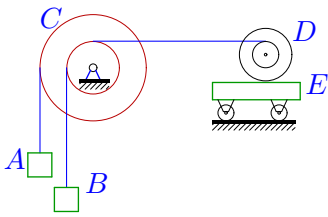


## Общее уравнение динамики, 2 степени свободы (2)

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  $A$ .

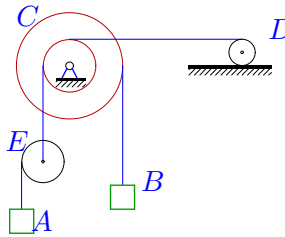
Кирсанов М.Н. **Решбник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 384 с. (с.247.)

### Задача D11.1.



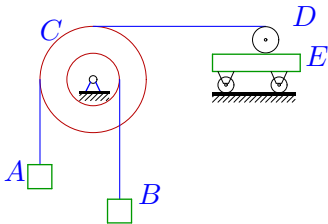
$$\begin{aligned}
 r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 5 \text{ кг}, \\
 R_C &= 30 \text{ см}, & m_B &= 2 \text{ кг}, \\
 i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 11 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\
 R_D &= 18 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 i_D &= 16 \text{ см}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.2.



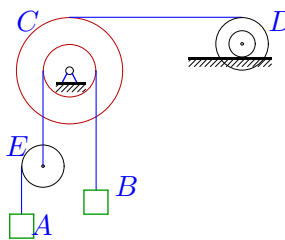
$$\begin{aligned}
 r_C &= 22 \text{ см}, & m_A &= 16 \text{ кг}, \\
 R_C &= 40 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 i_C &= 36 \text{ см}, & m_C &= 11 \text{ кг}, \\
 r_D &= 11 \text{ см}, & m_D &= 7 \text{ кг}, \\
 & & m_E &= 8 \text{ кг}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.3.



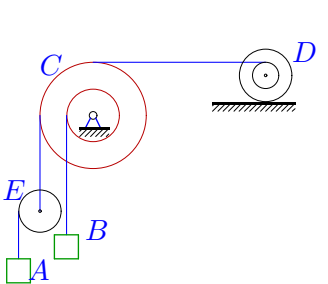
$$\begin{aligned}
 r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 2 \text{ кг}, \\
 R_C &= 34 \text{ см}, & m_B &= 2 \text{ кг}, \\
 i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 4 \text{ кг}, \\
 r_D &= 14 \text{ см}, & m_D &= 7 \text{ кг}, \\
 & & m_E &= 1 \text{ кг}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.4.



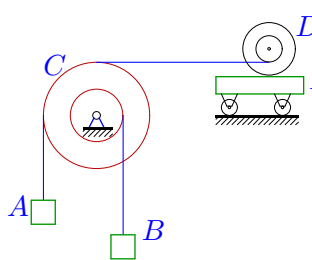
$$\begin{aligned}
 r_C &= 20 \text{ см}, & m_A &= 8 \text{ кг}, \\
 R_C &= 37 \text{ см}, & m_B &= 3 \text{ кг}, \\
 i_C &= 34 \text{ см}, & m_C &= 7 \text{ кг}, \\
 r_D &= 14 \text{ см}, & m_D &= 6 \text{ кг}, \\
 R_D &= 23 \text{ см}, & m_E &= 4 \text{ кг}, \\
 i_D &= 19 \text{ см}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.5.



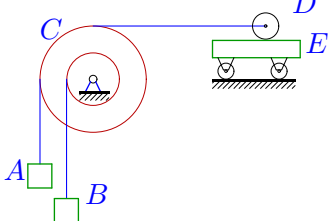
$$\begin{aligned}
 r_C &= 22 \text{ см}, & m_A &= 7 \text{ кг}, \\
 R_C &= 37 \text{ см}, & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 i_C &= 36 \text{ см}, & m_C &= 5 \text{ кг}, \\
 r_D &= 17 \text{ см}, & m_D &= 4 \text{ кг}, \\
 R_D &= 25 \text{ см}, & m_E &= 3 \text{ кг}, \\
 i_D &= 22 \text{ см}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.6.



