

Рычаг Жуковского. Многозвенный механизм

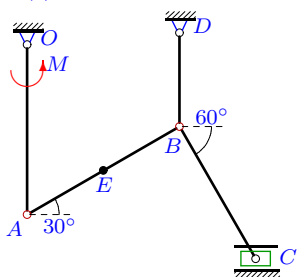
Плоский шарнирно-стержневой механизм с одной степенью свободы движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и момента M , который вращает звено OA с постоянной угловой скоростью ω_{OA} . В узлах A, B, C и в центре E звена AB расположены материальные точки. Постоянный момент трения на осях 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.

2

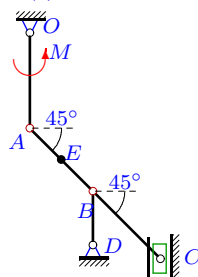


$m_A = 29$ кг,
 $m_B = 31$ кг,
 $m_C = 31$ кг,
 $m_E = 32$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 16$ Н, $M_{fr} = 37$ Нм.

Задача D12.2.

2

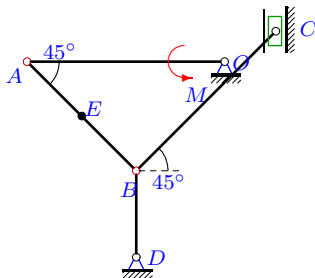


$m_A = 3$ кг,
 $m_B = 5$ кг,
 $m_C = 7$ кг,
 $m_E = 7$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 19$ Н, $M_{fr} = 14$ Нм.

Задача D12.3.

2

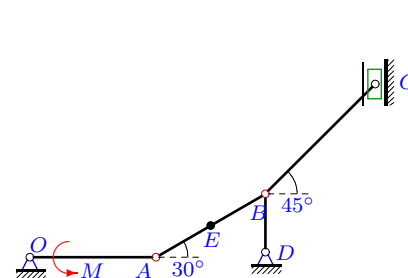


$m_A = 27$ кг,
 $m_B = 28$ кг,
 $m_C = 31$ кг,
 $m_E = 29$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 18$ Н, $M_{fr} = 37$ Нм.

Задача D12.4.

2

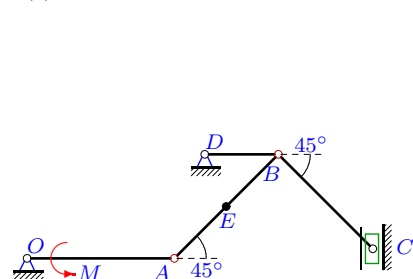


$m_A = 10$ кг,
 $m_B = 13$ кг,
 $m_C = 14$ кг,
 $m_E = 11$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 26$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 33$ Н, $M_{fr} = 35$ Нм.

Задача D12.5.

2

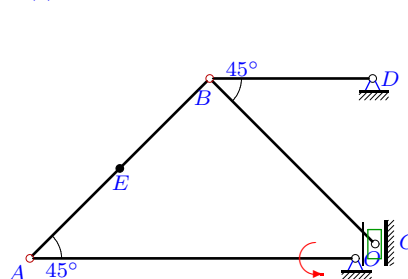


$m_A = 25$ кг,
 $m_B = 28$ кг,
 $m_C = 28$ кг,
 $m_E = 28$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 32$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 29$ Н, $M_{fr} = 46$ Нм.

Задача D12.6.

2

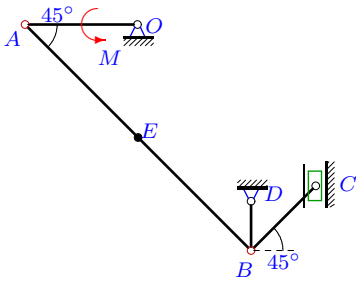


$m_A = 15$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 16$ кг,
 $m_E = 18$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 41$ Н, $M_{fr} = 48$ Нм.

Задача D12.7.

2

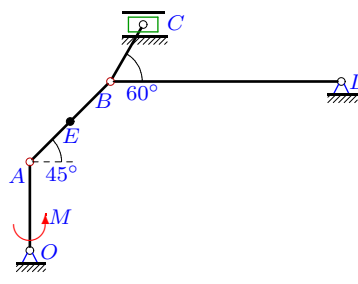


$m_A = 2$ кг,
 $m_B = 3$ кг,
 $m_C = 4$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 91$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 16$ Н, $M_{fr} = 10$ Нм.

Задача D12.8.

