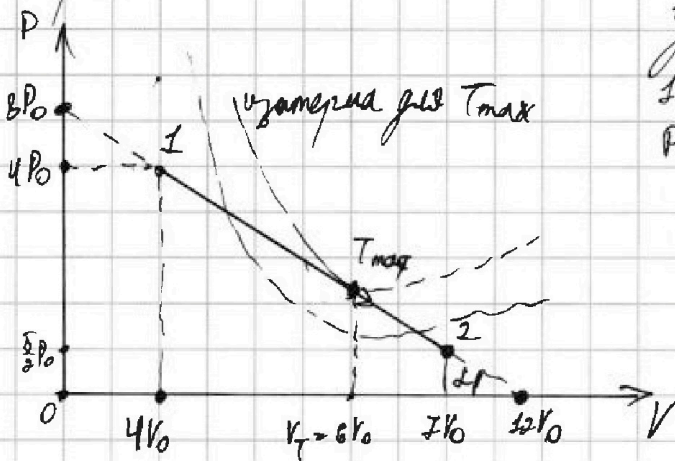
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

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!

процесс 1-2:



$$\gamma_{pd} = \frac{6P_0}{12V_0} = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

1-2 задается прямой:

$$P(V) = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$P(V) \cdot V = \nu R T$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left( 6P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 \right)$$

$T(V)$  - квадратичная ф-ция, но  $T_{max}$ , при  $V_T = \frac{6P_0}{-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 6V_0$

~~...~~, тогда  $T_{max} = T(6V_0) =$

$$= \frac{1}{\nu R} \cdot \left( \frac{36}{4} P_0 V_0 - \frac{18}{2} P_0 V_0 \right) = \frac{1}{\nu R} \left( \frac{36}{4} P_0 V_0 - \frac{18}{2} P_0 V_0 \right) = \frac{18}{24} \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$2) \frac{T_{max}}{T_1} = \frac{\frac{18}{24} \frac{P_0 V_0}{\nu R}}{\frac{16}{16} \frac{P_0 V_0}{\nu R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Найти  $Q(V)$  - иде Q-ф-ция кол-ва  $\nu$  молей 1-2 ~~...~~

$$\delta Q(V) = \delta T(V) + dU(V)$$

$$Q(V) = T(V) + U(V)$$

$$U(V) = \frac{3}{2} \nu R T(V) - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{6P_0 V}{\nu R} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{16P_0 V_0}{\nu R} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left( 6P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - 16P_0 V_0 \right) = -\frac{3P_0}{4V_0} V^2 + 9P_0 V - 24P_0 V_0$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 5

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!

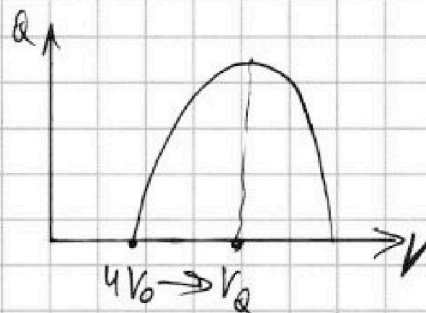
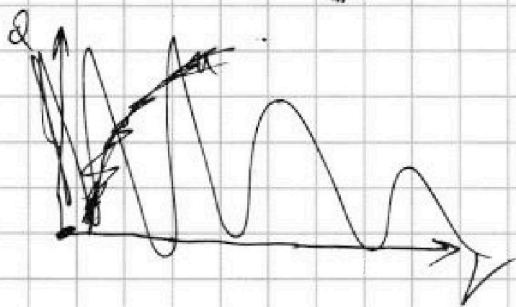
$$A(V) = \int_{\text{расстояние}} p(V) = \frac{4P_0 + P(V)}{2} \cdot (V - 4V_0) =$$

$$= \frac{4P_0 + P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V}{2} (V - 4V_0) = \left( \frac{5}{2} P_0 - \frac{P_0 V}{4V_0} \right) (V - 4V_0) =$$

$$= -\frac{1}{4} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{6}{4} P_0 V - 20 P_0 V_0$$

$$Q(V) = \frac{3P_0}{4V_0} V^2 - \frac{1}{4} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{6}{4} P_0 V + \frac{6}{4} P_0 V - 24 P_0 V_0 - 20 P_0 V_0 =$$

$$= -\frac{1}{4} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{12}{4} P_0 V - 44 P_0 V_0$$



тогда найдем место макс  $Q > 0$  (участок  $Q > 0$  в  $Q(V)$  выражаем)

тогда  $Q_{\text{max}} = Q(V_Q)$ , где  $V_Q = \frac{-\frac{12}{4} P_0}{-2 \frac{P_0}{V_0}} = \frac{12}{2} V_0$

$$Q_{\text{max}} = -\frac{225}{4} P_0 V_0 + \frac{225}{2} P_0 V_0 - 44 P_0 V_0 = \frac{225}{4} P_0 V_0 - \frac{176}{4} P_0 V_0 =$$

$$= \frac{49}{4} P_0 V_0$$

В процессе  $Q_{2-3} < 0$  (в течение всего процесса), так  $h_{2-3} = 0$  и  $h_{2-3} < 0$ .

