

Индивидуальное задание №1.

Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела при поступательном и вращательном движениях

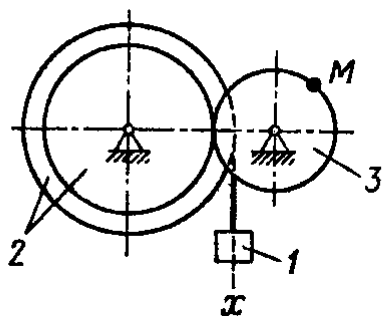
По заданному уравнению прямолинейного поступательного движения груза 1 определить скорость, а также касательное, нормальное и полное ускорения точки M механизма в момент времени, когда путь, пройденный грузом, равен s . Схемы механизмов показаны на рис. 1–3, а необходимые для расчёта данные помещены в таблице 1.

Таблица 1

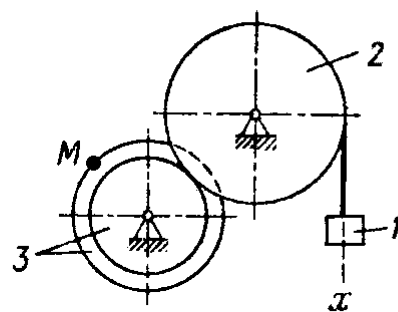
Номер варианта (рис.19-21)	Радиусы, см				Закон движения груза 1 $x=x(t)$ (x – см, t – с)	s , см
	R_2	r_2	R_3	r_3		
1	60	45	36	–	$10+100 t^2$	50
2	80	–	60	45	$80 t^2$	10
3	100	60	75	–	$18+70 t^2$	20
4	58	45	60	–	$50 t^2$	50
5	80	–	45	30	$8+40 t^2$	10
6	100	60	30	–	$5+60 t^2$	50
7	45	35	105	–	$7+90 t^2$	20
8	35	10	10	–	$4+30 t^2$	50
9	40	30	15	–	$3+80 t^2$	20
10	15	–	40	35	$70 t^2$	40
11	40	25	20	–	$5+40 t^2$	30
12	20	15	10	–	$2+50 t^2$	10
13	30	20	40	–	$60 t^2$	40
14	15	10	15	–	$6+20 t$	10
15	15	10	15	–	$8+40 t^2$	30
16	20	15	15	–	$3+40 t^2$	40

17	15	10	20	–	$80 t^2$	60
18	20	15	10	–	$4+20 t$	30
19	15	10	20	–	$5+80 t^2$	20
20	25	15	10	–	$50 t^2$	30
21	20	10	30	10	$4+90 t^2$	50
22	40	20	35	–	$10+40 t^2$	50
23	40	30	30	15	$7+40 t$	60
24	30	15	40	20	$90 t^2$	20
25	50	20	60	–	$20+50 t$	50
26	32	16	32	16	$5+60 t^2$	10
27	40	18	40	18	$6+30 t^2$	30
28	40	20	40	15	$50 t^2$	40
29	25	20	50	25	$3+30 t$	60
30	30	15	20	–	$5+60 t^2$	20