2

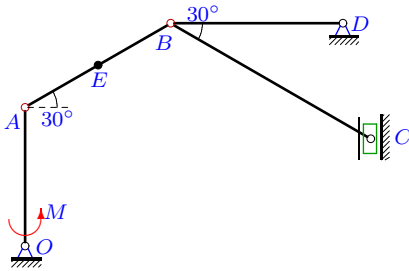


$m_A = 2$ кг,
 $m_B = 6$ кг,
 $m_C = 3$ кг,
 $m_E = 3$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 81$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 12$ Н, $M_{fr} = 6$ Нм.

Задача D12.9.

2

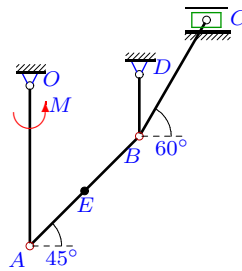


$m_A = 14$ кг,
 $m_B = 18$ кг,
 $m_C = 15$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 41$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 40$ Н, $M_{fr} = 46$ Нм.

Задача D12.10.

2

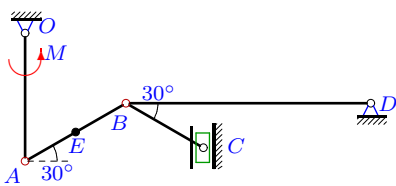


$m_A = 27$ кг,
 $m_B = 29$ кг,
 $m_C = 29$ кг,
 $m_E = 28$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 20$ Н, $M_{fr} = 39$ Нм.

Задача D12.11.

2

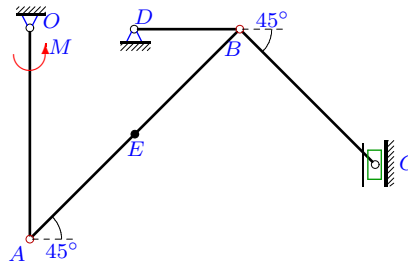


$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 18$ кг,
 $m_C = 17$ кг,
 $m_E = 19$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 63$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 33$ Нм.

Задача D12.12.

2

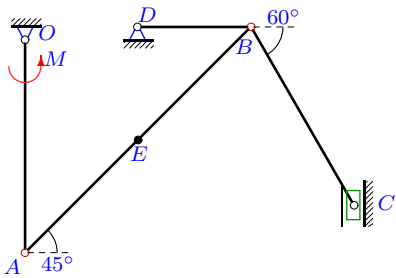


$m_A = 17$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 20$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 45$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 29$ Н, $M_{fr} = 38$ Нм.

Задача D12.13.

2

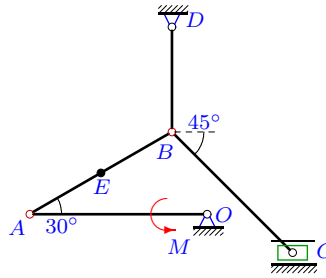


$m_A = 24$ кг,
 $m_B = 26$ кг,
 $m_C = 27$ кг,
 $m_E = 27$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 45$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 27$ Н, $M_{fr} = 43$ Нм.

Задача D12.14.

2

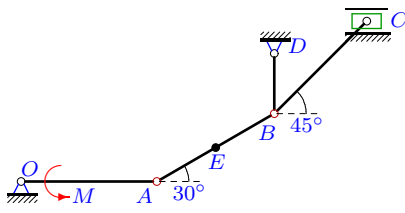


$m_A = 31$ кг,
 $m_B = 32$ кг,
 $m_C = 33$ кг,
 $m_E = 34$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 26$ см.

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

Задача D12.15.

2

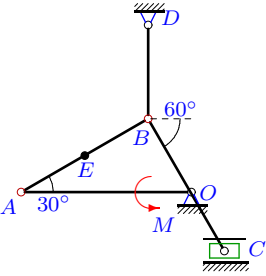


$m_A = 11$ кг,
 $m_B = 14$ кг,
 $m_C = 13$ кг,
 $m_E = 12$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 27$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 24$ Н, $M_{fr} = 27$ Нм.

Задача D12.17.

2

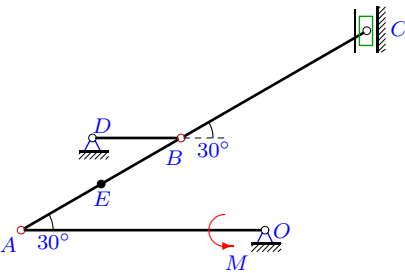


$m_A = 18$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 20$ кг,
 $m_E = 21$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 18$ Н, $M_{fr} = 28$ Нм.

Задача D12.19.

