

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»
ВТОРОЙ (РАЙОННЫЙ/ГОРОДСКОЙ) ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
ПО ПРЕДМЕТУ ФИЗИКА (2025-2026 УЧЕБНЫЙ ГОД)**

10 класс

Решение

Задача_1 [7 баллов]

Содержание	Баллы
$P_0 = m_1 g$	0.25
$P_1 - m_1 g = m_1 a_1$	0.5
$P_1 = m_1 (a_1 + g)$	0.25
$k_1 m_1 g = m_1 a_1 + m_1 g$	0.5
$a_1 = (k_1 - 1)g = 8 \text{ м/с}^2$	0.5
$M \Delta \vartheta - \Delta m U = -M g \Delta t$	1.0
$M a - \frac{\Delta m}{\Delta t} U = -M g$	0.5
$M a - \alpha U = -M g$	1.0
$a_1 - \frac{\alpha U}{m_1} = -g$	0.5
$(k_1 - 1)g - \frac{\alpha U}{m_1} = -g$	0.25
$m_1 = \frac{\alpha u}{k_1 g}; m_2 = \frac{\alpha u}{k_2 g}$	0.5
$m_1 - m_2 = \alpha \Delta t$	0.5
$\frac{\alpha U}{k_1 g} - \frac{\alpha U}{k_2 g} = \alpha (t_2 - t_1)$	0.25
$U = \frac{(t_2 - t_1) k_1 k_2 g}{k_2 - k_1} = 2160 \text{ м/с}$	0.5
Итого	7.0

Задача_2 [5 баллов]

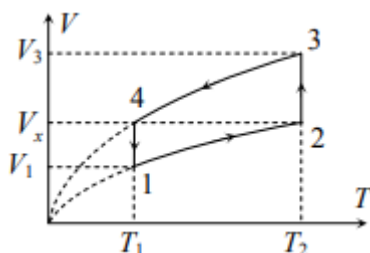
Для удобства перерисуем цикл в диаграмме $V - T$. Зависимость $V(T)$ определим из уравнения Менделеева-Клайперона:

$$(\alpha P)V = \nu RT. \quad (1)$$

Тогда легко представить

$$V = \beta \sqrt{T}. \quad (2)$$

График данного циклического процесса в $V - T$ координатах будет представлен в следующем виде



С помощью графика легко определить зависимость объема от температуры в процессах 1 – 2 и 2 – 3:

$$V_{1-2} = \alpha\sqrt{T}, \quad V_{3-4} = \beta\sqrt{T}. \quad (3)$$

где α, β – некоторые постоянные. Согласно $V - T$ диаграмме температура газа в состояниях 1 и 4 равна T_1 , в состояниях 2 и 3 – T_2 . Тогда для объемов V_1 и V_x , лежащих на первой из зависимостей (3), имеем

$$V_1 = \alpha\sqrt{T_1}, \quad V_x = \alpha\sqrt{T_2}. \quad (4)$$

а для объемов V_x и V_3 из второй зависимости (3), имеем

$$V_x = \beta\sqrt{T_1}, \quad V_3 = \beta\sqrt{T_2}. \quad (5)$$

Деля первые формулы (2), (3) на вторые, получим

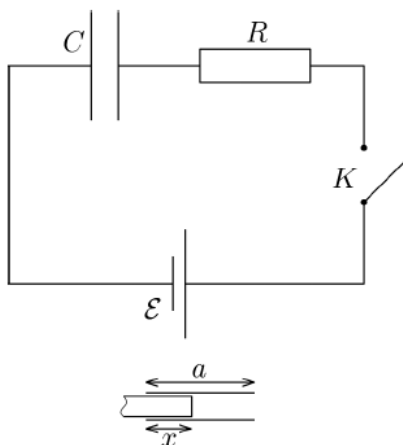
$$\frac{V_1}{V_x} = \frac{\alpha\sqrt{T_1}}{\alpha\sqrt{T_2}}, \quad \frac{V_x}{V_3} = \frac{\beta\sqrt{T_1}}{\beta\sqrt{T_2}}. \quad (6)$$

Приравнявая первую и вторую формулы (6), найдем объем газа V_x в состояниях 2 и 4:

$$V_x = \sqrt{V_1 V_3}. \quad (7)$$

Содержание	Баллы
Формула (1): $(\alpha P)V = \nu RT$	1.0
Формула (2): $V = \beta\sqrt{T}$	0.5
Правильный график циклического процесса в $V - T$ координатах	1.5
Формула (4): $V_1 = \alpha\sqrt{T_1}, V_x = \alpha\sqrt{T_2}$	0.5
Формула (5): $V_x = \beta\sqrt{T_1}, V_3 = \beta\sqrt{T_2}$	0.5
Формула (6): $\frac{V_1}{V_x} = \frac{\alpha\sqrt{T_1}}{\alpha\sqrt{T_2}}, \frac{V_x}{V_3} = \frac{\beta\sqrt{T_1}}{\beta\sqrt{T_2}}$	0.5
Формула (7): $V_x = \sqrt{V_1 V_3}$	0.5
Итого	5.0

Задача 3 [5 баллов]



