

Задание на курсовой проект по Теоретической механике

Раздел «Динамика»

Механическая система (рис.1-3), состоящая из груза 1 массы m_1 , блоков 2 и 3, имеющих массы m_2 и m_3 соответственно, и катка 4 массой m_4 , находившаяся в начальный момент времени в покое, движется под действием постоянной силы \bar{F} . Учитывается трение скольжения между телом 1 и плоскостью (коэффициент трения скольжения f), сопротивление качению тела 4, катящегося без скольжения (коэффициент трения качения k), и постоянные моменты сопротивления в осях блоков 2 и 3 - M_{c2} и M_{c3} соответственно.

В задаче обозначено:

$R_2, r_2, R_3, r_3, R_4, r_4$ - радиусы больших и малых окружностей тел 2, 3, 4;

ρ_2, ρ_3, ρ_4 - радиусы инерции тел 2, 3, 4 относительно горизонтальных осей, проходящих через их центры тяжести;

α - угол наклона плоскости к горизонту.

Блоки и катки, для которых радиусы инерции в таблице не указаны, считать сплошными однородными цилиндрами. Наклонные участки нитей параллельны соответствующим наклонным плоскостям. Схемы механизмов приведены на рисунках 1-3, а необходимые данные – в таблице 1. Номер варианта совпадает с номером рисунка.

ЗАДАНИЕ

1. С помощью дифференциальных уравнений поступательного, вращательного и плоскопараллельного движений составить систему дифференциальных уравнений, описывающую движение механической системы. Провести кинематический анализ механизма и выразить ускорение тела 4, а также угловые ускорения тел 2, 3, 4 через ускорение груза 1. Найденные ускорения подставить в систему уравнений.

