

5.5.3. Варианты курсового задания Д 4
«Применение теоремы об изменении
кинетической энергии к изучению движения
механической системы»

Механическая система под действием сил тяжести приходит в движение из состояния покоя; начальное положение системы показано в табл. 5.2. Учитывая трение скольжения тела 1 (варианты 1 – 3, 5, 6, 8 – 12, 17 – 23, 29, 30) и пренебрегая другими силами сопротивления и массами нитей, предполагаемых нерастяжимыми, определить скорость центра масс C_1 тела 1 в тот момент времени, когда пройденный им путь станет равным S_{C1} .

В задании приняты следующие обозначения: m_1, m_2, m_3, m_4 – массы тел 1, 2, 3, 4; R_2, r_2, R_3, r_3 – радиусы больших и малых окружностей; $i_{C2x2}, i_{C3x3}, i_{C4x4}$ – радиусы инерции ступенчатых колёс 2, 3 и 4 относительно горизонтальных осей, проходящих через их центры масс; α, β – углы наклона плоскостей к горизонту; f – коэффициент трения скольжения.

Расчётные схемы механизмов и необходимые для решения данные приведены в табл. 5.2. Блоки и катки, для которых радиусы инерции в таблице не указаны, считать сплошными однородными дисками.

Наклонные участки нитей параллельны соответствующим наклонным плоскостям.

Примечания к вариантам.

Вариант 4 – массами звеньев АВ, ВС₃ и ползуна В пренебречь.

Вариант 5 – массой водила 5 пренебречь.

Вариант 14 – массы каждого из четырёх колёс одинаковы.

Вариант 16 – массой водила 5 пренебречь.

Вариант 17 – шатун 3 рассматривать как тонкий однородный стержень.

Вариант 18 – массой водила 4 пренебречь.

Вариант 20 – массами звеньев АВ, ВС₃ и ползуна В пренебречь.

Вариант 22 – массой водила 4 пренебречь.

Вариант 24 – массами звеньев АВ, ВС₃ и ползуна В пренебречь.

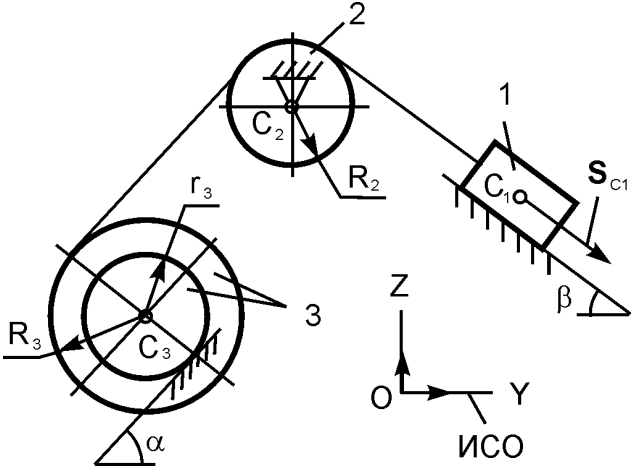
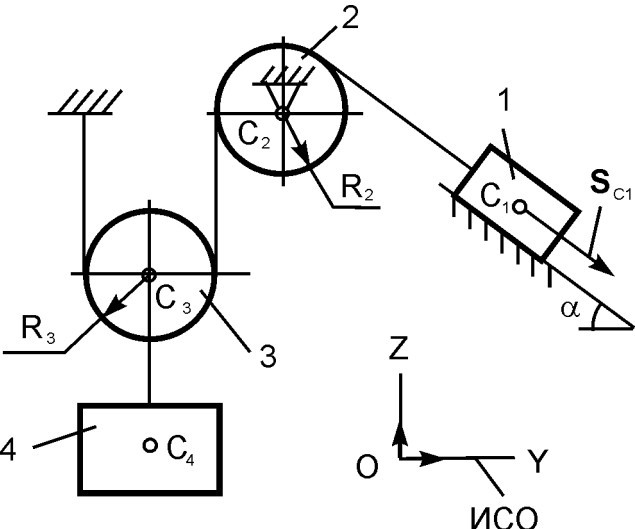
Вариант 25 – массой водила пренебречь.

