

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.

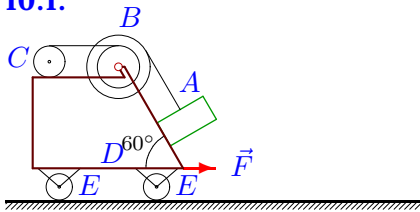
Систему уравнений Лагранжа записываем в виде

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

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 $\text{м}/\text{с}^2$.

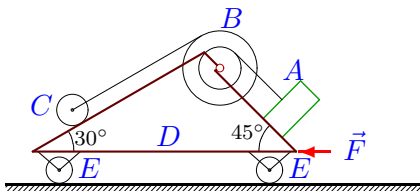
Кирсанов М.Н. **Решebник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 384 с. (с.318.)

Задача 10.1.



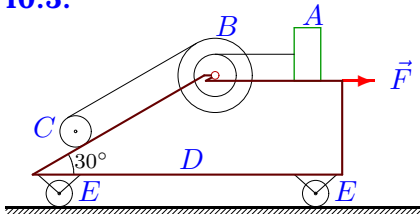
$m_A = 18 \text{ кг},$	10
$R_B = 48 \text{ см},$	$m_B = 6 \text{ кг},$
$r_B = 32 \text{ см},$	$m_C = 22 \text{ кг},$
$R_C = 24 \text{ см},$	$m_D = 2 \text{ кг},$
$i_B = 44 \text{ см},$	$m_E = 2 \text{ кг},$
$R_E = 25 \text{ см},$	$F = 13 \text{ Н}.$

Задача 10.2.



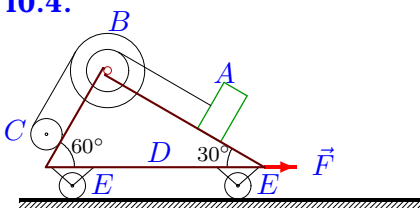
$m_A = 6 \text{ кг},$	10
$R_B = 42 \text{ см},$	$m_B = 3 \text{ кг},$
$r_B = 24 \text{ см},$	$m_C = 16 \text{ кг},$
$R_C = 18 \text{ см},$	$m_D = 1 \text{ кг},$
$i_B = 34 \text{ см},$	$m_E = 5 \text{ кг},$
$R_E = 19 \text{ см},$	$F = 30 \text{ Н}.$

Задача 10.3.



$m_A = 9 \text{ кг},$	10
$R_B = 28 \text{ см},$	$m_B = 6 \text{ кг},$
$r_B = 16 \text{ см},$	$m_C = 14 \text{ кг},$
$R_C = 12 \text{ см},$	$m_D = 2 \text{ кг},$
$i_B = 23 \text{ см},$	$m_E = 6 \text{ кг},$
$R_E = 13 \text{ см},$	$F = 15 \text{ Н}.$

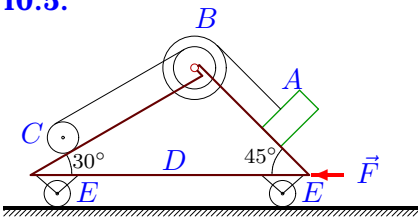
Задача 10.4.



$m_A = 15 \text{ кг},$	10
$R_B = 56 \text{ см},$	$m_B = 6 \text{ кг},$
$r_B = 32 \text{ см},$	$m_C = 17 \text{ кг},$
$R_C = 24 \text{ см},$	$m_D = 2 \text{ кг},$
$i_B = 47 \text{ см},$	$m_E = 2 \text{ кг},$
$R_E = 25 \text{ см},$	$F = 9 \text{ Н}.$

Задача 10.5.

