

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.

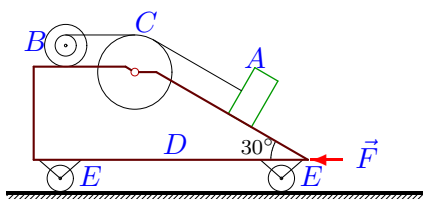
Систему уравнений Лагранжа записываем в виде

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

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 .

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

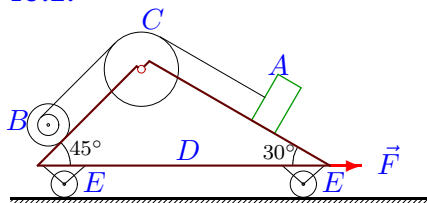
Задача 10.1.



$R_B = 16 \text{ см,}$	$m_A = 15 \text{ кг,}$
$r_B = 8 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 28 \text{ см,}$	$m_C = 20 \text{ кг,}$
$i_B = 16 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 29 \text{ см,}$	$m_E = 3 \text{ кг,}$
	$F = 20 \text{ Н.}$

6

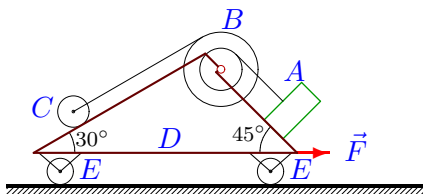
Задача 10.2.



$R_B = 24 \text{ см,}$	$m_A = 9 \text{ кг,}$
$r_B = 12 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 42 \text{ см,}$	$m_C = 21 \text{ кг,}$
$i_B = 20 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 43 \text{ см,}$	$m_E = 4 \text{ кг,}$
	$F = 29 \text{ Н.}$

6

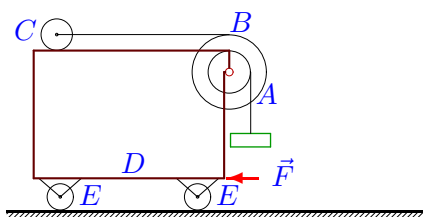
Задача 10.3.



$R_B = 70 \text{ см,}$	$m_A = 12 \text{ кг,}$
$r_B = 40 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 30 \text{ см,}$	$m_C = 21 \text{ кг,}$
$i_B = 58 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 31 \text{ см,}$	$m_E = 4 \text{ кг,}$
	$F = 23 \text{ Н.}$

6

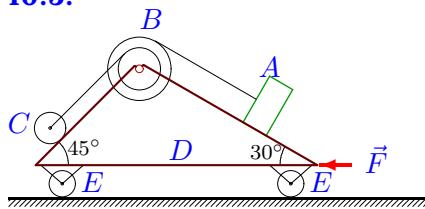
Задача 10.4.



$R_B = 70 \text{ см,}$	$m_A = 15 \text{ кг,}$
$r_B = 40 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 30 \text{ см,}$	$m_C = 24 \text{ кг,}$
$i_B = 59 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 31 \text{ см,}$	$m_E = 5 \text{ кг,}$
	$F = 28 \text{ Н.}$

6

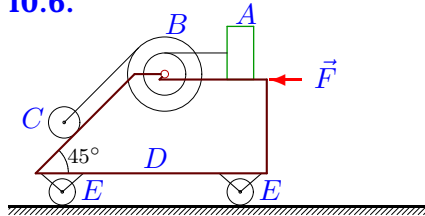
Задача 10.5.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 36 \text{ см},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $R_C = 18 \text{ см},$
 $i_B = 32 \text{ см},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $F = 30 \text{ Н}.$

6

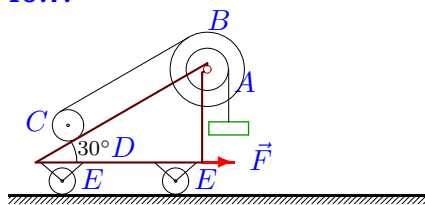
Задача 10.6.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 28 \text{ см},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $R_C = 12 \text{ см},$
 $i_B = 24 \text{ см},$
 $R_E = 13 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 14 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $F = 20 \text{ Н}.$

