

ДИНАМИКА

6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Груз  $\Sigma$  массой  $m$ , подвешен в точке  $A$  на шарнирно-скользящей опоре, движется в галочке трубки  $AB$ , расположенной в вертикальной плоскости и наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту (рис. 1-4).

На груз действуют сила тяжести, переменная сила  $\vec{F}$ , зависящая от скорости  $\vec{v}$  груза и напряжения пружины  $K$ , зависящая от скорости  $\vec{v}$  груза и напряжения пружины  $K$ , зависящая от скорости  $\vec{v}$  груза и напряжения пружины  $K$ .

Считая груз материальной точкой, найти закон его движения, т.е.  $x = f(t)$ . При вычислениях принять ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Данные для расчетов приведены в табл. 6.

Указания. Составить дифференциальные уравнения движения груза в проекции на ось  $X$  и для проинтегрировать его с учетом начальных условий.

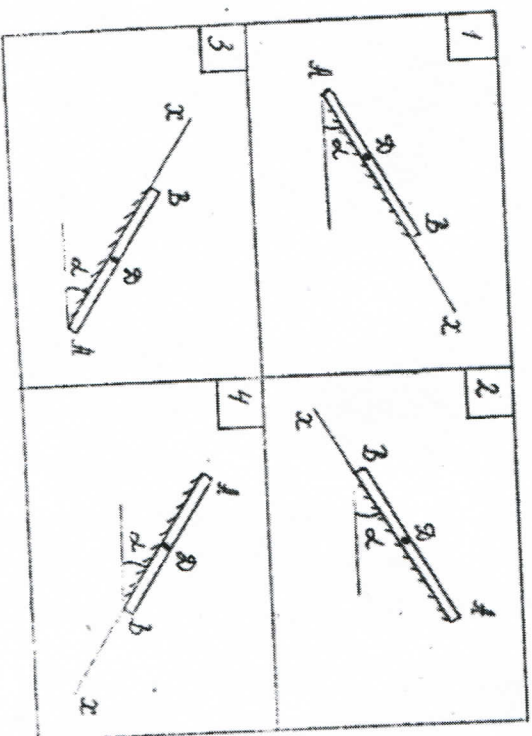
Таблица 6

Номер за- дачи	Номер пр- цыва	$m$ , кг	$d$ , мм	$\eta$ , %	$R$ , Н	$F_x$ , Н
1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	0	3	0	$8 + 6\sin(3t)$
2	1	1	30	4	$2\sqrt{t}$	5
3	1	4	45	2	0	$8e^{2t}$
4	1	1	60	0,25	$4\sqrt{t^2}$	$5\sqrt{3}$
5	1	3	90	5	$3\sqrt{t}$	0
6	2	0,5	0	1	0	$6 + 12\cos(3t)$
7	2	2,5	30	0	$0,5\sqrt{t}$	0
8	2	1,5	45	2	0	$6 + 18t^2$
9	2	2	60	3	$\sqrt{3}\sqrt{t}$	0
10	2	1,5	90	0	$0,6\sqrt{t}$	0
11	3	3	0	4	0	$12 - 6\sin(2t)$
12	3	2,5	30	1,6	$2\sqrt{t}$	12,5
13	3	0,5	45	2	$0,3\sqrt{t^2}$	$2,5\sqrt{2}$
14	3	4	60	2,5	0	$16t + 24t^3$
15	3	2	90	6	$0,8\sqrt{t}$	0
16	4	5	0	3,5	0	$15 - 10\sin(0,5t)$
17	4	3	30	4	$0,9\sqrt{t}$	0
18	4	1	45	5	$\sqrt{2}\sqrt{t}$	0
19	4	3,5	60	1,5	0	$7t - 14e^{-0,5t}$
20	4	2,5	90	3	$1,5\sqrt{t}$	0
21	1	1,5	30	2	$3\sqrt{t^2}$	$7,5$
22	1	2	60	0,5	0	$10\sqrt{3} + 3t^2 + 8t^3$

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
23	1	4	45	6	$0,8\sqrt{t}$	0
24	2	3	30	2,5	0	$6t^2 + 18e^{-3t}$
25	2	1	45	0	$0,7\sqrt{t}$	0
26	3	1,5	60	4	$4,5\sqrt{t^2}$	$7,5\sqrt{3}$
27	3	2,5	45	3,5	0	$25 - 5\cos(0,4t)$
28	3	3,5	30	5	$1,4\sqrt{t}$	0
29	4	0,5	30	3	$0,3\sqrt{t}$	0
30	4	4,5	45	3,8	0	$9 - 27\sin(5t)$

Рисунки к задаче 6



7. ОПИШЕ ТЕОРЕМ ДИНАМИКИ

Изображенная на рисунках 1-30 механическая система приводится в движение из состояния покоя постоянной силой  $F$ .

