

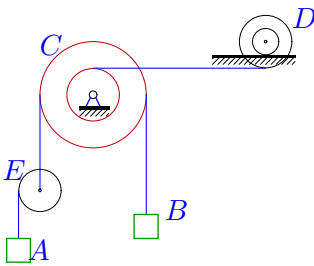
## Общее уравнение динамики, 2 степени свободы (2)

Механическая система с идеальными стационарными связями имеет две степени свободы и состоит из пяти тел. Блок (или однородный цилиндр)  $D$  катится без проскальзывания по неподвижной горизонтальной плоскости или по подвижной тележке массой  $m_E$ . Массой колес тележки пренебречь. Грузы  $A$ ,  $B$  и ось однородного цилиндра  $E$  перемещаются вертикально под действием сил тяжести. Радиус инерции  $i_D$ . Внешние радиусы  $R_C$ ,  $R_D$ , внутренние  $r_C$ ,  $r_D$ . Найти ускорение груза  $A$ .

Кирсанов М.Н. **Решбник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 384 с. (с.247.)

### Задача D11.1.

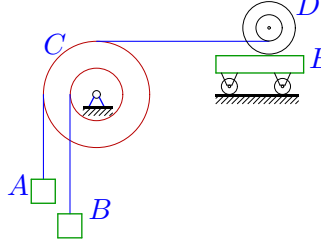
7



$$\begin{aligned} r_C &= 20 \text{ см}, & m_A &= 15 \text{ кг}, \\ R_C &= 38 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\ i_C &= 34 \text{ см}, & m_C &= 9 \text{ кг}, \\ r_D &= 19 \text{ см}, & m_D &= 7 \text{ кг}, \\ R_D &= 28 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\ i_D &= 25 \text{ см}. \end{aligned}$$

### Задача D11.2.

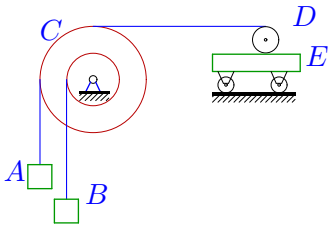
7



$$\begin{aligned} r_C &= 14 \text{ см}, & m_A &= 10 \text{ кг}, \\ R_C &= 31 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\ i_C &= 28 \text{ см}, & m_C &= 10 \text{ кг}, \\ r_D &= 18 \text{ см}, & m_D &= 6 \text{ кг}, \\ R_D &= 27 \text{ см}, & m_E &= 7 \text{ кг}, \\ i_D &= 24 \text{ см}. \end{aligned}$$

### Задача D11.3.

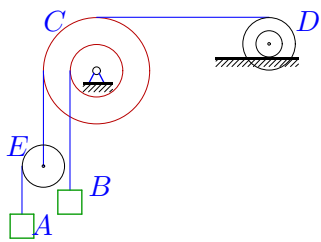
7



$$\begin{aligned} r_C &= 12 \text{ см}, & m_A &= 10 \text{ кг}, \\ R_C &= 26 \text{ см}, & m_B &= 4 \text{ кг}, \\ i_C &= 26 \text{ см}, & m_C &= 9 \text{ кг}, \\ r_D &= 14 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\ & & m_E &= 7 \text{ кг}. \end{aligned}$$

### Задача D11.4.

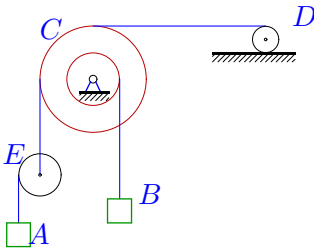
7



$$\begin{aligned} r_C &= 22 \text{ см}, & m_A &= 10 \text{ кг}, \\ R_C &= 36 \text{ см}, & m_B &= 4 \text{ кг}, \\ i_C &= 36 \text{ см}, & m_C &= 8 \text{ кг}, \\ r_D &= 15 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\ R_D &= 22 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\ i_D &= 21 \text{ см}. \end{aligned}$$

### Задача D11.5.

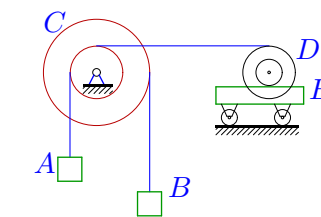
7



$$\begin{aligned} r_C &= 22 \text{ см}, & m_A &= 8 \text{ кг}, \\ R_C &= 38 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\ i_C &= 36 \text{ см}, & m_C &= 7 \text{ кг}, \\ r_D &= 20 \text{ см}, & m_D &= 5 \text{ кг}, \\ & & m_E &= 4 \text{ кг}. \end{aligned}$$