2

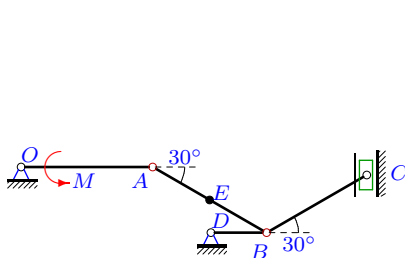


$m_A = 3$ кг,
 $m_B = 4$ кг,
 $m_C = 6$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 39$ Н, $M_{fr} = 34$ Нм.

Задача D12.21.

2

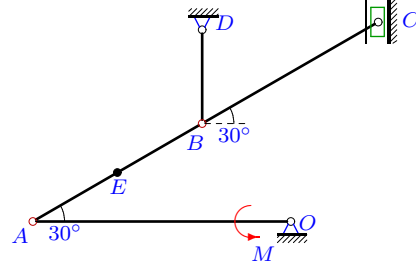


$m_A = 28$ кг,
 $m_B = 31$ кг,
 $m_C = 31$ кг,
 $m_E = 30$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 33$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 36$ Н, $M_{fr} = 56$ Нм.

Задача D12.16.

2

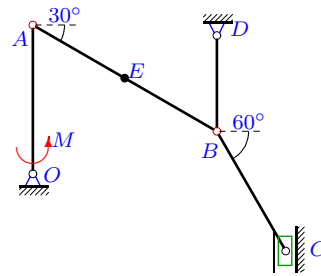


$m_A = 8$ кг,
 $m_B = 9$ кг,
 $m_C = 10$ кг,
 $m_E = 9$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 26$ см.

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

Задача D12.18.

2

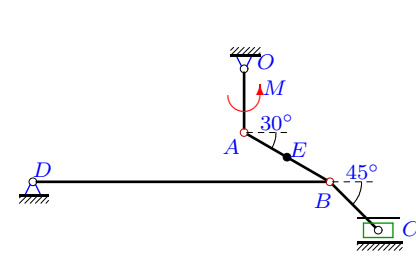


$m_A = 19$ кг,
 $m_B = 23$ кг,
 $m_C = 21$ кг,
 $m_E = 23$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 12$ Н, $M_{fr} = 23$ Нм.

Задача D12.20.

2

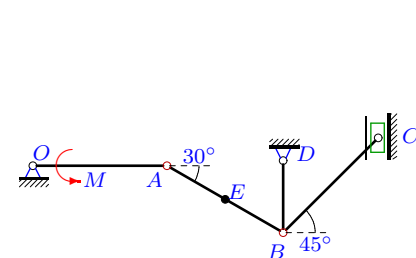


$m_A = 20$ кг,
 $m_B = 22$ кг,
 $m_C = 23$ кг,
 $m_E = 24$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 126$ см,
 $AB = 42$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 39$ Н, $M_{fr} = 51$ Нм.

Задача D12.22.

2

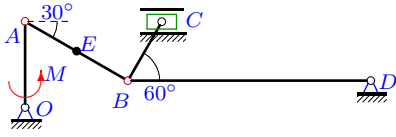


$m_A = 29$ кг,
 $m_B = 32$ кг,
 $m_C = 31$ кг,
 $m_E = 31$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 26$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.8\frac{1}{c}$, $F_{fr} = 38$ Н, $M_{fr} = 59$ Нм.

Задача D12.23.

2

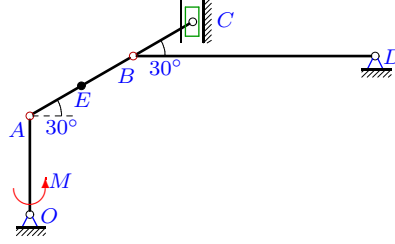


$m_A = 26$ кг,
 $m_B = 30$ кг,
 $m_C = 27$ кг,
 $m_E = 28$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 82$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 33$ Н, $M_{fr} = 51$ Нм.

Задача D12.24.

2

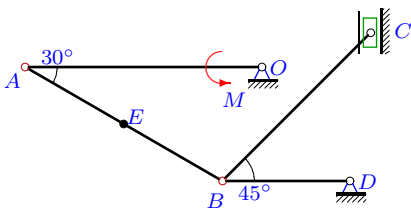


$m_A = 12$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 13$ кг,
 $m_E = 13$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 81$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 11$ Н, $M_{fr} = 15$ Нм.

Задача D12.25.

2

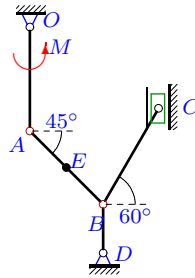


$m_A = 1$ кг,
 $m_B = 2$ кг,
 $m_C = 2$ кг,
 $m_E = 3$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 22$ Н, $M_{fr} = 15$ Нм.