Применим для электрической цепи второй закон Кирхгофа:

$$E = IR + U_C = IR + \frac{q}{C} \quad (1)$$

Так как в начале конденсатор разряжен, сразу после замыкания ключа на обкладках конденсатора заряд будет отсутствовать, а следовательно, ток, который начнет течь через цепь, равен

$$I_1 = \frac{E}{R} \quad (2)$$

Когда в конденсатор диэлектрик введён на расстояние x , то такой конденсатор можно представить как два параллельно соединённых конденсатора с прямоугольными пластинами, следовательно емкость равна

$$C = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon\epsilon_0 ax}{d} + \frac{\epsilon_0 a(a-x)}{d} = \frac{\epsilon_0 a}{d}(nx + a - x). \quad (3)$$

Теперь определим с какой скоростью v нужно начать вдвигать диэлектрик в момент, когда $I_2 = I_1/4$, чтобы ток в цепи дальше не изменялся

$$I_2 = \frac{\Delta q}{\Delta t} = (E - I_2 R) \frac{\Delta C}{\Delta t} = \left(E - \frac{I_1 R}{4}\right) \frac{\varepsilon_0 a v}{d} (n - 1) = \frac{3E}{4} \frac{\varepsilon_0 a v}{d} (n - 1). \quad (4)$$

Тогда искомая скорость:

$$v = \frac{d}{3R\varepsilon_0 a(n-1)}. \quad (5)$$

Содержание	Баллы
Формула (1): $E = IR + U_C = IR + \frac{q}{C}$	1.0
Формула (2): $I_1 = \frac{E}{R}$	0.5
Формула (3): $C = \frac{\varepsilon_0 a}{d} (nx + a - x)$	1.0
Формула (4): $I_2 = \frac{3E}{4} \frac{\varepsilon_0 a v}{d} (n - 1)$	1.5
Формула (5): $v = \frac{d}{3R\varepsilon_0 a(n-1)}$	1.0
Итого	5.0

Задача_4 [8 баллов]

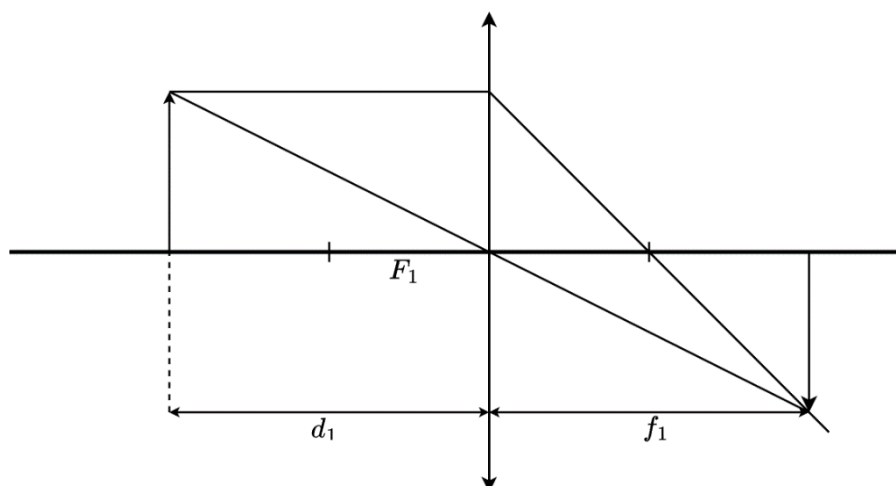
Так как обе поверхности линзы имеют одинаковый радиус кривизны,

$$F_1 = \frac{R}{2(n-1)} = R. \quad (1)$$

Фокальное расстояние сферического зеркала от поверхности линзы:

$$F_2 = \frac{R}{2}. \quad (2)$$

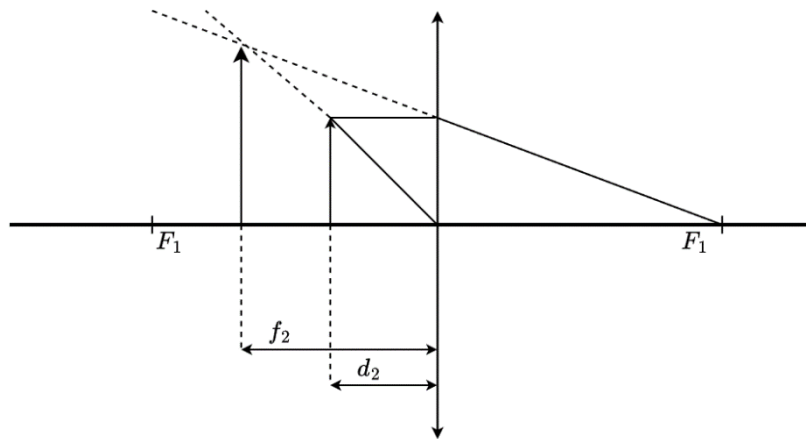
Так как сферическое зеркало вогнутое, вне зависимости от расстояния до источника, её изображение будет мнимым. Поэтому остается рассмотреть 2 варианта для сферической линзы: источник находится дальше фокусного расстояния и ближе фокусного расстояния. Сначала начертим ход лучей от источника света на расстоянии больше фокусного расстояния от линзы:



Расстояния связаны между собой формулой:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}, \quad (3)$$

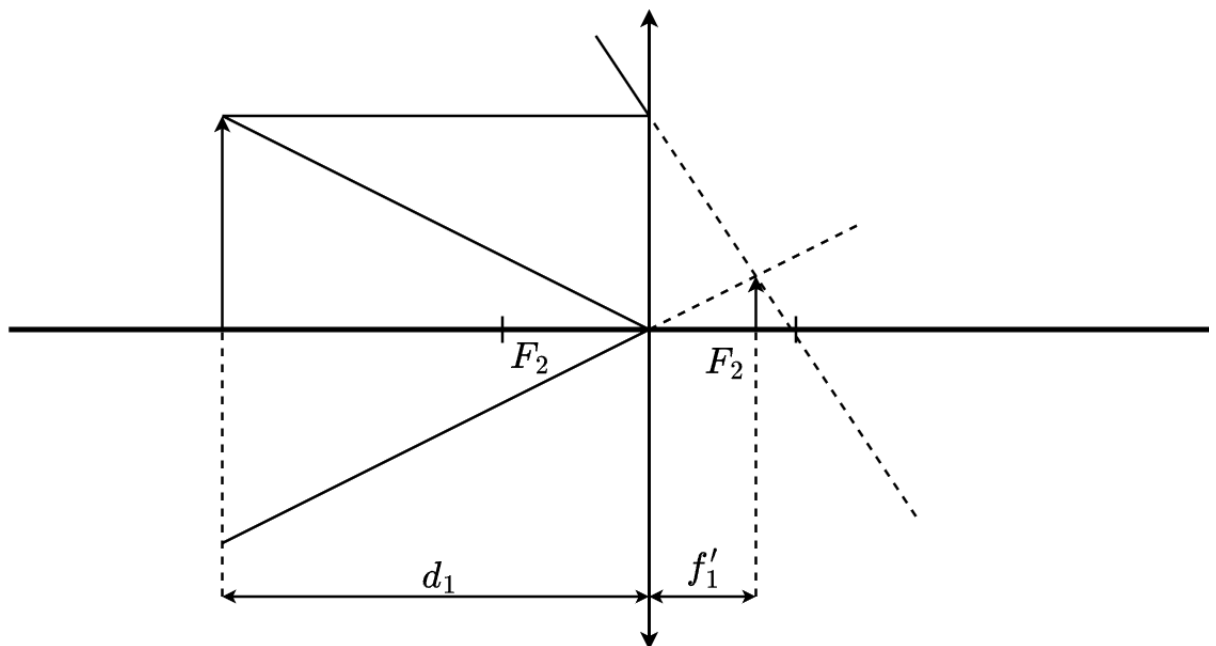
Далее, начертим ход лучей через линзу в случае, когда расстояние от источника света меньше фокусного расстояния:



В данном случае, необходимо учесть, что изображение от линзы получается мнимое:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2}. \quad (4)$$

Остается начертить ход лучей через сферическое зеркало которым служит первая/левая поверхность линзы:



В случае, когда $d_1 > F_1$:

$$-\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f'_1}, \quad (5)$$

И для случая, когда свечка ближе фокусного расстояния ($d_2 < F_1$):

$$-\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2'} \quad (6)$$

Остается найти расстояние между изображениями для обоих случаев. В случае, когда $d_1 > F_1$:

$$x_1 = f_1 - f_1' = \frac{d_1 R(2R + d_1)}{(d_1 - R)(R + 2d_1)}, \quad (7)$$

Когда $d_2 < F_1$:

$$x_2 = f_2 + f_2' = \frac{d_2 R(2R + d_2)}{(R - d_2)(R + 2d_2)}. \quad (8)$$

Примечание:

Баллы за построения давать вне зависимости от того, сделаны они на одном чертеже или нет. Если фокусные расстояния не соответствуют пропорциям, но при этом $F_2 < F_1$, баллы не снимаются. Если пропорции между расстояниями не соответствуют чертежам в решении, но соотношение между d и F указаны верно, то баллы не снимаются.

Содержание	Баллы
Формула (1): $F_1 = \frac{R}{2(n-1)} = R$	0.5
Формула (2): $F_2 = \frac{R}{2}$	1.0
Показывает на чертеже ход лучей при $d_1 < F_1$	1.0
Формула (3): $\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$	0.5
Показывает на чертеже ход лучей при $d_2 > F_1$	1.0
Формула (4): $\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2}$	0.5
Показывает на чертеже ход лучей для выпуклой линзы	1.0
Формула (5): $-\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1'}$	0.25
Формула (6): $-\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2'}$	0.25
Записывает $x_1 = f_1 - f_1'$, $x_2 = f_2 + f_2'$	0.5
Формула (7): $x_1 = \frac{d_1 R(2R + d_1)}{(d_1 - R)(R + 2d_1)}$	1.0
Формула (8): $x_2 = \frac{d_2 R(2R + d_2)}{(R - d_2)(R + 2d_2)}$	1.0
Итого	8.0