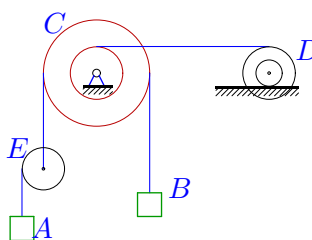
$$\begin{aligned}
 r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 10 \text{ кг}, \\
 R_C &= 36 \text{ см}, & m_B &= 6 \text{ кг}, \\
 i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 10 \text{ кг}, \\
 r_D &= 19 \text{ см}, & m_D &= 9 \text{ кг}, \\
 R_D &= 29 \text{ см}, & m_E &= 6 \text{ кг}, \\
 i_D &= 25 \text{ см}.
 \end{aligned}$$

### Задача D11.7.



$$\begin{aligned}
 r_C &= 16 \text{ см}, & m_A &= 12 \text{ кг}, \\
 R_C &= 30 \text{ см}, & m_B &= 5 \text{ кг}, \\
 i_C &= 30 \text{ см}, & m_C &= 10 \text{ кг}, \\
 r_D &= 17 \text{ см}, & m_D &= 3 \text{ кг}, \\
 & & m_E &= 8 \text{ кг}.
 \end{aligned}$$

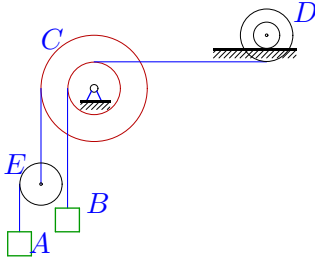
### Задача D11.8.



$$\begin{aligned}
 r_C &= 22 \text{ см}, & m_A &= 15 \text{ кг}, \\
 R_C &= 40 \text{ см}, & m_B &= 4 \text{ кг}, \\
 i_C &= 36 \text{ см}, & m_C &= 12 \text{ кг}, \\
 r_D &= 11 \text{ см}, & m_D &= 7 \text{ кг}, \\
 R_D &= 20 \text{ см}, & m_E &= 9 \text{ кг}, \\
 i_D &= 18 \text{ см}.
 \end{aligned}$$

**Задача D11.9.**

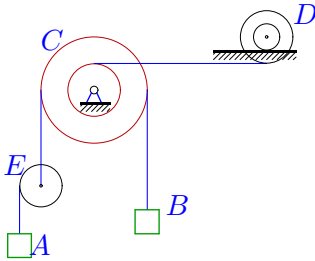
4



$r_c = 22 \text{ см}, m_A = 6 \text{ кг},$   
 $R_c = 39 \text{ см}, m_B = 3 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, m_C = 6 \text{ кг},$   
 $r_D = 15 \text{ см}, m_D = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 24 \text{ см}, m_E = 3 \text{ кг},$   
 $i_D = 20 \text{ см}.$

**Задача D11.11.**

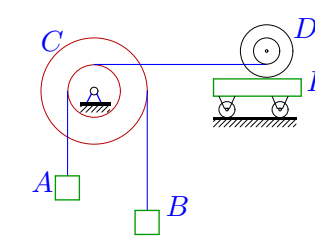
4



$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 11 \text{ кг},$   
 $R_c = 39 \text{ см}, m_B = 3 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 11 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, m_E = 7 \text{ кг},$   
 $i_D = 17 \text{ см}.$

**Задача D11.13.**

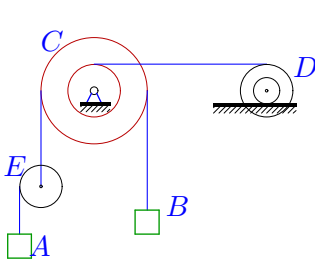
4



$r_c = 12 \text{ см}, m_A = 15 \text{ кг},$   
 $R_c = 29 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, m_C = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 19 \text{ см}, m_D = 6 \text{ кг},$   
 $R_D = 28 \text{ см}, m_E = 1 \text{ кг},$   
 $i_D = 23 \text{ см}.$

**Задача D11.15.**

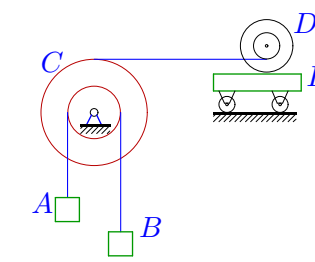
4



$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 11 \text{ кг},$   
 $R_c = 34 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 7 \text{ кг},$   
 $r_D = 18 \text{ см}, m_D = 3 \text{ кг},$   
 $R_D = 25 \text{ см}, m_E = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 23 \text{ см}.$