Задача D12.26.

2

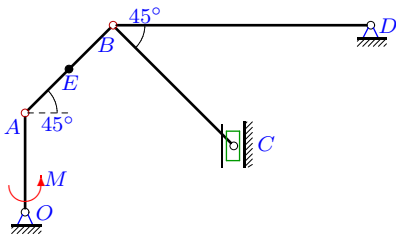


$m_A = 28$ кг,
 $m_B = 30$ кг,
 $m_C = 32$ кг,
 $m_E = 30$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 27$ Н, $M_{fr} = 47$ Нм.

Задача D12.27.

2

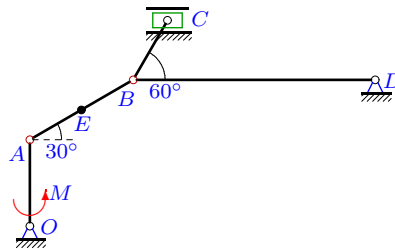


$m_A = 7$ кг,
 $m_B = 11$ кг,
 $m_C = 8$ кг,
 $m_E = 10$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 83$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 15$ Н, $M_{fr} = 14$ Нм.

Задача D12.28.

2

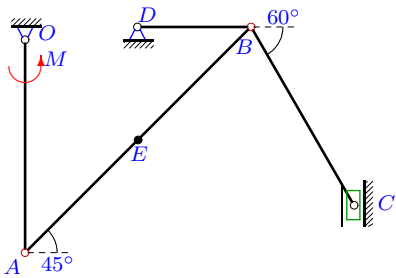


$m_A = 12$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 13$ кг,
 $m_E = 13$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 81$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 11$ Н, $M_{fr} = 15$ Нм.

Задача D12.29.

2

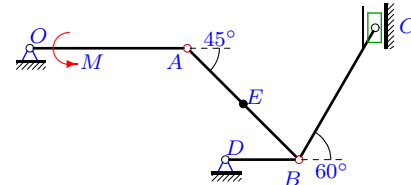


$m_A = 5$ кг,
 $m_B = 7$ кг,
 $m_C = 8$ кг,
 $m_E = 8$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 45$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 12$ Н, $M_{fr} = 9$ Нм.

Задача D12.30.

2



$m_A = 19$ кг,
 $m_B = 22$ кг,
 $m_C = 22$ кг,
 $m_E = 21$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 22$ Н, $M_{fr} = 33$ Нм.

№	v_A	v_B	v_C	v_E	a_A	a_B	a_C	a_E	M
1	0.203	0.203	0.203	0.203	0.142	0.266	0.513	0.203	103.184
2	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.380	0.441	0.166	21.136
3	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.624	1.154	0.261	77.422
4	0.208	0.120	0.120	0.120	0.166	0.373	0.601	0.267	141.634
5	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.258	0.346	0.182	494.098
6	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.258	0.346	0.182	-44.237
7	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.373	0.126	0.231	38.429
8	0.186	0.186	0.322	0.132	0.112	0.401	1.852	0.256	-4.235
9	0.198	0.343	0.343	0.198	0.119	1.429	1.897	0.773	-65.758
10	0.186	0.186	0.186	0.186	0.112	0.338	0.323	0.219	146.495
11	0.198	0.343	0.343	0.198	0.119	1.264	1.573	0.573	295.821
12	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.257	0.344	0.162	279.995
13	0.210	0.210	0.210	0.148	0.147	0.312	0.305	0.201	331.070
14	0.189	0.109	0.109	0.109	0.132	0.150	0.205	0.037	-24.811
15	0.189	0.109	0.109	0.109	0.132	0.406	0.294	0.267	109.224
16	0.198	0.114	0.198	0.114	0.119	0.215	0.615	0.064	2.397
17	0.203	0.117	0.117	0.117	0.142	0.183	0.310	0.044	-19.328
18	0.196	0.196	0.113	0.196	0.137	0.294	0.324	0.108	93.165
19	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.838	0.206	0.400	83.401
20	0.189	0.327	0.327	0.189	0.132	0.671	1.796	0.401	-96.349
21	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.395	0.764	0.243	576.298
22	0.208	0.120	0.120	0.120	0.166	0.377	0.417	0.270	200.325
23	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	0.955	2.516	0.408	285.393
24	0.198	0.343	0.343	0.198	0.119	1.163	0.903	0.641	-147.707
25	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.396	0.556	0.268	27.658
26	0.210	0.210	0.121	0.210	0.147	0.559	0.794	0.246	196.126
27	0.192	0.192	0.192	0.136	0.115	0.423	0.465	0.269	-48.081
28	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	1.240	6.279	0.691	6.005
29	0.210	0.210	0.210	0.148	0.147	0.312	0.305	0.201	86.438
30	0.210	0.210	0.210	0.210	0.147	0.357	0.350	0.246	353.579
31	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	1.274	3.143	0.681	213.662
32	0.196	0.339	0.339	0.196	0.137	1.218	1.310	0.541	335.995
33	0.198	0.343	0.343	0.198	0.119	0.919	0.665	0.401	224.379
34	0.186	0.186	0.322	0.132	0.112	0.243	1.362	0.155	117.593