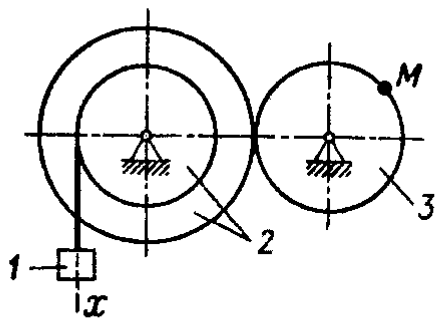
1



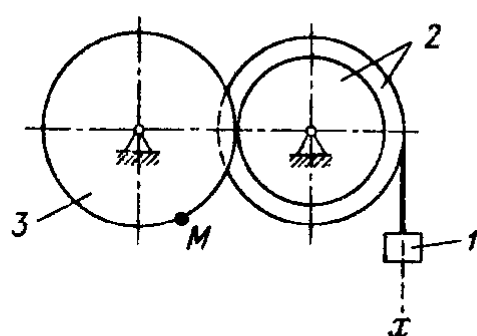
2



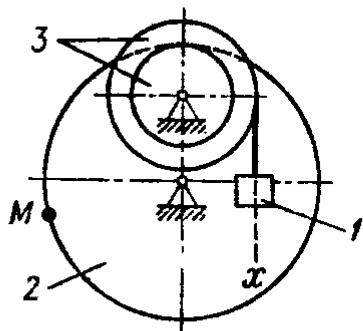
3



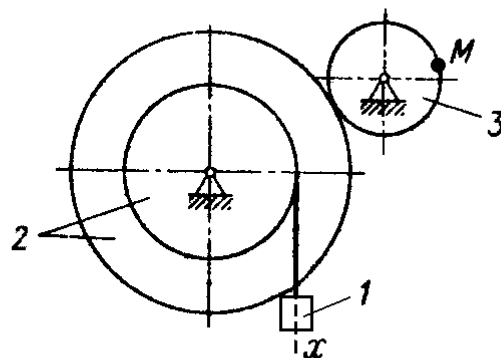
4



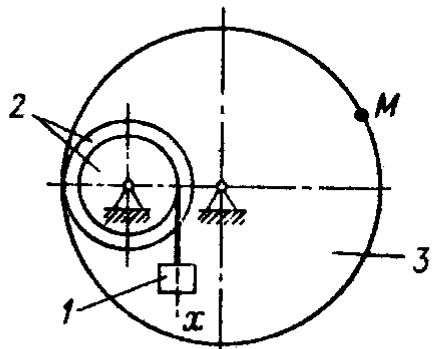
5



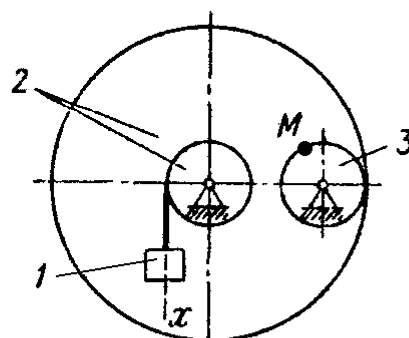
6



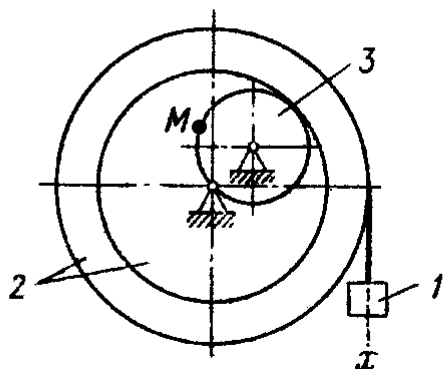
7



