

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

Консервативная механическая система с идеальными стационарными связями имеет две степени свободы и представляет собой механизм, состоящий из груза A , блока B (большой радиус R , меньший r , радиус инерции i_B) и цилиндра C радиусом R_C . Механизм установлен на призме D , закрепленной на осях двух однородных цилиндров E . К призме приложена постоянная по величине горизонтальная сила F . Качение цилиндра C (блока B) и цилиндров E происходит без проскальзывания. Трением качения и скольжения пренебречь. Используя уравнение Лагранжа 2-го рода для консервативных систем, найти ускорение призмы.

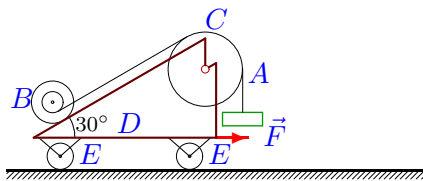
Систему уравнений Лагранжа записываем в виде

$$\begin{aligned} a_{11}\ddot{x}_1 + a_{12}\ddot{x}_2 &= Q_1, \\ a_{21}\ddot{x}_1 + a_{22}\ddot{x}_2 &= Q_2, \end{aligned}$$

где введены обобщенные координаты: x_1 — горизонтальное смещение призмы D , x_2 — смещение груза относительно призмы. В таблице ответов приведены инерционные коэффициенты системы a_{11} , a_{12} , a_{22} в кг, обобщенные силы Q_1 , Q_2 — в Н и ускорение призмы a_D в проекции на ось x — в м/с^2 .

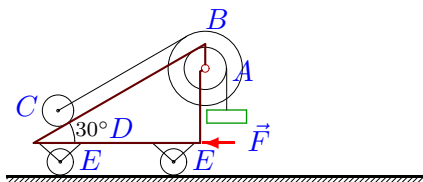
Кирсанов М.Н. **Решбник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 384 с. (с.318.)

Задача 10.1.



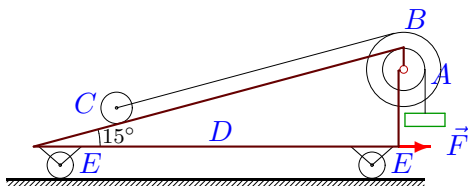
	$m_A = 9$ кг,
$R_B = 40$ см,	$m_B = 6$ кг,
$r_B = 20$ см,	$m_C = 13$ кг,
$R_C = 70$ см,	$m_D = 2$ кг,
$i_B = 31$ см,	$m_E = 2$ кг,
$R_E = 71$ см,	$F = 13$ Н.

Задача 10.2.



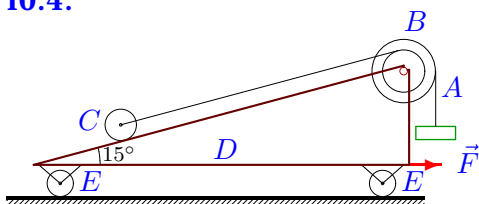
	$m_A = 6$ кг,
$R_B = 70$ см,	$m_B = 3$ кг,
$r_B = 40$ см,	$m_C = 11$ кг,
$R_C = 30$ см,	$m_D = 1$ кг,
$i_B = 56$ см,	$m_E = 5$ кг,
$R_E = 31$ см,	$F = 20$ Н.

Задача 10.3.



	$m_A = 12$ кг,
$R_B = 28$ см,	$m_B = 3$ кг,
$r_B = 16$ см,	$m_C = 18$ кг,
$R_C = 12$ см,	$m_D = 1$ кг,
$i_B = 25$ см,	$m_E = 2$ кг,
$R_E = 13$ см,	$F = 17$ Н.

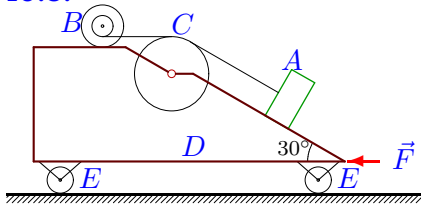
Задача 10.4.



	$m_A = 12$ кг,
$R_B = 24$ см,	$m_B = 3$ кг,
$r_B = 16$ см,	$m_C = 19$ кг,
$R_C = 12$ см,	$m_D = 1$ кг,
$i_B = 23$ см,	$m_E = 6$ кг,
$R_E = 13$ см,	$F = 19$ Н.

Задача 10.5.