**Задача D11.17.**

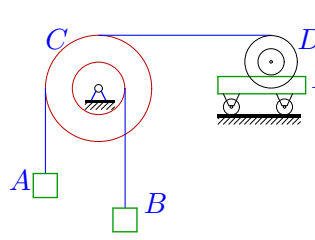
4



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 8 \text{ кг},$   
 $R_c = 33 \text{ см}, m_B = 2 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 9 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $R_D = 21 \text{ см}, m_E = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 16 \text{ см}.$

**Задача D11.10.**

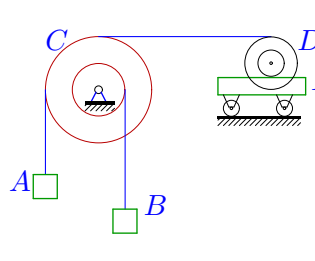
4



$r_c = 16 \text{ см}, m_A = 5 \text{ кг},$   
 $R_c = 31 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 30 \text{ см}, m_C = 4 \text{ кг},$   
 $r_D = 19 \text{ см}, m_D = 4 \text{ кг},$   
 $R_D = 27 \text{ см}, m_E = 2 \text{ кг},$   
 $i_D = 23 \text{ см}.$

**Задача D11.12.**

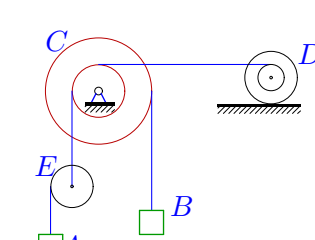
4



$r_c = 14 \text{ см}, m_A = 6 \text{ кг},$   
 $R_c = 34 \text{ см}, m_B = 5 \text{ кг},$   
 $i_c = 28 \text{ см}, m_C = 7 \text{ кг},$   
 $r_D = 19 \text{ см}, m_D = 9 \text{ кг},$   
 $R_D = 29 \text{ см}, m_E = 3 \text{ кг},$   
 $i_D = 24 \text{ см}.$

**Задача D11.14.**

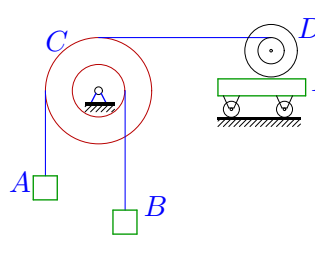
4



$r_c = 22 \text{ см}, m_A = 16 \text{ кг},$   
 $R_c = 41 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 36 \text{ см}, m_C = 9 \text{ кг},$   
 $r_D = 16 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $R_D = 26 \text{ см}, m_E = 5 \text{ кг},$   
 $i_D = 21 \text{ см}.$

**Задача D11.16.**

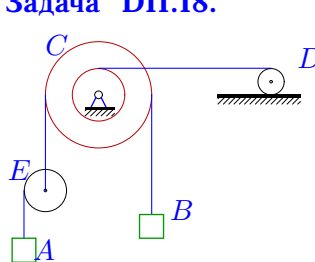
4



$r_c = 12 \text{ см}, m_A = 3 \text{ кг},$   
 $R_c = 31 \text{ см}, m_B = 4 \text{ кг},$   
 $i_c = 26 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 20 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $R_D = 30 \text{ см}, m_E = 1 \text{ кг},$   
 $i_D = 24 \text{ см}.$

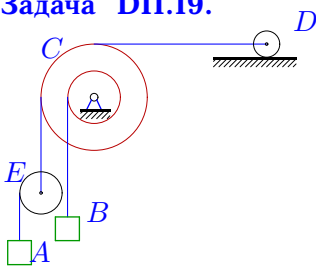
**Задача D11.18.**

4



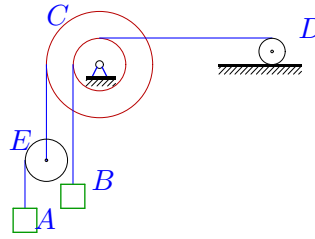
$r_c = 20 \text{ см}, m_A = 3 \text{ кг},$   
 $R_c = 39 \text{ см}, m_B = 1 \text{ кг},$   
 $i_c = 34 \text{ см}, m_C = 5 \text{ кг},$   
 $r_D = 11 \text{ см}, m_D = 8 \text{ кг},$   
 $m_E = 1 \text{ кг}.$

