

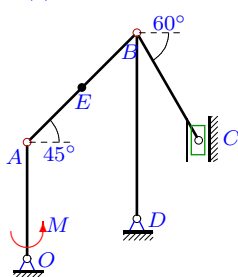
Рычаг Жуковского. Многозвенный механизм

Плоский шарнирно-стержневой механизм с одной степенью свободы движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и момента M , который вращает звено OA с постоянной угловой скоростью ω_{OA} . В узлах A, B, C и в центре E звена AB расположены материальные точки. Постоянный момент трения на осях неподвижных шарниров O и D равен M_{fr} . Сила сопротивления движению ползуна — F_{fr} , остальные связи идеальные. Пренебрегая массами стержней, определить величину момента M .

В ответе указаны вспомогательные величины (мощности): N_a — сил инерции, N_p — сил тяжести, N_{fr} — сил трения в ползунах, N_M — моментов трения

Кирсанов М.Н. **Решбник. Теоретическая механика**/Под ред. А. И. Кириллова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 384 с. (с.288.)

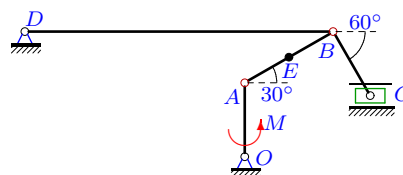
Задача D12.1.



$m_A = 22$ кг,
 $m_B = 26$ кг,
 $m_C = 26$ кг,
 $m_E = 25$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 48$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 36$ Н, $M_{fr} = 50$ Нм.

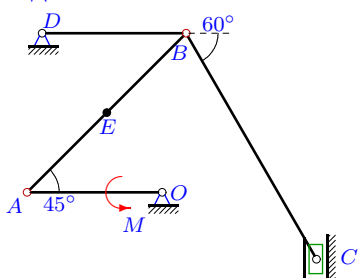
Задача D12.2.



$m_A = 30$ кг,
 $m_B = 34$ кг,
 $m_C = 33$ кг,
 $m_E = 33$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 121$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 19$ Н, $M_{fr} = 41$ Нм.

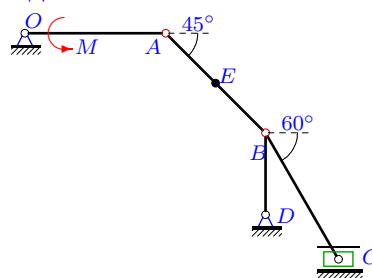
Задача D12.3.



$m_A = 7$ кг,
 $m_B = 8$ кг,
 $m_C = 10$ кг,
 $m_E = 10$ кг,
 $OA = 15$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 1.3\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 24$ Нм.

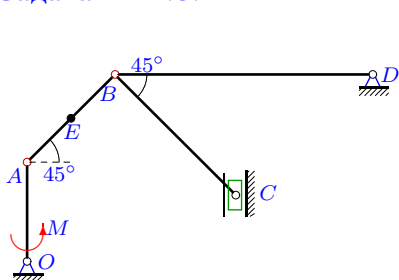
Задача D12.4.



$m_A = 13$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 17$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 31$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 15$ Н, $M_{fr} = 20$ Нм.

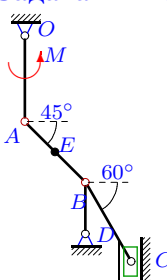
Задача D12.5.



$m_A = 17$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 18$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 83$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 22$ Н, $M_{fr} = 31$ Нм.

Задача D12.6.

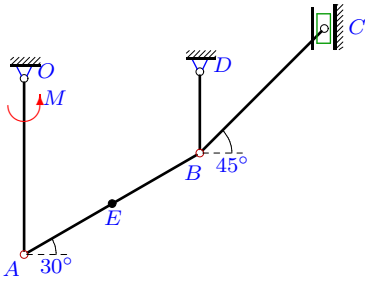


$m_A = 19$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 23$ кг,
 $m_E = 23$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 13$ Н, $M_{fr} = 24$ Нм.

Задача D12.7.

4

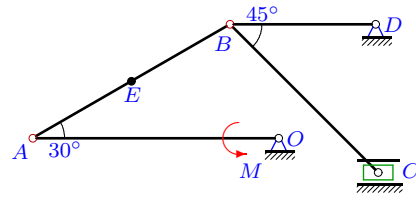


$m_A = 28$ кг,
 $m_B = 30$ кг,
 $m_C = 30$ кг,
 $m_E = 29$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.8\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 17$ Н, $M_{fr} = 37$ Нм.