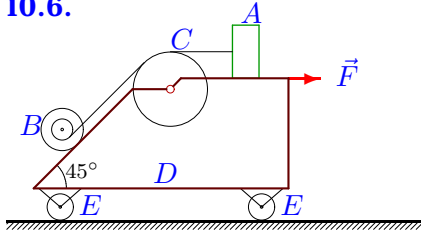
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 16 \text{ см}, & m_A &= 18 \text{ кг}, \\
 r_B &= 8 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 28 \text{ см}, & m_C &= 23 \text{ кг}, \\
 i_B &= 16 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 29 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 & & F &= 20 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.6.

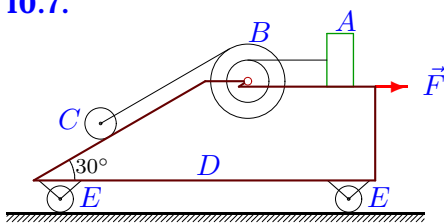
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 16 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 r_B &= 8 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 28 \text{ см}, & m_C &= 13 \text{ кг}, \\
 i_B &= 14 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 29 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 & & F &= 7 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.7.

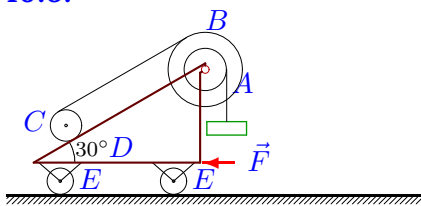
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 42 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 r_B &= 24 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 R_C &= 18 \text{ см}, & m_C &= 13 \text{ кг}, \\
 i_B &= 36 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 R_E &= 19 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 & & F &= 7 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.8.

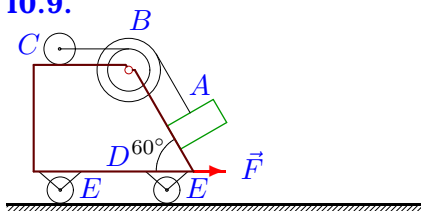
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 70 \text{ см}, & m_A &= 9 \text{ кг}, \\
 r_B &= 40 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 11 \text{ кг}, \\
 i_B &= 56 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 31 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 & & F &= 14 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.9.

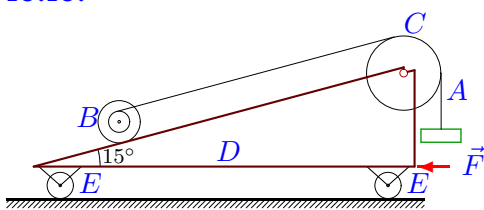
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 48 \text{ см}, & m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 r_B &= 32 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 R_C &= 24 \text{ см}, & m_C &= 20 \text{ кг}, \\
 i_B &= 44 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 R_E &= 25 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 & & F &= 15 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.10.

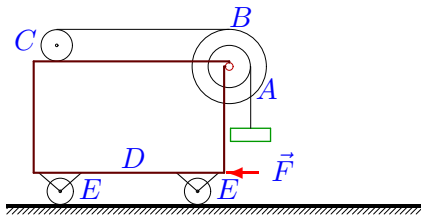
7



$$\begin{aligned}
 R_B &= 16 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 r_B &= 8 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 R_C &= 28 \text{ см}, & m_C &= 23 \text{ кг}, \\
 i_B &= 15 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 R_E &= 29 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 & & F &= 32 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.11.

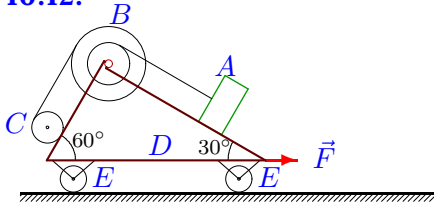
7



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 27 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 59 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 28 \text{ Н}.$

Задача 10.12.

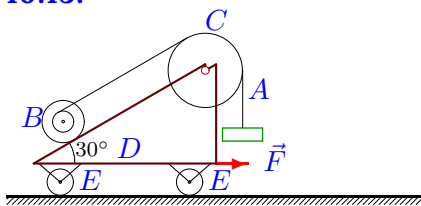
7



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$ $m_C = 17 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 47 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$ $F = 9 \text{ Н}.$

Задача 10.13.

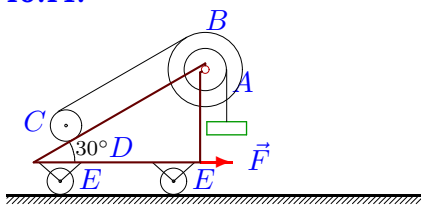
7



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 40 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 20 \text{ см},$ $m_C = 16 \text{ кг},$
 $R_c = 70 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 31 \text{ см},$ $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 71 \text{ см},$ $F = 25 \text{ Н}.$

Задача 10.14.