6

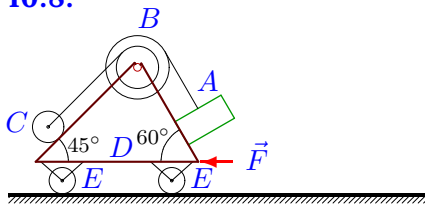
Задача 10.7.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 70 \text{ см},$
 $r_B = 40 \text{ см},$
 $R_C = 30 \text{ см},$
 $i_B = 56 \text{ см},$
 $R_E = 31 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 15 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $F = 17 \text{ Н}.$

6

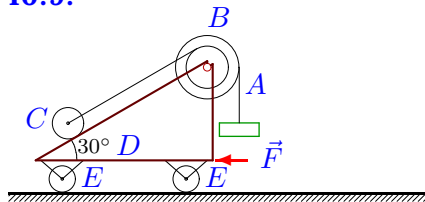
Задача 10.8.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$
 $r_B = 40 \text{ см},$
 $R_C = 30 \text{ см},$
 $i_B = 52 \text{ см},$
 $R_E = 31 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 17 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $F = 26 \text{ Н}.$

6

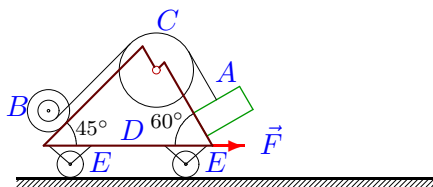
Задача 10.9.



$m_A = 6 \text{ кг},$
 $R_B = 60 \text{ см},$
 $r_B = 40 \text{ см},$
 $R_C = 30 \text{ см},$
 $i_B = 51 \text{ см},$
 $R_E = 31 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $m_C = 7 \text{ кг},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $F = 12 \text{ Н}.$

6

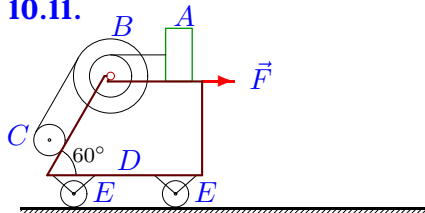
Задача 10.10.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 40 \text{ см},$
 $r_B = 20 \text{ см},$
 $R_C = 70 \text{ см},$
 $i_B = 32 \text{ см},$
 $R_E = 71 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $F = 19 \text{ Н}.$

6

Задача 10.11.

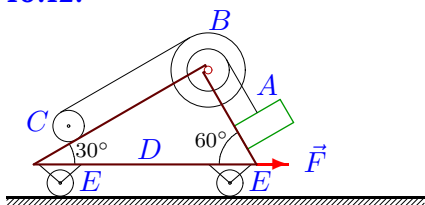


$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 42 \text{ см},$
 $r_B = 24 \text{ см},$
 $R_C = 18 \text{ см},$
 $i_B = 36 \text{ см},$
 $R_E = 19 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $m_C = 22 \text{ кг},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $F = 19 \text{ Н}.$

6

Задача 10.12.

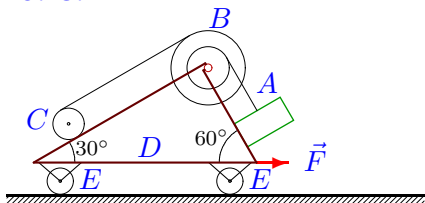
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, & R_B &= 56 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 m_C &= 12 \text{ кг}, & r_B &= 32 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, & R_C &= 24 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 F &= 11 \text{ Н}, & i_B &= 45^\circ, & R_E &= 25 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.13.

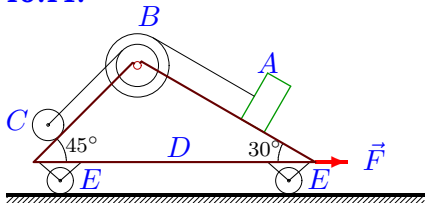
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, & R_B &= 56 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 m_C &= 20 \text{ кг}, & r_B &= 32 \text{ см}, & m_D &= 2 \text{ кг}, \\
 m_E &= 6 \text{ кг}, & R_C &= 24 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 F &= 27 \text{ Н}, & i_B &= 45^\circ, & R_E &= 25 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.14.

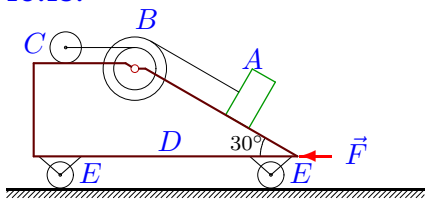
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, & R_B &= 36 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 15 \text{ кг}, & r_B &= 24 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, & R_C &= 18 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 F &= 17 \text{ Н}, & i_B &= 32^\circ, & R_E &= 19 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.15.