Рассмотрим процесс  $3 \rightarrow 1$ . *аналогично  $1 \rightarrow 2$ .*



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  
4 из 5

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!

$$P(V) = 8P_0 - \frac{8P_0}{8V_0} \cdot V = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

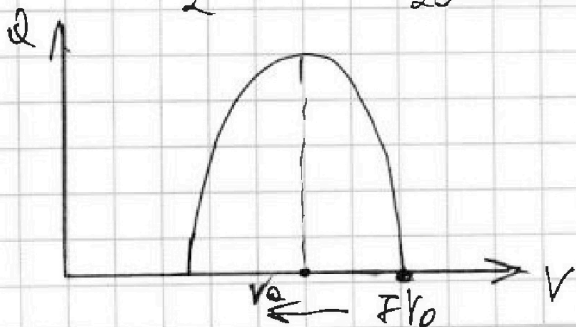
$$T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{2R} = \frac{1}{2R} \left( 8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right)$$

$$\begin{aligned} U(V) &= \frac{3}{2} \frac{2R}{2R} \left( 8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) - \frac{3}{2} 2R \cdot \frac{2P_0 V_0}{2R} = \\ &= 12P_0 V - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{21}{2} P_0 V_0 = -\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta(V) &= -\int_{\text{начало}}^{\text{конец}} = -\frac{P_0 + P(V)}{2} \cdot (7V_0 - V) = \\ &= -\frac{P_0 + 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V}{2} (7V_0 - V) = -\left( \frac{9}{2} P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right) (7V_0 - V) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= -\left( \frac{63}{2} P_0 V_0 - \frac{7}{2} P_0 V - \frac{9}{2} P_0 V + \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) = \\ &= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V - \frac{63}{2} P_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q(V) &= -\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0 - \frac{63}{2} P_0 V_0 = \\ &= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{20}{2} P_0 V - 42P_0 V_0 \end{aligned}$$



$$V_0 = \frac{-20P_0}{-2 \cdot \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = \frac{20V_0}{4} = 5V_0,$$

$$1,20 Q_{\text{max}} = Q(5V_0) =$$

$$\begin{aligned} &= -2 \frac{P_0}{V_0} \cdot 25V_0^2 + 20P_0 \cdot 5V_0 - 42P_0 V_0 = \\ &= 400P_0 V_0 - 42P_0 V_0 - \frac{25}{2} P_0 V_0 = \frac{91}{2} P_0 V_0 \end{aligned}$$





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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из 5

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!

$$3) \eta = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}3 \rightarrow 1} + Q_{\text{н}1 \rightarrow 2}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\frac{9}{4} P_0 V_0 \cdot 100\%}{\frac{49}{4} P_0 V_0 + \frac{91}{2} P_0 V_0} = \frac{9 \cdot 25\%}{49 + 182} = \frac{4 \cdot 25 \cdot 9}{231} \%$$

$$= \frac{4 \cdot 25 \cdot 9}{231} \% = \frac{100}{21} \%$$

Ответ: 1)  $\frac{|\Delta U_2 - 3|}{A_{\text{г}}} = 7$

2)  $\frac{T_{\text{г} \rightarrow 2 \text{ max}}}{T_{\text{г}}} = \frac{9}{2}$

3)  $\eta = \frac{100}{21} \%$

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 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. Печать QR-кода не допускается!

53

Дано:

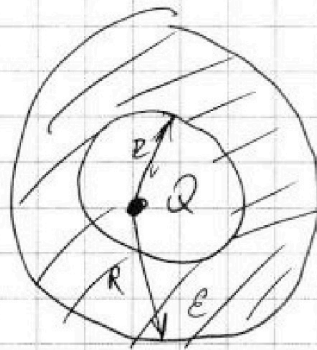
$z, R, Q, \epsilon$

укажите  $\psi$  от  $x$

1)  $x = \frac{R}{4}$  ;  $\psi$ ?

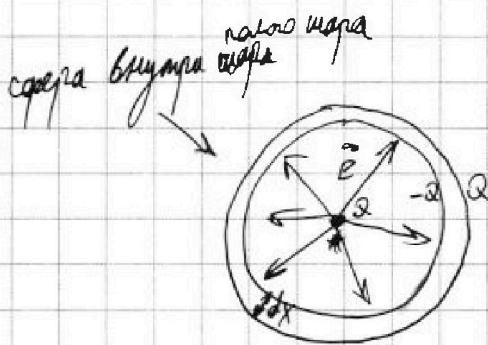
2) из графика:  $\epsilon$ ?

Решение:



$z = \frac{R}{6}$  (из графика)

$\frac{R}{6} < \frac{R}{4} < \frac{R}{3}$ , но  $\frac{R}{4} > z$ .



Силовые линии направлены и  
и заканчиваются на  
разных по знаку, но  
на одинаковых по модулю  
зарядах, то на внутренней  
сфере образуется заряд  $-Q$ .

из закона сохранения заряда  $\Rightarrow$  что на внешней сфере  
сфера образуется заряд  $Q = 0 - (-Q) = Q$   
(сумма зарядов  $= 0$ ), тогда на внешней сфере  
сфера образуется заряд  $-Q$  (как внутри сферы).

аналогично

$\Rightarrow$  сферу с зарядом внутри и окружением с тем проводником.