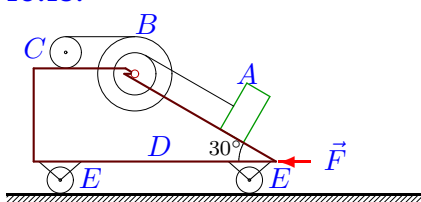
7



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 10 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 56 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 7 \text{ Н}.$

Задача 10.15.

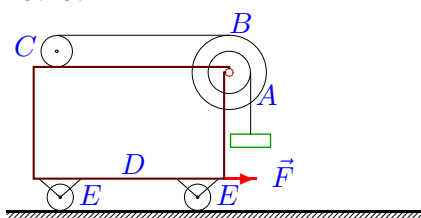
7



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 28 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 26 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 26 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$ $F = 26 \text{ Н}.$

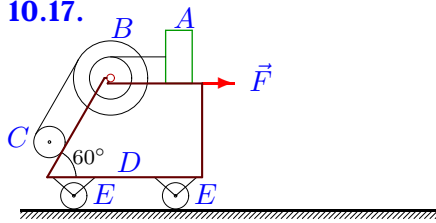
Задача 10.16.

7



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 26 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 59 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 21 \text{ Н}.$

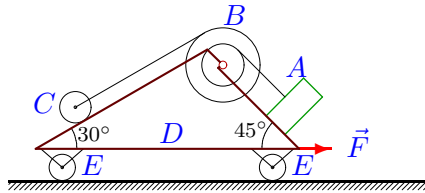
Задача 10.17.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 24 \text{ кг},$
 $R_C = 18 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 36 \text{ см},$ $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 23 \text{ Н}.$

7

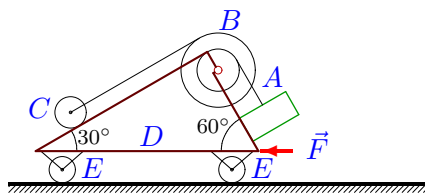
Задача 10.18.



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 14 \text{ кг},$
 $R_C = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 21 \text{ Н}.$

7

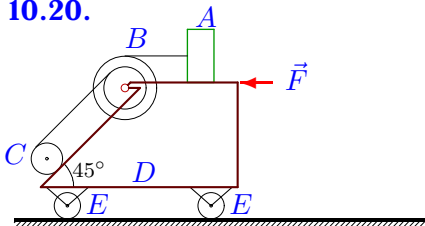
Задача 10.19.



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$ $m_C = 10 \text{ кг},$
 $R_C = 24 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 45 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$ $F = 18 \text{ Н}.$

7

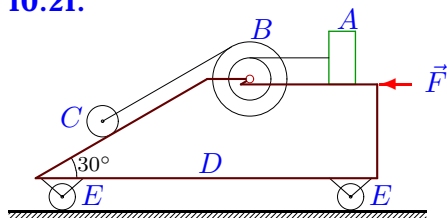
Задача 10.20.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 19 \text{ кг},$
 $R_C = 12 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 22 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$ $F = 24 \text{ Н}.$

7

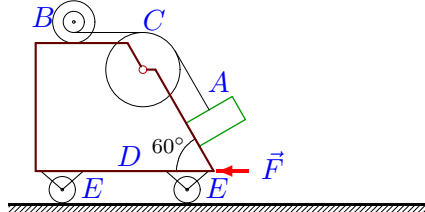
Задача 10.21.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 17 \text{ кг},$
 $R_C = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 36 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 20 \text{ Н}.$

7

Задача 10.22.

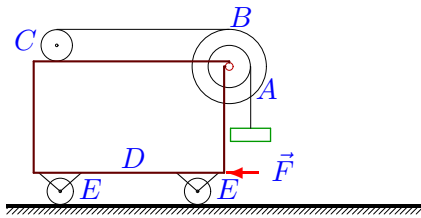


$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 32 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 30 \text{ кг},$
 $R_C = 56 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 28 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 57 \text{ см},$ $F = 34 \text{ Н}.$

7

Задача 10.23.

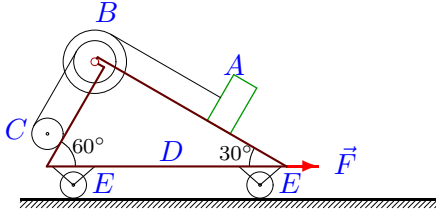
7



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 30 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 59 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 34 \text{ Н}.$

Задача 10.24.

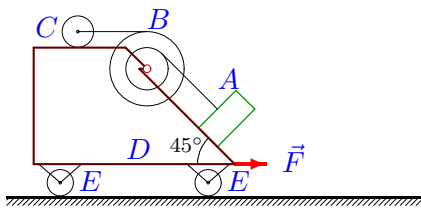
7



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 48 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$ $m_C = 27 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 43 \text{ см},$ $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$ $F = 29 \text{ Н}.$

Задача 10.25.