N_0	ω_{BD}	ω_{BC}	ε_{AB}	ε_{BC}	ε_{BD}	N_p	N_a	N_{fr}	N_M
1	1.269	0.000	0.444	-1.981	-0.417	0.000	3.863	-3.248	-72.844
2	-1.067	-0.849	-1.508	2.134	1.778	13.185	1.115	-3.648	-23.333
3	-1.371	0.849	-2.669	-3.218	4.037	19.777	10.169	-3.456	-72.943
4	-1.001	0.531	-0.041	-1.843	2.943	-48.120	1.802	-3.963	-63.026
5	1.200	-0.000	0.509	1.124	0.720	-205.304	-2.787	-5.568	-82.800
6	1.200	0.000	-0.652	-1.417	0.720	122.429	-1.615	-7.872	-86.400
7	1.371	1.044	0.320	0.345	1.885	-0.000	-0.271	-3.072	-19.714
8	0.230	1.617	-0.583	8.000	0.493	13.685	-2.300	-3.866	-4.978
9	0.836	-0.000	-3.132	-1.043	3.414	139.618	-20.369	-13.718	-66.077
10	1.550	0.000	0.833	-2.218	-1.473	0.000	-0.327	-3.720	-83.850
11	-0.544	-0.000	-4.262	-1.623	1.984	-149.711	18.556	-8.574	-37.764
12	1.200	-0.000	0.360	1.124	0.712	-92.292	-1.736	-5.568	-68.400
13	1.312	0.000	0.431	1.097	0.909	-136.997	-2.545	-5.670	-86.537
14	-0.682	0.000	0.784	-0.405	-0.817	88.996	-1.074	-2.837	-67.718
15	0.909	-0.000	0.802	-0.540	-3.277	-31.520	1.134	-2.619	-43.452
16	-0.953	-0.879	0.986	-2.766	-1.546	43.704	-1.376	-4.950	-38.816
17	-0.733	0.000	0.904	-0.660	-1.008	56.756	-1.006	-2.110	-40.110
18	-1.089	0.870	1.012	-0.462	1.125	-23.312	0.599	-1.358	-41.144
19	-1.650	-0.000	3.564	-2.253	6.430	33.020	1.161	-7.722	-76.500
20	-0.260	1.596	0.998	-5.793	0.528	109.187	19.975	-12.767	-48.950
21	1.414	0.000	-0.977	-1.931	-1.995	-233.086	7.235	-7.128	-112.800
22	-0.858	-0.653	-0.035	-2.402	-2.594	-54.281	-3.607	-4.563	-97.809
23	-0.429	-3.057	2.538	7.989	-1.150	-151.767	29.658	-20.097	-57.568
24	0.423	0.000	-2.424	1.263	1.425	119.433	-11.685	-3.772	-15.351
25	1.486	-0.000	1.141	1.900	-1.765	16.324	0.411	-4.576	-34.286
26	-1.500	0.758	-2.178	-1.999	3.300	-38.061	7.446	-3.274	-103.400
27	0.231	0.000	-0.618	-0.114	0.506	45.204	-1.837	-2.880	-11.639
28	0.434	3.057	-2.548	26.892	1.519	77.608	-58.102	-6.699	-17.011
29	1.312	0.000	0.431	1.097	0.909	-39.142	-0.733	-2.520	-18.112
30	1.500	0.000	-0.792	-1.254	-1.200	-173.048	2.763	-4.620	-72.600
31	2.930	-2.425	3.717	5.018	6.243	-70.710	24.686	-12.789	-90.751
32	-0.539	0.000	-4.177	-0.918	1.911	-206.480	23.011	-7.129	-44.599
33	-0.408	-0.000	2.398	-0.509	-1.081	-82.425	-5.918	-12.003	-34.281
34	1.162	-1.283	0.338	-3.611	0.690	-20.071	-3.656	-8.054	-38.775