Вариант 26 – массы и моменты инерции колёс 2 и 5 одинаковы. Шатун 3 рассматривать как тонкий однородный стержень.

Вариант 28 – шатун 3 рассматривать как тонкий однородный стержень.

Таблица 5.2

Номер вари- анта	Расчётная схема механизма	Исходные данные
1	2	3
1		$m_1 = m$ кг; $m_2 = 4 \cdot m$ кг; $m_3 = m/5$ кг; $m_4 = 4 \cdot m/3$ кг; $\alpha = 60^\circ$; $f = 0,1$; $S_{C1} = 2$ м

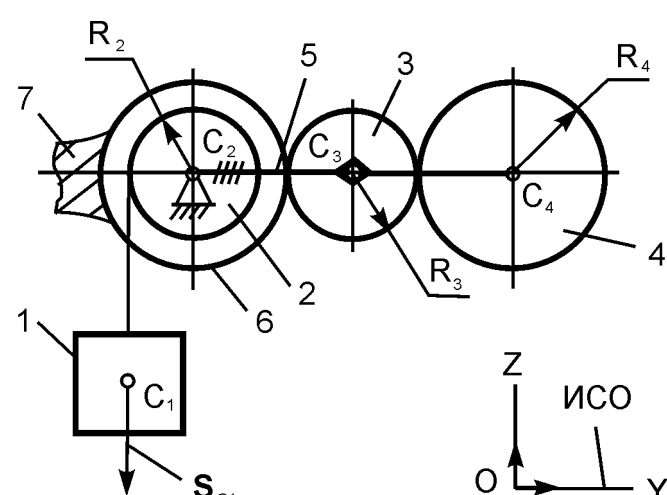
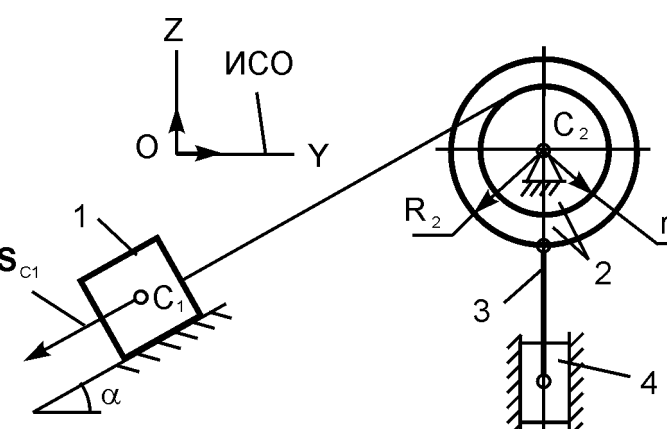
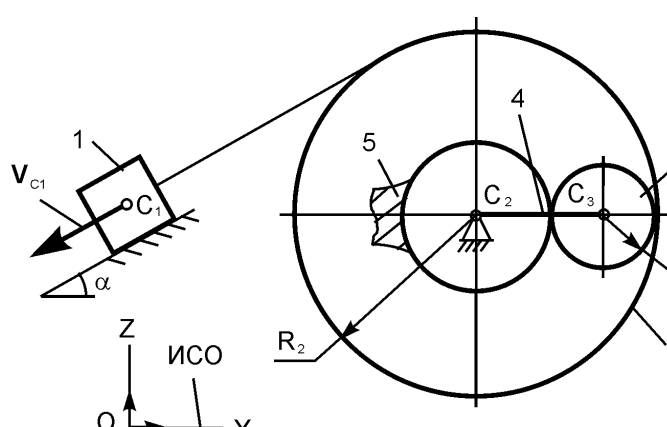
2		<p> $m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m/3 \text{ кг};$ $R_3 = 30 \text{ см};$ $r_3 = (2/3) \cdot R_3;$ $i_{C3X3} = 20 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $\beta = 45^\circ;$ $f = 0,22;$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$ </p>
3		<p> $m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m \text{ кг};$ $m_3 = m/10 \text{ кг};$ $m_4 = m \text{ кг};$ $\alpha = 45^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$ </p>

