

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.

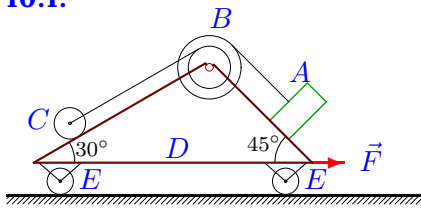
Систему уравнений Лагранжа записываем в виде

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

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

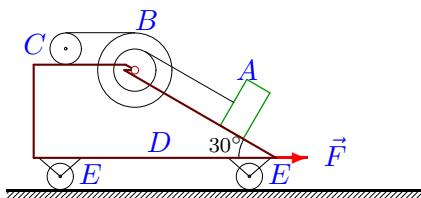
Задача 10.1.



$R_B = 60 \text{ см},$	$m_A = 12 \text{ кг},$
$r_B = 40 \text{ см},$	$m_B = 3 \text{ кг},$
$R_C = 30 \text{ см},$	$m_C = 22 \text{ кг},$
$i_B = 53 \text{ см},$	$m_D = 1 \text{ кг},$
$R_E = 31 \text{ см},$	$m_E = 2 \text{ кг},$
	$F = 25 \text{ Н}.$

8

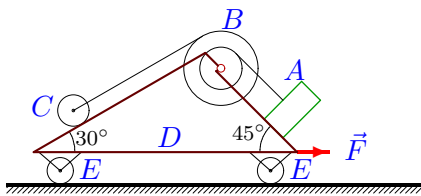
Задача 10.2.



$R_B = 28 \text{ см},$	$m_A = 18 \text{ кг},$
$r_B = 16 \text{ см},$	$m_B = 6 \text{ кг},$
$R_C = 12 \text{ см},$	$m_C = 29 \text{ кг},$
$i_B = 26 \text{ см},$	$m_D = 2 \text{ кг},$
$R_E = 13 \text{ см},$	$m_E = 2 \text{ кг},$
	$F = 27 \text{ Н}.$

8

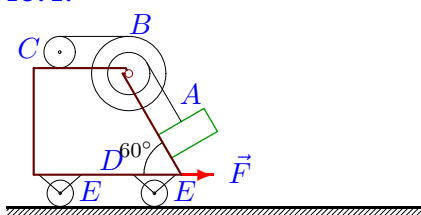
Задача 10.3.



$R_B = 42 \text{ см},$	$m_A = 6 \text{ кг},$
$r_B = 24 \text{ см},$	$m_B = 3 \text{ кг},$
$R_C = 18 \text{ см},$	$m_C = 11 \text{ кг},$
$i_B = 34 \text{ см},$	$m_D = 1 \text{ кг},$
$R_E = 19 \text{ см},$	$m_E = 4 \text{ кг},$
	$F = 15 \text{ Н}.$

8

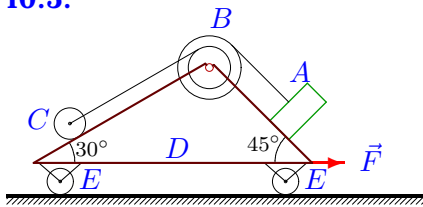
Задача 10.4.



$R_B = 56 \text{ см},$	$m_A = 18 \text{ кг},$
$r_B = 32 \text{ см},$	$m_B = 6 \text{ кг},$
$R_C = 24 \text{ см},$	$m_C = 23 \text{ кг},$
$i_B = 48 \text{ см},$	$m_D = 2 \text{ кг},$
$R_E = 25 \text{ см},$	$m_E = 2 \text{ кг},$
	$F = 15 \text{ Н}.$

8

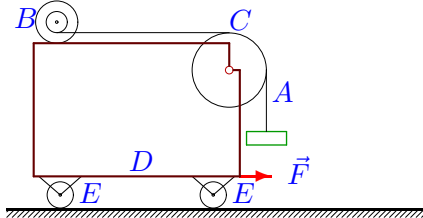
Задача 10.5.



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 10 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 31 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 13 \text{ Н}.$

8

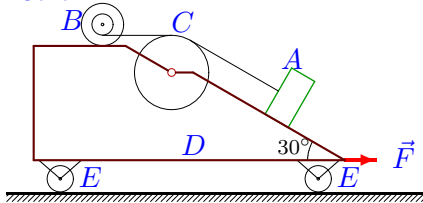
Задача 10.6.



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 40 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 20 \text{ см},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_c = 70 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 34 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 71 \text{ см},$
 $F = 11 \text{ Н}.$

8

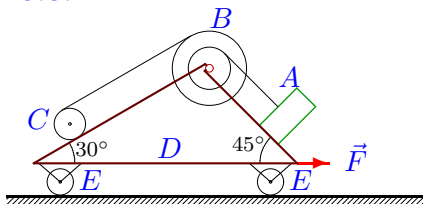
Задача 10.7.