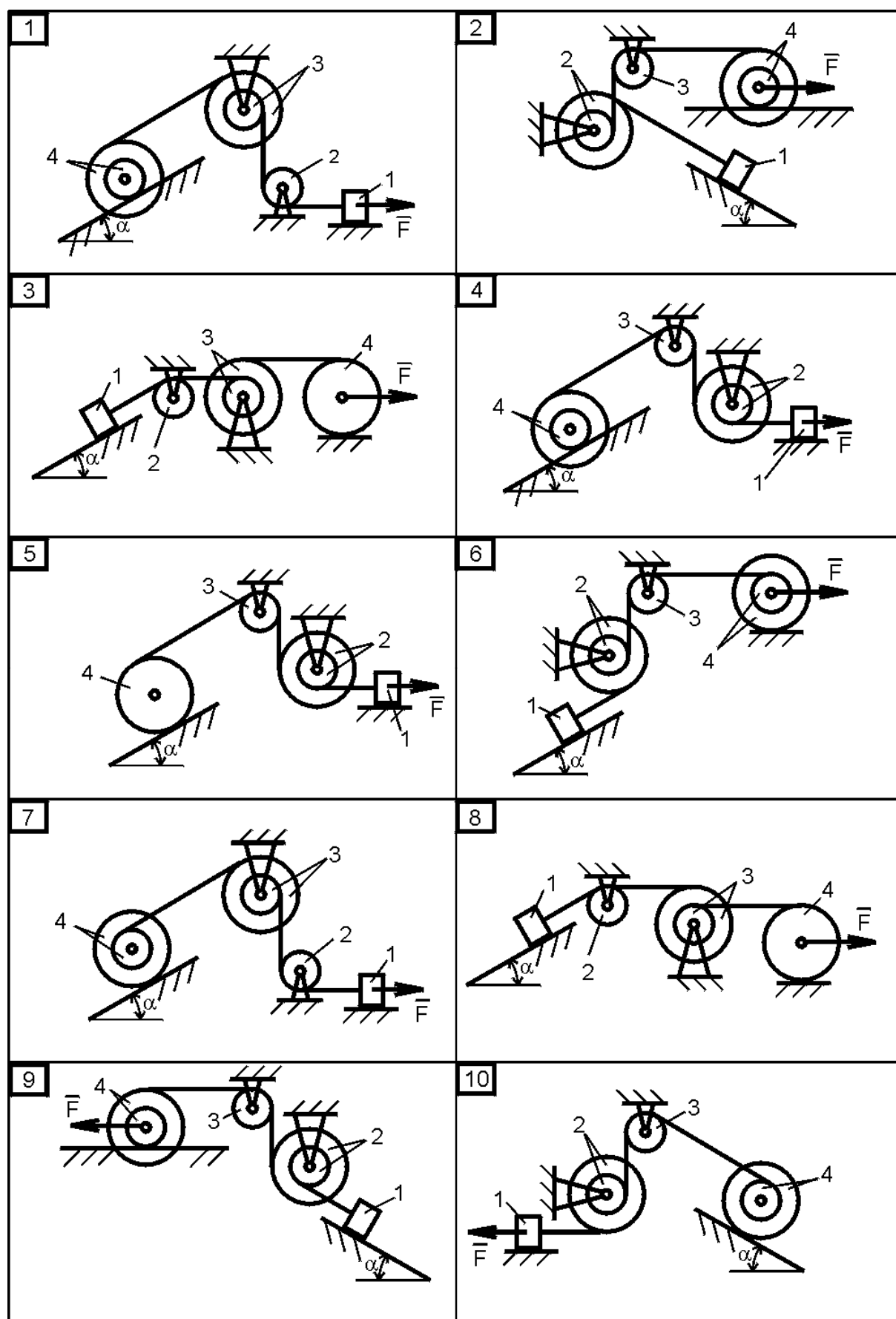


Рис.1

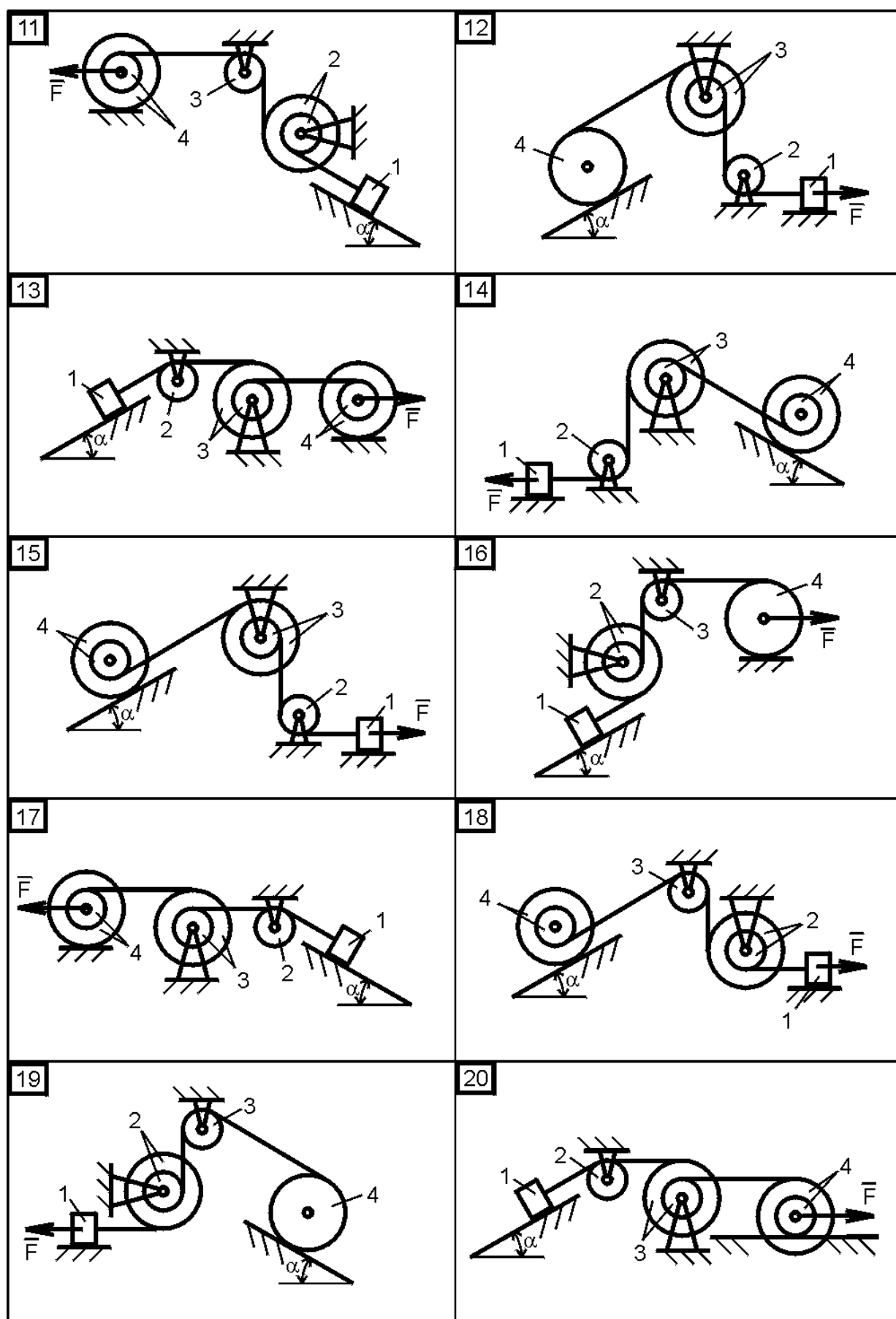


Рис.2

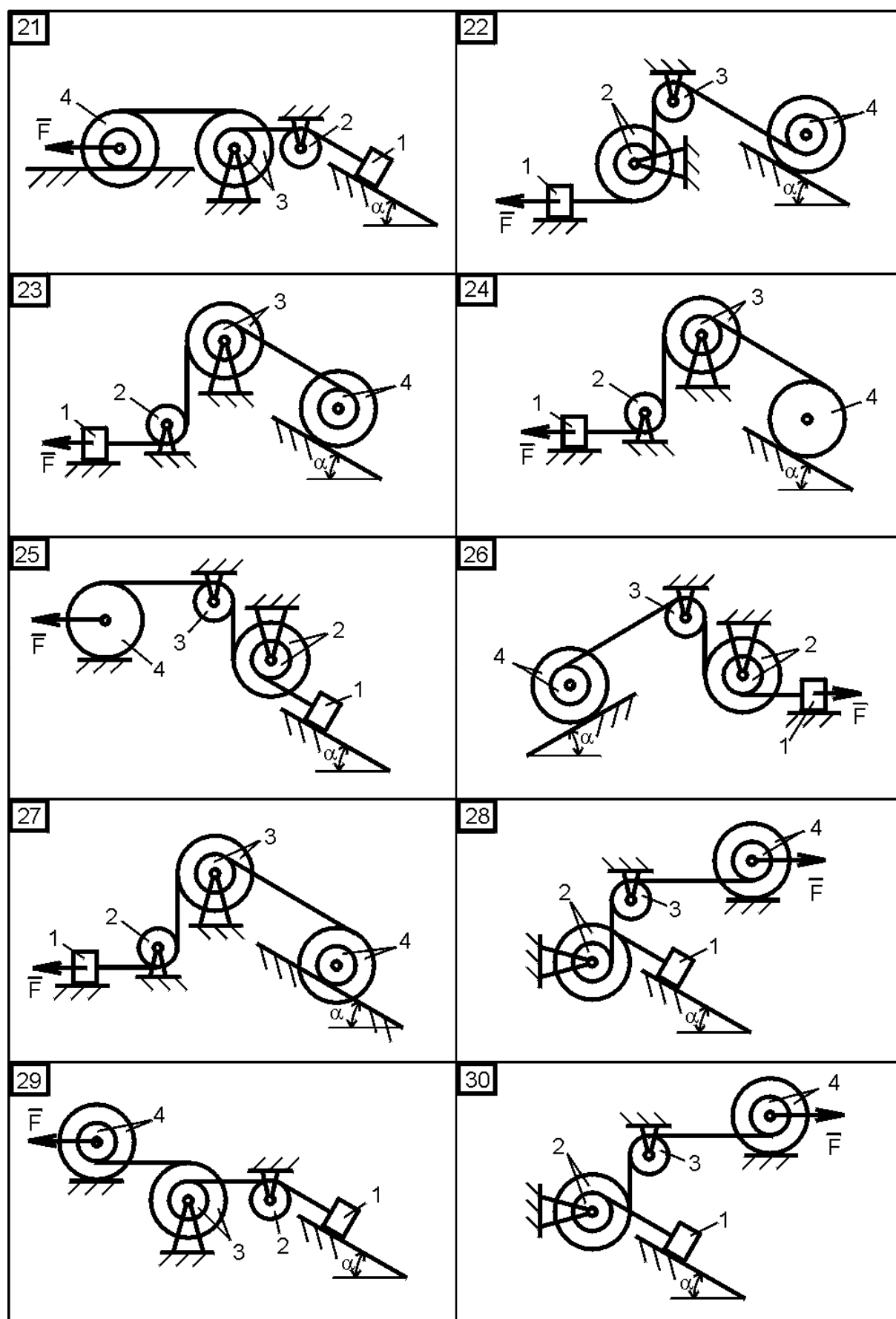


Рис.3

Таблица 1

№ варианта	m_1 , кг	m_2 , кг	m_3 , кг	m_4 , кг	R_2 , м	r_2 , м	ρ_2 , м	R_3 , м	r_3 , м	ρ_3 , м	R_4 , м	r_4 , м	ρ_4 , м	α , °	F , Н	f	k , см	M_{C1} , Нм	M_{C2} , Нм	S , м
1	5	4	2	1	-	0,2	-	0,5	0,2	0,3	0,7	0,3	0,4	60	40	0,1	0,1	0,1	0,2	1
2	6	5	4	2	0,6	0,3	0,4	-	0,3	-	0,8	0,5	0,7	45	240	0,25	0,2	0,3	0,1	2
3	4	1	2	1	-	-	-	0,7	0,3	0,4	-	0,2	-	15	80	0,15	0,1	0,2	0,1	1,5
4	8	6	3	2	0,6	0,2	0,3	-	0,2	-	0,5	0,1	0,2	30	70	0,2	0,2	0,1	0,3	3
5	7	5	4	1	0,7	0,4	0,5	-	0,4	-	-	0,3	-	50	40	0,1	0,3	0,2	0,1	4,5
6	9	8	3	3	0,8	0,5	0,7	-	0,2	-	0,9	0,3	0,5	20	260	0,25	0,4	0,1	0,3	1,5
7	6	2	3	2	-	0,3	-	0,4	0,1	0,2	0,8	0,4	0,5	60	50	0,15	0,2	0,2	0,2	2,5
8	4	2	1	2	-	0,2	-	0,5	0,2	0,3	-	0,4	-	15	170	0,2	0,1	0,2	0,1	4