В табл. 7 указаны  $m_1, m_2, m_3, m_4$  - массы тел системы,  $M_2, M_3$  - значения моментов сил сопротивления, приложенных к ступенчатым шкивам 2 и 3,  $F$  - величина постоянной силы,  $S_1$  - перемещение груза 1.

Радиус ступеней шкивов 2 и 3 соответственно равен  $R_2 = 0,5$  м,  $R_3 = 0,25$  м,  $R_4 = 0,6$  м,  $r_2 = 0,2$  м, а радиус инерции шкивов относительно осей вращения -  $R_2 = 0,4$  м,  $R_3 = 0,5$  м.

Каток 4 представляет собой однолопастный сплошной цилиндр, который катится по плоскости без скольжения. Груз 1 скользит по шероховатой плоскости (коэффициент трения скольжения груза о плоскость  $f = 0,1$ ). Участки неровных нерастяжимых нитей параллельны соответствующим плоскостям.

Найти при данном значении  $S_1$ :

- 1) скорость и ускорение груза 1;
- 2) натяжения нитей на всех участках;
- 3) горизонтальную и вертикальную составляющие реакции осей шкивов 2 и 3;
- 4) силу трения между катком 4 и плоскостью.

При вычислениях принять ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Указание. Для определения скорости груза 1 следует применить теорему об изменении кинетической энергии механической

системы в конечной форме, выразив кинетическую энергию системы через  $v_1$  - скорость груза 1, а сумму работ всех сил, приложенных к системе, через  $S_1$  - перемещение груза 1.

Напомним, что перемещения точек приложения сил связаны между собой так же, как и модули их скоростей.

Для определения  $U_1$  - ускорения груза 1, следует использовать теорему об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме.

Для определения натяжения нитей и реакции связей следует рассмотреть систему и рассмотреть движение каждого из тел в отдельности, используя теорему о движении центра масс механической системы (для тел 1, 2, 3, 4) и дифференциальное уравнение вращения (для тел 2, 3). Полученные уравнения позволяют определить натяжения нитей, составляющие реакции осей шкивов 2 и 3 и силу трения между катком 4 и плоскостью.

Таблица 7

Номер на диаграмме	$m_1$ , кг	$m_2$ , кг	$m_3$ , кг	$m_4$ , кг	$M_2$ , Нм	$M_3$ , Нм	$F$ , Н	$S_1$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	2	0	1	2,5	0	100	0,2
2	2	0	3	6	0	6	80	0,4
3	6	0	0,5	3	1,5	0	15	1,0
4	6	3	4	4	2	0	40	0,2
5	2	0	9	4	4	0	20	0,3
6	4	10	0	12	0	24	50	1,0
7	8	0	1	5	3	0	30	0,7



Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	6	5	0	2	0	3	30	0,5
9	2	0	9	8	5	0	180	0,1
10	4	0	8	2	1	0	40	0,3
11	8	0	4	1	0	20	50	0,2
13	6	4	0	3	0	12	70	0,5
13	10	2	0	0,5	3	4	10	0,4
14	2	9	0	3	18	18	60	0,1
15	3	0	2	2	10	0	160	0,6
16	1	5	0	6	0	6	150	0,8
17	4	0	6	9	12	0	138	0,9
18	2	6	0	3	0	15	75	0,2
19	5	0	3	1	25	0	90	0,3
20	4	3	0	6	0	12	30	0,4
21	6	0	4	2	10	0	60	0,5
22	8	2	0	4	0	5	80	0,7
23	3	0	5	8	6	0	40	0,9
24	10	2	0	1	0	4	120	1,0
25	2	0	1	2	15	0	20	0,8
26	2	0	4	8	14	0	40	0,1
27	4	5	0	3	0	6	35	0,7
28	6	9	0	6	6	12	150	0,2
29	3	0	6	12	30	0	240	0,3
30	5	5	0	4	0	16	100	0,4