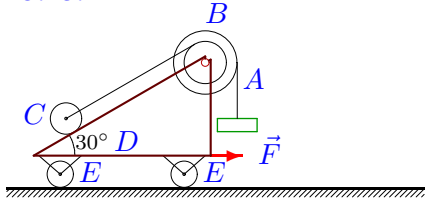
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 15 \text{ кг}, & R_B &= 24 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 17 \text{ кг}, & r_B &= 16 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 5 \text{ кг}, & R_C &= 12 \text{ см}, & m_E &= 5 \text{ кг}, \\
 F &= 14 \text{ Н}, & i_B &= 24^\circ, & R_E &= 13 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.16.

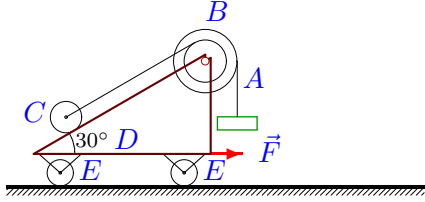
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 6 \text{ кг}, & R_B &= 60 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 17 \text{ кг}, & r_B &= 40 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 4 \text{ кг}, & R_C &= 30 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 F &= 27 \text{ Н}, & i_B &= 51^\circ, & R_E &= 31 \text{ см},
 \end{aligned}$$

Задача 10.17.

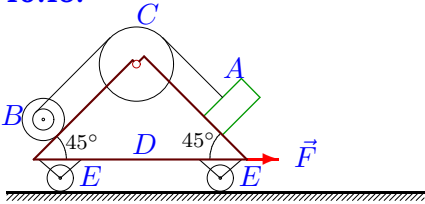
6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 6 \text{ кг}, & R_B &= 60 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 15 \text{ кг}, & r_B &= 40 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 2 \text{ кг}, & R_C &= 30 \text{ см}, & m_E &= 2 \text{ кг}, \\
 F &= 23 \text{ Н}, & i_B &= 51^\circ, & R_E &= 31 \text{ см},
 \end{aligned}$$

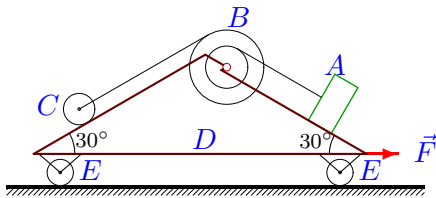
Задача 10.18.

6



$$\begin{aligned}
 m_A &= 9 \text{ кг}, & R_B &= 32 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 m_C &= 12 \text{ кг}, & r_B &= 16 \text{ см}, & m_D &= 1 \text{ кг}, \\
 m_E &= 6 \text{ кг}, & R_C &= 56 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 F &= 11 \text{ Н}, & i_B &= 26^\circ, & R_E &= 57 \text{ см},
 \end{aligned}$$

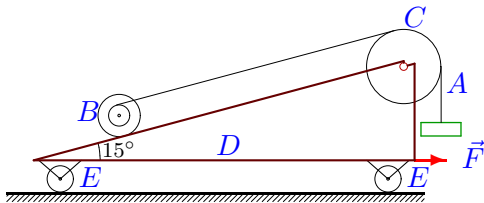
Задача 10.19.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $m_C = 17 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 47 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $F = 15 \text{ Н}.$

6

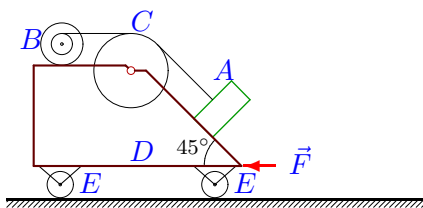
Задача 10.20.



$m_A = 12 \text{ кг},$
 $R_B = 16 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 8 \text{ см},$
 $m_C = 16 \text{ кг},$
 $R_c = 28 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 15 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 29 \text{ см},$
 $F = 13 \text{ Н}.$

6

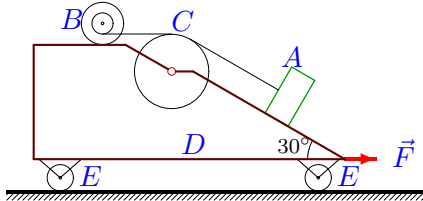
Задача 10.21.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 12 \text{ см},$
 $m_C = 27 \text{ кг},$
 $R_c = 42 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 22 \text{ см},$
 $m_E = 5 \text{ кг},$
 $R_E = 43 \text{ см},$
 $F = 34 \text{ Н}.$

6

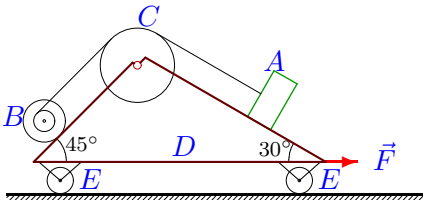
Задача 10.22.