**Задача D11.19.**



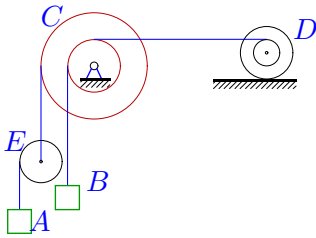
$m_A=13$  кг,  
 $r_c=20$  см,  $m_B=6$  кг,  
 $R_c=36$  см,  $m_C=11$  кг,  
 $i_c=34$  см,  $m_D=5$  кг,  
 $r_D=20$  см,  $m_E=8$  кг.

**Задача D11.20.**



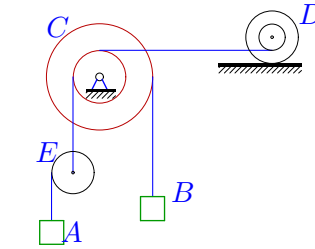
$m_A=4$  кг,  
 $r_c=20$  см,  $m_B=3$  кг,  
 $R_c=40$  см,  $m_C=6$  кг,  
 $i_c=34$  см,  $m_D=9$  кг,  
 $r_D=16$  см,  $m_E=2$  кг.

**Задача D11.21.**



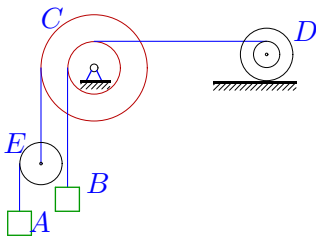
$r_c=20$  см,  $m_A=5$  кг,  
 $R_c=40$  см,  $m_B=4$  кг,  
 $i_c=34$  см,  $m_C=6$  кг,  
 $r_D=19$  см,  $m_D=9$  кг,  
 $R_D=29$  см,  $m_E=2$  кг,  
 $i_D=23$  см.

**Задача D11.22.**



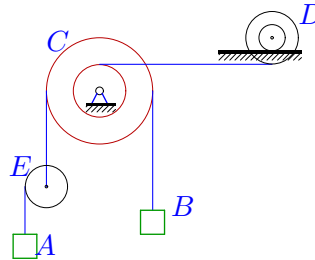
$r_c=22$  см,  $m_A=10$  кг,  
 $R_c=36$  см,  $m_B=3$  кг,  
 $i_c=36$  см,  $m_C=5$  кг,  
 $r_D=15$  см,  $m_D=3$  кг,  
 $R_D=22$  см,  $m_E=3$  кг,  
 $i_D=20$  см.

**Задача D11.23.**



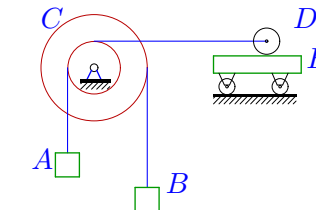
$r_c=20$  см,  $m_A=6$  кг,  
 $R_c=40$  см,  $m_B=3$  кг,  
 $i_c=34$  см,  $m_C=8$  кг,  
 $r_D=14$  см,  $m_D=9$  кг,  
 $R_D=24$  см,  $m_E=4$  кг,  
 $i_D=19$  см.

**Задача D11.24.**



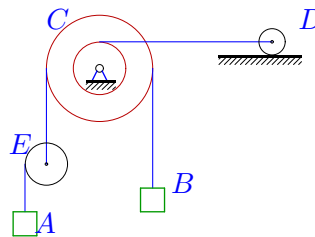
$r_c=22$  см,  $m_A=15$  кг,  
 $R_c=37$  см,  $m_B=6$  кг,  
 $i_c=36$  см,  $m_C=8$  кг,  
 $r_D=20$  см,  $m_D=4$  кг,  
 $R_D=28$  см,  $m_E=6$  кг,  
 $i_D=26$  см.

