

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.

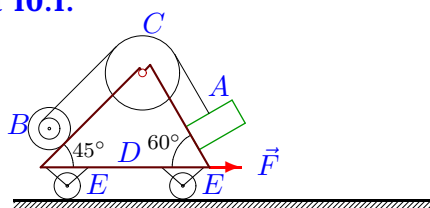
Систему уравнений Лагранжа записываем в виде

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

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/с².

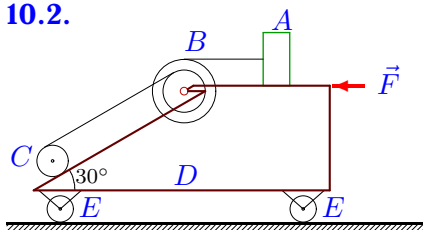
Кирсанов М.Н. **Решebник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 384 с. (с.318.)

Задача 10.1.



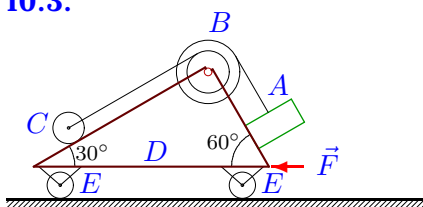
$m_A = 9$ кг,	2
$R_B = 40$ см,	$m_B = 3$ кг,
$r_B = 20$ см,	$m_C = 21$ кг,
$R_C = 70$ см,	$m_D = 1$ кг,
$i_B = 32$ см,	$m_E = 6$ кг,
$R_E = 71$ см,	$F = 29$ Н.

Задача 10.2.



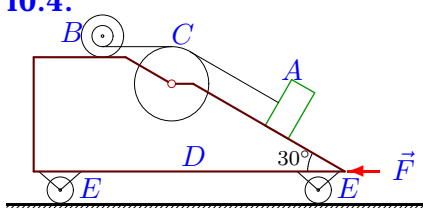
$m_A = 9$ кг,	2
$R_B = 24$ см,	$m_B = 6$ кг,
$r_B = 16$ см,	$m_C = 10$ кг,
$R_C = 12$ см,	$m_D = 2$ кг,
$i_B = 21$ см,	$m_E = 3$ кг,
$R_E = 13$ см,	$F = 12$ Н.

Задача 10.3.



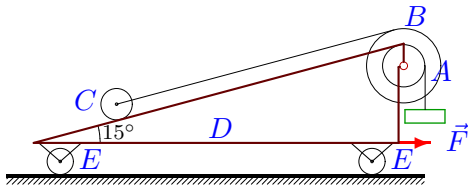
$m_A = 6$ кг,	2
$R_B = 48$ см,	$m_B = 3$ кг,
$r_B = 32$ см,	$m_C = 16$ кг,
$R_C = 24$ см,	$m_D = 1$ кг,
$i_B = 41$ см,	$m_E = 3$ кг,
$R_E = 25$ см,	$F = 30$ Н.

Задача 10.4.



$m_A = 18$ кг,	2
$R_B = 16$ см,	$m_B = 6$ кг,
$r_B = 8$ см,	$m_C = 24$ кг,
$R_C = 28$ см,	$m_D = 2$ кг,
$i_B = 16$ см,	$m_E = 5$ кг,
$R_E = 29$ см,	$F = 22$ Н.

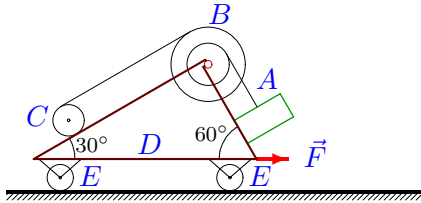
Задача 10.5.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 28 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 25 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$
 $F = 23 \text{ Н}.$

2

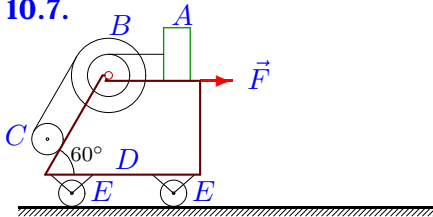
Задача 10.6.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $m_C = 15 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 45 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $F = 17 \text{ Н}.$

2

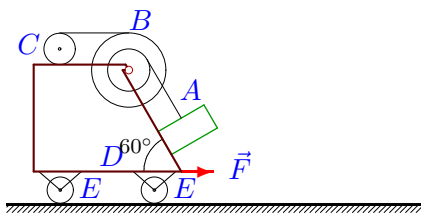
Задача 10.7.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 36 \text{ см},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 13 \text{ Н}.$

2

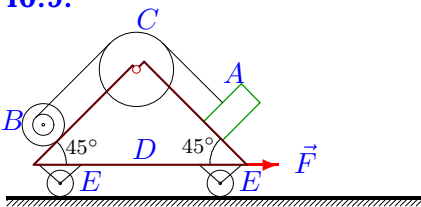
Задача 10.8.