$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 16 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 8 \text{ см},$
 $m_C = 23 \text{ кг},$
 $R_c = 28 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 16 \text{ см},$
 $m_E = 4 \text{ кг},$
 $R_E = 29 \text{ см},$
 $F = 15 \text{ Н}.$

6

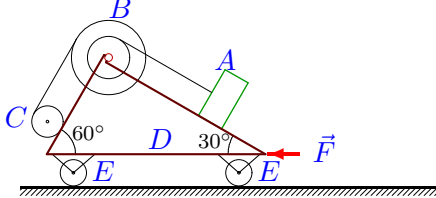
Задача 10.23.



$m_A = 9 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$
 $m_B = 3 \text{ кг},$
 $r_B = 12 \text{ см},$
 $m_C = 11 \text{ кг},$
 $R_c = 42 \text{ см},$
 $m_D = 1 \text{ кг},$
 $i_B = 20 \text{ см},$
 $m_E = 2 \text{ кг},$
 $R_E = 43 \text{ см},$
 $F = 9 \text{ Н}.$

6

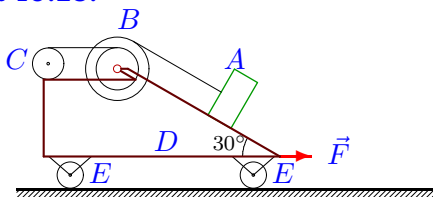
Задача 10.24.



$m_A = 15 \text{ кг},$
 $R_B = 56 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 32 \text{ см},$
 $m_C = 27 \text{ кг},$
 $R_c = 24 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 47 \text{ см},$
 $m_E = 3 \text{ кг},$
 $R_E = 25 \text{ см},$
 $F = 34 \text{ Н}.$

6

Задача 10.25.

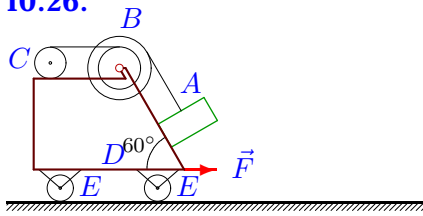


$m_A = 18 \text{ кг},$
 $R_B = 24 \text{ см},$
 $m_B = 6 \text{ кг},$
 $r_B = 16 \text{ см},$
 $m_C = 19 \text{ кг},$
 $R_c = 12 \text{ см},$
 $m_D = 2 \text{ кг},$
 $i_B = 24 \text{ см},$
 $m_E = 6 \text{ кг},$
 $R_E = 13 \text{ см},$
 $F = 7 \text{ Н}.$

6

Задача 10.26.

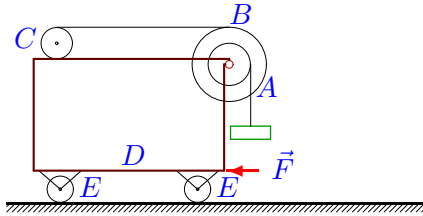
6



$R_B = 48 \text{ см,}$	$m_A = 18 \text{ кг,}$
$r_B = 32 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 24 \text{ см,}$	$m_C = 30 \text{ кг,}$
$i_B = 44 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 25 \text{ см,}$	$m_E = 2 \text{ кг,}$
	$F = 29 \text{ Н.}$

Задача 10.27.

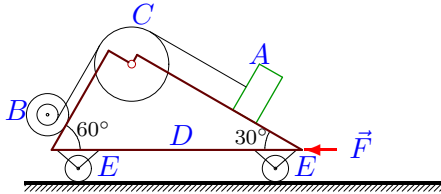
6



$R_B = 70 \text{ см,}$	$m_A = 18 \text{ кг,}$
$r_B = 40 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 30 \text{ см,}$	$m_C = 20 \text{ кг,}$
$i_B = 59 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 31 \text{ см,}$	$m_E = 3 \text{ кг,}$
	$F = 14 \text{ Н.}$

Задача 10.28.