**Задача D11.25.**



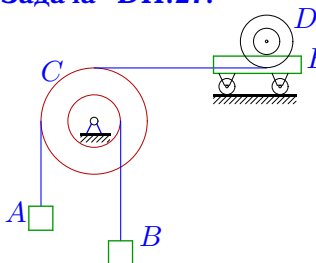
$m_A=17$  кг,  
 $r_c=12$  см,  $m_B=4$  кг,  
 $R_c=31$  см,  $m_C=5$  кг,  
 $i_c=26$  см,  $m_D=8$  кг,  
 $r_D=19$  см,  $m_E=1$  кг.

**Задача D11.26.**



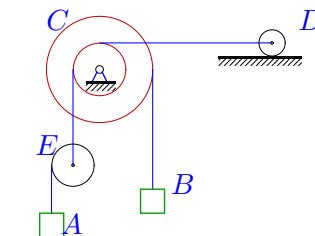
$m_A=9$  кг,  
 $r_c=22$  см,  $m_B=4$  кг,  
 $R_c=39$  см,  $m_C=6$  кг,  
 $i_c=36$  см,  $m_D=6$  кг,  
 $r_D=17$  см,  $m_E=3$  кг.

**Задача D11.27.**



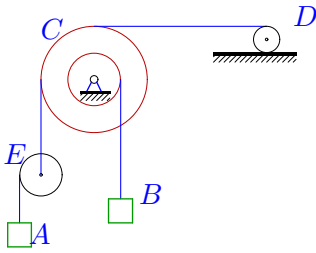
$r_c=14$  см,  $m_A=8$  кг,  
 $R_c=32$  см,  $m_B=5$  кг,  
 $i_c=28$  см,  $m_C=8$  кг,  
 $r_D=20$  см,  $m_D=7$  кг,  
 $R_D=29$  см,  $m_E=5$  кг,  
 $i_D=25$  см.

**Задача D11.28.**



$m_A=25$  кг,  
 $r_c=20$  см,  $m_B=6$  кг,  
 $R_c=40$  см,  $m_C=11$  кг,  
 $i_c=34$  см,  $m_D=9$  кг,  
 $r_D=20$  см,  $m_E=7$  кг.

**Задача D11.29.**



$$r_c = 20 \text{ см}, \quad m_A = 9 \text{ кг},$$

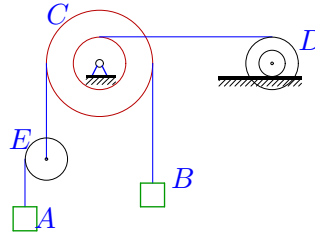
$$R_c = 39 \text{ см}, \quad m_B = 3 \text{ кг},$$

$$i_c = 34 \text{ см}, \quad m_C = 11 \text{ кг},$$

$$r_D = 12 \text{ см}, \quad m_D = 8 \text{ кг},$$

$$m_E = 7 \text{ кг}.$$

**Задача D11.30.**



$$r_c = 22 \text{ см}, \quad m_A = 12 \text{ кг},$$

$$R_c = 38 \text{ см}, \quad m_B = 5 \text{ кг},$$

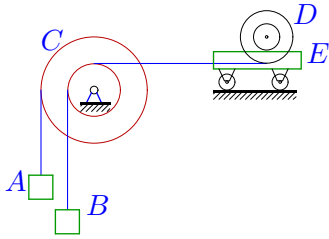
$$i_c = 36 \text{ см}, \quad m_C = 7 \text{ кг},$$

$$r_D = 20 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$$

$$R_D = 28 \text{ см}, \quad m_E = 4 \text{ кг},$$

$$i_D = 25 \text{ см}.$$

**Задача D11.31.**



$$r_c = 16 \text{ см}, \quad m_A = 7 \text{ кг},$$

$$R_c = 32 \text{ см}, \quad m_B = 5 \text{ кг},$$

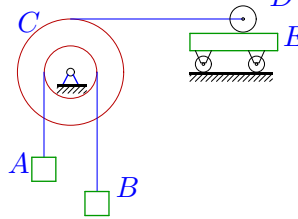
$$i_c = 30 \text{ см}, \quad m_C = 6 \text{ кг},$$