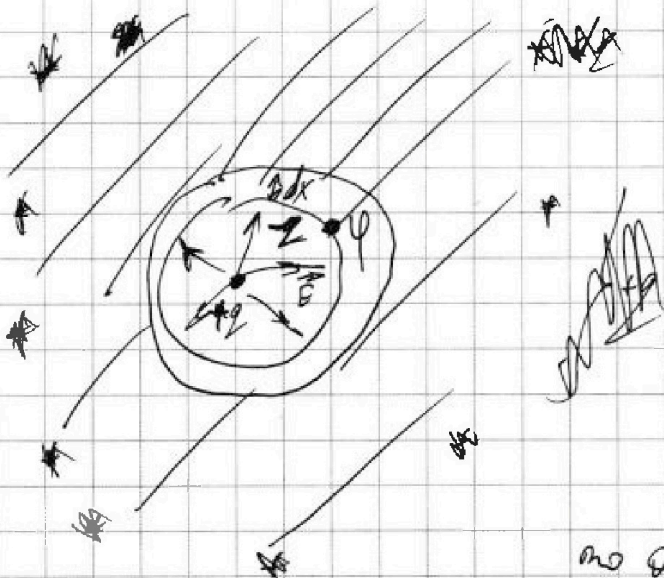
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 9

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!

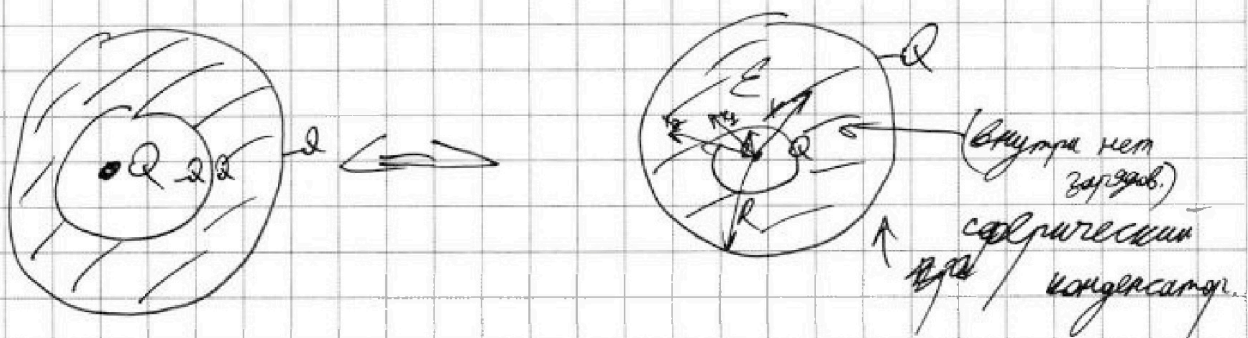


Для системы зарядов и сфер вокруг себя создаёт поле с  $E=0$  (т.е.  $E_{\text{от } q}$  закон Гамильтона внутри параллельно сферам), значит вне всей системы  $E=0$ , это эквивалентно ~~одной~~  $\rightarrow$  одной проводящей сфере.

$\varphi = \varphi_0 = 0$  (т.е.  $E_{\text{вне}} = 0$ ), то

то образует весь бесконечный проводник параллельно, то  $\varphi$  везде  $= 0$  (т.е.  $E_{\text{вне}} = 0$ ) значит такая система не вылетит на внешние электрическое поле, т.е. её можно не учитывать (только вне её).

Когда проводим:



Ваша сфера создаёт внутри себя  $E=0$ .

Ваша сфера создаёт вне себя  $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$dU = E \cdot dx$

$U = \int E \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \int \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left( -\frac{1}{x} \right)$

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  
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. Печата QR-кода недопустима!

$$\Delta \varphi = U = -\frac{kQ}{E} \frac{1}{(x-2)} + \frac{kQ}{E(x-4)}, \text{ тогда найдем, что}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{E(x-4)} \text{ при } 2 < x < 4.$$

$$1) \text{ тогда } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{E\left(\frac{R}{4}-4\right)} = \frac{4kQ}{ER}.$$

$$\text{так } \frac{R}{4} > 2, \text{ и } \frac{R}{4} < 4$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{E\left(\frac{R}{3}-4\right)}, \text{ то } \varphi_0 = \frac{3kQ}{4E\left(\frac{R}{3}-4\right)}$$

$$\text{так } \frac{R}{3} > 2, \text{ и } \frac{R}{3} < 4$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{kQ}{E\left(\frac{2R}{3}-4\right)}, \text{ то } \varphi_0 = \frac{3kQ}{2E\left(\frac{2R}{3}-4\right)} \quad (2)$$

$$3) = 0, \text{ то } \frac{4}{3}R - 4 = 2R - 3R$$

Ответ:  $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{ER}$



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  
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!

Получаем:  $\frac{1}{2} B_0 S n + LI + \frac{4}{3} B_0 S n + 4LI = 5 B_0 S n$

$$5LI = \left(5 - \frac{4}{3} - \frac{1}{2}\right) B_0 S n$$

$$5LI = \frac{29}{6} B_0 S n$$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: 1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{S n \dot{L}}{L}$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



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 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!

54

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

S

$$1) \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = \lambda \quad (\lambda > 0)$$

$$B_2 = \text{const}$$

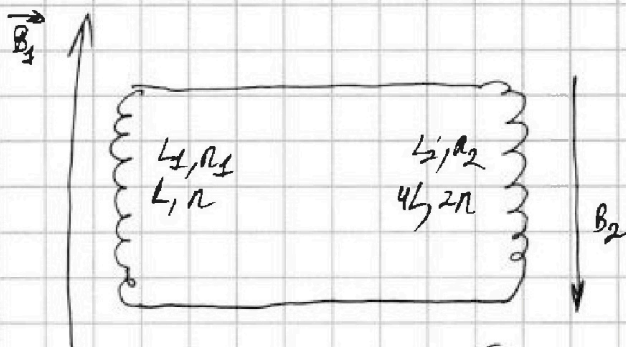
$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = ?$$

$$2) L_1: B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}$$

$$L_2: 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$$

I - ?