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 48 \text{ см},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $F = 11 \text{ Н}.$

2

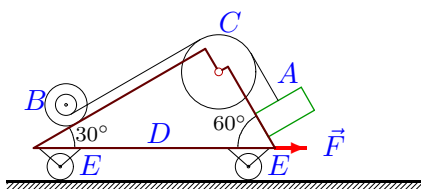
Задача 10.9.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 32 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_c = 56 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 26 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 57 \text{ см},$
 $F = 29 \text{ Н}.$

2

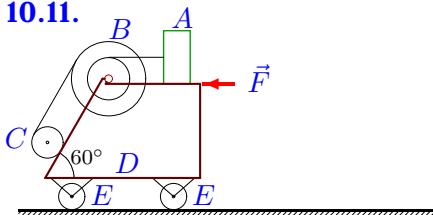
Задача 10.10.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 32 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $m_C = 14 \text{ кг},$
 $R_c = 56 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 25 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 57 \text{ см},$
 $F = 15 \text{ Н}.$

2

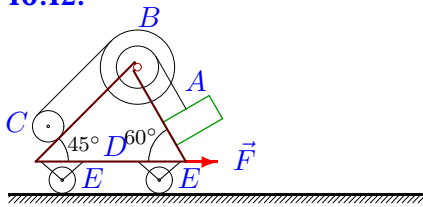
Задача 10.11.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 18 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 36 \text{ см},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 16 \text{ Н}.$

2

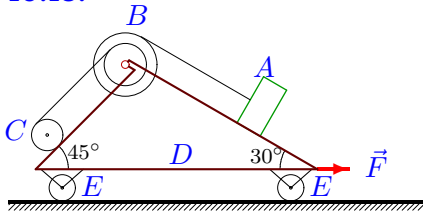
Задача 10.12.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 70 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 40 \text{ см}, \\
 m_C &= 18 \text{ кг}, \\
 R_c &= 30 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 57 \text{ см}, \\
 m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 R_E &= 31 \text{ см}, \\
 F &= 17 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

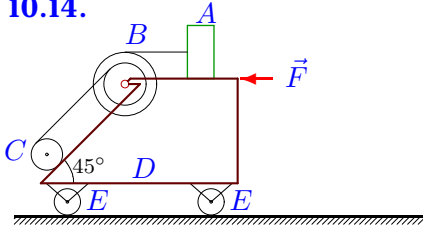
Задача 10.13.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 36 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_C &= 20 \text{ кг}, \\
 R_c &= 18 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 32 \text{ см}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 19 \text{ см}, \\
 F &= 21 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

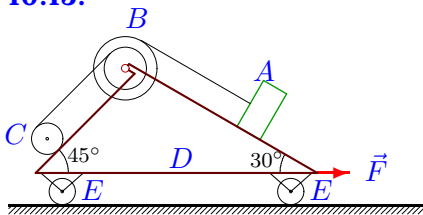
Задача 10.14.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, \\
 m_C &= 21 \text{ кг}, \\
 R_c &= 12 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 22 \text{ см}, \\
 m_E &= 5 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, \\
 F &= 28 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

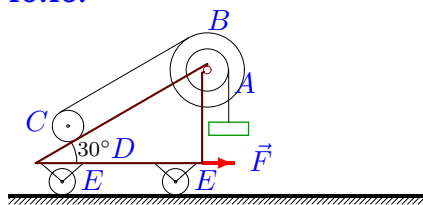
Задача 10.15.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 36 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_C &= 13 \text{ кг}, \\
 R_c &= 18 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 32 \text{ см}, \\
 m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 R_E &= 19 \text{ см}, \\
 F &= 7 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

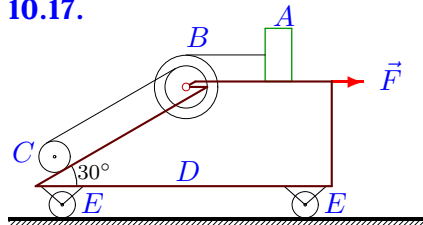
Задача 10.16.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, \\
 R_B &= 70 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 40 \text{ см}, \\
 m_C &= 12 \text{ кг}, \\
 R_c &= 30 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 56 \text{ см}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 31 \text{ см}, \\
 F &= 11 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