Задача D12.8.

4

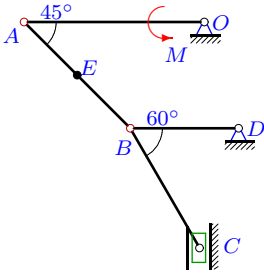


$m_A = 20$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 21$ кг,
 $m_E = 23$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 26$ Н, $M_{fr} = 38$ Нм.

Задача D12.9.

4

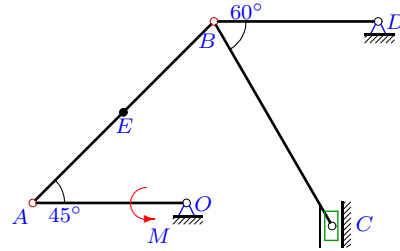


$m_A = 1$ кг,
 $m_B = 2$ кг,
 $m_C = 2$ кг,
 $m_E = 5$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 17$ Н, $M_{fr} = 10$ Нм.

Задача D12.10.

4

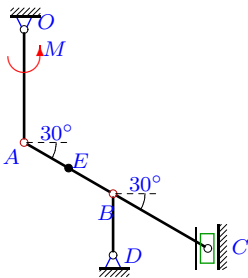


$m_A = 14$ кг,
 $m_B = 15$ кг,
 $m_C = 15$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 15$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 1.3\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 12$ Н, $M_{fr} = 18$ Нм.

Задача D12.11.

4

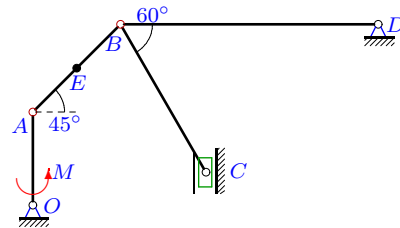


$m_A = 19$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 23$ кг,
 $m_E = 23$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 17$ Н, $M_{fr} = 28$ Нм.

Задача D12.12.

4

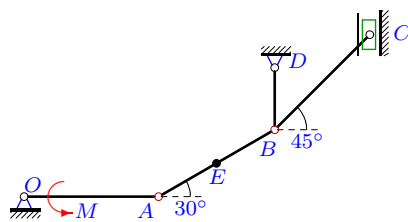


$m_A = 6$ кг,
 $m_B = 10$ кг,
 $m_C = 7$ кг,
 $m_E = 9$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 83$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 32$ Н, $M_{fr} = 30$ Нм.

Задача D12.13.

4

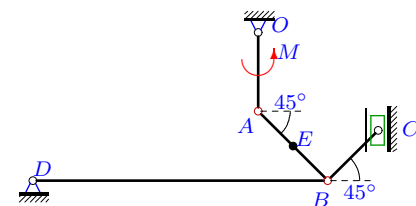


$m_A = 26$ кг,
 $m_B = 29$ кг,
 $m_C = 28$ кг,
 $m_E = 27$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 26$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.8\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 43$ Нм.

Задача D12.14.

4

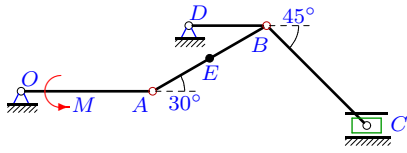


$m_A = 31$ кг,
 $m_B = 33$ кг,
 $m_C = 34$ кг,
 $m_E = 33$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 120$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 48$ Нм.

Задача D12.15.

4

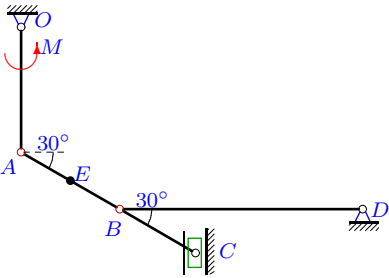


$m_A = 28$ кг,
 $m_B = 31$ кг,
 $m_C = 31$ кг,
 $m_E = 31$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 27$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 45$ Нм.

Задача D12.17.