Решение:



~~Обузда сурвай,  $\lambda$   $\frac{\Delta B_1}{\Delta t}$   $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$   $\frac{\Delta I_2}{\Delta t}$   $\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$~~   
2-е правило Кирхгофа:

$$U_{L1} + U_{L2} = 0$$

$$L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI_2}{dt} = 0$$

Обузда сурвай: (наз менаются)  
2-е правило Кирхгофа:

$$U_{L1} + U_{L2} = 0$$

$$L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$L_1 dI_1 + L_2 dI_2 = 0$$

$\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2 = 0$ , но если поле менаются, но ток в катушках воуни - каст, это ток сурвайный менающийся ток в катушках не менаются.

$$\Phi_{10} = B_1 \cdot S \cdot n_1 = B_1 S n \quad \text{и} \quad \Phi_{10} + \Phi_{20} = \text{const}$$

$$\Phi_{20} = B_2 S n_2 = 2B_2 S n$$



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!

вариант 2  
6 ~~1~~:

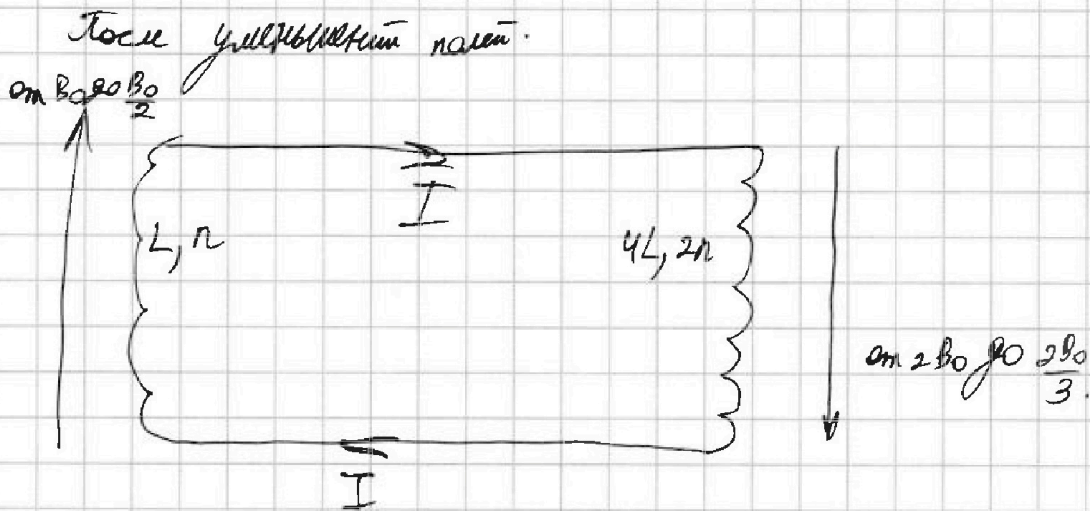
$$\mathcal{E}_{\text{суп}} = - \frac{d\Phi_{\pm}}{dt} = - \frac{d(B_0 \cdot S \cdot n)}{dt} = - \frac{\Delta S n \cdot \Delta B_0}{\Delta t}$$

$$= \frac{- \Delta S n \cdot \Delta B_0}{\Delta t} = - \Delta S n \dot{B}_0$$

$$\left. \begin{aligned} U_{\text{сх}} = U_{L_1} = - \mathcal{E}_{\text{суп}} = \Delta S n \dot{B}_0 \\ U_{L_2} = L_2 \cdot \frac{dI_2}{dt} \end{aligned} \right\} \text{по } L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} = \Delta S n \dot{B}_0$$

$$\Delta S n \cdot L \cdot \frac{dI_1}{dt} = S n \dot{B}_0$$

$$1) \frac{dI_1}{dt} = \frac{S n \dot{B}_0}{L}$$



$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const (см. решение)}$$

$$\Phi_{10} = B_0 \cdot S \cdot n \quad \text{и} \quad \Phi_{20} = 4 B_0 S n$$

$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = 5 B_0 S n$$

$$\Phi_1 = \Phi_{B_1} + \Phi_{I_1} = \frac{B_0 S n}{2} + L_1 \cdot I = \frac{B_0 S n}{2} + L_1 I$$

$$\Phi_2 = \Phi_{B_2} + \Phi_{I_2} = \frac{2}{3} B_0 \cdot 2n \cdot S + L_2 I = \frac{4}{3} B_0 S n + 4 L_2 I$$



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 4

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!

Дано:

$h$

$$F = \frac{h}{2}$$

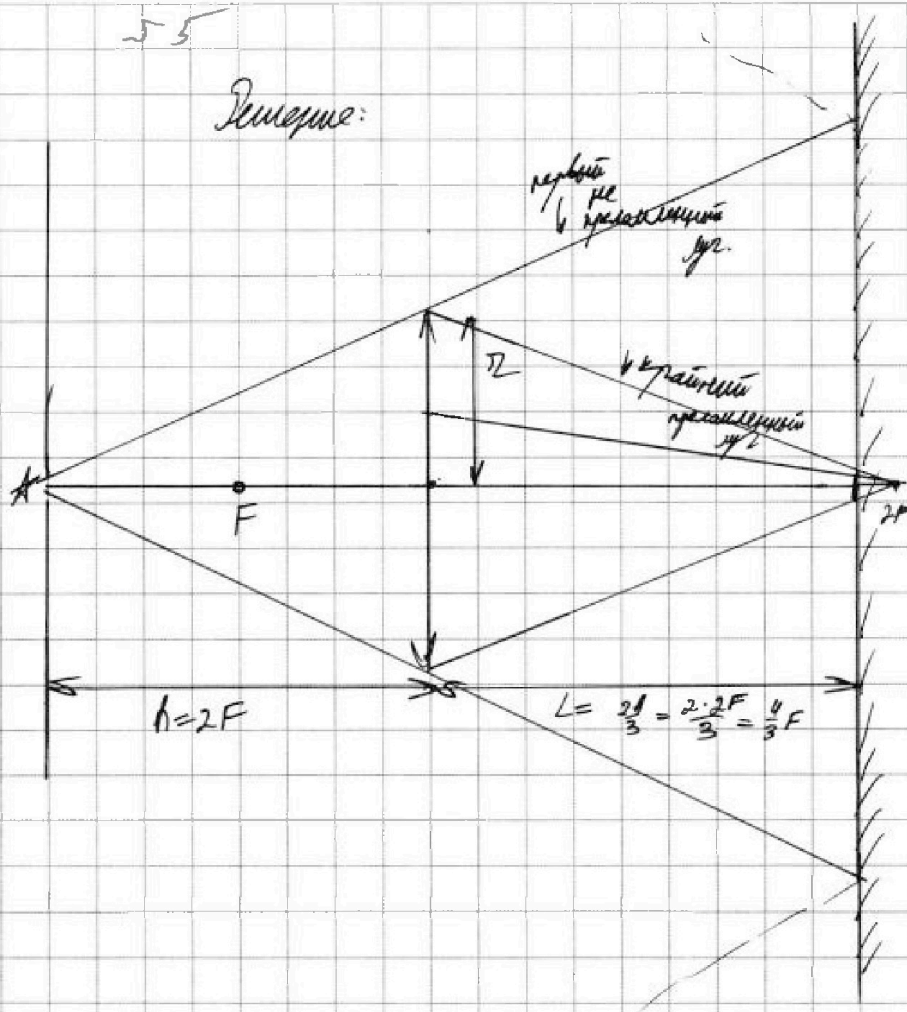
$$2 = 3 \text{ см.}$$

$$L = \frac{2h}{3}$$

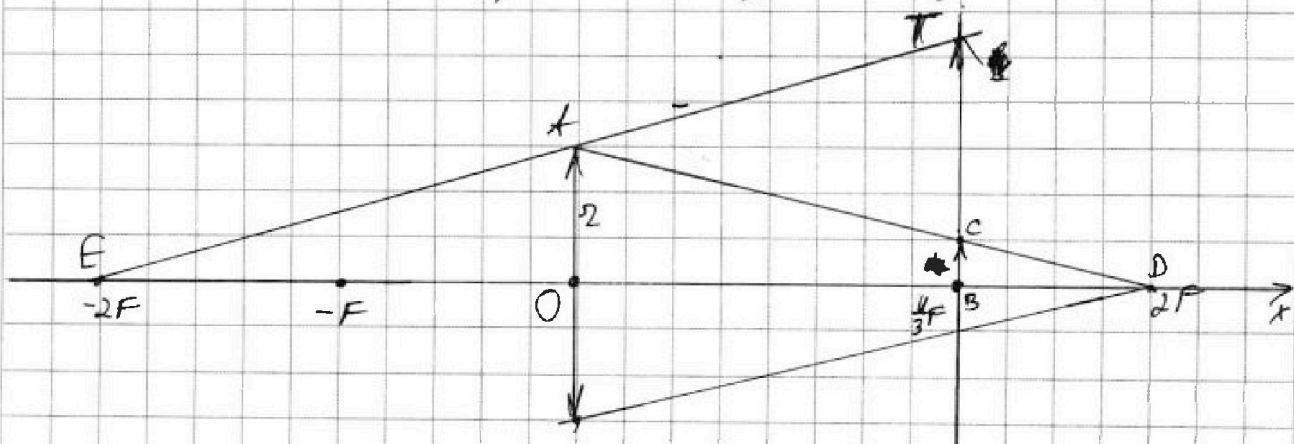
1) Скорость света ?

2) Скорость света - ?

Решение:



$L = \frac{4}{3}F < 2F$ , а, так как дана находится в  $2F$ , то её изображение тоже должно находиться в  $2F$ .







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 4

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!

$$\triangle ODA \sim \triangle BDC, \text{ по } \frac{BC}{OA} = \frac{BD}{OA} \cdot \mu$$

$$BC = \frac{OA \cdot BD}{OA} = \frac{2F \cdot (2F - \frac{4}{3}F)}{2F}$$

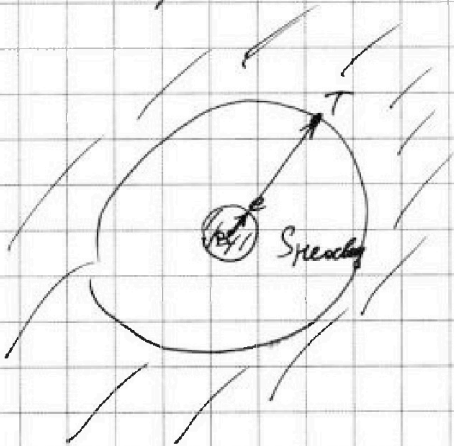
$$BC = \frac{2 \cdot \frac{2}{3}}{2} = \frac{2}{3} \cdot \mu$$

$$\triangle GOA \sim \triangle EBT, \text{ по } \frac{EO}{EB} = \frac{OA}{BT}, \text{ по}$$