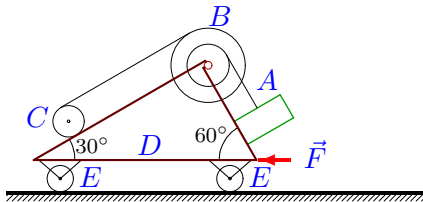
6



$R_B = 32 \text{ см,}$	$m_A = 15 \text{ кг,}$
$r_B = 16 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 56 \text{ см,}$	$m_C = 18 \text{ кг,}$
$i_B = 27 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 57 \text{ см,}$	$m_E = 5 \text{ кг,}$
	$F = 16 \text{ Н.}$

Задача 10.29.

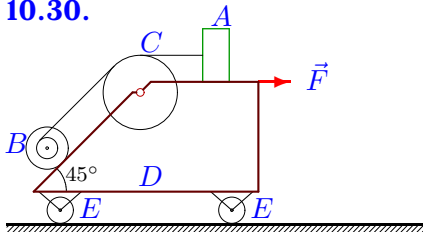
6



$R_B = 56 \text{ см,}$	$m_A = 9 \text{ кг,}$
$r_B = 32 \text{ см,}$	$m_B = 6 \text{ кг,}$
$R_C = 24 \text{ см,}$	$m_C = 10 \text{ кг,}$
$i_B = 45 \text{ см,}$	$m_D = 2 \text{ кг,}$
$R_E = 25 \text{ см,}$	$m_E = 3 \text{ кг,}$
	$F = 12 \text{ Н.}$

Задача 10.30.

6



$R_B = 16 \text{ см,}$	$m_A = 9 \text{ кг,}$
$r_B = 8 \text{ см,}$	$m_B = 3 \text{ кг,}$
$R_C = 28 \text{ см,}$	$m_C = 12 \text{ кг,}$
$i_B = 14 \text{ см,}$	$m_D = 1 \text{ кг,}$
$R_E = 29 \text{ см,}$	$m_E = 6 \text{ кг,}$
	$F = 11 \text{ Н.}$

Общее уравнение динамики 2 степени свободы (1)

№	a_{11}	a_{12}	a_{22}	Q_1	Q_2	a_D
1	48.000	14.990	27.667	-20.000	73.575	-1.501
2	46.000	9.208	21.759	29.000	30.272	0.385
3	49.000	-40.312	114.776	23.000	97.018	1.638
4	58.000	42.000	131.777	-28.000	147.150	-1.679
5	47.000	-16.751	24.037	-30.000	43.720	0.013
6	36.000	-26.324	80.063	-20.000	169.950	1.312
7	50.000	22.733	37.987	17.000	47.824	-0.319
8	39.000	-12.514	22.587	-26.000	2.155	-0.774
9	32.000	4.041	12.834	-12.000	35.970	-0.759
10	45.000	28.971	60.860	19.000	37.416	0.038
11	51.000	-24.625	53.766	19.000	163.542	2.364
12	41.000	27.187	34.646	11.000	49.918	-1.432
13	55.000	-19.655	43.834	27.000	9.376	0.676
14	34.000	-14.865	21.370	17.000	25.222	1.460
15	51.000	24.324	29.333	-14.000	73.575	-2.433
16	39.000	9.815	19.501	27.000	3.270	0.744
17	31.000	8.660	18.168	23.000	9.810	0.682
18	43.000	7.778	17.214	11.000	48.557	-0.277
19	51.000	-36.157	96.565	15.000	87.064	1.271
20	50.000	1.932	22.505	13.000	112.642	0.067
21	61.000	12.607	30.954	-34.000	104.051	-1.367
22	61.000	55.177	77.500	15.000	176.580	-5.098
23	30.000	9.208	16.759	9.000	30.272	-0.306
24	59.000	-24.803	58.951	-34.000	127.136	0.401
25	63.000	43.844	27.167	7.000	176.580	35.831
26	62.000	38.000	28.042	29.000	305.846	-36.692
27	55.000	35.000	54.023	-14.000	353.160	-7.512
28	56.000	-18.990	65.086	-16.000	28.374	-0.153
29	36.000	24.155	32.350	-12.000	67.085	-3.457
30	43.000	-10.414	17.354	11.000	13.873	0.526