10

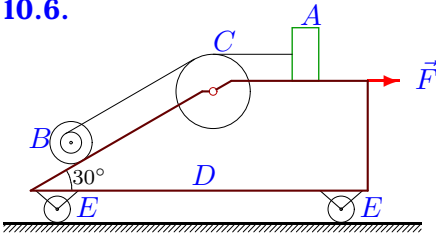


$m_A = 9 \text{ кг},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $F = 30 \text{ Н}.$

$R_B = 36 \text{ см},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $R_C = 18 \text{ см},$
 $i_B = 31 \text{ см},$
 $R_E = 19 \text{ см},$

Задача 10.6.

10

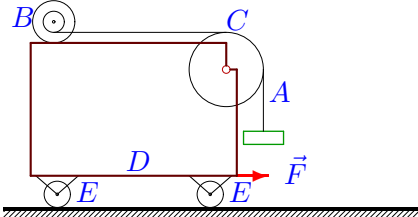


$m_A = 12 \text{ кг},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 16 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $F = 13 \text{ Н}.$

$R_B = 24 \text{ см},$
 $r_B = 12 \text{ см},$
 $R_C = 42 \text{ см},$
 $i_B = 21 \text{ см},$
 $R_E = 43 \text{ см},$

Задача 10.7.

10

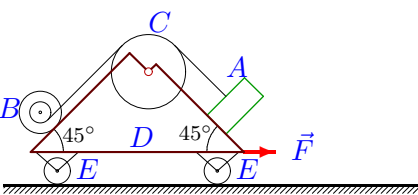


$m_A = 18 \text{ кг},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 20 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $F = 9 \text{ Н}.$

$R_B = 40 \text{ см},$
 $r_B = 20 \text{ см},$
 $R_C = 70 \text{ см},$
 $i_B = 34 \text{ см},$
 $R_E = 71 \text{ см},$

Задача 10.8.

10

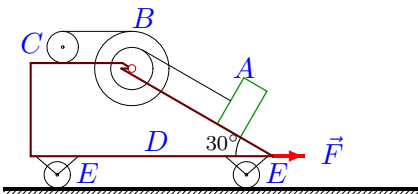


$m_A = 12 \text{ кг},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 13 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $F = 7 \text{ Н}.$

$R_B = 32 \text{ см},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $R_C = 56 \text{ см},$
 $i_B = 26 \text{ см},$
 $R_E = 57 \text{ см},$

Задача 10.9.

10

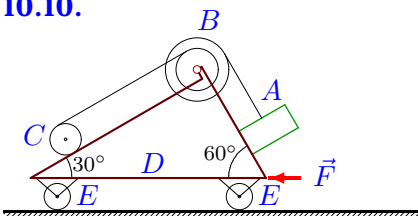


$m_A = 18 \text{ кг},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 23 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $F = 15 \text{ Н}.$

$R_B = 28 \text{ см},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $R_C = 12 \text{ см},$
 $i_B = 26 \text{ см},$
 $R_E = 13 \text{ см},$

Задача 10.10.

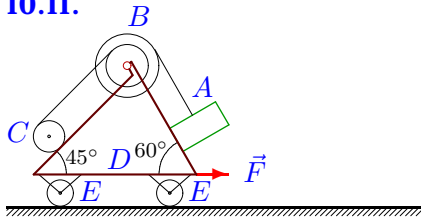
10



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 11 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $F = 14 \text{ Н}.$

$R_B = 48 \text{ см},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $R_C = 24 \text{ см},$
 $i_B = 41 \text{ см},$
 $R_E = 25 \text{ см},$

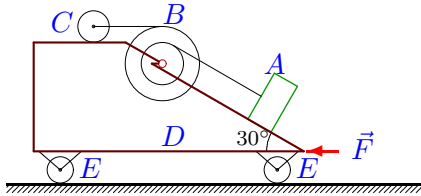
Задача 10.11.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$
 $r_B = 40 \text{ см},$
 $R_C = 30 \text{ см},$
 $i_B = 52 \text{ см},$
 $R_E = 31 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $F = 23 \text{ Н}.$