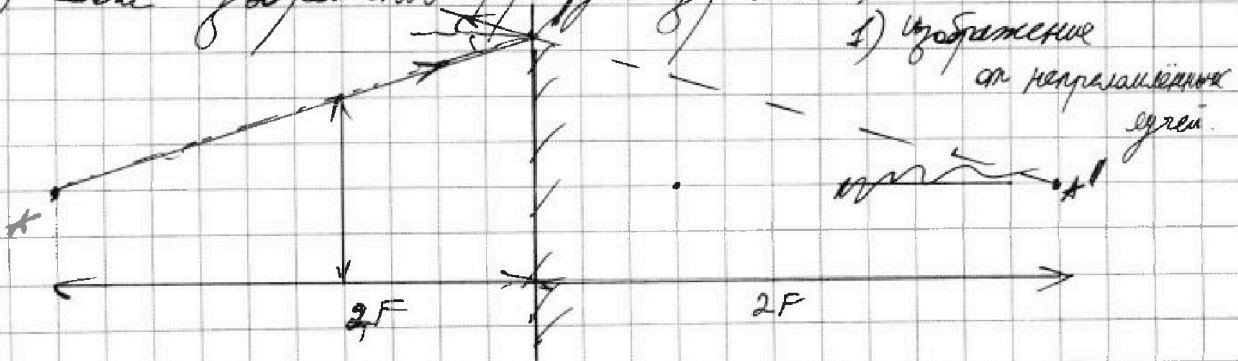
$$\text{по } BT = \frac{EB \cdot OA}{EO} = \frac{(\frac{4}{3}F + 2F) \cdot 2}{2F}$$

$$BT = \frac{10}{3} \cdot 2 = \frac{5}{3} \cdot 2$$

$$1) S_{\text{кольца зеркала}} = (BT - BC)^2 \pi = \left(\frac{5}{3} \cdot 2 - \frac{2}{3}\right)^2 \pi = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \pi = \frac{16}{9} \pi$$



Э радиус изображения формирует зеркало.





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.

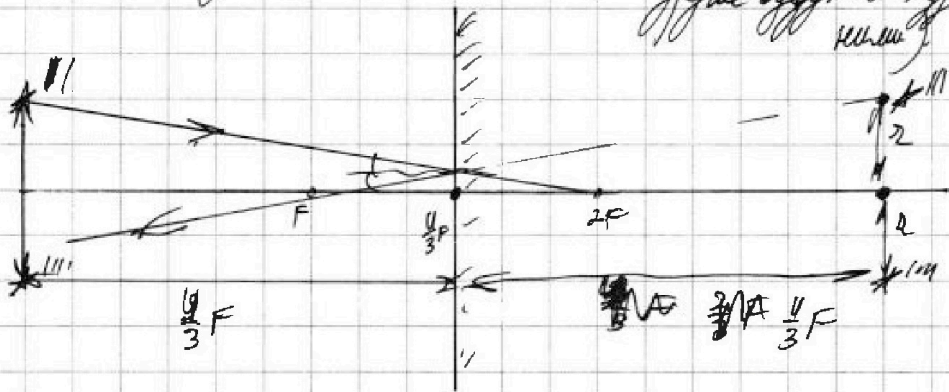
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

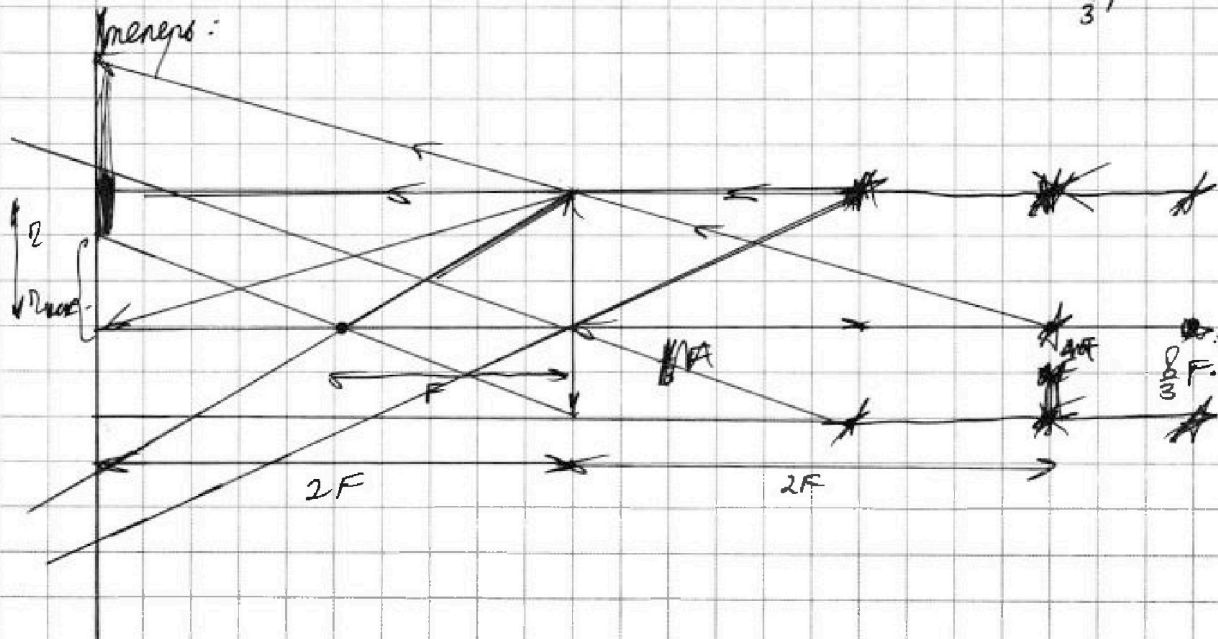
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

ме. не параллельн. лучи с зеркалом образуют малое изображение  
меньше, что это это эквивалентно изображению на расстоянии  $2F$  от  
от объектного фокуса.