### Задача D11.6.

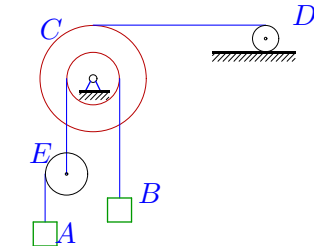
7



$$\begin{aligned} r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 22 \text{ кг}, \\ R_C &= 30 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\ i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 10 \text{ кг}, \\ r_D &= 17 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\ R_D &= 24 \text{ см}, & m_E &= 8 \text{ кг}, \\ i_D &= 23 \text{ см}. \end{aligned}$$

### Задача D11.7.

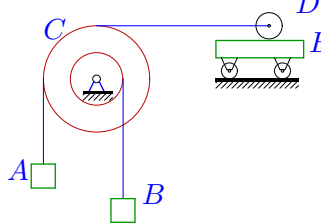
7



$$\begin{aligned} r_C &= 18 \text{ см}, & m_A &= 14 \text{ кг}, \\ R_C &= 38 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\ i_C &= 32 \text{ см}, & m_C &= 10 \text{ кг}, \\ r_D &= 18 \text{ см}, & m_D &= 9 \text{ кг}, \\ & & m_E &= 6 \text{ кг}. \end{aligned}$$

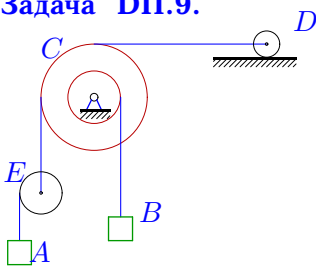
### Задача D11.8.

7



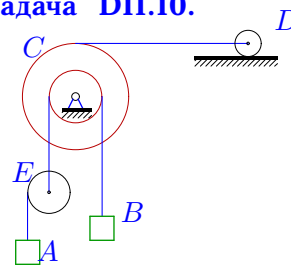
$$\begin{aligned} r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 9 \text{ кг}, \\ R_C &= 35 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\ i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 11 \text{ кг}, \\ r_D &= 12 \text{ см}, & m_D &= 8 \text{ кг}, \\ & & m_E &= 7 \text{ кг}. \end{aligned}$$

**Задача D11.9.**



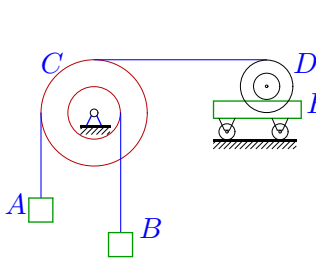
$$m_A=10 \text{ кг}, \quad m_B=4 \text{ кг}, \\ r_c=20 \text{ см}, \quad m_C=10 \text{ кг}, \\ R_c=36 \text{ см}, \quad m_D=5 \text{ кг}, \\ i_c=34, \quad m_E=7 \text{ кг}, \\ r_D=13 \text{ см}.$$

**Задача D11.10.**



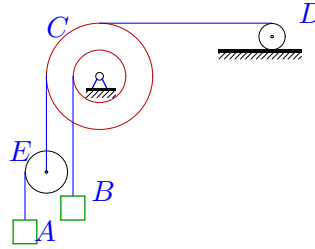
$$m_A=17 \text{ кг}, \quad m_B=5 \text{ кг}, \\ r_c=20 \text{ см}, \quad m_C=12 \text{ кг}, \\ R_c=36 \text{ см}, \quad m_D=5 \text{ кг}, \\ i_c=34, \quad m_E=9 \text{ кг}, \\ r_D=14 \text{ см}.$$

**Задача D11.11.**



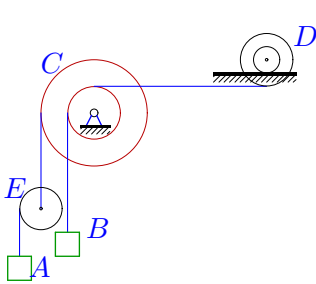
$$m_A=9 \text{ кг}, \quad m_B=3 \text{ кг}, \\ r_c=12 \text{ см}, \quad m_C=10 \text{ кг}, \\ R_c=30 \text{ см}, \quad m_D=7 \text{ кг}, \\ i_c=26, \quad m_E=7 \text{ кг}, \\ r_D=12 \text{ см}, \quad i_D=18 \text{ см}, \\ R_D=21 \text{ см}.$$

