

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

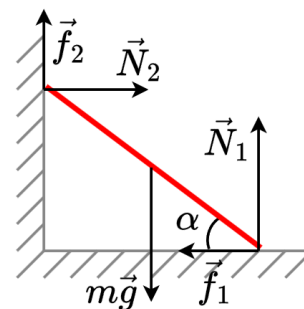
## 9 класс

### Задача\_1. (9,0 баллов)

Все силы, действующие на палку, указаны в векторном виде на рисунке справа. Поскольку палка в равновесии, векторная сумма всех сил равна нулю. В проекциях:

$$f_1 = N_2, \quad (1)$$

$$mg = N_1 + f_2 \quad (2)$$



Для палки скомпенсированы также все моменты сил, действующих на неё.

Это можно записать в основном тремя способами: относительно нижнего конца

$$mg \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha = f_2 \cdot L \cos \alpha + N_2 \cdot L \sin \alpha, \quad (3a)$$

относительно верхнего конца

$$mg \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + f_1 \cdot L \sin \alpha = N_1 \cdot L \cos \alpha, \quad (3b)$$

или относительно центра масс

$$f_1 \cdot \frac{L}{2} \sin \alpha + f_2 \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + N_2 \cdot \frac{L}{2} \sin \alpha = N_1 \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha. \quad (3c)$$

При минимальном угле  $\alpha$  силы трения  $f_1$  и  $f_2$  равны своим предельным значениям

$$f_1 = \mu_1 N_1, \quad f_2 = \mu_2 N_2. \quad (4)$$

Совместно решая уравнения (1)-(3), получаем ответ

$$\tan \alpha_{\text{cr}} = \frac{1}{2\mu_1} - \frac{\mu_2}{2}. \quad (5)$$

Соответствующие силы реакции на землю и стену равны соответственно

$$N_1 = \frac{mg}{1 + \mu_1 \mu_2}, \quad N_2 = \frac{\mu_1 mg}{1 + \mu_1 \mu_2}. \quad (6)$$

Из уравнения (4) видно, что при определённых значениях  $\mu_1$  и  $\mu_2$  тангенс минимального угла может быть равным нулю или быть отрицательным. При таких значениях любое значение угла  $\alpha \in [0^\circ; 90^\circ] \geq \alpha_{\text{cr}}$  будет всегда равновесным углом. Следовательно, нужно поставить условие

$$\frac{1}{2\mu_1} - \frac{\mu_2}{2} \leq 0 \Rightarrow \mu_1 \mu_2 \geq 1. \quad (7)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	1,0
Уравнение (2)	1,0
Уравнение (3a, 3b, 3c)	1,5
Как минимум одно из соотношений (4)	0,5
Выражение (5) или его эквивалент	1,5
Выражения (6)	2× 0,75
Условие (7)	2,0
<b>Итого</b>	<b>9,0</b>

**Задача\_2. (7,0 баллов)**

Пусть масса верхнего груза М

$$(M + m)gx = \frac{kx^2}{2} \quad (1)$$

$$x = \frac{2(M + m)g}{k} \quad (2)$$

Груз оторвется от подставки если его ускорение станет равным g и направлено вниз.

Это случится, если пружина поднимется над первоначальным положением на

$$y = mg/k \quad (3)$$

$$\frac{kx^2}{2} = mg(x + y) + \frac{ky^2}{2} \quad (4)$$

$$y = x - \frac{2mg}{k} = \frac{2Mg}{k} \quad (5)$$

$$M = m/2 = 50\text{г} \quad (7)$$

Содержание	Баллы
Уравнение (1)	1,0
Уравнение (2)	1,0
Груз оторвется от подставки если его ускорение станет равным g и направлено вниз.	1,0
Уравнение (3)	1,0
Уравнение (4)	1,0
Уравнение (5)	1,0
Уравнение (6)	0,5
За численный ответ	0,5
<b>Итого</b>	<b>7,0</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

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

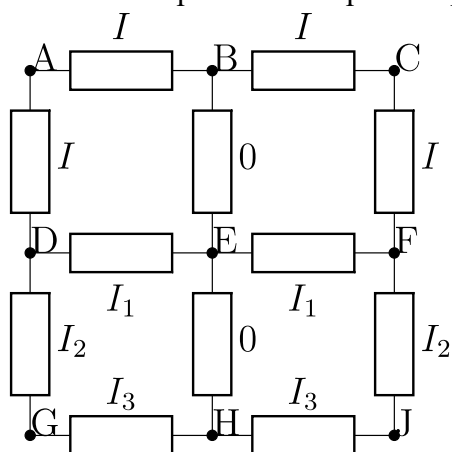
$$n = \frac{Q_1}{Q_2 + Q_3 + Q_4} = \frac{c_0 \rho_0 V_0 (t_1 - \theta)}{c \rho a^3 (0 - t_2) + \lambda \rho a^3 + c_0 \rho a^3 (\theta - 0)} \quad (8)$$

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

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)

Все вольтметры заменим резисторами для удобства.



Из соображений симметрии токи через BE и EH равен нулю.

Значит DABCF соединены последовательно, следовательно через данный отрезок цепи течет одинаковый ток.

Разность потенциалов между DEF равно сумме напряжений DABCF

$$\varphi_D - \varphi_F = I_1 R + I_1 R = IR + IR + IR + IR \quad (1)$$

$$I_1 = 2I \quad (2)$$

Алгебраическая сумма токов в узле D

$$I + I_1 = I_2 \rightarrow I_2 = 3I \quad (3)$$

Разность потенциалов между GHJ равно сумме напряжений GDEFJ

$$\varphi_G - \varphi_J = I_3 R + I_3 R = I_2 R + I_1 R + I_1 R + I_2 R \quad (4)$$

$$I_3 = 5I \quad (5)$$

Значит сумма показаний всех вольтметров

$$U = 10IR + 10IR + 4IR = 24IR \quad (6)$$

Напряжение между точками GJ

$$U_1 = 10IR = 10 \frac{U}{24} \quad (7)$$

$$U_1 = 20 \text{ В} \quad (8)$$

Содержание	Баллы
Из соображений симметрии токи через BE и EH равен нулю.	1,0
Уравнение (1)	1
Уравнение (2)	0,5
Уравнение (3)	1
Уравнение (4)	1
Уравнение (5)	0,5
Уравнение (6)	1
Уравнение (7)	0,5
За численный ответ	0,5
<b>Итого</b>	<b>7,0</b>