2) от параллельных лучей (расстояние  $\neq$  крайние лучи, их  
лучи будут между  
клинки)



ме. от паралл. лучей формируется два изображения на  
расстоянии от объектного фокуса  $= 2 \cdot r$  на расст.  $\frac{1}{3} F$  от зеркала.



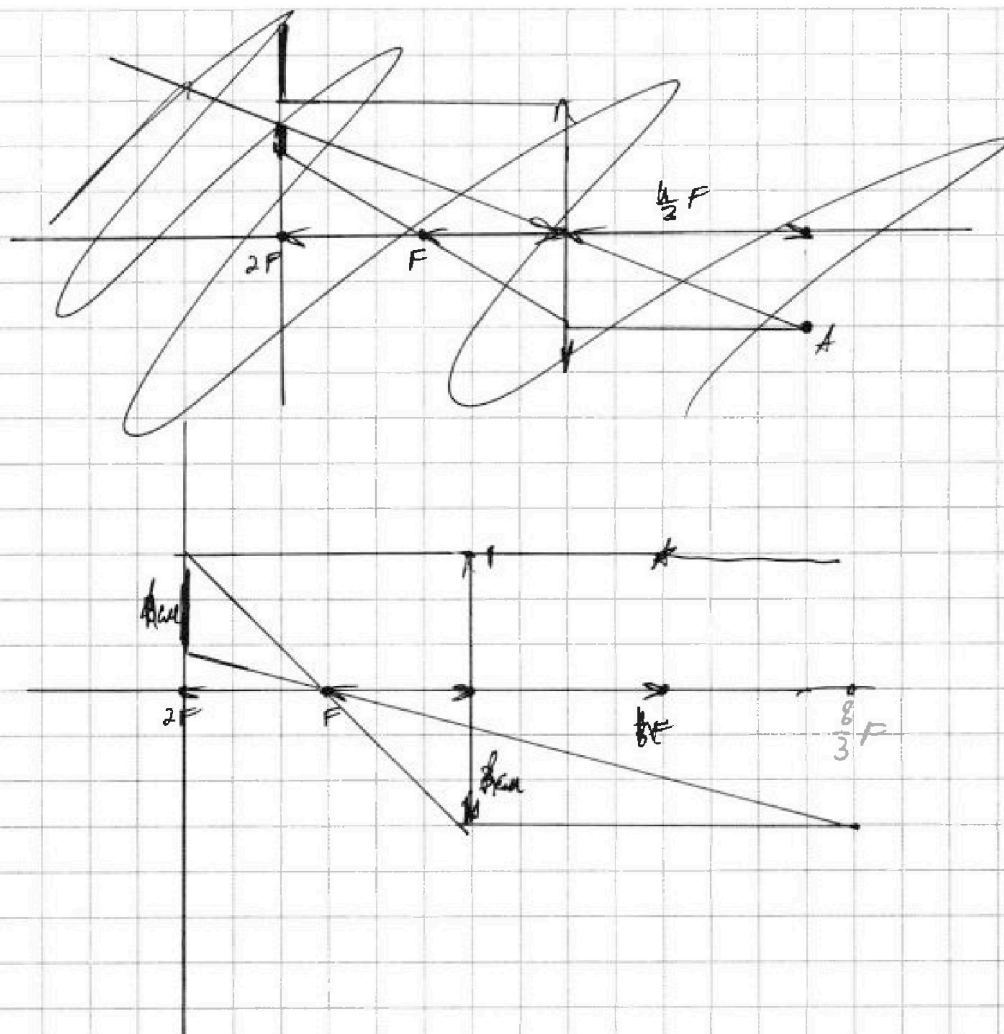


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 4

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



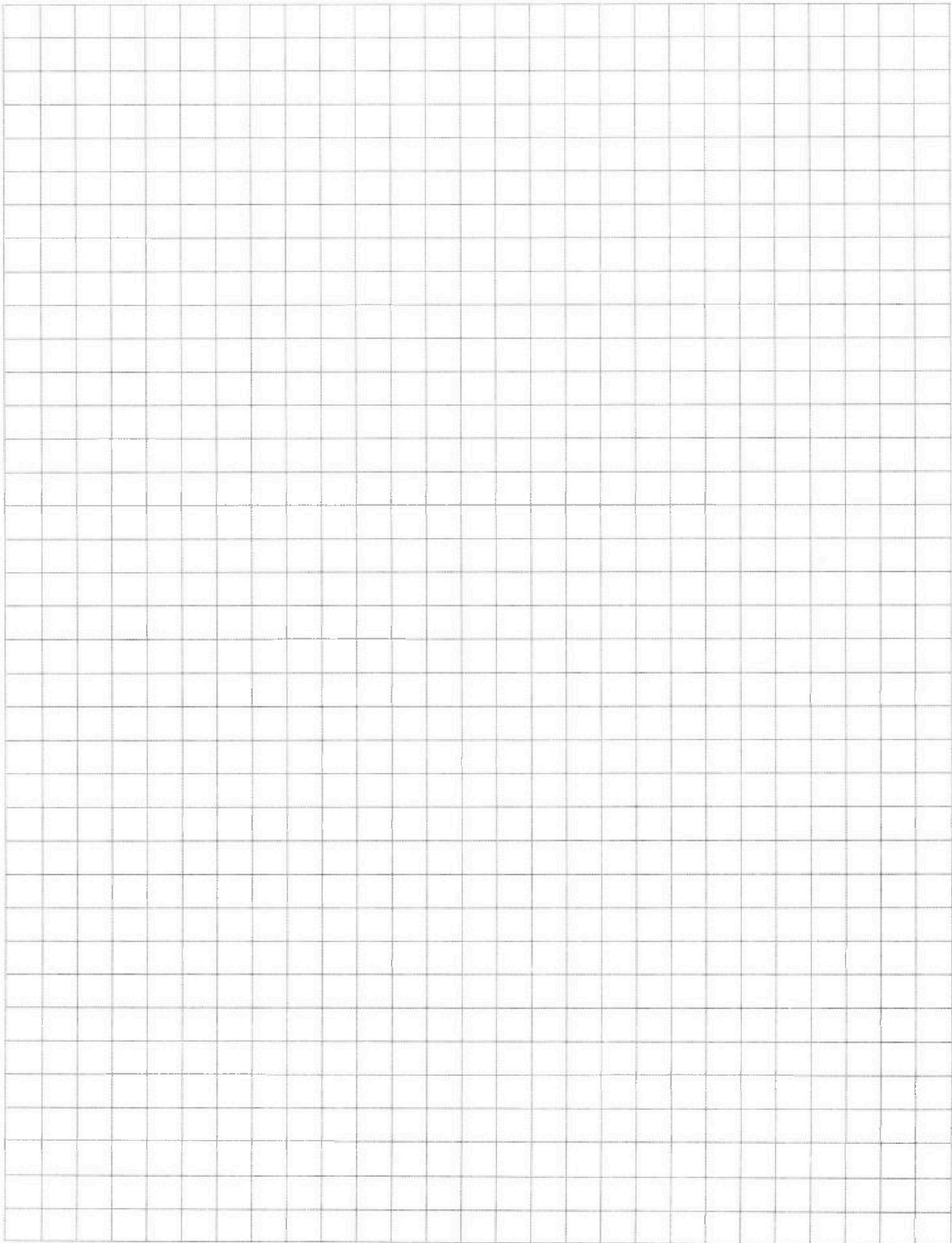


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

*первый*

$$5 P_0 V + P_0 V$$

$$-16 + \overset{60}{\cancel{15}} - 44 = 0$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 144 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \overset{\cdot}{2} \overset{\cdot}{2} 5 \\ - \overset{\cdot}{1} \overset{\cdot}{7} 6 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + \overset{\cdot}{1} \overset{\cdot}{7} 6 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$9 \cdot 4 + 21 = 36$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 21 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 2 \\ \hline 4 \\ + 90 \\ \hline 57 \\ \hline 153 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ + 63 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 182 \\ + 49 \\ \hline 231 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ - 21 \\ \hline 200 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ \times 57 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\frac{-11 \cdot 19 + 153 \cdot 2}{8} = 17$$

$$153 - 77 = 48$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 77 \\ \hline 48 \\ \hline 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ - 2 \cdot 49 + 20 \cdot 2 = 12 \\ 20 - 11 = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 116 \\ - 25 \\ \hline 91 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 45,5 \\ + 12,5 \\ \hline 58,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 42 \\ \hline 58 \end{array}$$

$$58 - \frac{25}{2} = \frac{116 - 25}{2} = \frac{91}{2}$$