**Задача D11.12.**



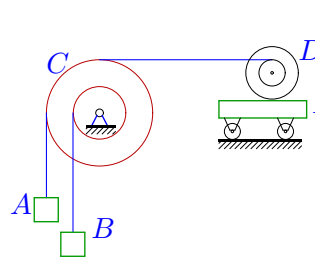
$$m_A=11 \text{ кг}, \quad m_B=4 \text{ кг}, \\ r_c=18 \text{ см}, \quad m_C=12 \text{ кг}, \\ R_c=38 \text{ см}, \quad m_D=9 \text{ кг}, \\ i_c=32, \quad m_E=8 \text{ кг}, \\ r_D=14 \text{ см}.$$

**Задача D11.13.**



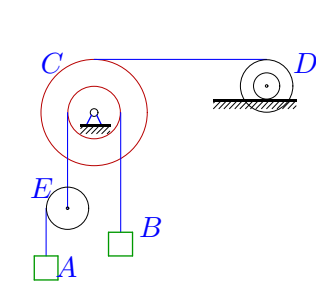
$$m_A=10 \text{ кг}, \quad m_B=4 \text{ кг}, \\ r_c=20 \text{ см}, \quad m_C=11 \text{ кг}, \\ R_c=39 \text{ см}, \quad m_D=8 \text{ кг}, \\ i_c=34, \quad m_E=7 \text{ кг}, \\ r_D=15 \text{ см}, \quad i_D=21 \text{ см}, \\ R_D=25 \text{ см}.$$

**Задача D11.14.**



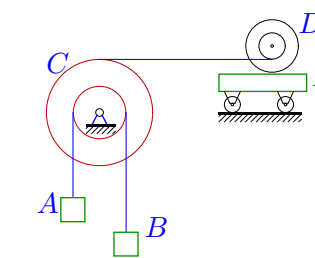
$$m_A=6 \text{ кг}, \quad m_B=3 \text{ кг}, \\ r_c=16 \text{ см}, \quad m_C=6 \text{ кг}, \\ R_c=31 \text{ см}, \quad m_D=4 \text{ кг}, \\ i_c=30, \quad m_E=4 \text{ кг}, \\ r_D=15 \text{ см}, \quad i_D=20 \text{ см}, \\ R_D=23 \text{ см}.$$

**Задача D11.15.**



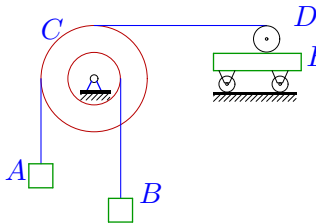
$$m_A=10 \text{ кг}, \quad m_B=4 \text{ кг}, \\ r_c=18 \text{ см}, \quad m_C=6 \text{ кг}, \\ R_c=33 \text{ см}, \quad m_D=4 \text{ кг}, \\ i_c=32, \quad m_E=4 \text{ кг}, \\ r_D=17 \text{ см}, \quad i_D=22 \text{ см}, \\ R_D=25 \text{ см}.$$

**Задача D11.16.**



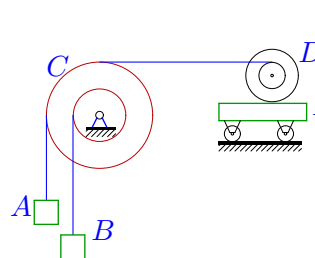
$$m_A=15 \text{ кг}, \quad m_B=6 \text{ кг}, \\ r_c=12 \text{ см}, \quad m_C=8 \text{ кг}, \\ R_c=26 \text{ см}, \quad m_D=3 \text{ кг}, \\ i_c=26, \quad m_E=6 \text{ кг}, \\ r_D=19 \text{ см}, \quad i_D=25 \text{ см}, \\ R_D=26 \text{ см}.$$