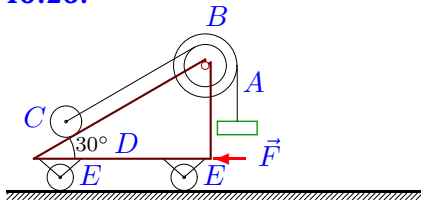
7



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 27 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 37 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 29 \text{ Н}.$

Задача 10.26.

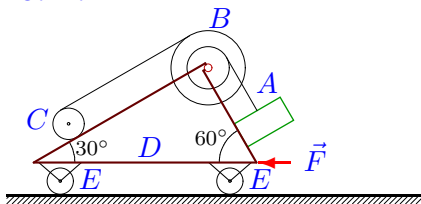
7



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 9 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 51 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 16 \text{ Н}.$

Задача 10.27.

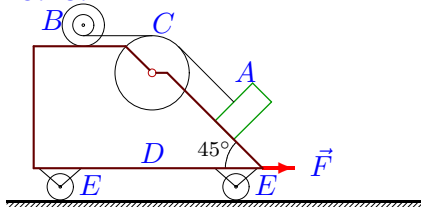
7



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$ $m_C = 17 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 45 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$ $F = 26 \text{ Н}.$

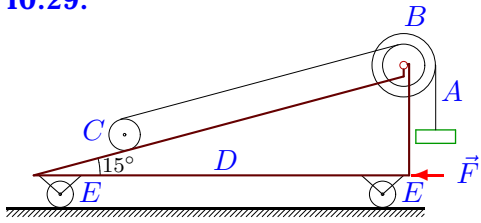
Задача 10.28.

7



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 12 \text{ см},$ $m_C = 28 \text{ кг},$
 $R_c = 42 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 22 \text{ см},$ $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 43 \text{ см},$ $F = 25 \text{ Н}.$

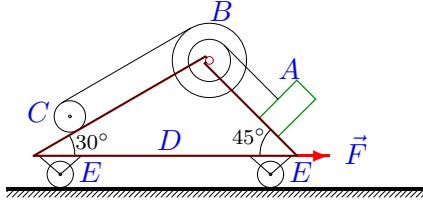
Задача 10.29.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 25 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 23 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$ $F = 30 \text{ Н}.$

7

Задача 10.30.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 19 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 25 \text{ Н}.$

7

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

№	a_{11}	a_{12}	a_{22}	Q_1	Q_2	a_D
1	36.000	20.785	53.915	13.000	58.860	-0.346
2	36.000	-16.671	62.411	-20.000	35.561	-0.333
3	40.000	30.427	102.012	17.000	37.741	0.186
4	53.000	12.235	27.422	19.000	85.559	-0.403
5	58.000	55.177	77.500	-20.000	176.580	-7.786
6	45.000	-20.485	60.875	7.000	83.241	0.919
7	35.000	-31.702	78.469	7.000	111.589	2.347
8	37.000	16.671	33.393	-14.000	82.159	-1.918
9	57.000	20.833	30.854	15.000	127.436	-1.655
10	48.000	1.932	26.005	-32.000	112.642	-0.844
11	68.000	47.250	62.062	-28.000	353.160	-9.270
12	46.000	-20.428	47.467	9.000	52.799	0.853
13	44.000	1.732	16.134	25.000	49.050	0.450
14	33.000	15.155	32.244	7.000	90.743	-1.378
15	61.000	76.677	63.703	-26.000	176.580	7.623
16	58.000	45.500	60.913	21.000	353.160	-10.111
17	65.000	-25.500	56.063	23.000	178.410	1.950
18	36.000	-25.460	76.333	21.000	78.552	1.716
19	29.000	-18.155	57.870	-18.000	34.863	-0.303
20	48.000	-16.478	20.208	-24.000	43.933	0.342
21	48.000	-37.764	96.844	-20.000	145.924	1.109
22	71.000	42.000	75.375	-34.000	305.846	-4.295
23	71.000	52.500	65.507	-34.000	353.160	-10.961
24	62.000	-17.490	24.315	29.000	2.886	0.629
25	52.000	57.857	146.161	29.000	104.051	-0.419
26	34.000	5.196	14.167	-16.000	29.430	-0.835
27	49.000	34.764	40.389	-26.000	6.999	-1.679
28	66.000	49.456	76.167	25.000	249.722	-4.047
29	63.000	16.099	24.677	-30.000	251.983	-3.703
30	42.000	-20.762	42.862	25.000	19.115	1.072