

# Колебания линейной системы с одной степенью свободы.

Авторы Ильин М. М., Пожалостин А. А., Тушева Г. М.

Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана 2002 год.

## УСЛОВИЯ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Рассматриваются малые колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Механические системы представляют собой плоские механизмы, расположенные в вертикальной плоскости и состоящие из твердых тел, нитей, демпферов и упругих элементов.

Необходимые числовые данные приведены в таблице и, где это необходимо, на схемах задач. Для всех вариантов на схемах задана обобщенная координата  $q(t)$ , отсчитываемая от положения равновесия в невозмущенном состоянии, а в таблице - соответствующие ей начальные условия. На всех схемах номерами 1, 2 обозначены звенья, массу которых необходимо учитывать при составлении дифференциального уравнения, номером 3 - упругий элемент, номером 4 - демпфер.

Силы и моменты воздействия упругих элементов на тела пропорциональны удлинению пружин или углу закручивания спиральных пружин.

Демпфер создает силу линейно-вязкого сопротивления  $\bar{R} = -\mu_4 \cdot \bar{v}_n$ , пропорциональную скорости движения поршня  $\bar{v}_n$ , где  $\mu_4 > 0$  - коэффициент сопротивления демпфера.

Там, где это необходимо, на схемах вариантов указан радиус инерции звена относительно центральной оси, в остальных вариантах тела вращения принять за однородные сплошные цилиндры. В вариантах 1, 2, 3, 4, 9, 21, 27 характеристики упругих элементов заданы через их статические деформации  $\Delta_{ст3}$ , (линейные или угловые).

Внешнее воздействие во всех вариантах изменяется во времени по закону  $\sin pt$ .

При выполнении домашнего задания "Малые колебания - определение параметров колебательного процесса" необходимо:

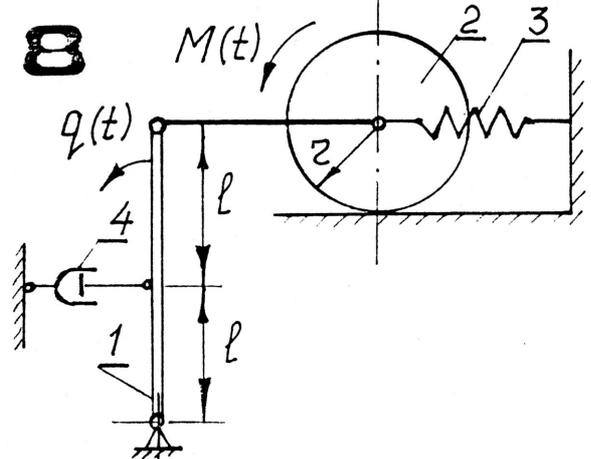
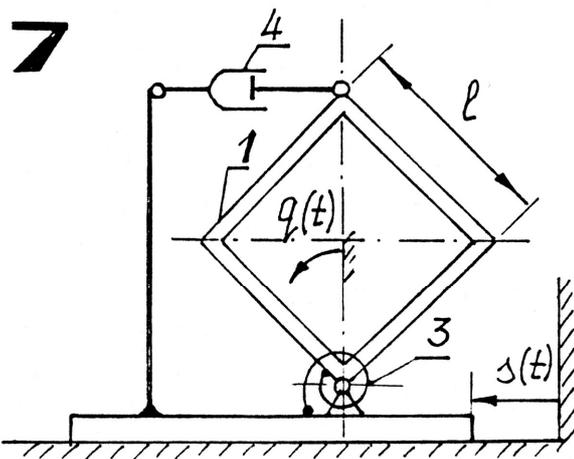
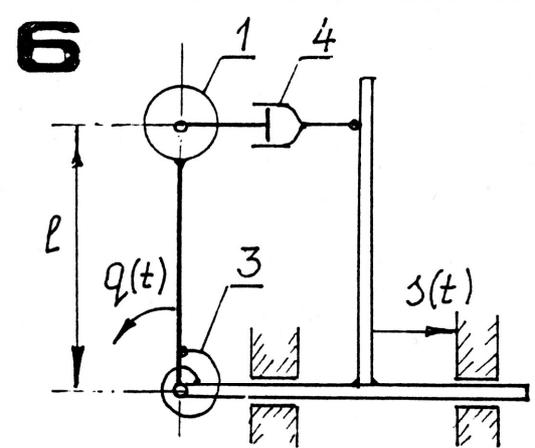
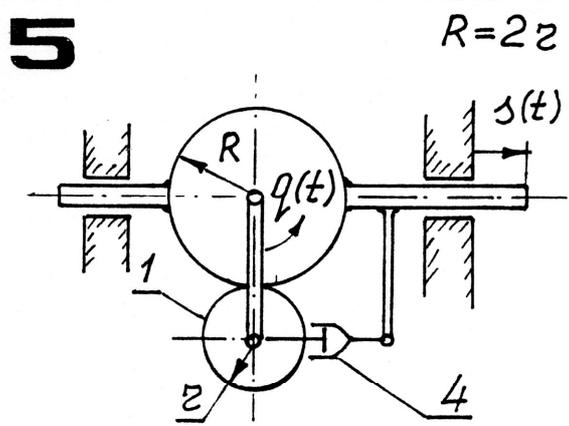
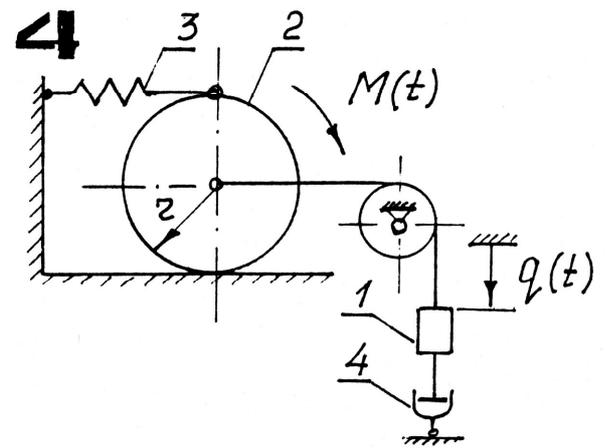
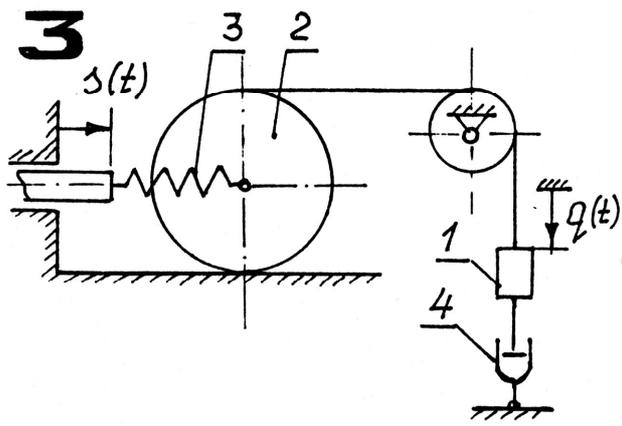
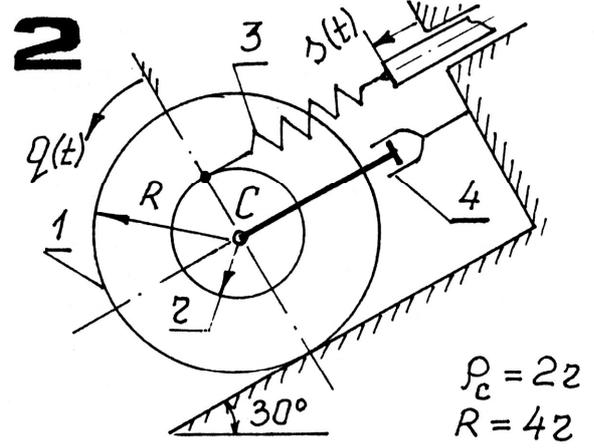
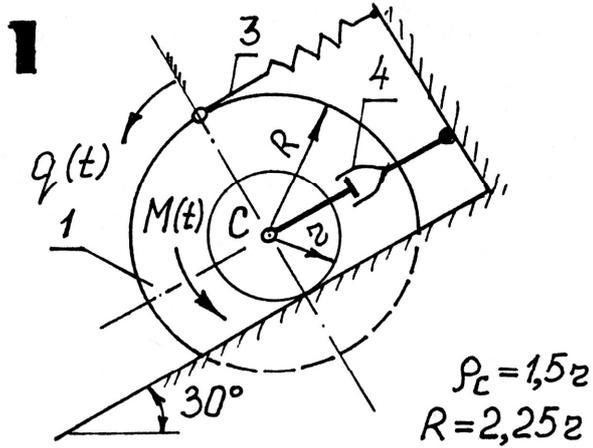
1. Составить дифференциальное уравнение малых колебаний системы.
2. Получить решение этого уравнения и, используя заданные начальные условия, определить постоянные интегрирования.
3. Определить период установившихся вынужденных колебаний  $T_e$  и добротность системы  $D$ , а для вариантов с малым линейно-вязким сопротивлением ( $n < k$ ) дополнительно:  $T_l$  - условный период затухающих колебаний,  $\delta$  - логарифмический декремент колебаний,  $\tau_0$  - постоянную времени затухающих колебаний.