**Задача D11.17.**



$$m_A=7 \text{ кг}, \quad m_B=2 \text{ кг}, \\ r_c=16 \text{ см}, \quad m_C=7 \text{ кг}, \\ R_c=30 \text{ см}, \quad m_D=3 \text{ кг}, \\ i_c=30, \quad m_E=5 \text{ кг}, \\ r_D=12 \text{ см}.$$

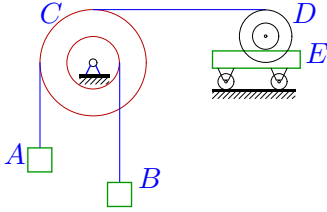
**Задача D11.18.**



$$m_A=11 \text{ кг}, \quad m_B=6 \text{ кг}, \\ r_c=16 \text{ см}, \quad m_C=10 \text{ кг}, \\ R_c=33 \text{ см}, \quad m_D=6 \text{ кг}, \\ i_c=30, \quad m_E=7 \text{ кг}, \\ r_D=20 \text{ см}, \quad i_D=26 \text{ см}, \\ R_D=29 \text{ см}.$$

**Задача D11.19.**

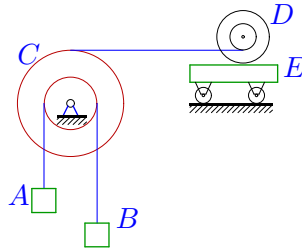
7



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 10 \text{ кг},$   
 $R_c = 34 \text{ см}, m_B = 5 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 11 \text{ кг},$   
 $r_D = 16 \text{ см}, m_D = 9 \text{ кг},$   
 $R_D = 26 \text{ см}, m_E = 7 \text{ кг},$   
 $i_D = 22 \text{ см}.$

**Задача D11.20.**

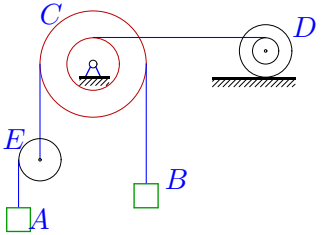
7



$r_c = 16 \text{ см}, m_A = 16 \text{ кг},$   
 $R_c = 32 \text{ см}, m_B = 5 \text{ кг},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, m_C = 11 \text{ кг},$   
 $r_D = 17 \text{ см}, m_D = 5 \text{ кг},$   
 $R_D = 25 \text{ см}, m_E = 8 \text{ кг},$   
 $i_D = 23 \text{ см}.$

**Задача D11.21.**

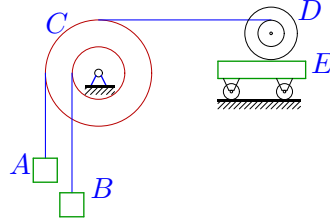
7



$r_c = 18 \text{ см}, m_A = 5 \text{ кг},$   
 $R_c = 36 \text{ см}, m_B = 2 \text{ кг},$   
 $i_c = 32 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 13 \text{ см}, m_D = 7 \text{ кг},$   
 $R_D = 22 \text{ см}, m_E = 2 \text{ кг},$   
 $i_D = 17 \text{ см}.$

**Задача D11.22.**

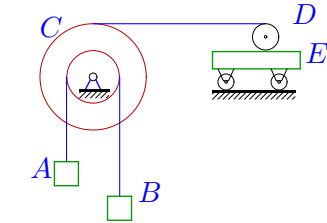
7



$r_c = 12 \text{ см}, m_A = 10 \text{ кг},$   
 $R_c = 31 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, m_C = 12 \text{ кг},$   
 $r_D = 14 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $R_D = 24 \text{ см}, m_E = 8 \text{ кг},$   
 $i_D = 20 \text{ см}.$

**Задача D11.23.**

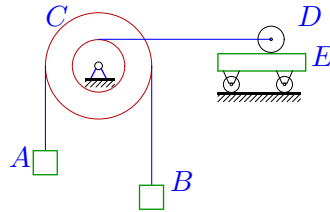
7



$r_c = 12 \text{ см}, m_A = 9 \text{ кг},$   
 $R_c = 27 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 18 \text{ см}, m_D = 4 \text{ кг},$   
 $m_E = 3 \text{ кг}.$

