

Ответы и критерии:

Вариант 1.

Часть 1.

1	32,5
2	0,25
3	4,8
4	1600
5	14 или 41
6	23
7	24
8	4
9	5
10	2450
11	12 или 21
12	22
13	влево
14	2,5
15	4
16	13 или 31
17	21
18	13
19	4960
20	2
21	42
22	605
23	13 или 31

За каждый верный ответ – 1 балл.

Часть 2.

Задача 1.

**Возможное решение**

При установившемся движении ускорение груза равно ускорению лифта и груз неподвижен относительно кабины лифта. Запишем второй закон Ньютона для груза:  $ma = k\Delta x - mg$ .

Ускорение можно найти из уравнения кинематики для движения лифта:

$$S = \frac{at^2}{2}, \quad a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 5}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

Следовательно, для удлинения пружины получим:

$$\Delta x = \frac{m(g + a)}{k} = \frac{0,4(10 + 2,5)}{100} = 5 \text{ см.}$$

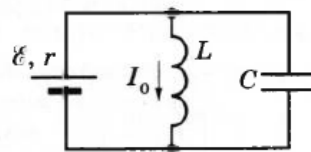
**Ответ:**  $\Delta x = 5 \text{ см.}$

За верное решение – 3 балла.

## Задача 2.

### Возможное решение

1. Непосредственно перед размыканием ключа К ток через конденсатор равен нулю, по катушке течёт ток  $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$ , напряжение  $U_{0C}$  на конденсаторе равно напряжению на катушке, поэтому  $U_{0C} = 0$ .



2. После размыкания ключа К в контуре возникают гармонические электромагнитные колебания. Энергия электромагнитных колебаний в контуре сохраняется:

$$\frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}, \text{ откуда получаем: } U = \sqrt{\frac{L}{C}(I_0^2 - I^2)}.$$

$$\text{Учитывая, что } I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}, \text{ получим: } U = \sqrt{\frac{L}{C}\left(\frac{\mathcal{E}^2}{r^2} - I^2\right)} = \sqrt{\frac{10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}}\left(\frac{9}{4} - 1\right)} = 5 \text{ В.}$$

**Ответ:**  $U = 5 \text{ В.}$

За верное решение – 6 баллов.

## Задача 3.

Возможное решение:

$$1) \text{ Уравнения движения брусков: } m_1 a_{10} = F_0 \quad (1)$$

$$m_2 a_{20} = 2F_0 - \mu(m_1 + m_2)g \quad (2)$$

Брусок  $m_1$  покоится относительно бруска  $m_2 \Rightarrow a_{10} = a_{20}$ .

$$\text{Из (1), (2) получаем: } \frac{F_0}{m_1} = \frac{2F_0}{m_2} - \frac{\mu(m_1 + m_2)g}{m_2} \Rightarrow F_0 = \mu m_1 g \frac{m_1 + m_2}{2m_1 - m_2} = 10\mu mg$$

$$2) \text{ Уравнения движения брусков: } m_1 a_1 = F + \mu m_1 g \quad (3)$$

$$m_2 a_2 = 2F - \mu m_1 g - \mu(m_1 + m_2)g \quad (4)$$

По условию  $a_2 > a_1$ . С учётом (3) и (4) получаем:

$$\frac{2F}{m_2} - \frac{\mu g(2m_1 + m_2)}{m_2} > \frac{F}{m_1} + \frac{\mu m_1 g}{m_1}; \quad F > 2\mu m_1 g \frac{m_1 + m_2}{2m_1 - m_2} = 2F_0 = 20\mu mg$$

Получено уравнение (1) – 1 балл;

Получено уравнение (2) – 2 балла;

Получено уравнение (3) – 1 балл;

Получено уравнение (4) – 2 балла;

Получен верный ответ – 2 балла.

Итого за задачу 3 – 8 баллов.

**Всего за работу: 40 баллов**

Вариант 2.  
Часть 1.

1	-12
2	2
3	4,5
4	85
5	14 или 41
6	33
7	24
8	2
9	3
10	560
11	13 или 31
12	13
13	вниз
14	1080
15	3
16	25 или 52
17	11
18	13
19	5374
20	25
21	43
22	7451
23	35 или 53

За каждый верный ответ – 1 балл.

Часть 2.

Задача 1.

**Возможное решение**

Запишем для двух грузов второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось:

$$Ma_1 = Mg - T_1; \quad ma_2 = T_2 - mg.$$

Так как нить невесома и нерастяжима, а блок идеальный, то

$$a_1 = a_2 = a; \quad T_1 = T_2 = T.$$

Для пути, который прошёл левый груз, можно записать соотношение

$$S = \frac{v^2}{2a}.$$

Тогда для силы натяжения нити получим:

$$T = m \left( \frac{v^2}{2S} + g \right) = 1 \cdot \left( \frac{4^2}{2 \cdot 2} + 10 \right) = 14 \text{ Н.}$$

**Ответ:**  $T = 14 \text{ Н.}$

За верное решение – 3 балла.

## Задача 2.

### Возможное решение

До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы  $R_1$ ,  $R_2$  и катушку  $L$ . Согласно закону Ома для полной цепи  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r} = \frac{18}{10 + 6 + 2} = 1$  А. При этом напряжение на конденсаторе равно  $U = IR_2 = 1 \cdot 6 = 6$  В, так как напряжение на катушке равно 0. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 36}{2} = 108 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 108 \text{ мкДж},$$

и в катушке индуктивности —

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 6 \text{ мкДж}.$$

После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе  $R_2$ :  $Q = W_C + W_L = 108 + 6 = 114$  мкДж.

**Ответ:**  $Q = 114$  мкДж.

За верное решение – 6 баллов.

## Задача 3.

### Возможное решение:

1)  $P$  – давление под левым поршнем,  $P_0$  – атмосферное давление,  $x$  – удлинение пружины.

$$P_0 = P + g\rho h \quad (1). \quad \text{Условие равновесия поршня: } kx + PS = P_0 S; \quad P_0 = P + \frac{kx}{S} \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2): } g\rho h = \frac{kx}{S} \Rightarrow x = \frac{g\rho h S}{k} \quad (3)$$

2) Левый поршень поднялся на  $x$ , а правый опустился на  $x'$ , при этом:

$$Sx = \frac{S}{2} x'; \quad x' = 2x \quad (4). \quad \text{В новом положении равновесия: } g\rho(h + x + x') = \frac{mg}{S/2} \quad (5)$$

$$\text{Из (4), (5) с учётом (3): } m = \frac{\rho S}{2} (h + 3x) = \frac{\rho h S}{2} \left( 1 + \frac{3g\rho S}{k} \right).$$

Получено уравнение (1) – 1 балл;

Получено уравнение (2) – 1 балл;

Получено уравнение (3) – 1 балл;

Получено уравнение (4) – 1 балл;

Получено уравнение (5) – 2 балла;

Получен верный ответ – 2 балла.

Итого за задачу 3 – 8 баллов.

**Всего за работу: 40 баллов**