10

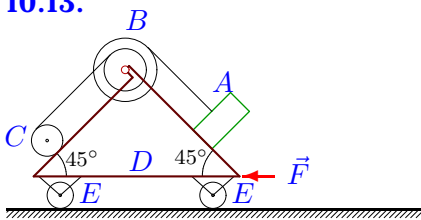
Задача 10.12.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 28 \text{ см},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $R_C = 12 \text{ см},$
 $i_B = 26 \text{ см},$
 $R_E = 13 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $F = 22 \text{ Н}.$

10

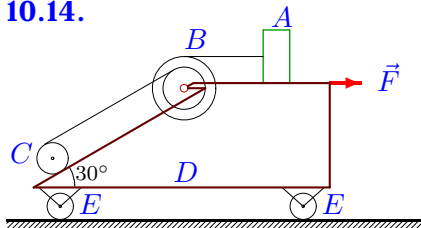
Задача 10.13.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 48 \text{ см},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $R_C = 24 \text{ см},$
 $i_B = 42 \text{ см},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 17 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $F = 20 \text{ Н}.$

10

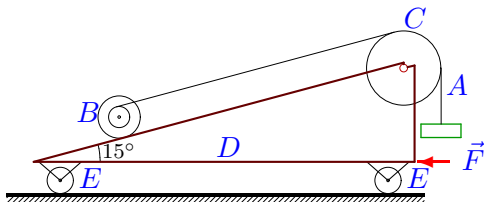
Задача 10.14.



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

10

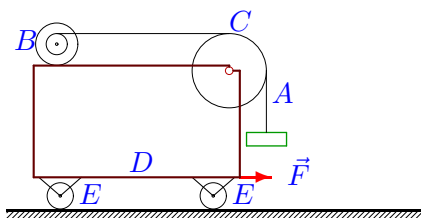
Задача 10.15.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 16 \text{ см},$
 $r_B = 8 \text{ см},$
 $R_C = 28 \text{ см},$
 $i_B = 15 \text{ см},$
 $R_E = 29 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 13 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $F = 12 \text{ Н}.$

10

Задача 10.16.

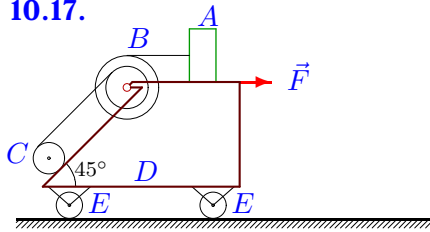


$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 40 \text{ см},$
 $r_B = 20 \text{ см},$
 $R_C = 70 \text{ см},$
 $i_B = 34 \text{ см},$
 $R_E = 71 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 26 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $F = 27 \text{ Н}.$

10

Задача 10.17.

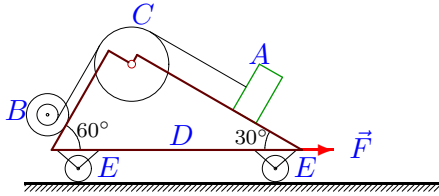
10



$$\begin{aligned}
 R_B &= 24 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 12 \text{ см}, & m_C &= 22 \text{ кг}, \\
 i_B &= 22 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 & & F &= 25 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.18.

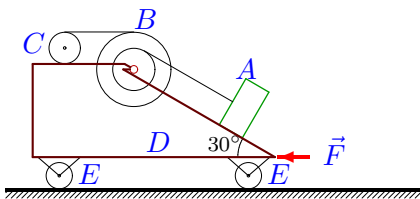
10



$$\begin{aligned}
 R_B &= 32 \text{ см}, & m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 56 \text{ см}, & m_C &= 27 \text{ кг}, \\
 i_B &= 27 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 57 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 & & F &= 29 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.19.

