

Задача Д3

Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

Механическая система (рис. Д3.1–Д3.10, табл. Д3) состоит из грузов 3 и 4, сплошного однородного цилиндрического катка 5 и ступенчатых шкивов 1 и 2 с радиусами ступеней $R_1 = 0,3$ м; $r_1 = 0,1$ м; $R_2 = 0,2$ м; $r_2 = 0,1$ м (массу каждого шкива считать равномерно распределенной по его внешнему ободу). Тела системы соединены друг с другом нитями, намотанными на шкивы; участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. Коэффициент трения груза о плоскость равен $f = 0,1$. Каток катится по плоскости без скольжения. Трением качения пренебречь.

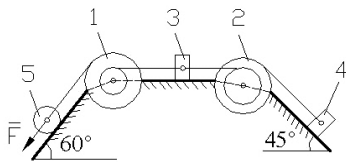


Рис. Д3.1

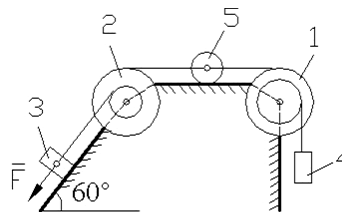


Рис. Д3.2

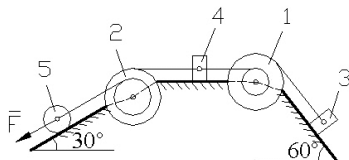


Рис. Д3.3

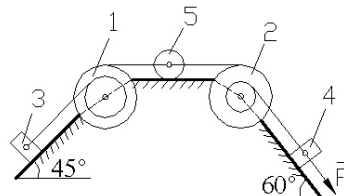


Рис. Д3.4

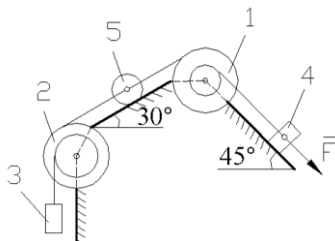


Рис. Д3.5

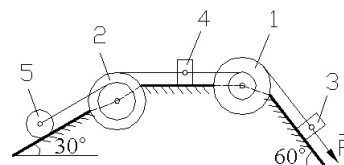


Рис. Д3.6

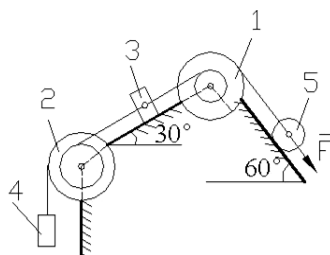


Рис. Д3.7

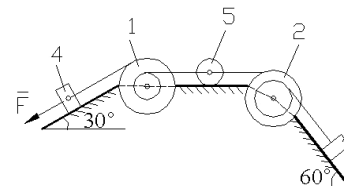


Рис. Д3.8

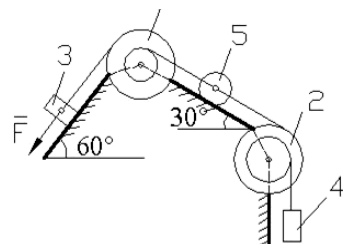


Рис. Д3.9

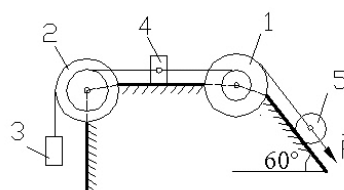


Рис. Д3.10

Т а б л и ц а ДЗ

Номер варианта	Номер рисунка	Масса тел системы, кг					Момент сил сопротивления, Нм		Движущая сила $F = F(S)$, Н	Перемещение S , м	Найти
		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	M_1	M_2			
1	1	2	0	0	6	4	0	0,8	$50(2 + 3 \cdot S)$	1,0	V_4
2	2	6	0	8	0	2	0,6	0	$20(5 + 2 \cdot S)$	1,2	ω_5
3	3	0	4	0	8	6	0	0,4	$80(3 + 4 \cdot S)$	0,8	V_{C5}
4	4	0	2	10	0	4	0,3	0	$40(4 + 5 \cdot S)$	0,6	V_3
5	5	8	0	0	6	2	0	0,6	$30(3 + 2 \cdot S)$	1,4	ω_1
6	6	8	0	6	0	4	0,9	0	$40(3 + 5 \cdot S)$	1,6	V_3
7	7	0	6	0	8	2	0	0,8	$60(2 + 5 \cdot S)$	1,0	ω_2
8	8	0	4	10	0	6	0,6	0	$30(8 + 3 \cdot S)$	0,8	ω_5
9	9	6	0	8	0	4	0,3	0	$50(2 + 5 \cdot S)$	1,6	V_{C5}
10	10	0	4	0	10	6	0	0,4	$50(3 + 2 \cdot S)$	1,4	V_4
11	4	0	2	10	0	4	0,3	0	$40(4 + 5 \cdot S)$	0,6	V_3
12	5	8	0	0	6	2	0	0,6	$30(3 + 2 \cdot S)$	1,4	ω_1
13	6	8	0	6	0	4	0,9	0	$40(3 + 5 \cdot S)$	1,6	V_3
14	7	0	6	0	8	2	0	0,8	$60(2 + 5 \cdot S)$	1,0	ω_2
15	9	6	0	8	0	4	0,3	0	$50(2 + 5 \cdot S)$	1,6	V_{C5}
16	10	0	4	0	10	6	0	0,4	$50(3 + 2 \cdot S)$	1,4	V_4
17	5	8	0	0	6	2	0	0,6	$30(3 + 2 \cdot S)$	1,4	ω_1
18	6	8	0	6	0	4	0,9	0	$40(3 + 5 \cdot S)$	1,6	V_3
19	1	2	0	0	6	4	0	0,8	$50(2 + 3 \cdot S)$	1,0	V_4