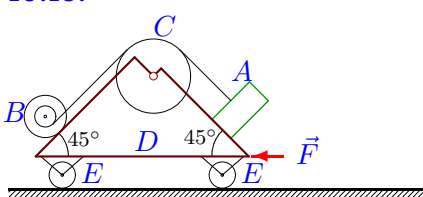
Задача 10.17.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, \\
 R_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, \\
 m_C &= 15 \text{ кг}, \\
 R_c &= 12 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 21 \text{ см}, \\
 m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, \\
 F &= 17 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

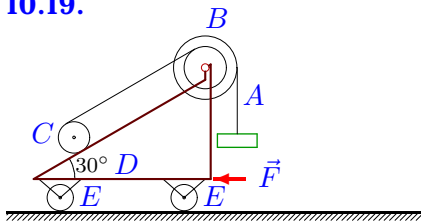
Задача 10.18.



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 32 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, \\
 m_C &= 24 \text{ кг}, \\
 R_c &= 56 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 26 \text{ см}, \\
 m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 R_E &= 57 \text{ см}, \\
 F &= 34 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

2

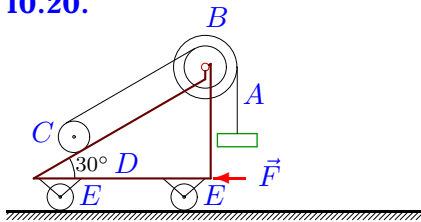
Задача 10.19.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 18 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 51 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 28 \text{ Н}.$

2

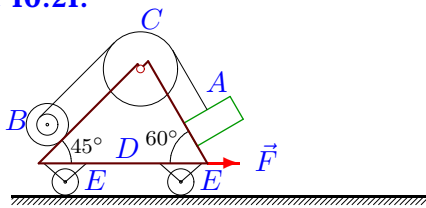
Задача 10.20.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$ $m_C = 18 \text{ кг},$
 $R_c = 30 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 51 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$ $F = 28 \text{ Н}.$

2

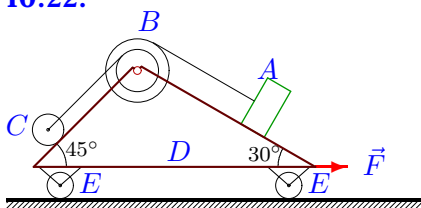
Задача 10.21.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 40 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 20 \text{ см},$ $m_C = 14 \text{ кг},$
 $R_c = 70 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 32 \text{ см},$ $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 71 \text{ см},$ $F = 15 \text{ Н}.$

2

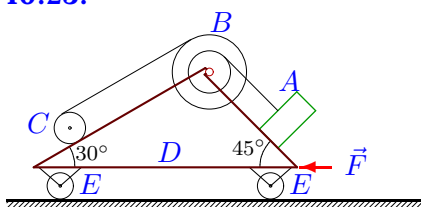
Задача 10.22.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 10 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 32 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 7 \text{ Н}.$

2

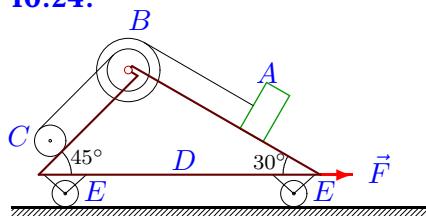
Задача 10.23.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 14 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 20 \text{ Н}.$

2

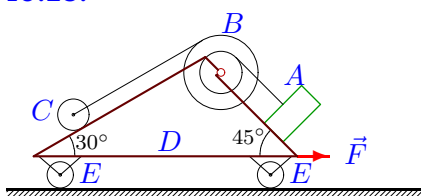
Задача 10.24.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 22 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 32 \text{ см},$ $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 25 \text{ Н}.$

2

Задача 10.25.

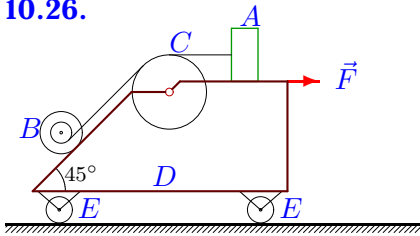


$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 15 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 23 \text{ Н}.$

2

Задача 10.26.

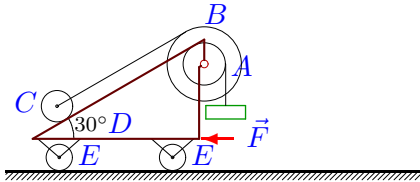
2



$R_B = 16 \text{ см,}$	$m_A = 12 \text{ кг,}$
$r_B = 8 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 28 \text{ см,}$	$m_C = 22 \text{ кг,}$
$i_B = 14 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 29 \text{ см,}$	$m_E = 4 \text{ кг,}$
	$F = 25 \text{ Н.}$

Задача 10.27.