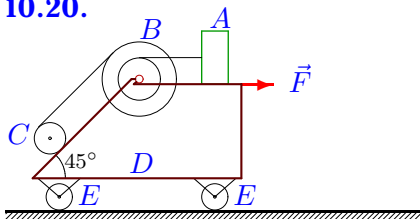
10



$$\begin{aligned}
 R_B &= 28 \text{ см}, & m_A &= 18 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 12 \text{ см}, & m_C &= 22 \text{ кг}, \\
 i_B &= 26 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 & & F &= 18 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.20.

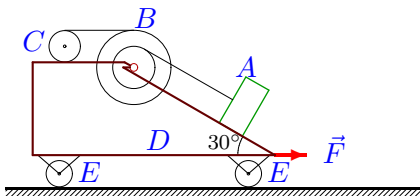
10



$$\begin{aligned}
 R_B &= 28 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 12 \text{ см}, & m_C &= 15 \text{ кг}, \\
 i_B &= 24 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 & & F &= 11 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.21.

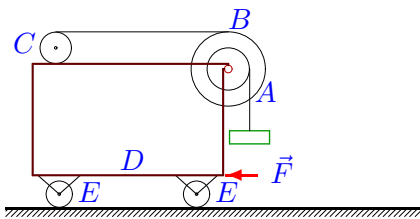
10



$$\begin{aligned}
 R_B &= 28 \text{ см}, & m_A &= 18 \text{ кг}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 R_C &= 12 \text{ см}, & m_C &= 22 \text{ кг}, \\
 i_B &= 26 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 13 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 & & F &= 13 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.22.

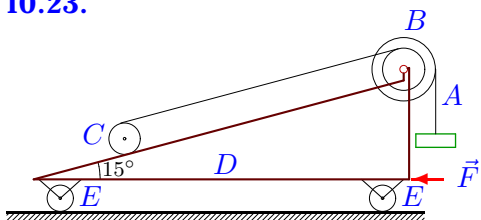
10



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

Задача 10.23.

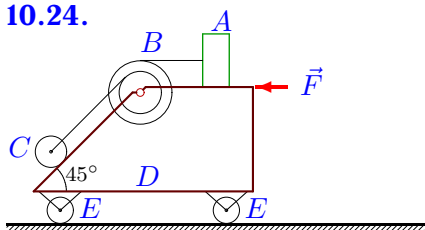
10



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 17 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 23 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$ $F = 14 \text{ Н}.$

Задача 10.24.

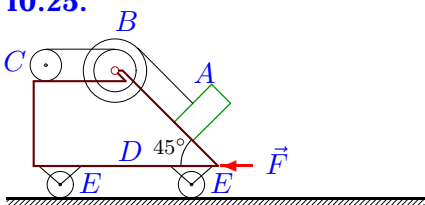
10



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 22 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$ $F = 34 \text{ Н}.$

Задача 10.25.

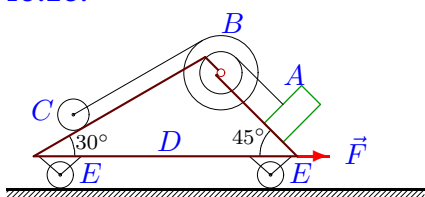
10



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 24 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 22 \text{ Н}.$

Задача 10.26.

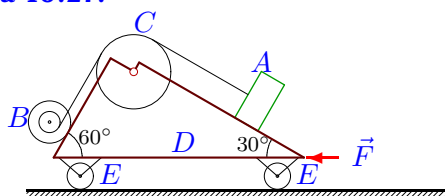
10



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$ $m_C = 12 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$ $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$ $F = 17 \text{ Н}.$

Задача 10.27.

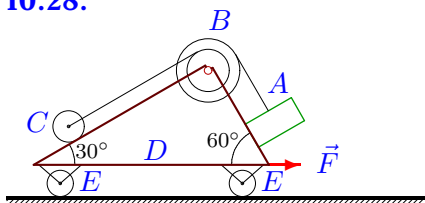
10



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 32 \text{ см},$ $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$ $m_C = 25 \text{ кг},$
 $R_c = 56 \text{ см},$ $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 27 \text{ см},$ $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 57 \text{ см},$ $F = 30 \text{ Н}.$

Задача 10.28.