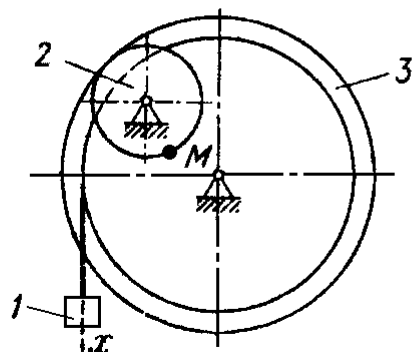
8



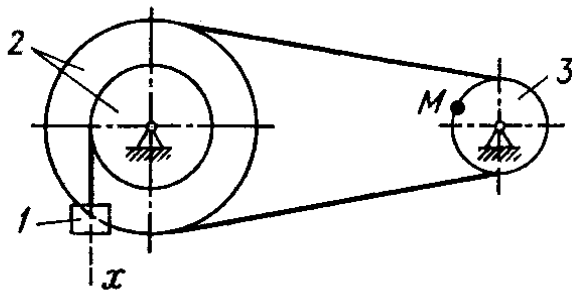
9



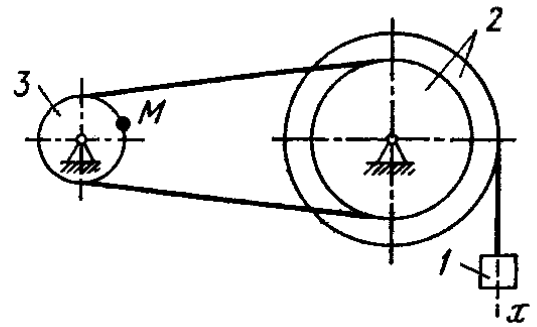
10



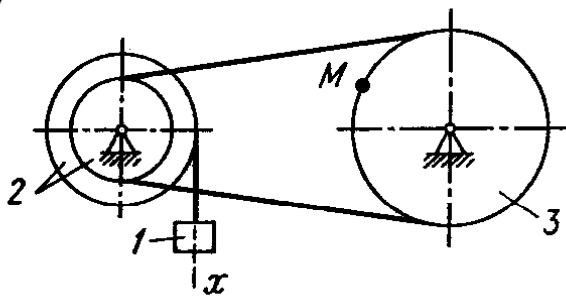
11



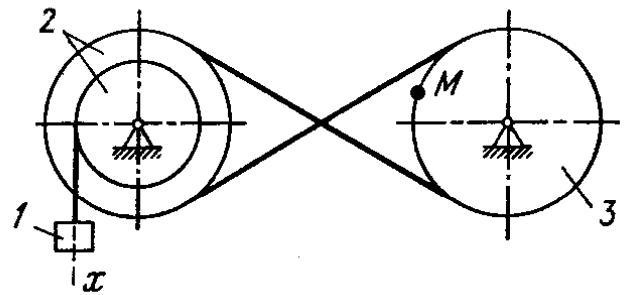
12



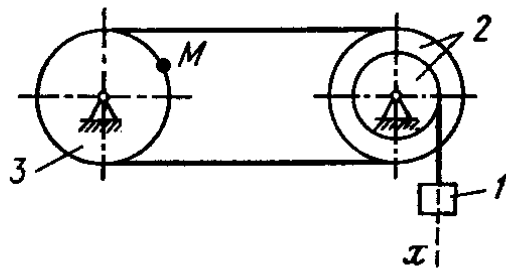
13



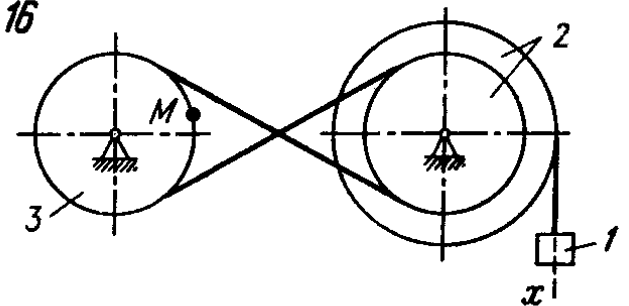
14



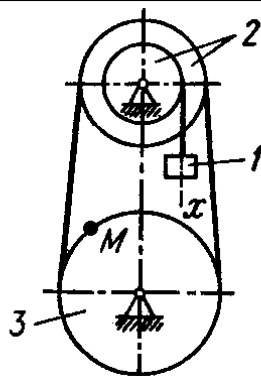