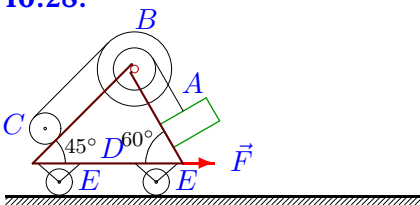
2



$R_B = 70 \text{ см,}$	$m_A = 6 \text{ кг,}$
$r_B = 40 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 30 \text{ см,}$	$m_C = 16 \text{ кг,}$
$i_B = 56 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 31 \text{ см,}$	$m_E = 3 \text{ кг,}$
	$F = 30 \text{ Н.}$

Задача 10.28.

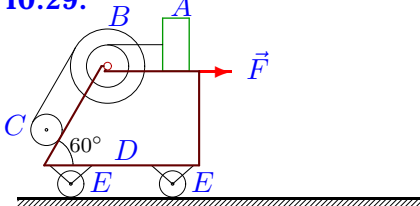
2



$R_B = 70 \text{ см,}$	$m_A = 12 \text{ кг,}$
$r_B = 40 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 30 \text{ см,}$	$m_C = 20 \text{ кг,}$
$i_B = 57 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 31 \text{ см,}$	$m_E = 6 \text{ кг,}$
	$F = 21 \text{ Н.}$

Задача 10.29.

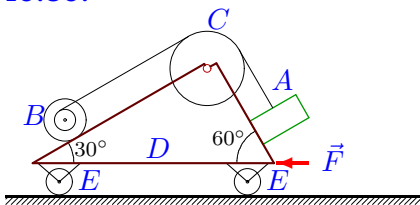
2



$R_B = 42 \text{ см,}$	$m_A = 15 \text{ кг,}$
$r_B = 24 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 18 \text{ см,}$	$m_C = 21 \text{ кг,}$
$i_B = 36 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 19 \text{ см,}$	$m_E = 6 \text{ кг,}$
	$F = 17 \text{ Н.}$

Задача 10.30.

2



$R_B = 32 \text{ см,}$	$m_A = 6 \text{ кг,}$
$r_B = 16 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 56 \text{ см,}$	$m_C = 14 \text{ кг,}$
$i_B = 25 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 57 \text{ см,}$	$m_E = 3 \text{ кг,}$
	$F = 26 \text{ Н.}$

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

№	a_{11}	a_{12}	a_{22}	Q_1	Q_2	a_D
1	52.000	5.914	21.687	29.000	62.588	0.237
2	36.000	-11.887	15.260	-12.000	16.350	0.028
3	35.000	-12.238	18.855	-30.000	1.346	-1.076
4	65.000	55.177	78.000	-22.000	176.580	-5.657
5	55.000	35.498	115.793	23.000	24.411	0.352
6	50.000	31.733	38.092	17.000	24.167	-0.133
7	48.000	-23.313	50.320	13.000	141.241	2.108
8	53.000	54.750	55.617	11.000	305.846	323.626
9	52.000	7.778	21.714	29.000	48.557	0.236
10	43.000	29.785	54.648	15.000	35.203	-0.156
11	50.000	-22.875	49.172	-16.000	133.807	1.175
12	56.000	-17.137	44.856	17.000	7.305	0.400
13	46.000	30.213	20.074	21.000	25.230	-32.143
14	56.000	-16.950	20.542	-28.000	48.557	0.287
15	51.000	26.913	18.907	7.000	57.602	-5.908
16	35.000	18.187	34.541	11.000	73.575	-1.091
17	50.000	-13.330	16.094	17.000	24.525	0.958
18	53.000	33.941	63.844	-34.000	0.000	-0.973
19	44.000	10.392	16.335	-28.000	117.720	-2.752
20	50.000	10.392	16.335	-28.000	117.720	-2.371
21	45.000	5.914	18.187	15.000	62.588	-0.124
22	29.000	-12.508	18.037	7.000	2.100	0.416
23	40.000	33.946	37.120	-20.000	4.688	-2.711
24	60.000	31.156	20.407	25.000	15.981	0.048
25	31.000	-26.976	80.927	23.000	87.136	2.365
26	54.000	-20.485	65.375	25.000	83.241	1.074
27	35.000	-24.249	85.380	-30.000	78.480	-0.274
28	58.000	-18.374	47.153	21.000	19.444	0.562
29	62.000	-24.188	52.617	17.000	156.109	1.744
30	33.000	4.732	15.147	-26.000	41.164	-1.233