$$r_D = 20 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$$

$$R_D = 28 \text{ см}, \quad m_E = 3 \text{ кг},$$

$$i_D = 25 \text{ см}.$$

**Задача D11.32.**



$$r_c = 12 \text{ см}, \quad m_A = 15 \text{ кг},$$

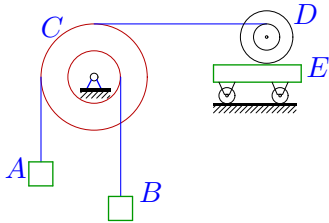
$$R_c = 26 \text{ см}, \quad m_B = 4 \text{ кг},$$

$$i_c = 26 \text{ см}, \quad m_C = 11 \text{ кг},$$

$$r_D = 11 \text{ см}, \quad m_D = 3 \text{ кг},$$

$$m_E = 9 \text{ кг}.$$

**Задача D11.33.**



$$r_c = 16 \text{ см}, \quad m_A = 11 \text{ кг},$$

$$R_c = 32 \text{ см}, \quad m_B = 5 \text{ кг},$$

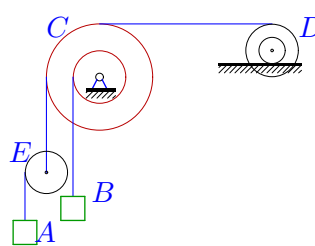
$$i_c = 30 \text{ см}, \quad m_C = 10 \text{ кг},$$

$$r_D = 18 \text{ см}, \quad m_D = 5 \text{ кг},$$

$$R_D = 26 \text{ см}, \quad m_E = 7 \text{ кг},$$

$$i_D = 24 \text{ см}.$$

**Задача D11.34.**



$$r_c = 22 \text{ см}, \quad m_A = 4 \text{ кг},$$

$$R_c = 39 \text{ см}, \quad m_B = 2 \text{ кг},$$

$$i_c = 36 \text{ см}, \quad m_C = 5 \text{ кг},$$

$$r_D = 15 \text{ см}, \quad m_D = 6 \text{ кг},$$

$$R_D = 24 \text{ см}, \quad m_E = 2 \text{ кг},$$

$$i_D = 19 \text{ см}.$$

**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	11.157	-0.110	4.345	59.514	0.000	5.335
2	20.000	16.000	65.997	156.960	181.931	8.060
3	8.182	0.875	3.625	10.387	0.000	1.303
4	10.000	8.000	43.585	78.480	88.290	7.985
5	8.500	7.000	18.662	68.670	121.432	8.967
6	150.070	-105.840	94.740	71.940	0.000	2.260
7	27.922	-1.500	9.500	143.880	0.000	5.197
8	19.500	15.000	38.701	147.150	196.200	8.251
9	7.500	6.000	29.799	58.860	104.892	8.310
10	11.494	-0.030	4.378	28.797	0.000	2.505
11	14.500	11.000	37.986	107.910	147.150	7.974
12	15.255	-0.098	8.535	38.663	0.000	2.535
13	154.398	-78.593	66.926	52.320	0.000	0.842
14	18.500	16.000	64.057	156.960	132.881	8.477
15	13.500	11.000	27.479	107.910	117.720	8.291
16	11.840	0.077	4.123	14.240	0.000	1.203
17	355.809	-91.834	35.160	58.860	0.000	0.508
18	3.500	3.000	9.589	29.430	29.430	8.494
19	17.000	13.000	40.164	127.530	238.710	8.601
20	5.000	4.000	11.929	39.240	73.575	8.815
21	6.000	5.000	13.673	49.050	88.290	9.006
22	11.500	10.000	88.544	98.100	79.372	8.521
23	8.000	6.000	17.990	58.860	112.815	8.630
24	18.000	15.000	58.349	147.150	147.150	8.264
25	79.167	-4.000	5.000	65.400	0.000	0.861
26	10.500	9.000	23.976	88.290	78.480	8.433
27	103.662	-104.136	131.691	57.021	0.000	2.675
28	28.500	25.000	101.290	245.250	196.200	8.576
29	12.500	9.000	28.149	88.290	141.868	8.075
30	14.000	12.000	28.028	117.720	107.910	8.465
31	33.543	-46.289	113.078	93.195	0.000	6.386
32	91.764	-3.250	10.500	107.910	0.000	1.189
33	24.273	-0.279	9.324	83.385	0.000	3.437
34	5.000	4.000	13.208	39.240	69.928	8.618

D11 файл o11d4A