1	2	3
4		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 40 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = m \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $AB = 5 \cdot R_2;$ $R_3 = 40 \text{ см};$ $r_2 = 0,5 \cdot R_2;$ $R_4 = r_2;$ $i_{C2X2} = 18 \text{ см};$ $S_{C1} = 0,1 \cdot \pi \text{ м}$
5		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = m \text{ кг};$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $r_2 = 0,8 \cdot R_2;$ $i_{C2X2} = 18 \text{ см};$ $\alpha = 60^\circ;$ $f = 0,12;$ $S_{C1} = 0,28 \cdot \pi \text{ м}$
6		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 3 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = m \text{ кг};$ $R_3 = 28 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $\beta = 45^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C1} = 1,5 \text{ м}$

1	2	3
7		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 16 \text{ см};$ $r_2 = (3/4) \cdot R_2;$ $R_3 = 25 \text{ см};$ $i_{C2X2} = 14 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$
8		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m/3 \text{ кг};$ $R_3 = 30 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $\beta = 45^\circ;$ $f = 0,15;$ $S_{C1} = 1,75 \text{ м}$
9		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 9 \cdot m \text{ кг};$ $R_3 = 30 \text{ см};$ $r_3 = 0,5 \cdot R_3;$ $i_{C3X3} = 20 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $f = 0,12;$ $S_{C1} = 1,5 \text{ м}$

1	2	3
10		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/4 \text{ кг};$ $m_3 = m/4 \text{ кг};$ $m_4 = m/5 \text{ кг};$ $\alpha = 60^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C1} = 3 \text{ м}$
11		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m/4 \text{ кг};$ $R_3 = 30 \text{ см};$ $r_3 = (2/3) \cdot R_3;$ $i_{C3 \times 3} = 25 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $\beta = 45^\circ;$ $f = 0,17;$ $S_{C1} = 2,5 \text{ м}$
12		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m/5 \text{ кг};$ $m_4 = m \text{ кг};$ $R_2 = 30 \text{ см};$ $r_2 = 20 \text{ см};$ $i_{C2 \times 2} = 25 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $f = 0,20;$ $S_{C1} = 2,5 \text{ м}$

1	2	3
13		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 5 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 30 \text{ см};$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $r_2 = 0,8 \cdot R_2;$ $R_4 = R_2;$ $r_4 = 0,2 \cdot R_4;$ $i_{C2X2} = 26 \text{ см};$ $i_{C4X4} = 0,5 \cdot i_{C2X2};$ $\alpha = 30^\circ;$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$
14		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = 5 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = 4 \cdot m \text{ кг};$ $R_3 = 25 \text{ см};$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$
15		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = 4 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = m/2 \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $R_3 = 15 \text{ см};$ $R_4 = R_2;$ $r_4 = r_2 = 0,5 \cdot R_2;$ $i_{C4X4} = i_{C2X2};$ $i_{C2X2} = 18 \text{ см};$ $\alpha = 60^\circ;$ $S_{C1} = 1,5 \text{ м}$

1	2	3
16		$ \begin{aligned} m_1 &= m \text{ кг}; \\ m_2 &= 0,1 \cdot m \text{ кг}; \\ m_3 &= 0,2 \cdot m \text{ кг}; \\ m_4 &= 0,1 \cdot m \text{ кг}; \\ R_2 &= 10 \text{ см}; \\ R_3 &= 12 \text{ см}; \\ OC &= 6 R_3; \\ R_4 &= 2 \cdot R_3; \\ S_{C1} &= 0,05 \cdot \pi \text{ м} \end{aligned} $
17		$ \begin{aligned} m_1 &= m \text{ кг}; \\ m_2 &= m/4 \text{ кг}; \\ m_3 &= m/5 \text{ кг}; \\ m_4 &= 0,1 \cdot m \text{ кг}; \\ R_2 &= 20 \text{ см}; \\ r_2 &= 0,8 \cdot R_2; \\ i_{C2 \times 2} &= 15 \text{ см}; \\ \alpha &= 60^\circ; \\ f &= 0,10; \\ S_{C1} &= 0,16 \cdot \pi \text{ м} \end{aligned} $
18		$ \begin{aligned} m_1 &= m \text{ кг}; \\ m_2 &= 3 \cdot m \text{ кг}; \\ m_3 &= m \text{ кг}; \\ R_3 &= 20 \text{ см}; \\ R_2 &= 30 \text{ см}; \\ \alpha &= 60^\circ; \\ f &= 0,15; \\ S_{C1} &= 0,2 \cdot \pi \text{ м} \end{aligned} $