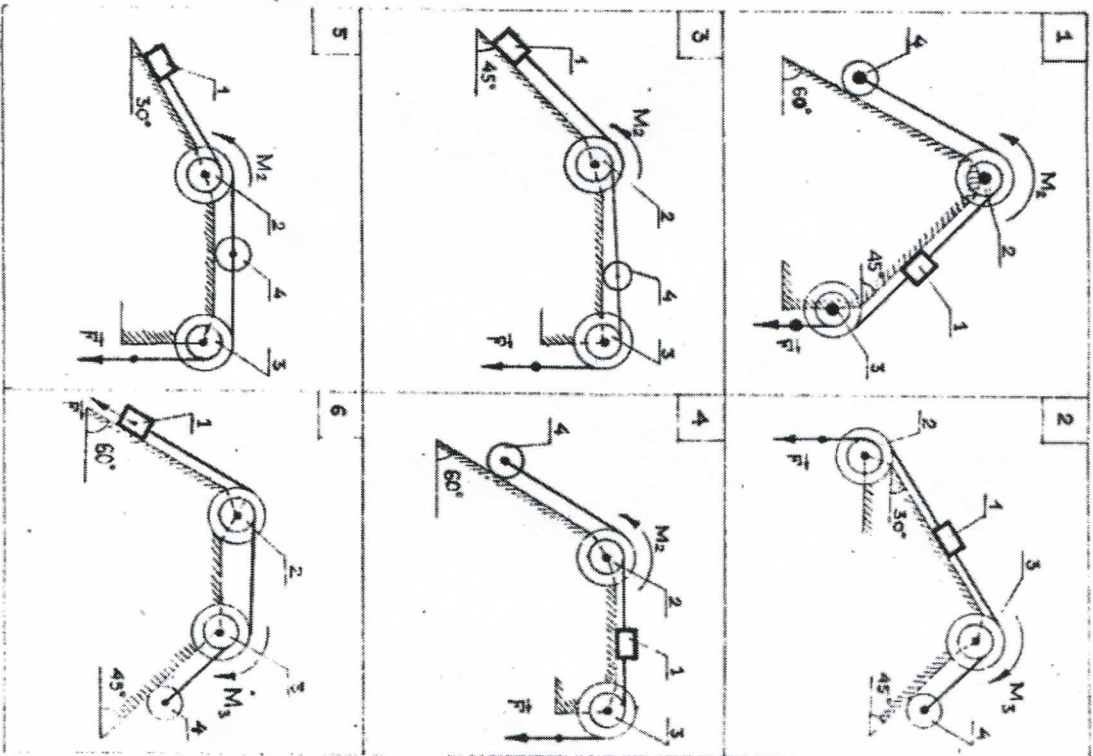


Рис. К задаче 7 (продолжение см. на с.32,33,34,35)