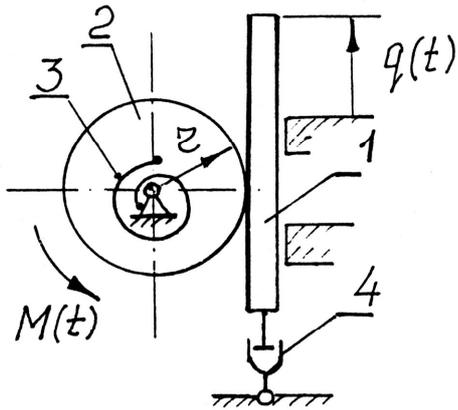
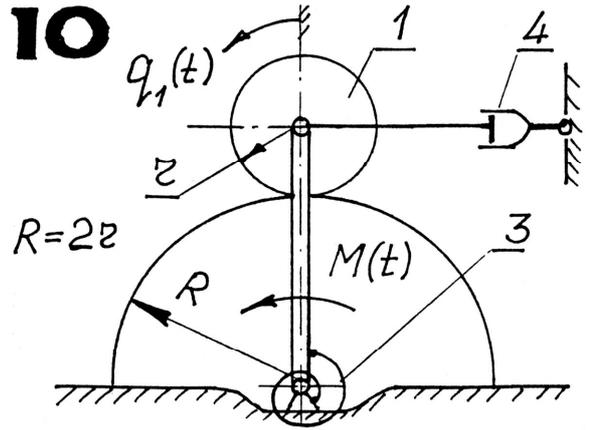
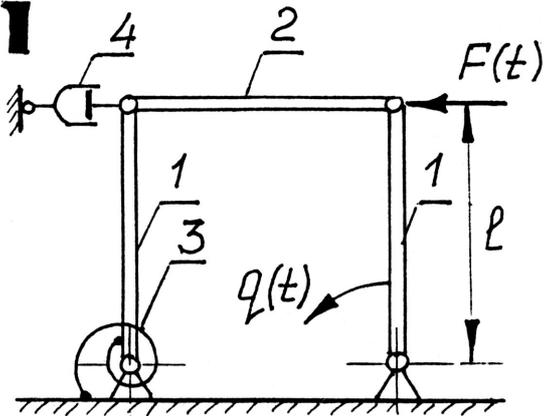
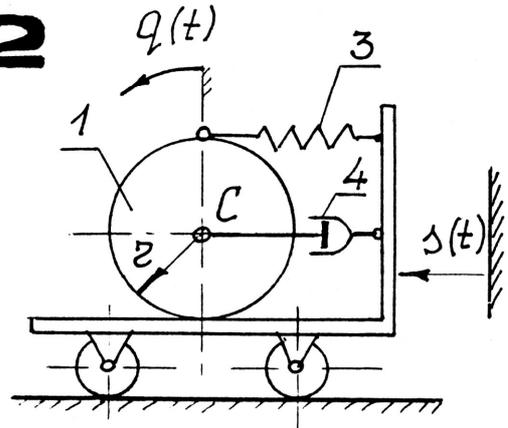
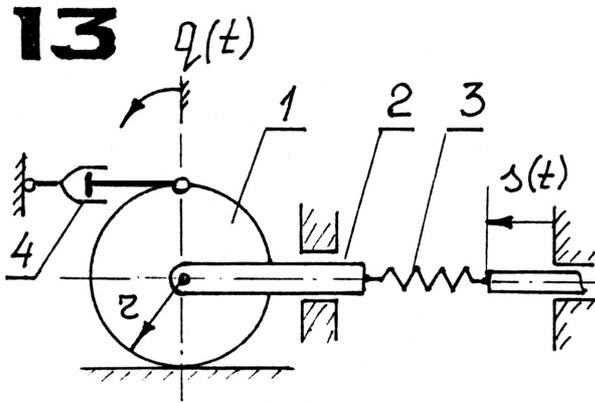
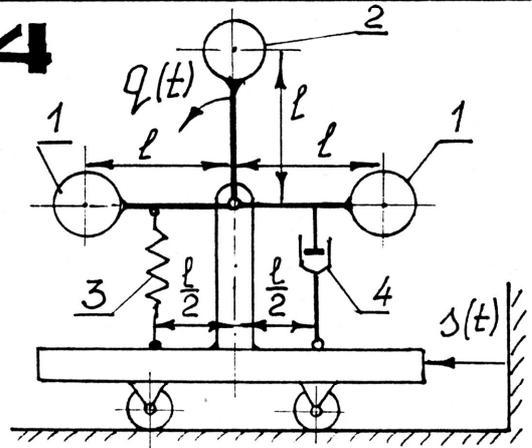
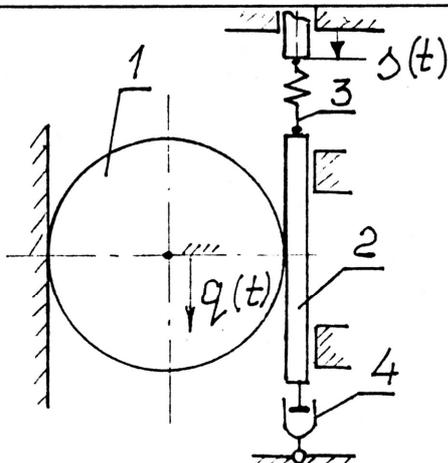
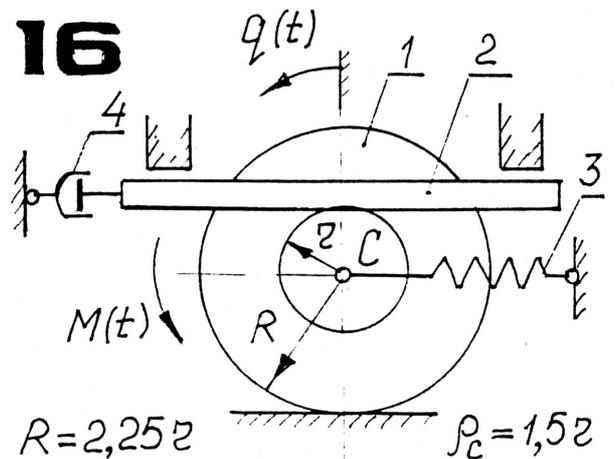
При выполнении домашнего задания "Малые колебания - исследование колебательного процесса" предполагается, что по истечении времени  $4T_e + 3/n$  ( $4T_e + 3\tau_0$ ) амплитуда внешнего воздействия увеличивается в два раза, а еще через такой же промежуток времени внешнее воздействие прекращается. Необходимо:

1. Исследовать амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики системы.
2. Исследовать процессы перехода от начального возмущенного состояния к установившимся вынужденным колебаниям, от установившихся вынужденных колебаний при исходной амплитуде внешнего воздействия к установившимся колебаниям при удвоении амплитуды и от последних к состоянию покоя после прекращения внешнего воздействия.
3. Построить график  $q(t)$ , включающий все переходные процессы.

**ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.**

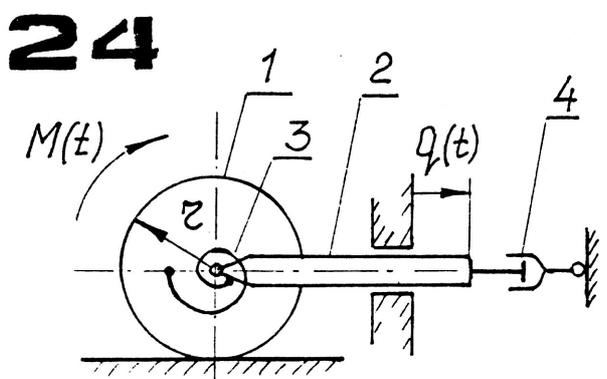
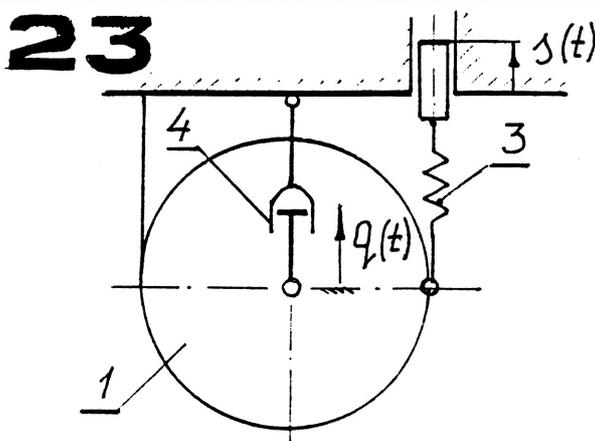
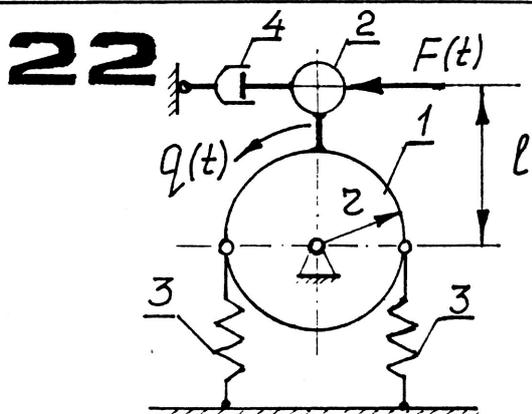
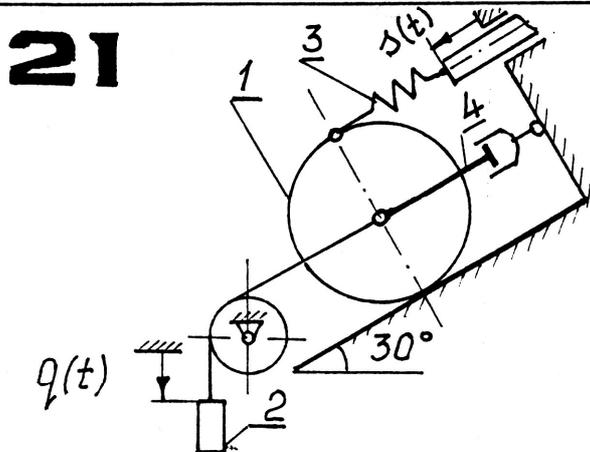
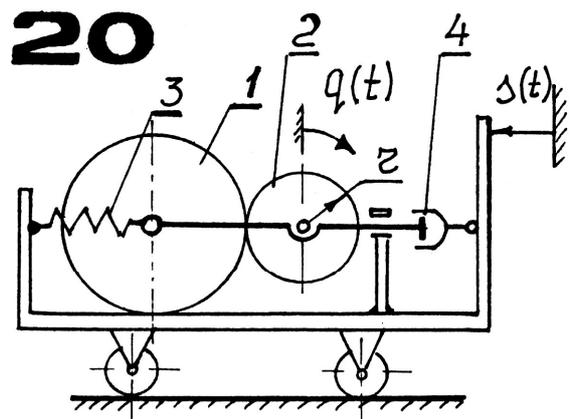
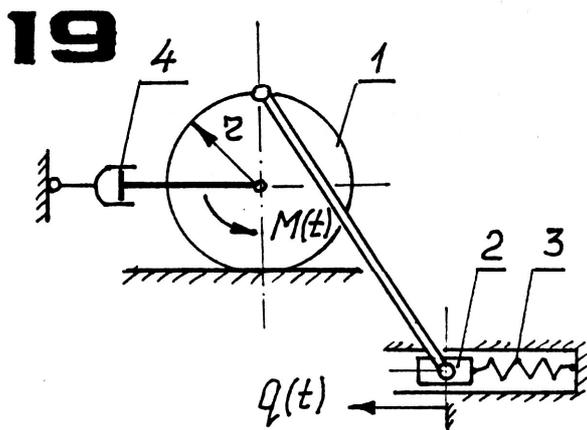
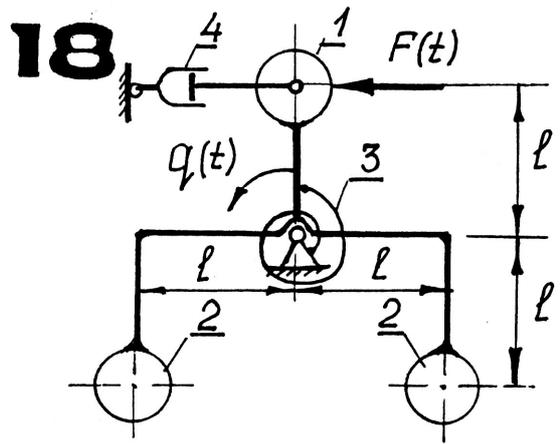
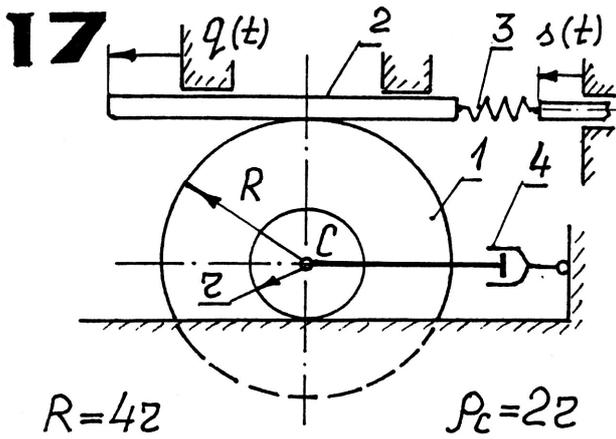