**Задача D11.24.**

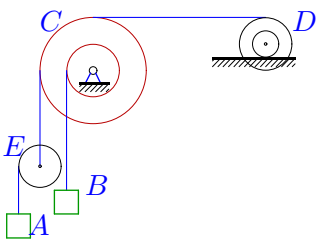
7



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 15 \text{ кг},$   
 $R_c = 31 \text{ см}, m_B = 6 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 9 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, m_D = 6 \text{ кг},$   
 $m_E = 6 \text{ кг}.$

**Задача D11.25.**

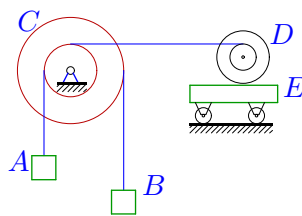
7



$r_c = 22 \text{ см}, m_A = 15 \text{ кг},$   
 $R_c = 39 \text{ см}, m_B = 7 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, m_C = 12 \text{ кг},$   
 $r_D = 19 \text{ см}, m_D = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 28 \text{ см}, m_E = 9 \text{ кг},$   
 $i_D = 26 \text{ см}.$

**Задача D11.26.**

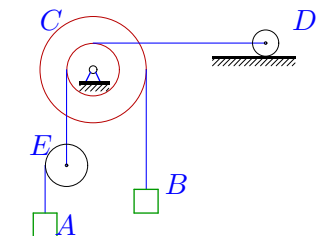
7



$r_c = 12 \text{ см}, m_A = 13 \text{ кг},$   
 $R_c = 30 \text{ см}, m_B = 3 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 16 \text{ см}, m_D = 7 \text{ кг},$   
 $R_D = 25 \text{ см}, m_E = 2 \text{ кг},$   
 $i_D = 20 \text{ см}.$

**Задача D11.27.**

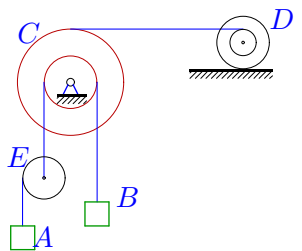
7



$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 11 \text{ кг},$   
 $R_c = 36 \text{ см}, m_B = 3 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 6 \text{ кг},$   
 $r_D = 14 \text{ см}, m_D = 5 \text{ кг},$   
 $m_E = 3 \text{ кг}.$

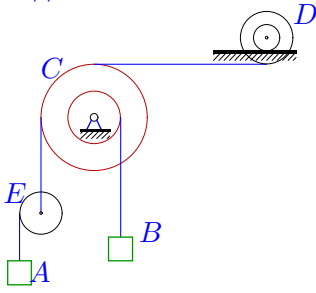
**Задача D11.28.**

7



$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 9 \text{ кг},$   
 $R_c = 40 \text{ см}, m_B = 3 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 9 \text{ кг},$   
 $r_D = 15 \text{ см}, m_D = 9 \text{ кг},$   
 $R_D = 25 \text{ см}, m_E = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 20 \text{ см}.$

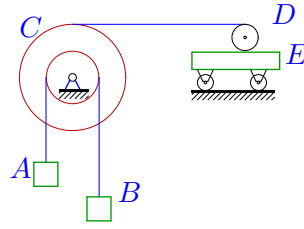
**Задача D11.29.**



$r_c = 22 \text{ см}, m_A = 9 \text{ кг},$   
 $R_c = 40 \text{ см}, m_B = 5 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, m_C = 8 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, m_D = 7 \text{ кг},$   
 $R_D = 29 \text{ см}, m_E = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 25 \text{ см}.$

7

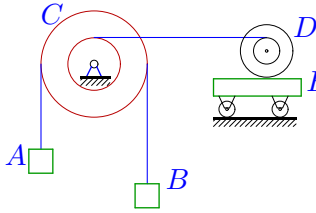
**Задача D11.30.**



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 16 \text{ кг},$   
 $R_c = 31 \text{ см}, m_B = 5 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 11 \text{ кг},$   
 $r_D = 18 \text{ см}, m_D = 6 \text{ кг},$   
 $m_E = 8 \text{ кг}.$

7

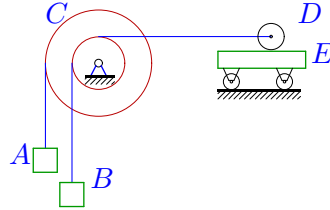
**Задача D11.31.**



$r_c = 16 \text{ см}, m_A = 4 \text{ кг},$   
 $R_c = 32 \text{ см}, m_B = 2 \text{ кг},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, m_C = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 13 \text{ см}, m_D = 5 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, m_E = 1 \text{ кг},$   
 $i_D = 17 \text{ см}.$