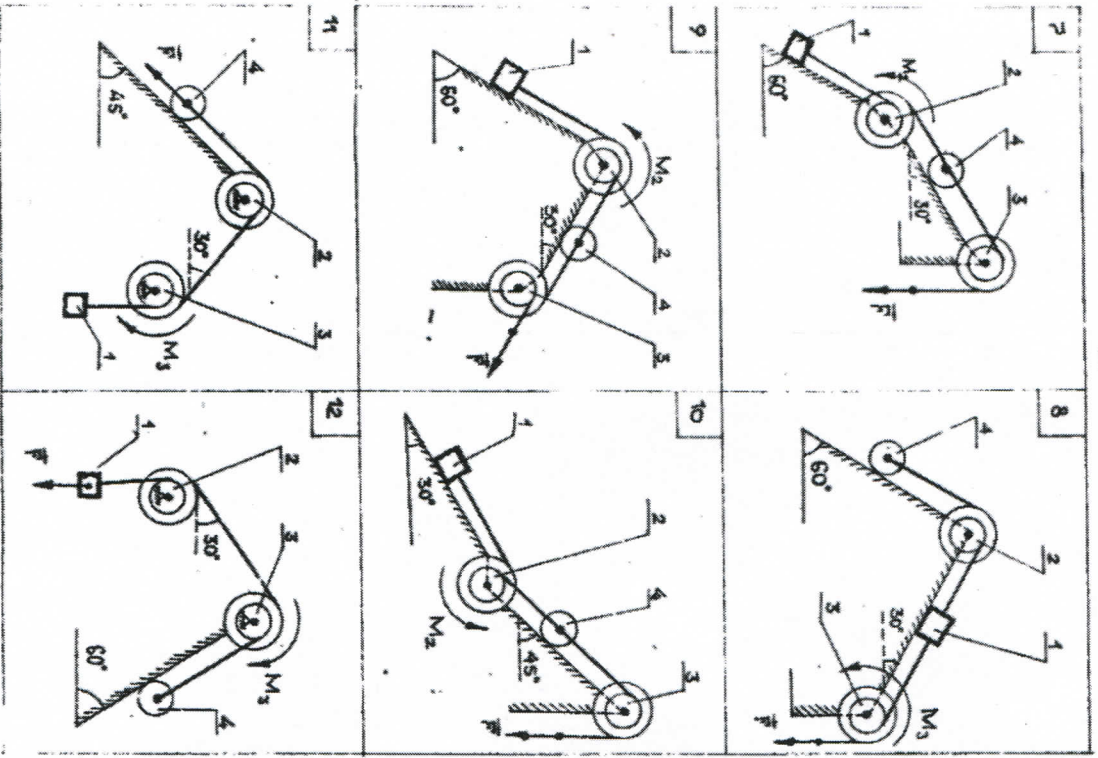


Рис. к задаче 7

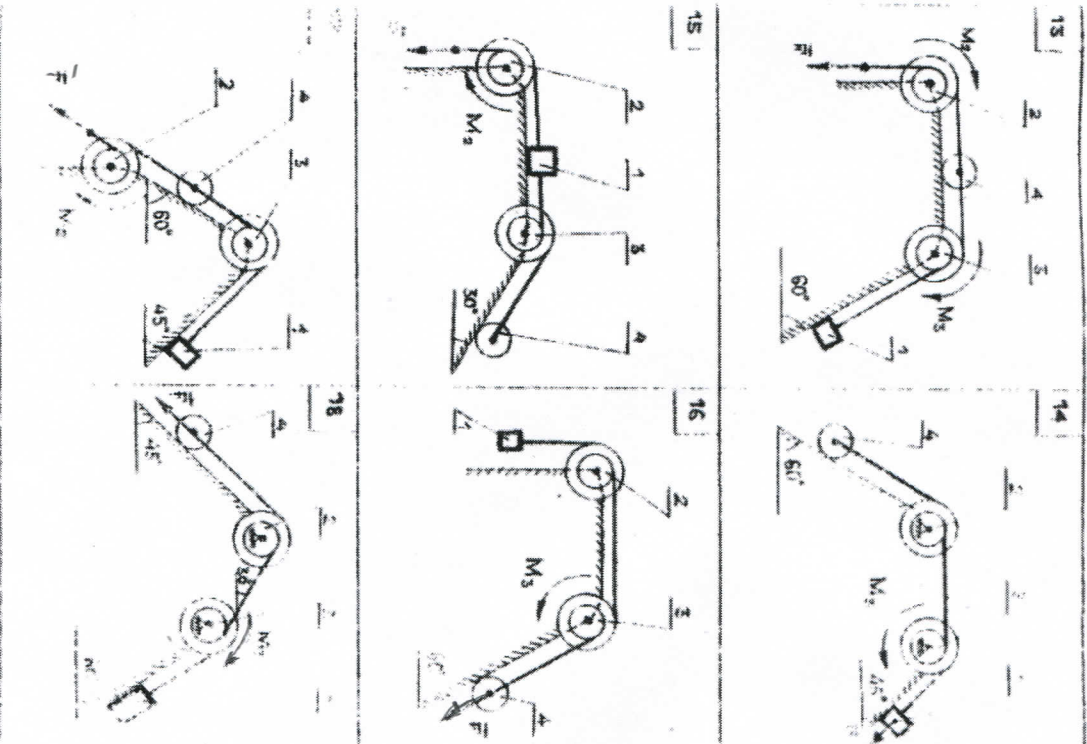


Рис. к задаче 7