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 16 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 8 \text{ см},$
 $m_C = 23 \text{ кг},$
 $R_c = 28 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 16 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 29 \text{ см},$
 $F = 15 \text{ Н}.$

8

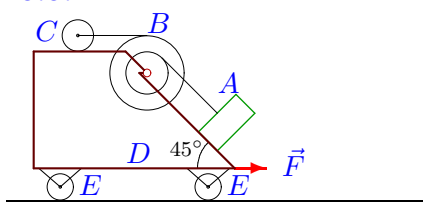
Задача 10.8.



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

8

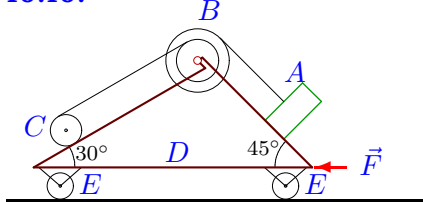
Задача 10.9.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 22 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 37 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 19 \text{ Н}.$

8

Задача 10.10.

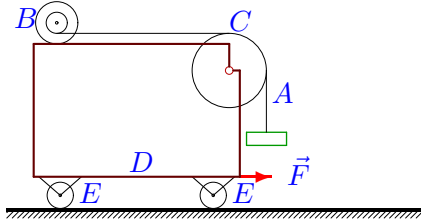


$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $R_c = 18 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 31 \text{ см},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 30 \text{ Н}.$

8

Задача 10.11.

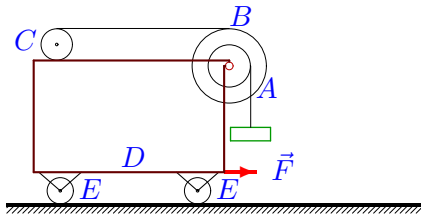
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 18 \text{ кг}, & R_B &= 40 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, & r_B &= 20 \text{ см}, \\
 m_C &= 23 \text{ кг}, & R_C &= 70 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, & i_B &= 34 \text{ см}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, & R_E &= 71 \text{ см}, \\
 F &= 15 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.12.

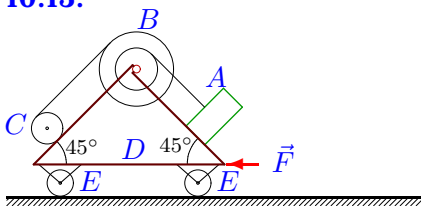
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 18 \text{ кг}, & R_B &= 70 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, & r_B &= 40 \text{ см}, \\
 m_C &= 26 \text{ кг}, & R_C &= 30 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, & i_B &= 59 \text{ см}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, & R_E &= 31 \text{ см}, \\
 F &= 21 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.13.

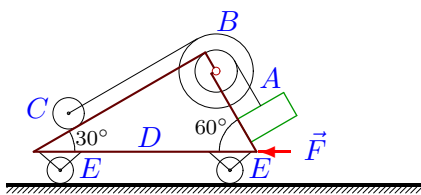
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, & R_B &= 56 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, & r_B &= 32 \text{ см}, \\
 m_C &= 19 \text{ кг}, & R_C &= 24 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, & i_B &= 46 \text{ см}, \\
 m_E &= 3 \text{ кг}, & R_E &= 25 \text{ см}, \\
 F &= 24 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.14.

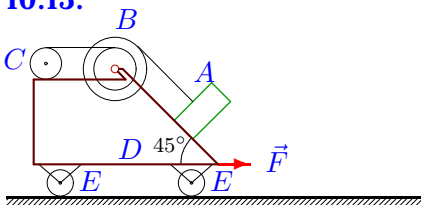
8



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

Задача 10.15.

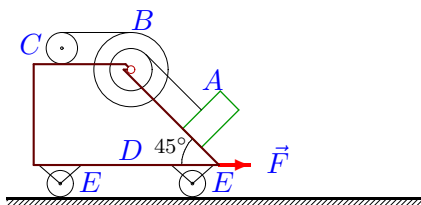
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 18 \text{ кг}, & R_B &= 36 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, & r_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_C &= 25 \text{ кг}, & R_C &= 18 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, & i_B &= 34 \text{ см}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, & R_E &= 19 \text{ см}, \\
 F &= 19 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.16.

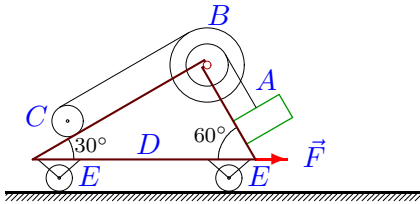
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 18 \text{ кг}, & R_B &= 42 \text{ см}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, & r_B &= 24 \text{ см}, \\
 m_C &= 25 \text{ кг}, & R_C &= 18 \text{ см}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, & i_B &= 37 \text{ см}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, & R_E &= 19 \text{ см}, \\
 F &= 19 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.17.