9	7	5	3	3	0,6	0,3	0,4	-	0,3	-	0,8	0,5	0,7	20	220	0,1	0,4	0,3	0,2	2
10	5	4	2	1	0,9	0,3	0,5	-	0,2	-	0,7	0,3	0,4	50	30	0,25	0,2	0,1	0,2	1
11	8	5	3	2	0,5	0,1	0,2	-	0,3	-	0,8	0,4	0,5	30	160	0,2	0,3	0,2	0,3	3,5
12	9	7	5	4	-	0,4	-	0,8	0,5	0,7	-	0,1	-	70	90	0,1	0,1	0,2	0,1	2
13	6	3	2	1	-	0,2	-	0,5	0,2	0,3	0,6	0,3	0,4	15	170	0,25	0,2	0,1	0,3	4,5
14	7	5	4	2	-	0,1	-	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	20	110	0,1	0,1	0,2	0,1	3
15	4	3	2	1	-	0,2	-	0,6	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	60	60	0,2	0,2	0,1	0,1	1,5
16	5	4	2	1	0,6	0,3	0,4	-	0,5	-	-	0,4	-	30	250	0,25	0,3	0,2	0,3	1
17	6	5	4	2	-	0,1	-	0,5	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	20	170	0,2	0,1	0,2	0,1	2
18	4	1	2	1	0,8	0,5	0,7	-	0,1	-	0,4	0,1	0,2	65	60	0,15	0,2	0,1	0,3	1,5
19	8	6	3	2	0,9	0,3	0,5	-	0,4	-	-	0,3	-	15	40	0,2	0,3	0,2	0,3	3