Продолжение табл.5.2

1	2	3
19		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/3 \text{ кг};$ $m_3 = 0,1 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = m \text{ кг};$ $R_2 = 24 \text{ см};$ $r_2 = 0,8 R_2;$ $i_{C_2 X_2} = 20 \text{ см};$ $\alpha = 60^\circ;$ $f = 0,15;$ $S_{C_1} = 1,5 \text{ м}$
20		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 20 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 24 \text{ см};$ $r_2 = 0,5 \cdot R_2;$ $R_3 = 15 \text{ см};$ $i_{C_2 X_2} = 16 \text{ см};$ $AB = 6 \cdot R_2;$ $\alpha = 30^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C_1} = 0,2 \cdot \pi \text{ м}$
21		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m \text{ кг};$ $m_3 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $r_2 = (3/4) \cdot R_2;$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $i_{C_2 X_2} = 16 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $\beta = 45^\circ;$ $f = 0,20;$ $S_{C_1} = 1,2 \text{ м}$

1	2	3
22		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m/4 \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $OC = 2 \cdot R_2;$ $R_3 = 10 \text{ см};$ $\alpha = 60^\circ;$ $f = 0,17;$ $S_{C1} = 0,1 \cdot \pi \text{ м}$
23		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m \text{ кг};$ $m_3 = 0,1 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = 0,8 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $r_2 = 0,8 \cdot R_2;$ $i_{C2 \times 2} = 18 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C1} = 1 \text{ м}$
24		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 3 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 20 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $r_2 = 0,8 \cdot R_2;$ $R_3 = 30 \text{ см};$ $i_{C2 \times 2} = 18 \text{ см};$ $AB = 4 \cdot R_2;$ $S_{C1} = 0,08 \cdot \pi \text{ м}$

1	2	3
25		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/3 \text{ кг};$ $m_3 = m/4 \text{ кг};$ $R_2 = 16 \text{ см};$ $OC = 2,5 \cdot R_2;$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $S_{C1} = 0,04 \cdot \pi \text{ м}$
26		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = m \text{ кг};$ $m_4 = m/3 \text{ кг};$ $R_2 = 30 \text{ см};$ $i_{C2 \times 2} = 20 \text{ см};$ $i_{C5 \times 5} = 20 \text{ см};$ $R_2 = R_5;$ $r_2 = r_5 = 0,5 \cdot R_2;$ $S_{C1} = 0,6 \cdot \pi \text{ м}$
27		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m \text{ кг};$ $m_3 = 6 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = m/2 \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $i_{C2 \times 2} = 16 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $S_{C1} = 2 \text{ м}$

1	2	3
28		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = 2 \cdot m \text{ кг};$ $m_3 = 3 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 20 \text{ см};$ $r_2 = 0,5 \cdot R_2;$ $i_{C_2X_2} = 14 \text{ см};$ $\alpha = 60^\circ;$ $f = 0,10;$ $S_{C_1} = 0,1 \cdot \pi \text{ м}$
29		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/5 \text{ кг};$ $m_3 = m/8 \text{ кг};$ $R_3 = 35 \text{ см};$ $\alpha = 15^\circ;$ $\beta = 30^\circ;$ $f = 0,20;$ $S_{C_1} = 2,4 \text{ м}$
30		$m_1 = m \text{ кг};$ $m_2 = m/2 \text{ кг};$ $m_3 = 0,3 \cdot m \text{ кг};$ $m_4 = 1,5 \cdot m \text{ кг};$ $R_2 = 26 \text{ см};$ $R_3 = 20 \text{ см};$ $i_{C_2X_2} = 20 \text{ см};$ $i_{C_3X_3} = 18 \text{ см};$ $\alpha = 30^\circ;$ $f = 0,12;$ $S_{C_1} = 2 \text{ м}$