20	8	0	4	10	0	6	0,6	0	$30(8 + 3 \cdot S)$	0,8	ω_5
21	3	0	4	0	8	6	0	0,4	$80(3 + 4 \cdot S)$	0,8	V_{C5}
22	1	2	0	0	6	4	0	0,8	$50(2 + 3 \cdot S)$	1,0	V_4
23	8	0	4	10	0	6	0,6	0	$30(8 + 3 \cdot S)$	0,8	ω_5
24	9	6	0	8	0	4	0,3	0	$50(2 + 5 \cdot S)$	1,6	V_{C5}
25	4	0	2	10	0	4	0,3	0	$40(4 + 5 \cdot S)$	0,6	V_3
26	7	0	6	0	8	2	0	0,8	$60(2 + 5 \cdot S)$	1,0	ω_2
27	2	6	0	8	0	2	0,6	0	$20(5 + 2 \cdot S)$	1,2	ω_5
28	5	8	0	0	6	2	0	0,6	$30(3 + 2 \cdot S)$	1,4	ω_1
29	7	0	6	0	8	2	0	0,8	$60(2 + 5 \cdot S)$	1,0	ω_2
30	3	0	4	0	8	6	0	0,4	$80(3 + 4 \cdot S)$	0,8	V_{C5}

Под действием силы $F = F(S)$, зависящей от перемещения S точки приложения силы, система приходит в движение из состояния покоя. При движении системы на шкивы 1 и 2 действуют постоянные моменты сил сопротивлений, равные, соответственно, M_1 и M_2 .

Определить значение скорости, указанной в последнем столбце таблицы, в тот момент времени, когда перемещение точки приложения силы \bar{F} равно S .

Обозначения

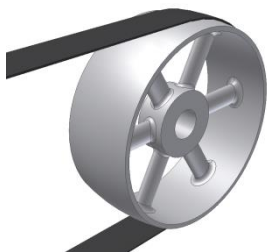
V_3 – скорость груза 3;

V_{C_5} – скорость центра масс катка 5;

ω_1 – угловая скорость тела 1 и т.д.

Указания. При решении задачи ДЗ следует учесть, что кинетическая энергия системы равна сумме кинетической энергий всех входящих в систему тел; эту энергию нужно выразить через ту скорость (линейную или угловую), которую в задаче надо определить. При вычислении кинетической энергии катка, движущегося плоскопараллельно, для установления зависимости между его угловой скоростью и скоростью его центра масс нужно воспользоваться понятием о мгновенном центре скоростей (кинематика). При определении работы все перемещения следует выразить через заданное перемещение S , учитывая, что зависимость между перемещениями здесь будет такой же, как между соответствующими скоростями.

Если по данным табл. ДЗ масса груза равна 0, то этот груз на чертеже изображать не надо. Шкивы 1 и 2 всегда входят в систему.



СПРАВКА

Шкив — **фрикционное колесо** с ободом или канавкой по окружности, которое передаёт движение приводному ремню или канату. Используется как одна из основных частей ремённой передачи.

В отличие от **блока**, шкив передаёт усилие с оси на ремень (либо с ремня на ось); блок же вращается на оси свободно и обеспечивает исключительно изменение направления движения ремня или каната.