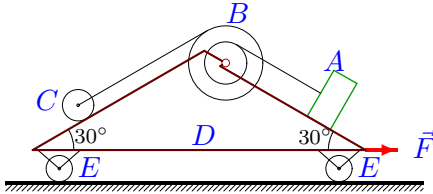
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, \\
 R_B &= 56 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 32 \text{ см}, & m_C &= 14 \text{ кг}, \\
 R_C &= 24 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 45 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 R_E &= 25 \text{ см}, & F &= 15 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.18.

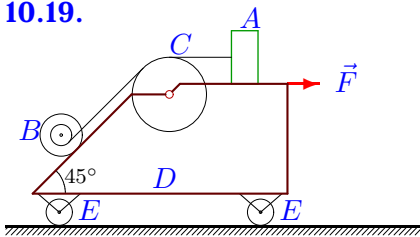
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 56 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 r_B &= 32 \text{ см}, & m_C &= 19 \text{ кг}, \\
 R_C &= 24 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 i_B &= 47 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 25 \text{ см}, & F &= 19 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.19.

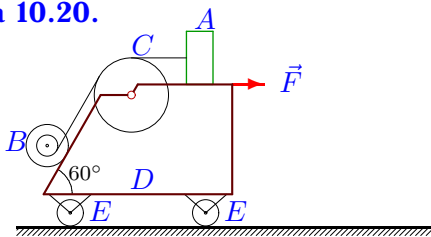
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 16 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 8 \text{ см}, & m_C &= 14 \text{ кг}, \\
 R_C &= 28 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 14 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 29 \text{ см}, & F &= 9 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.20.

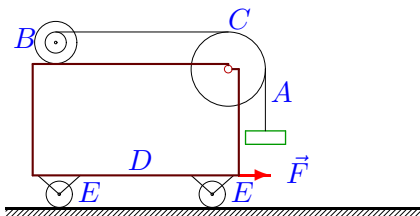
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 R_B &= 24 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 r_B &= 12 \text{ см}, & m_C &= 16 \text{ кг}, \\
 R_C &= 42 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 i_B &= 21 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 R_E &= 43 \text{ см}, & F &= 7 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Задача 10.21.

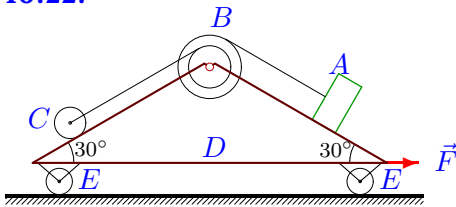
8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 R_B &= 40 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 r_B &= 20 \text{ см}, & m_C &= 19 \text{ кг}, \\
 R_C &= 70 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 i_B &= 34 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 R_E &= 71 \text{ см}, & F &= 13 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

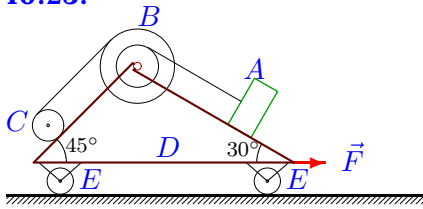
Задача 10.22.

8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_B &= 48 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 r_B &= 32 \text{ см}, & m_C &= 22 \text{ кг}, \\
 R_C &= 24 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 i_B &= 43 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 R_E &= 25 \text{ см}, & F &= 25 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

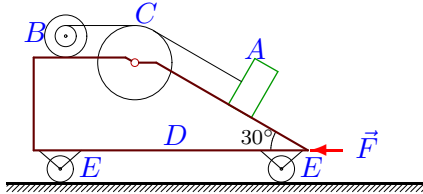
Задача 10.23.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $m_C = 24 \text{ кг},$
 $R_C = 18 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 35 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $F = 29 \text{ Н}.$

8

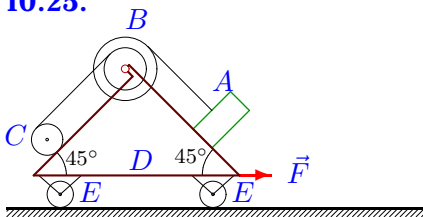
Задача 10.24.