4

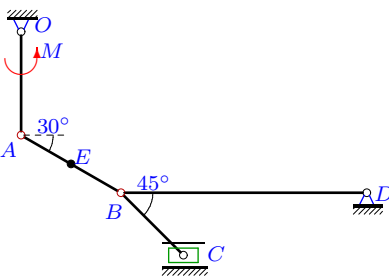


$m_A = 23$ кг,
 $m_B = 25$ кг,
 $m_C = 24$ кг,
 $m_E = 27$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 64$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 35$ Н, $M_{fr} = 50$ Нм.

Задача D12.19.

4

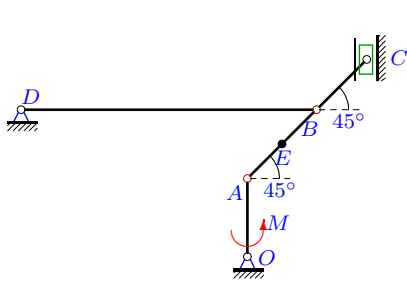


$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 18$ кг,
 $m_C = 17$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 64$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 13$ Н, $M_{fr} = 21$ Нм.

Задача D12.21.

4

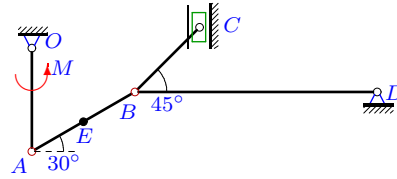


$m_A = 30$ кг,
 $m_B = 34$ кг,
 $m_C = 33$ кг,
 $m_E = 31$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 121$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 24$ Н, $M_{fr} = 46$ Нм.

Задача D12.16.

4

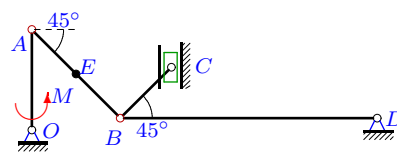


$m_A = 17$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 18$ кг,
 $m_E = 18$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 61$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.8\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 31$ Н, $M_{fr} = 40$ Нм.

Задача D12.18.

4

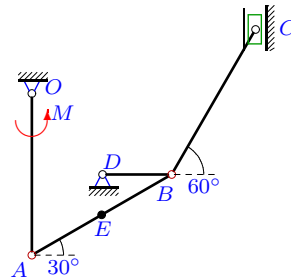


$m_A = 18$ кг,
 $m_B = 22$ кг,
 $m_C = 19$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 82$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 33$ Н, $M_{fr} = 43$ Нм.

Задача D12.20.

4

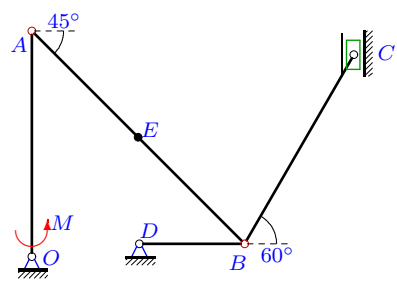


$m_A = 6$ кг,
 $m_B = 8$ кг,
 $m_C = 9$ кг,
 $m_E = 7$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 28$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 28$ Н, $M_{fr} = 26$ Нм.

Задача D12.22.

4

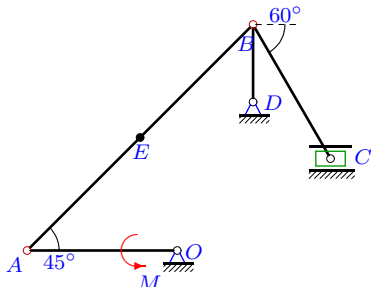


$m_A = 15$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 18$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 37$ Н, $M_{fr} = 44$ Нм.

Задача D12.23.

4

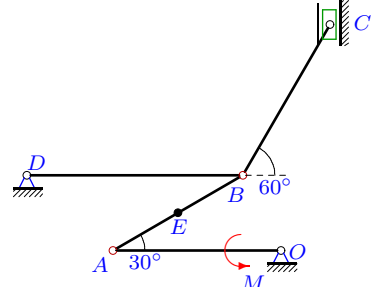


$m_A = 17$ кг,
 $m_B = 18$ кг,
 $m_C = 21$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 66$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 17$ Н, $M_{fr} = 26$ Нм.

Задача D12.24.

4

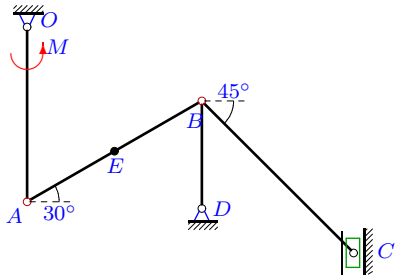


$m_A = 3$ кг,
 $m_B = 4$ кг,
 $m_C = 6$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 36$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 31$ Н, $M_{fr} = 26$ Нм.