<b>№</b>	<b>r</b>	<b>l</b>	<b>m<sub>1</sub></b>	<b>m<sub>2</sub></b>	<b>c<sub>3</sub></b>	<b>Δ<sub>см<sub>3</sub></sub></b>	<b>μ<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>0</sub>(M<sub>0</sub>)</b>	<b>s<sub>0</sub></b>	<b>p</b>	<b>q(0)</b>	<b>q̇(0)</b>
<i>вар</i>	<i>м</i>	<i>м</i>	<i>к<sub>2</sub></i>	<i>к<sub>2</sub></i>	$\frac{H}{M}(\frac{H \cdot M}{рад})$	<i>м</i> (рад)	<i>H·с/м</i>	<i>H·с/м</i>	<i>м</i>	<i>рад/с</i>	<i>м(рад)</i>	$\frac{м}{с}(\frac{рад}{с})$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
1	0,4	–	50	–	–	0,1	1300	100	–	5	-0,2	1
2	0,25	–	100	–	–	0,1	500	–	0,1	10	0,1	-1
3	–	–	6,8	8	–	0,034	196	–	0,03	11	0,05	-1
4	0,1	–	3,8	4	–	0,019	78,4	3	–	10	0,01	-0,1
5	0,1	–	2	–	–	–	6	–	0,02	4	0,05	0,1
6	–	1	1	–	45,8	–	2	–	0,01	5	0,01	0,5
7	–	0,4	6	–	36,63	–	15	–	0,03	5	0,1	-10
8	0,2	0,4	12	4	1073,5	–	480	10	–	9	0,02	-0,5
9	0,1	–	2	4	–	0,25	67,2	1	–	15	-0,02	-0,5
10	0,1	–	5	–	147	–	210	9	–	10	0,06	0,6