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!

черновик

$$\frac{55 \cdot 12}{78 \cdot 13} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{110}{169}$$

$$\frac{26 \cdot 25}{1}$$

$$\frac{18}{13} \cdot \frac{5}{13} = \frac{210}{169}$$

$$\frac{4 \cdot 4 + 58 \cdot 4}{3} = 48$$

$$\frac{58 - 16}{3} = 12$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 12 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \cdot 4 \\ \times 25 \\ \hline 104 \end{array}$$

$$\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{13 \cdot 25}{13 \cdot 25}$$

$$58 - 16 = 42$$

$$\frac{42 \cdot 13}{12} = 45.5$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 14 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 15 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 210 \\ - 110 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\frac{130}{169} = \frac{10}{13}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 1 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 8 \\ \hline 25 \\ 24 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\frac{58 \cdot 4 - 4 \cdot 4}{3} = \frac{212}{3}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 100 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$= \frac{25 \cdot 16}{3}$$

$$(58 - 16) \cdot 4 = \frac{42 \cdot 4}{3} = 58.4$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ 26 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$6 \text{ PoV} + \frac{4}{3} \text{ BV} =$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 15, 75 \\ \hline 26, 25 \end{array}$$

$$-16 + 12 \cdot 4 - 24 = 48 - 16 - 24 = 8$$

$$+ (46) = 32 -$$

$$\frac{42 \cdot 13}{3 \cdot 14} = \frac{18 + 4}{3} \text{ PoV} = \frac{22}{3} \text{ BV}$$

$$12 \cdot 3 + 22 = 36 + 22 =$$

$$14 \cdot 4 = 56$$

$$\frac{5 \cdot 16 + 4 \cdot 12 + 1 \cdot 13}{3 \cdot 2} = \frac{30 + 8 + 3}{6} = \frac{41}{6} = \frac{29}{6}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ + 22 \\ \hline 58 \end{array}$$