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

8

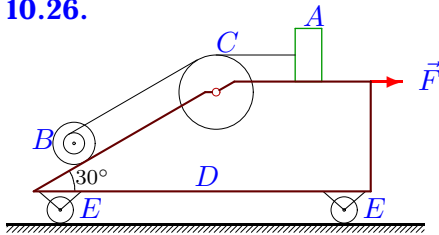
Задача 10.25.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 48 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $m_C = 20 \text{ кг},$
 $R_C = 24 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 42 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $F = 21 \text{ Н}.$

8

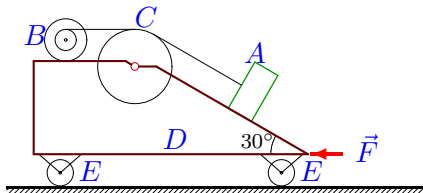
Задача 10.26.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 12 \text{ см},$
 $m_C = 21 \text{ кг},$
 $R_C = 42 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 21 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 43 \text{ см},$
 $F = 23 \text{ Н}.$

8

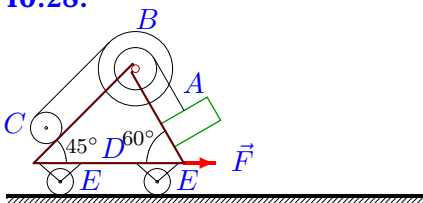
Задача 10.27.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 16 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 8 \text{ см},$
 $m_C = 18 \text{ кг},$
 $R_C = 28 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 16 \text{ см},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 29 \text{ см},$
 $F = 16 \text{ Н}.$

8

Задача 10.28.

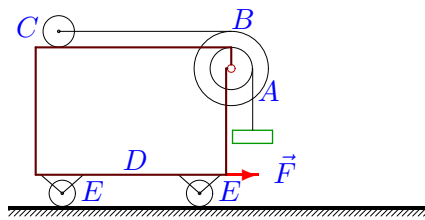


$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 40 \text{ см},$
 $m_C = 16 \text{ кг},$
 $R_C = 30 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 57 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 31 \text{ см},$
 $F = 13 \text{ Н}.$

8

Задача 10.29.

8

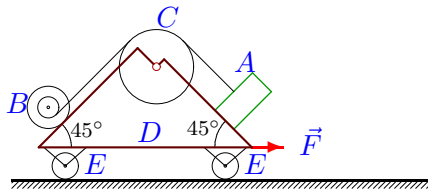


$$\begin{aligned}
 m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 27 \text{ кг}, \\
 m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 F &= 29 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_B &= 70 \text{ см}, \\
 r_B &= 40 \text{ см}, \\
 R_c &= 30 \text{ см}, \\
 i_B &= 59 \text{ см}, \\
 R_E &= 31 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.30.

8



$$\begin{aligned}
 m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 m_C &= 15 \text{ кг}, \\
 m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 F &= 11 \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_B &= 32 \text{ см}, \\
 r_B &= 16 \text{ см}, \\
 R_c &= 56 \text{ см}, \\
 i_B &= 26 \text{ см}, \\
 R_E &= 57 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

№	a_{11}	a_{12}	a_{22}	Q_1	Q_2	a_D
1	44.000	21.187	29.008	25.000	11.301	0.587
2	61.000	81.927	67.148	27.000	176.580	4.837
3	33.000	-20.914	62.552	15.000	52.801	1.256
4	55.000	58.250	57.914	15.000	305.846	81.558
5	32.000	10.016	14.891	13.000	8.920	0.277
6	59.000	24.000	69.840	11.000	353.160	-2.174
7	67.000	55.177	77.500	15.000	176.580	-3.995
8	42.000	-20.762	42.862	25.000	19.115	1.072
9	53.000	49.107	123.193	19.000	104.051	-0.672
10	45.000	23.698	16.616	-30.000	62.731	-10.665
11	55.000	24.000	70.840	15.000	353.160	-2.233
12	64.000	45.500	60.913	21.000	353.160	-8.090
13	48.000	-20.241	46.219	-24.000	32.082	-0.254
14	29.000	-18.155	57.870	-18.000	34.863	-0.303
15	63.000	42.123	27.519	19.000	249.722	245.971
16	63.000	69.206	60.971	19.000	249.722	17.004
17	43.000	30.218	36.943	15.000	32.750	-0.645
18	41.000	-39.188	105.753	19.000	104.231	2.176
19	40.000	-20.485	61.375	9.000	83.241	1.109
20	45.000	-21.000	65.375	7.000	101.949	1.039
21	50.000	2.000	26.797	13.000	147.150	0.040
22	50.000	-23.094	29.074	25.000	13.080	1.118
23	62.000	-25.242	52.323	29.000	86.811	1.423
24	50.000	14.990	25.667	-12.000	73.575	-1.333
25	52.000	26.399	19.927	21.000	73.992	-4.523
26	55.000	-13.732	24.854	23.000	9.810	0.599
27	46.000	14.990	26.667	-16.000	73.575	-1.527
28	48.000	31.799	42.559	13.000	9.669	0.238
29	52.000	47.250	145.558	29.000	147.150	-0.512
30	47.000	33.941	59.344	11.000	0.000	0.399