Задача D12.25.

4

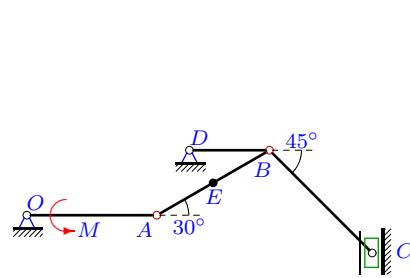


$m_A = 8$ кг,
 $m_B = 10$ кг,
 $m_C = 12$ кг,
 $m_E = 11$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 28$ Н, $M_{fr} = 28$ Нм.

Задача D12.26.

4

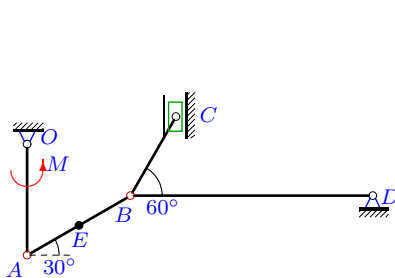


$m_A = 1$ кг,
 $m_B = 4$ кг,
 $m_C = 4$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 26$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 33$ Н, $M_{fr} = 26$ Нм.

Задача D12.27.

4

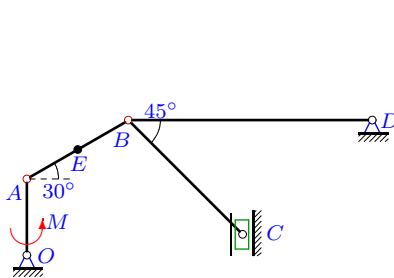


$m_A = 31$ кг,
 $m_B = 33$ кг,
 $m_C = 32$ кг,
 $m_E = 32$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 61$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 26$ Н, $M_{fr} = 49$ Нм.

Задача D12.28.

4

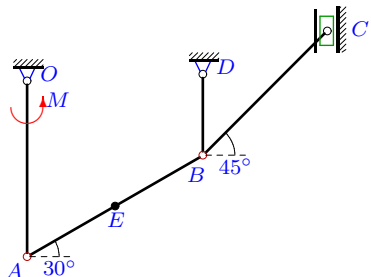


$m_A = 8$ кг,
 $m_B = 12$ кг,
 $m_C = 9$ кг,
 $m_E = 11$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 83$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 35$ Н, $M_{fr} = 35$ Нм.

Задача D12.29.

4

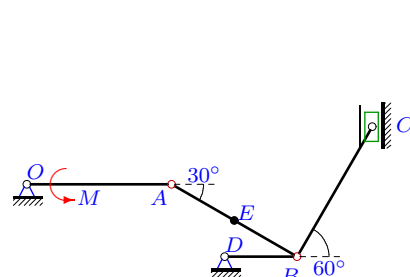


$m_A = 30$ кг,
 $m_B = 32$ кг,
 $m_C = 32$ кг,
 $m_E = 31$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 38$ Н, $M_{fr} = 60$ Нм.

Задача D12.30.

4

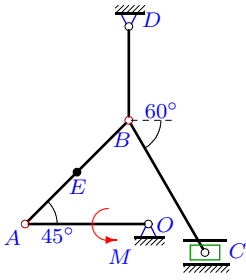


$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 19$ кг,
 $m_E = 18$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 28$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 22$ Н, $M_{fr} = 30$ Нм.

Задача D12.31.

4

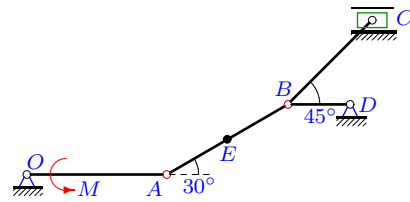


$m_A = 24 \text{ кг,}$
 $m_B = 25 \text{ кг,}$
 $m_C = 26 \text{ кг,}$
 $m_E = 27 \text{ кг,}$
 $OA = 21 \text{ см,}$
 $DB = 16 \text{ см,}$
 $AB = 25 \text{ см,}$
 $BC = 26 \text{ см.}$

$$\omega_{OA} = 1\frac{1}{c}, F_{fr} = 36 \text{ Н, } M_{fr} = 52 \text{ Нм.}$$

Задача D12.32.