15



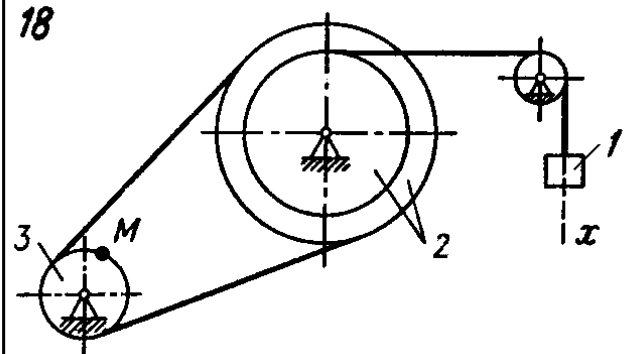
16



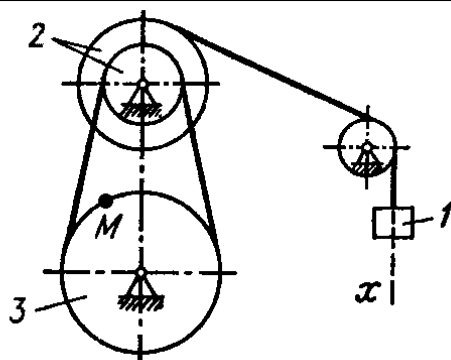
17



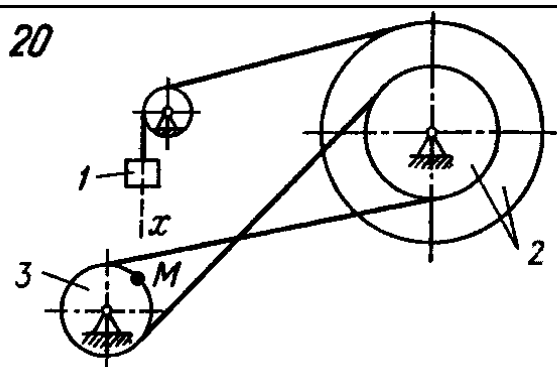
18



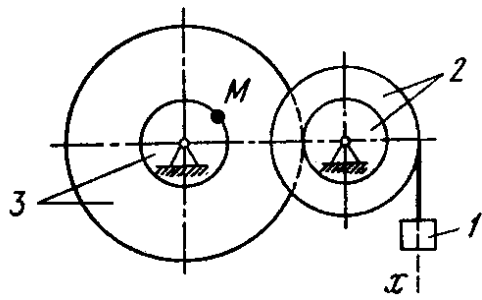
19



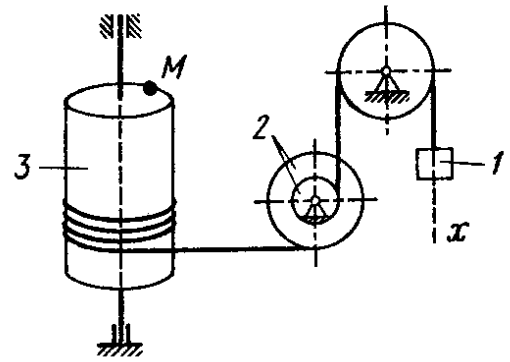
20



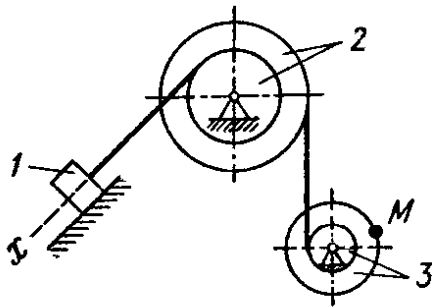
21



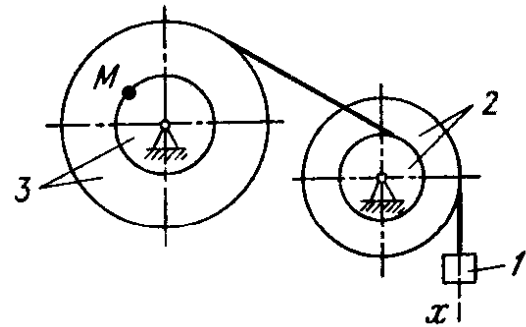