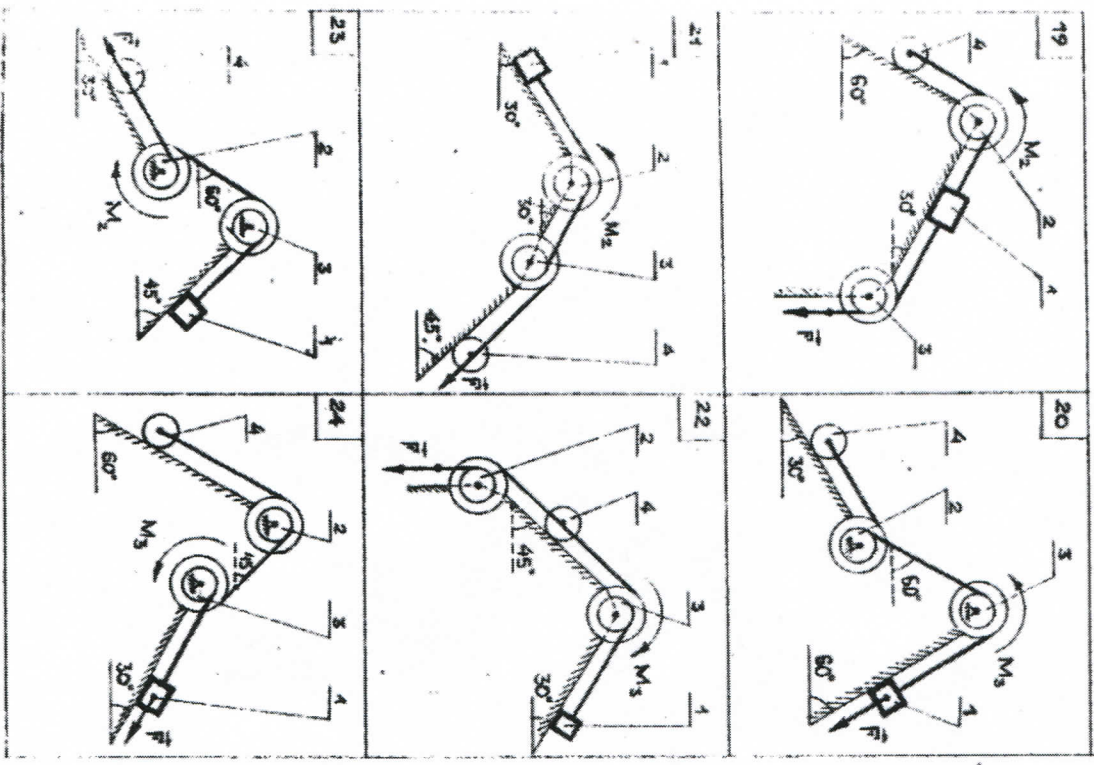


Рис. 8 задачи 7

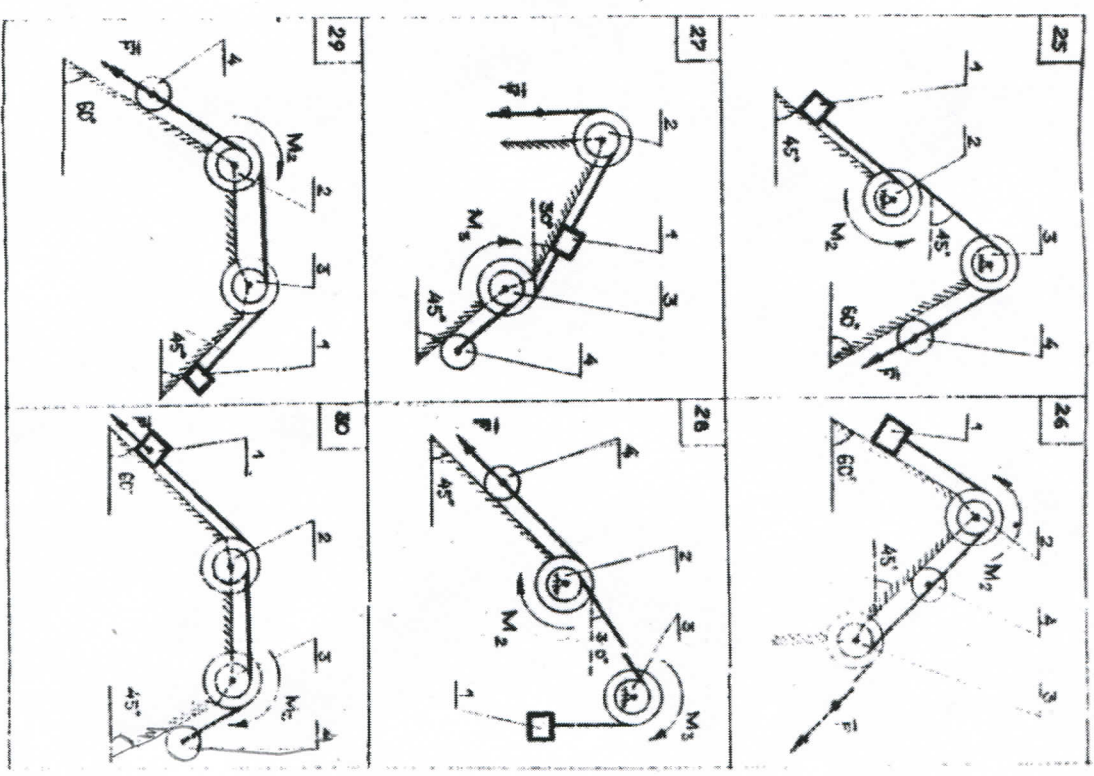


Рис. 9 задачи 7