4

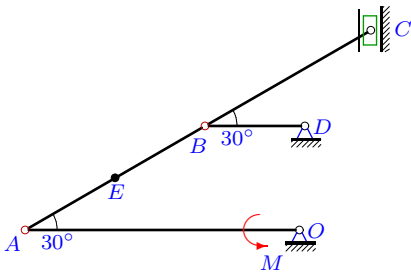


$m_A = 24 \text{ кг,}$
 $m_B = 27 \text{ кг,}$
 $m_C = 25 \text{ кг,}$
 $m_E = 25 \text{ кг,}$
 $OA = 27 \text{ см,}$
 $DB = 12 \text{ см,}$
 $AB = 27 \text{ см,}$
 $BC = 23 \text{ см.}$

$$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}, F_{fr} = 14 \text{ Н, } M_{fr} = 30 \text{ Нм.}$$

Задача D12.33.

4

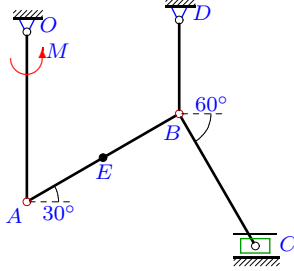


$m_A = 26 \text{ кг,}$
 $m_B = 27 \text{ кг,}$
 $m_C = 27 \text{ кг,}$
 $m_E = 27 \text{ кг,}$
 $OA = 33 \text{ см,}$
 $DB = 12 \text{ см,}$
 $AB = 25 \text{ см,}$
 $BC = 23 \text{ см.}$

$$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}, F_{fr} = 14 \text{ Н, } M_{fr} = 32 \text{ Нм.}$$

Задача D12.34.

4



$m_A = 8 \text{ кг,}$
 $m_B = 10 \text{ кг,}$
 $m_C = 10 \text{ кг,}$
 $m_E = 11 \text{ кг,}$
 $OA = 29 \text{ см,}$
 $DB = 16 \text{ см,}$
 $AB = 30 \text{ см,}$
 $BC = 26 \text{ см.}$

$$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}, F_{fr} = 27 \text{ Н, } M_{fr} = 27 \text{ Нм.}$$

№	v_A	v_B	v_C	v_E	a_A	a_B	a_C	a_E	M
1	0.210	0.210	0.121	0.210	0.147	0.107	0.152	0.123	132.985
2	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	0.796	2.145	0.469	-218.301
3	0.195	0.195	0.195	0.195	0.253	0.546	0.628	0.246	-3.153
4	0.186	0.186	0.186	0.132	0.112	0.649	0.287	0.378	129.771
5	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.423	0.465	0.269	-97.542
6	0.210	0.210	0.121	0.210	0.147	0.462	0.193	0.202	22.579
7	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.378	0.222	0.269	195.075
8	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.273	0.058	0.194	-59.321
9	0.210	0.210	0.210	0.210	0.147	0.264	0.043	0.202	2.230
10	0.195	0.195	0.195	0.195	0.253	0.238	0.121	0.246	-52.869
11	0.198	0.198	0.343	0.198	0.119	0.292	1.099	0.109	-56.445
12	0.210	0.210	0.210	0.148	0.147	0.515	0.543	0.331	-9.747
13	0.208	0.120	0.120	0.120	0.166	0.506	0.529	0.335	237.704
14	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.347	0.314	0.231	-201.685
15	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.273	0.729	0.194	374.152
16	0.208	0.360	0.360	0.208	0.166	1.372	1.143	0.604	263.680
17	0.198	0.343	0.343	0.198	0.119	1.494	1.164	0.806	-278.713
18	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.196	0.235	0.044	233.260
19	0.189	0.327	0.327	0.189	0.132	1.385	2.525	0.758	-120.978
20	0.196	0.339	0.339	0.196	0.137	1.190	0.149	0.638	245.807
21	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.347	0.376	0.231	-184.194
22	0.210	0.210	0.210	0.148	0.147	0.349	0.332	0.217	280.666
23	0.186	0.186	0.186	0.132	0.112	0.281	0.554	0.181	-5.190
24	0.196	0.196	0.196	0.196	0.137	0.436	0.361	0.212	6.891
25	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.370	0.140	0.136	51.626
26	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.325	0.451	0.236	110.737
27	0.196	0.339	0.339	0.196	0.137	1.229	1.105	0.547	445.584
28	0.208	0.360	0.360	0.208	0.166	1.312	1.459	0.739	-32.660
29	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.378	0.222	0.269	278.266
30	0.196	0.196	0.196	0.196	0.137	0.363	0.396	0.238	289.959
31	0.210	0.210	0.210	0.148	0.210	0.628	1.042	0.225	59.321
32	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.802	0.886	0.381	288.656
33	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.486	0.206	0.286	-218.792
34	0.203	0.203	0.203	0.203	0.142	0.266	0.513	0.203	81.981