11	–	0,5	3	6	244,1	–	96	20	–	8	0,1	1
12	0,5	–	10	–	6000	–	150	–	0,03	50	0,1	-1
13	0,1	–	4	1	700	–	21	–	0,002	10	0,02	0,5
14	–	0,5	0,5	1	3278,4	–	96	–	0,05	16	0,1	-0,5
15	–	–	4	1	122,5	–	15	–	0,2	5	-0,1	-1
16	0,4	–	100	50	20150	–	500	200	–	10	0,1	-1
17	0,25	–	200	88	512	–	1920	–	0,01	2	0,05	0,3
18	–	1	2	1	384	–	120	36	–	8	0,05	0,5
19	0,2	–	8	2	500	–	400	12	–	11	0,05	-2,0
20	0,2	–	24	6	7605	–	450	–	0,01	12	0,05	0,5
21	–	–	4	4	–	0,06	120	–	0,024	10	0,02	0,1
22	0,4	0,8	4	2	549	–	30	20	–	20	0,02	-0,5
23	–	–	3	–	288	–	45	–	0,1	40	0,01	0,1
24	0,2	–	20	10	640	–	320	100	–	20	0,05	0,2
25	–	–	10	5	4500	–	200	120	–	20	0,02	0,1
26	0,2	–	20	–	1080	–	15	–	0,02	5	0,1	0,5
27	–	–	4	16	–	0,12	20	40	–	8	-0,15	-1
28	0,2	–	2	4	6,4	–	40	1,5	–	6	0,1	-0,5
29	0,1	–	6	3	360	–	60	10	–	30	0,1	0
30	0,2	0,5	6	3	1058,8	–	100	–	0,02	10	0,06	0,5
31	0,2	–	6	4	625	–	300	–	0,02	19	0,05	-0,5
32	0,2	–	18	8	1600	–	500	500	–	12	0,05	-1