20	3	5	4	1	-	0,1	-	0,5	0,1	0,3	0,6	0,3	0,4	45	160	0,25	0,2	0,2	0,1	4,5
21	5	8	3	3		0,2		0,6	0,2	0,3	0,7	0,3	0,4	30	140	0,15	0,3	0,2	0,3	1,4
22	6	2	3	2	0,9	0,3	0,5	-	0,3	-	0,5	0,2	0,3	60	70	0,2	0,2	0,2	0,2	2,5
23	4	2	1	2	-	0,2	-	0,4	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	20	40	0,25	0,1	0,1	0,2	4
24	7	5	3	3	-	0,4	-	0,7	0,3	0,4	-	0,3	-	15	60	0,15	0,3	0,3	0,1	2
25	3	4	2	1	0,5	0,1	0,2	-	0,2	-	-	0,4	-	75	80	0,1	0,1	0,2	0,1	1
26	8	5	3	2	0,6	0,3	0,4	-	0,3	-	0,6	0,3	0,4	25	70	0,2	0,2	0,1	0,2	3,5
27	9	7	5	4	-	0,2	-	0,7	0,4	0,5	0,8	0,5	0,7	30	90	0,15	0,3	0,3	0,1	2
28	5	3	2	1	0,4	0,1	0,2	-	0,2	-	0,6	0,2	0,3	70	140	0,2	0,2	0,2	0,2	4,5
29	3	5	4	2	-	0,3	-	0,8	0,5	0,7	0,6	0,3	0,4	20	80	0,25	0,1	0,1	0,2	3
30	4	3	2	1	0,5	0,2	0,3	-	0,3	-	0,7	0,3	0,4	60	110	0,15	0,2	0,3	0,1	1,5

2. С помощью теоремы об изменении кинетической энергии найти скорость и ускорение груза 1 в момент, когда он пройдет путь $S_1 = S$, указанный в таблице 1.

3. С помощью принципа Даламбера найти реакции опор блоков 2 и 3, силы натяжения нитей между телами: 1 и 2; 2 и 3; 3 и 4, а также силу трения между телом 4 и плоскостью.

4. С помощью принципа возможных перемещений определить уравновешивающую силу \bar{Q} , при приложении которой механизм будет находиться в равновесии. Сила \bar{Q} должна быть направлена параллельно наклонной плоскости и приложена:

- к телу 4, если движущая сила \bar{F} приложена к телу 1;
- к телу 1, если движущая сила \bar{F} приложена к телу 4.

5. Найти ускорение тела 1 другим способом, применив общее уравнение динамики.

6. С помощью уравнений Лагранжа II рода составить дифференциальное уравнение движения системы, приняв за обобщенную координату перемещение груза 1.