22



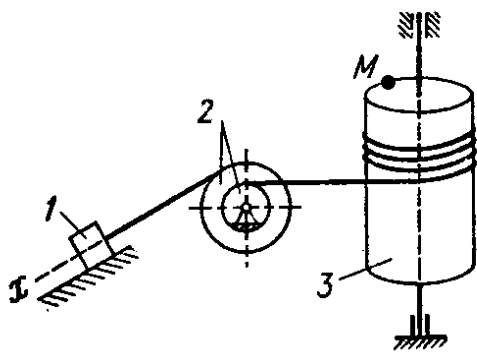
23



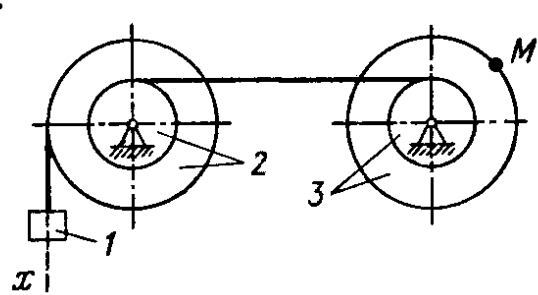
24



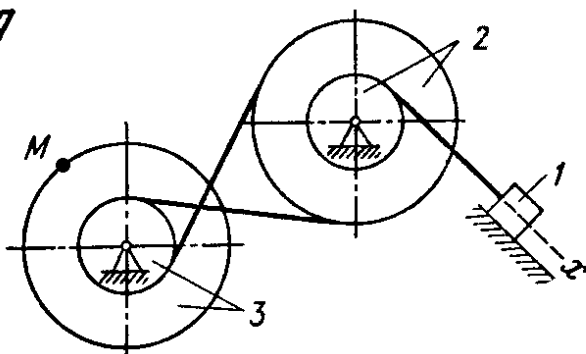
25



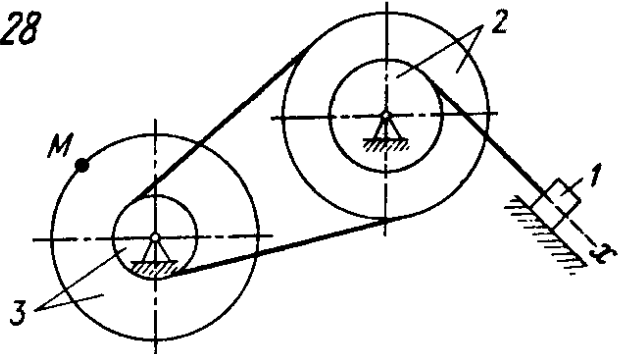
26



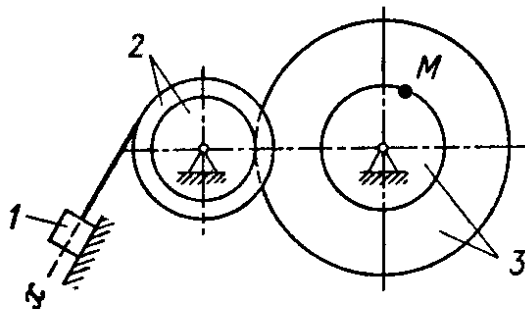
27



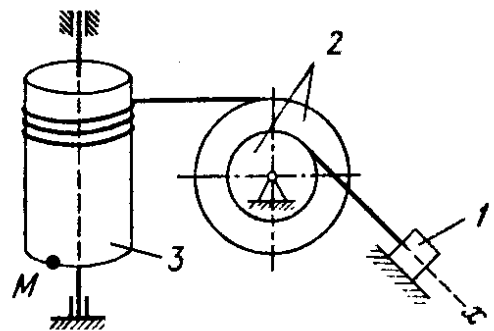
28



29



30



Пример выполнения задания.