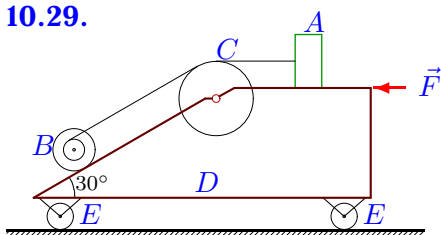
10



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 48 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$ $m_C = 12 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 41 \text{ см},$ $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$ $F = 17 \text{ Н}.$

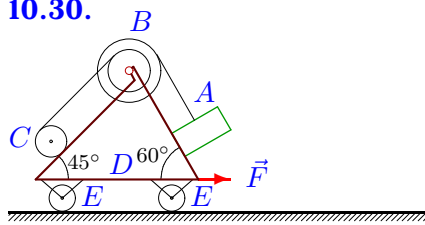
Задача 10.29.

10



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$ $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 12 \text{ см},$ $m_C = 16 \text{ кг},$
 $R_c = 42 \text{ см},$ $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 21 \text{ см},$ $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 43 \text{ см},$ $F = 18 \text{ Н}.$

Задача 10.30.



$m_A = 12$ кг,
 $m_B = 6$ кг,
 $m_C = 23$ кг,
 $m_D = 2$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $F = 27$ Н.

$R_B = 60$ см,
 $r_B = 40$ см,
 $R_C = 30$ см,
 $i_B = 52$ см,
 $R_E = 31$ см,

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

№	a_{11}	a_{12}	a_{22}	Q_1	Q_2	a_D
1	54.000	32.667	26.708	13.000	305.846	-25.707
2	41.000	-28.491	85.521	-30.000	95.720	0.060
3	49.000	-19.609	37.477	15.000	60.086	1.199
4	46.000	-20.428	47.467	9.000	52.799	0.853
5	51.000	23.698	16.616	-30.000	62.731	-6.945
6	50.000	-13.732	22.354	13.000	9.810	0.458
7	64.000	24.000	69.340	9.000	353.160	-2.033
8	45.000	33.941	58.344	7.000	0.000	0.277
9	67.000	71.427	60.258	15.000	176.580	10.999
10	37.000	15.351	15.211	-14.000	116.953	-6.139
11	47.000	21.899	20.007	23.000	106.783	-4.077
12	49.000	49.740	119.391	-22.000	73.575	-1.862
13	52.000	24.984	19.427	-20.000	87.865	-6.694
14	36.000	-12.753	15.760	13.000	21.255	1.176
15	44.000	1.932	21.005	-12.000	112.642	-0.510
16	63.000	2.000	30.297	27.000	147.150	0.275
17	60.000	-17.185	20.708	25.000	50.869	1.470
18	62.000	-18.990	69.586	29.000	28.374	0.647
19	57.000	69.677	59.109	-18.000	176.580	8.998
20	41.000	-21.281	42.727	11.000	91.044	1.853
21	66.000	69.677	59.109	13.000	176.580	12.096
22	71.000	52.500	65.507	-34.000	353.160	-10.961
23	55.000	10.947	23.344	-14.000	265.524	-2.778
24	49.000	-18.899	25.521	-34.000	97.114	1.083
25	59.000	41.456	27.352	-22.000	249.722	104.497
26	34.000	-22.429	67.146	17.000	61.385	1.415
27	63.000	-18.990	68.586	-30.000	28.374	-0.383
28	28.000	9.928	16.189	17.000	11.734	0.447
29	41.000	-13.732	22.354	-18.000	9.810	-0.368
30	55.000	22.842	20.340	27.000	97.534	-2.812