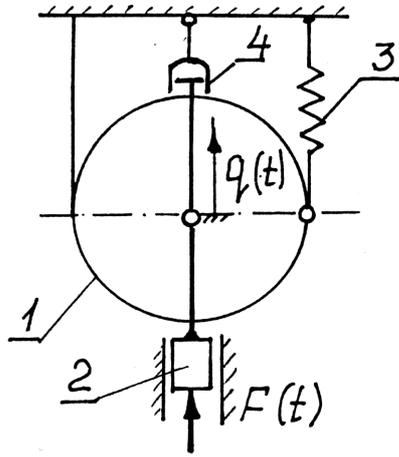
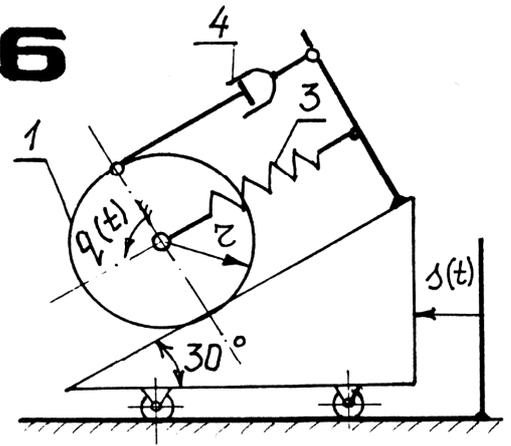
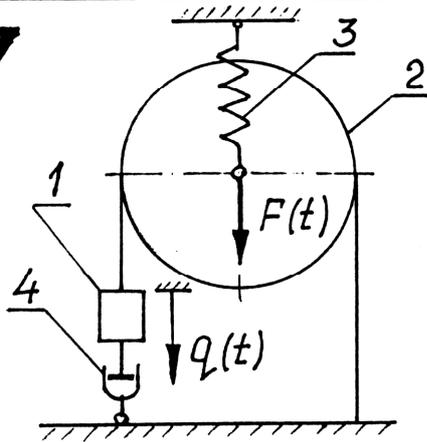
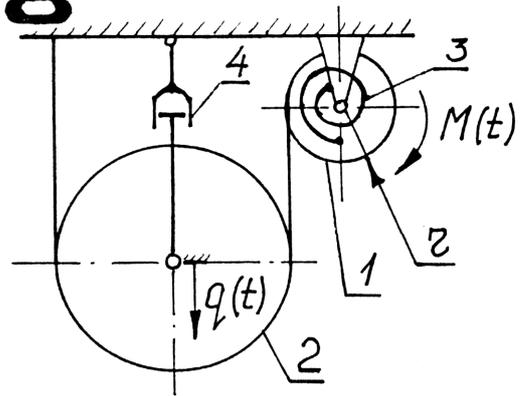
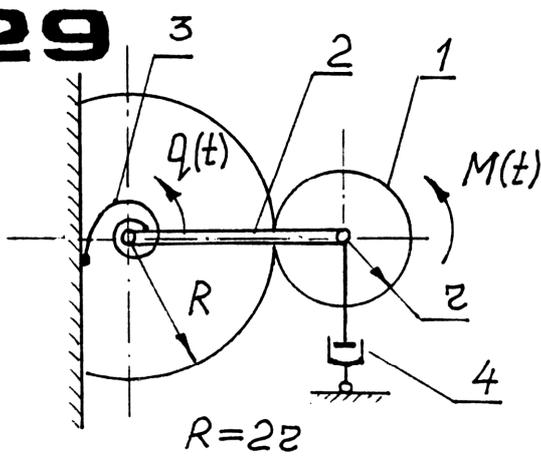
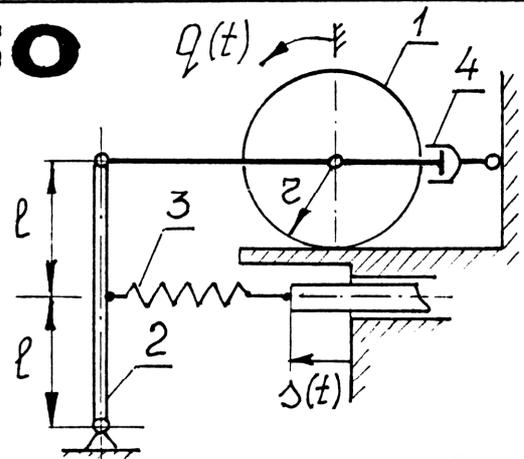
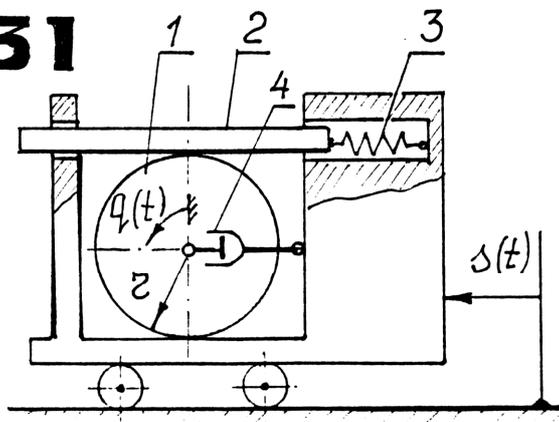


**9****10****11****12****13****14****15****16**

$$R = 2,25r$$

$$\rho_c = 1,5r$$



**25****26****27****28****29****30****31****32**