7

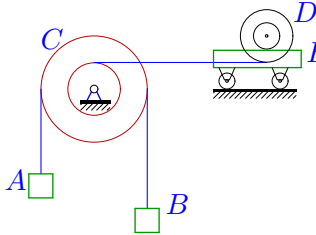
**Задача D11.32.**



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 3 \text{ кг},$   
 $R_c = 34 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, m_D = 9 \text{ кг},$   
 $m_E = 1 \text{ кг}.$

7

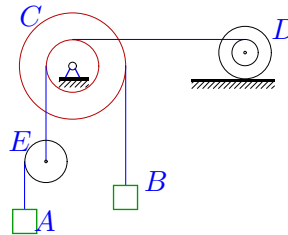
**Задача D11.33.**



$r_c = 16 \text{ см}, m_A = 4 \text{ кг},$   
 $R_c = 32 \text{ см}, m_B = 2 \text{ кг},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, m_C = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 15 \text{ см}, m_D = 5 \text{ кг},$   
 $R_D = 23 \text{ см}, m_E = 1 \text{ кг},$   
 $i_D = 19 \text{ см}.$

7

**Задача D11.34.**



$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 8 \text{ кг},$   
 $R_c = 36 \text{ см}, m_B = 2 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 6 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, m_D = 5 \text{ кг},$   
 $R_D = 19 \text{ см}, m_E = 3 \text{ кг},$   
 $i_D = 16 \text{ см}.$

7

**D11 Ответы.****Общее уравнение динамики, 2 степени свободы (2)**

29.11.2011

В качестве обобщенных координат выбирается  $y_A$  — вертикальное смещение груза  $A$  (вниз) или центра цилиндра  $E$  и горизонтальное смещение тележки или перемещение груза  $A$  относительно  $E$  по вертикали (вниз).

№	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{22}$	$Q_1$	$Q_2$	$a_A$
1	18.000	15.000	57.809	147.150	147.150	8.265
2	115.845	-78.667	73.667	120.252	0.000	3.777
3	20.977	0.375	8.125	116.211	0.000	5.544
4	13.000	10.000	26.953	98.100	180.940	8.810
5	10.000	8.000	21.833	78.480	89.323	8.192
6	76.194	-0.216	9.972	123.851	0.000	1.626
7	17.000	14.000	71.647	137.340	147.150	8.179
8	29.709	-4.000	11.000	74.836	0.000	2.649
9	13.500	10.000	34.654	98.100	144.970	7.955
10	21.500	17.000	89.980	166.770	206.010	7.960
11	19.999	-0.463	11.917	76.518	0.000	3.829
12	15.000	11.000	31.782	107.910	204.977	8.609
13	13.500	10.000	40.424	98.100	186.893	8.164
14	14.992	-0.152	5.731	74.050	0.000	4.941
15	12.000	10.000	42.854	98.100	98.100	8.254
16	432.482	-148.439	66.367	88.290	0.000	0.879
17	15.694	0.375	6.125	58.206	0.000	3.714
18	24.466	-0.240	9.689	136.448	0.000	5.578
19	22.083	-0.347	12.918	77.903	0.000	3.529
20	420.297	-149.063	71.906	107.910	0.000	0.970
21	6.000	5.000	14.055	49.050	49.050	8.313
22	24.448	-0.355	11.302	113.290	0.000	4.636
23	44.066	1.125	4.500	49.050	0.000	1.120
24	30.178	-1.355	9.000	88.290	0.000	2.946
25	19.500	15.000	39.269	147.150	274.177	8.886
26	59.491	0.000	4.732	53.955	0.000	0.907
27	12.500	11.000	48.560	107.910	84.366	8.600
28	11.500	9.000	66.073	88.290	107.910	7.820
29	11.500	9.000	110.573	88.290	110.363	7.764
30	76.032	1.661	10.250	107.910	0.000	1.424
31	10.305	-0.035	2.981	19.620	0.000	1.904
32	9.358	-1.853	5.500	45.588	0.000	5.220
33	20.961	-27.578	70.531	19.620	0.000	1.928
34	9.500	8.000	38.248	78.480	72.594	8.294

D11 файл o11d7A