N_0	ω_{BD}	ω_{BC}	ε_{AB}	ε_{BC}	ε_{BD}	N_p	N_a	N_{fr}	N_M
1	0.438	0.758	0.195	0.530	0.115	-30.924	-0.925	-4.365	-56.875
2	-0.291	2.425	-1.274	-4.741	-0.652	174.188	30.808	-11.571	-40.614
3	-1.219	0.000	2.778	0.946	3.070	66.953	2.470	-4.875	-60.450
4	1.033	-0.000	-1.597	1.201	3.441	-39.230	-3.176	-2.790	-32.667
5	0.231	0.000	-0.618	-0.114	0.506	92.292	-3.772	-4.224	-25.771
6	-1.167	-0.758	-1.848	1.746	2.178	27.356	3.215	-1.576	-44.800
7	1.733	1.131	0.747	-1.890	-0.934	-61.214	2.424	-3.536	-93.733
8	1.181	1.162	-0.728	-0.382	0.985	118.662	-0.736	-4.914	-71.487
9	1.167	0.000	0.554	-1.230	-0.544	20.601	0.074	-3.570	-18.667
10	1.219	0.000	0.090	-1.193	-0.099	116.690	-0.282	-2.340	-45.337
11	-1.100	-1.238	-1.296	3.867	1.080	77.379	9.918	-5.830	-47.600
12	0.253	-0.000	-0.739	-0.112	0.617	44.292	-2.159	-6.720	-28.590
13	1.001	0.653	1.026	-3.103	-4.100	-113.585	3.856	-3.002	-77.432
14	-0.160	-0.000	0.352	-0.150	0.288	157.274	5.017	-4.800	-36.480
15	1.181	-0.922	0.674	-1.618	0.985	-166.868	-5.657	-4.725	-84.656
16	-0.591	0.000	-4.749	1.308	2.223	-162.574	18.423	-11.168	-55.624
17	0.536	0.000	4.243	-1.598	-2.316	210.269	25.755	-12.003	-56.793
18	-0.234	-0.000	0.620	0.276	-0.232	-96.060	-1.692	-6.336	-35.868
19	0.511	2.013	3.866	-12.505	-2.148	89.919	24.463	-4.256	-25.441
20	2.829	0.000	3.465	-3.824	5.859	-68.272	-2.533	-9.505	-91.754
21	-0.159	0.000	-0.353	-0.149	-0.285	155.390	-5.367	-4.608	-34.899
22	1.500	-0.000	-0.562	-1.254	-1.073	-93.735	1.838	-7.770	-96.800
23	1.163	0.000	-0.304	1.351	-1.122	49.266	2.835	-3.162	-45.825
24	-0.544	-0.000	1.951	-0.425	1.174	32.687	0.921	-6.076	-32.356
25	-1.300	-0.919	-1.681	-0.270	-1.576	24.486	-1.163	-5.824	-58.800
26	1.300	-0.000	0.800	1.319	1.126	-26.526	-0.600	-6.864	-54.600
27	-0.557	-0.000	-4.217	0.949	1.991	-269.756	28.243	-8.827	-61.570
28	0.434	0.000	-2.655	-0.402	1.569	93.657	-11.727	-12.609	-43.192
29	1.733	1.131	0.747	-1.890	-0.934	-65.295	2.586	-7.904	-152.000
30	1.400	0.000	-0.980	-1.093	-1.697	-138.439	2.779	-4.312	-63.000
31	-1.312	0.000	2.970	-2.120	-3.528	77.254	-8.765	-7.560	-120.250
32	-1.575	-1.162	-3.185	5.930	6.206	-140.911	9.748	-2.646	-68.250
33	1.650	-0.000	-1.663	2.841	3.001	207.835	-1.788	-2.772	-72.000
34	1.269	0.000	0.444	-1.981	-0.417	0.000	1.251	-5.481	-53.156