

# Решение задач областного этапа СО по физике (2024-2025 учебный год)

## 11 класс

### Задача\_1. (8,0 баллов)

Давление в газе должно превысить атмосферное на

$$\Delta P = \frac{\mu mg}{S} \quad (1)$$

Объём при этом должен увеличиться на

$$\Delta V = \frac{\mu mg}{k} S \quad (2)$$

$$Q = A + \Delta U \quad (3)$$

Работа газа по расширению газа – это работа против атмосферного давления и сил упругости пружины, поэтому

$$A = P_A \Delta V + \frac{kx^2}{2} = P_A \Delta V + \frac{k\Delta V^2}{2S^2} \quad (4)$$

$$A = \frac{\mu mg}{k} P_A S + \frac{(\mu mg)^2}{2k} \quad (5)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T - T_0) A = \frac{\mu mg}{k} P_A S + \frac{(\mu mg)^2}{2k} \quad (6)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (PV - \nu RT_0) = \frac{3}{2} \left( P_A + \frac{\mu mg}{S} \right) \left( \frac{\nu RT_0}{P_A} + \frac{\mu mg}{k} S \right) - \frac{3}{2} \nu RT_0 \quad (7)$$

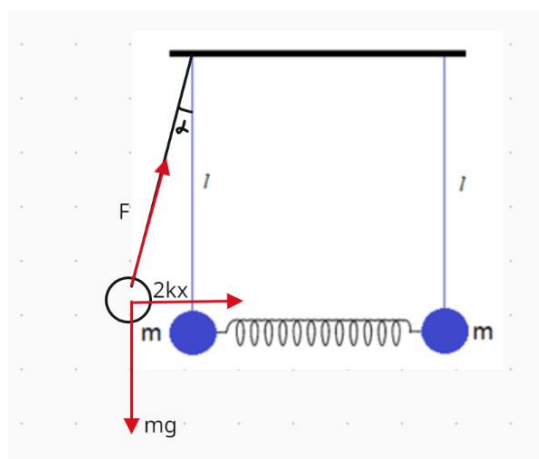
$$\Delta U = \frac{3}{2} \left( \frac{\mu mg}{S} \frac{\nu RT_0}{P_A} + \frac{\mu mg}{k} P_A S + \frac{(\mu mg)^2}{k} \right) \quad (8)$$

$$Q = A + \Delta U = \frac{5}{2} \frac{\mu mg}{k} P_A S + 2 \frac{(\mu mg)^2}{k} + \frac{3}{2} \frac{\mu mg}{S} \frac{\nu RT_0}{P_A} \quad (9)$$

$$Q = 78 \text{ Дж} \quad (10)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	1,0
Уравнение (2)	1,0
Уравнение (3)	0,5
Уравнение (4)	1,0
Уравнение (5)	0,5
Уравнение (6)	1,0
Уравнение (7)	1,0
Уравнение (8)	1,0
Уравнение (9)	0,5
Уравнение (10)	0,5
<b>Итого</b>	<b>8,0</b>

## Задача\_2. (8,0 баллов)



Уравнение движения для одного шарика

$$F \sin \alpha + 2kx = -ma_\tau \quad (1)$$

$$F \cos \alpha = mg \quad (2)$$

$$mgtg\alpha + 2kx = -ma_\tau \Delta P = \frac{\mu mg}{S} \quad (3)$$

При малых колебаниях

$$tg\alpha = \sin \alpha = \frac{x}{l} \quad (4)$$

Уравнение гармонического колебания

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0 \quad (5)$$

где

$$\ddot{x} = a_\tau \quad (6)$$

$$m\ddot{x} + mg \frac{x}{l} + 2kx = 0 \quad (7)$$

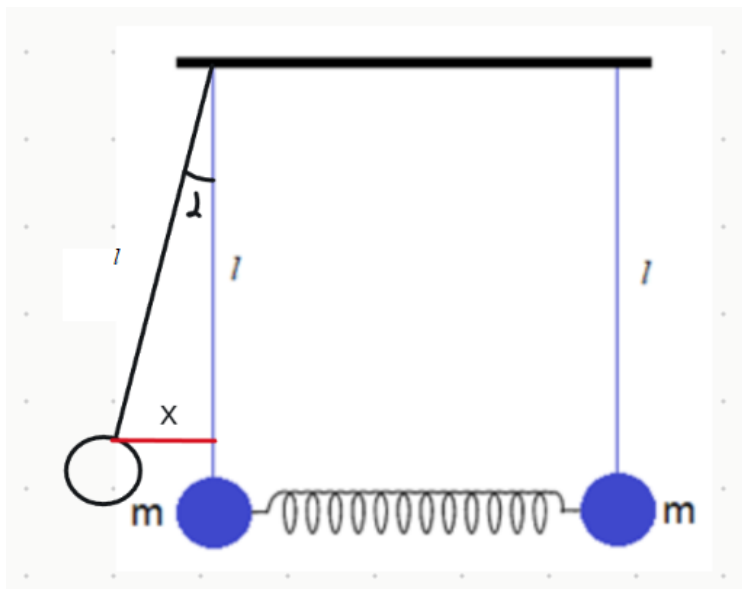
$$\ddot{x} + \left( \frac{g}{l} + \frac{2k}{m} \right) x = 0 \quad (8)$$