Исходные данные: схема механизма (рис. 1);

закон движения $x = 2 + 70t^2$ см, (t – в секундах);

$R_2 = 50$ см; $r_2 = 30$ см; $R_3 = 60$ см; $r_3 = 40$ см; $s = 40$ см.

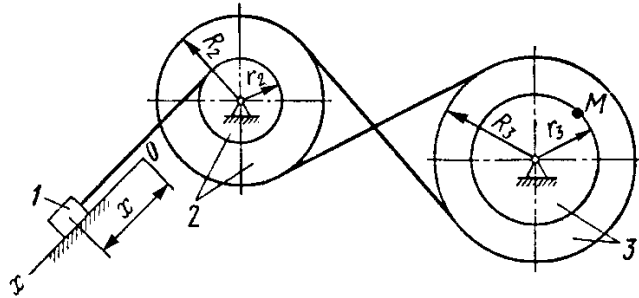


Рис. 1

Решение. Найдём момент времени τ , когда путь s , пройденный грузом, равен 40 см:

$$s = x(\tau) = 2 + 70\tau^2 = 40,$$

откуда

$$\tau = \sqrt{\frac{s-2}{70}} = \sqrt{\frac{38}{70}} = 0,74 \text{ с}.$$

Дифференцированием по времени уравнения движения найдём скорость груза:

$$V_I = |\dot{x}| = 140 t \text{ см/с}.$$

Угловая скорость звена 2 (рис. 2)

$$\omega_2 = \frac{V_I}{r_2} = 140 \frac{t}{30} = \frac{14}{3} \cdot t \text{ (рад/с)}.$$

Угловые скорости шкивов 2 и 3, с гибкой связью обратно пропорциональны радиусам, т. е.

$$\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{R_3}{R_2},$$

откуда $\omega_3 = \frac{R_2}{R_3} \cdot \omega_2 = \frac{50}{60} \cdot \frac{14}{3} \cdot t = \frac{35}{9} \cdot t \text{ (рад/с)}.$

Угловое ускорение

$$\varepsilon_3 = \dot{\omega}_3 = \frac{35}{9} \text{ рад/с}^2 = \text{const.}$$

Скорость точки M $V_M = r_3 \cdot \omega_3 = 40 \omega_3$

направлена перпендикулярно к радиусу в сторону вращения колеса 3.

Касательное ускорение точки M (рис. 2)

$$a_M^\tau = r_3 \varepsilon_3 = 40 \varepsilon_3$$

имеет одинаковое со скоростью направление, так как в рассматриваемом примере вращение колёс ускоренное.

Нормальное ускорение точки M

$$a_M^n = r_3 \omega_3^2 = 40 \omega_3^2$$

направлено по радиусу к центру колеса (рис. 2).

Полное ускорение

$$a_M = \sqrt{(a_M^\tau)^2 + (a_M^n)^2}.$$

Значения этих величин для момента времени $t = \tau$ сведены в таблице.

$\omega_3, \text{ рад/с}$	$\varepsilon_3, \text{ рад/с}^2$	$V_M, \text{ см/с}$	Ускорение, см/с^2		
			a_M^τ	a_M^n	a_M
2,88	3,89	115,11	155,56	331,26	365,97

Скорость и ускорение точки M показаны на рис. 2.

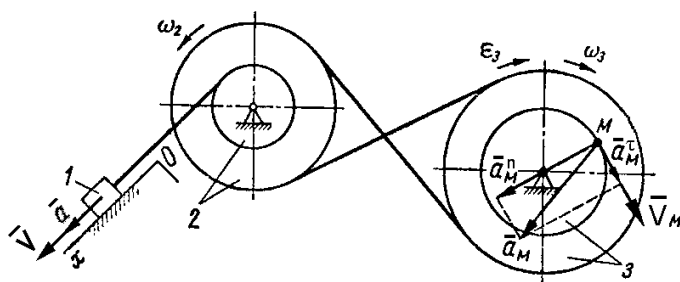


Рис. 2