$$\omega^2 = \left( \frac{g}{l} + \frac{2k}{m} \right) \quad (9)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\left( \frac{g}{l} + \frac{2k}{m} \right)} = 54c \quad (10)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	1,0
Уравнение (2)	1,0
Уравнение (3)	1,0
Уравнение (4)	1,0
Уравнение (5)	0,5
Уравнение (7)	1,0
Уравнение (8)	1,0
Уравнение (9)	1,0
За численный ответ	0,5
<b>Итого</b>	<b>8,0</b>

### Альтернативное решение



По закону сохранения энергии, энергия системы будет равно

$$2mgh + 2\frac{mv^2}{2} + \frac{k(2x)^2}{2} = \text{const} \quad (1)$$

При малых колебаниях

$$h = l - \sqrt{l^2 - x^2} \approx \frac{x^2}{2l} \quad (2)$$

$$m\ddot{x} + \left(\frac{mg}{l} + 2k\right)x = 0 \quad (3)$$

Уравнение гармонического колебания

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0 \quad (4)$$

$$\ddot{x} + \left(\frac{g}{l} + \frac{2k}{m}\right)x = 0 \quad (5)$$

$$\omega^2 = \left( \frac{g}{l} + \frac{2k}{m} \right) \quad (6)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\left( \frac{g}{l} + \frac{2k}{m} \right)} = 54c \quad (7)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	2,0
Уравнение (2)	1,0
Уравнение (3)	1,0
Уравнение (4)	1,0
Уравнение (5)	1,0
Уравнение (6)	1,0
Уравнение (7)	1,0
<b>Итого</b>	<b>8,0</b>

### Задача\_3. (7,0 баллов)

Масса кофе, и масса одного кубика льда

$$M = \rho_0 V_0 \quad (1)$$

$$m = \rho V = \rho a^3 \quad (2)$$

Тепло, которое отдает кофе

$$Q_1 = c_0 M (t_1 - \theta) \quad (3)$$

Тепло, которое получает один кубик льда

$$Q_2 = cm(0 - t_2) \quad (4)$$

$$Q_3 = \lambda m \quad (5)$$

$$Q_4 = c_0 m (\theta - 0) \quad (6)$$

Уравнение теплового баланса

$$Q_1 = n(Q_2 + Q_3 + Q_4) \quad (7)$$

$$n = \frac{Q_1}{Q_2 + Q_3 + Q_4} = \frac{c_0 \rho_0 V_0 (t_1 - \theta)}{c \rho a^3 (0 - t_2) + \lambda \rho a^3 + c_0 \rho a^3 (\theta - 0)} \quad (8)$$

$$n = \frac{4200 * 0.3 * 70}{900 * 27 * 10^{-6} * 4200 \left( \frac{1}{2} * 20 + \frac{34 * 10^4}{4200} + 10 \right)} \approx 8,56 \quad (9)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	0,5
Уравнение (2)	0,5
Уравнение (3)	1
Уравнение (4)	1
Уравнение (5)	1
Уравнение (6)	1
Уравнение (7)	1
Уравнение (8)	0,5
За численный ответ	0,5
<b>Итого</b>	<b>7,0</b>

#### Задача\_4. (7,0 баллов)

В установившемся режиме напряжение на катушке равно нулю. Так как резистор  $2R$  подключен параллельно к катушке, то напряжение на нём тоже равно нулю, следовательно, резистор  $R$  и катушка подключены последовательно и сила тока через них равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad (1)$$

Энергия, запасённая на катушке:

$$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{L\varepsilon^2}{2R^2} \quad (2)$$

При переключении ключа катушка начнет разряжаться и на резисторах начнет выделяться тепло:

$$W = Q_1 + Q_2 \quad (3)$$

При этом напряжение на резисторах одинаково, следовательно, количество теплоты равно:

$$Q_1 = \frac{U^2}{R} \tau \quad (4)$$

$$Q_2 = \frac{U^2}{2R} \tau \quad (5)$$

где  $\tau$  – время.

Следовательно

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2R}{R} = 2 \quad (6)$$

Объединим (1) – (3):

$$\frac{L\varepsilon^2}{2R^2} = 2Q_2 + Q_2 = 3Q_2 \quad (7)$$

$$Q_2 = \frac{L\varepsilon^2}{6R^2} \quad (8)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	0,5
Уравнение (2)	1
Уравнение (3)	1
Уравнение (4)	1
Уравнение (5)	1
Уравнение (6)	1
Уравнение (7)	1
Уравнение (8)	0,5
<b>Итого</b>	<b>7,0</b>