

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 .

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

Задача 12.1.

$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 17$ кг,
 $m_C = 17$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 21$ Н, $M_{fr} = 29$ Нм.

Задача 12.2.

$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 17$ кг,
 $m_C = 20$ кг,
 $m_E = 19$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 45$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 40$ Н, $M_{fr} = 48$ Нм.

Задача 12.3.

$m_A = 24$ кг,
 $m_B = 27$ кг,
 $m_C = 25$ кг,
 $m_E = 26$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 33$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 20$ Н, $M_{fr} = 36$ Нм.

Задача 12.4.

$m_A = 6$ кг,
 $m_B = 10$ кг,
 $m_C = 9$ кг,
 $m_E = 7$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 121$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 37$ Н, $M_{fr} = 35$ Нм.

Задача 12.5.

$m_A = 19$ кг,
 $m_B = 23$ кг,
 $m_C = 22$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 121$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 30$ Н, $M_{fr} = 41$ Нм.

Задача 12.6.

$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 20$ кг,
 $m_C = 19$ кг,
 $m_E = 20$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 21$ Н, $M_{fr} = 29$ Нм.

Задача 12.7.

$m_A = 18$ кг,
 $m_B = 22$ кг,
 $m_C = 20$ кг,
 $m_E = 22$ кг,
 $OA = 30$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 26$ см.

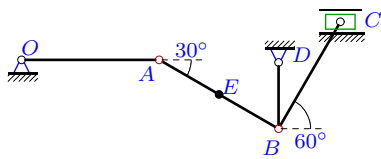
$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 33$ Н, $M_{fr} = 43$ Нм.

Задача 12.8.

$m_A = 4$ кг,
 $m_B = 6$ кг,
 $m_C = 7$ кг,
 $m_E = 6$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 120$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 23$ Н, $M_{fr} = 19$ Нм.

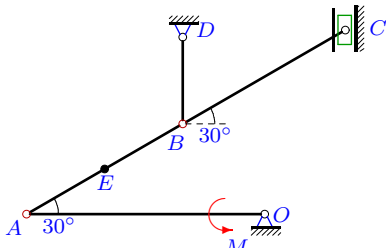
Задача 12.9.



$m_A = 32$ кг,
 $m_B = 35$ кг,
 $m_C = 34$ кг,
 $m_E = 34$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 29$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 29$ Н, $M_{fr} = 53$ Нм.

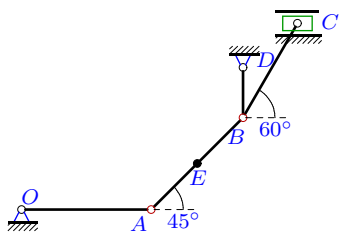
Задача 12.11.



$m_A = 6$ кг,
 $m_B = 7$ кг,
 $m_C = 8$ кг,
 $m_E = 7$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 38$ Н, $M_{fr} = 36$ Нм.

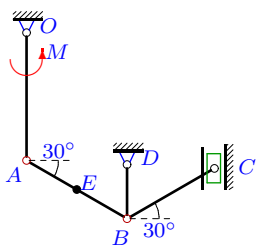
Задача 12.13.



$m_A = 3$ кг,
 $m_B = 6$ кг,
 $m_C = 5$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 31$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 15$ Н, $M_{fr} = 10$ Нм.

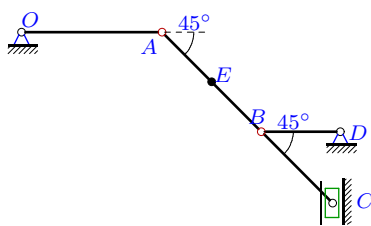
Задача 12.15.



$m_A = 2$ кг,
 $m_B = 4$ кг,
 $m_C = 4$ кг,
 $m_E = 4$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 21$ Н, $M_{fr} = 15$ Нм.

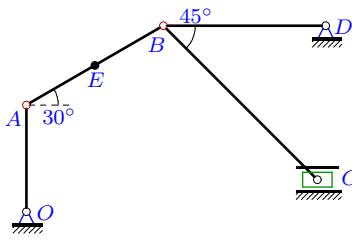
Задача 12.17.



$m_A = 26$ кг,
 $m_B = 29$ кг,
 $m_C = 27$ кг,
 $m_E = 30$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 32$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 30$ Н, $M_{fr} = 48$ Нм.

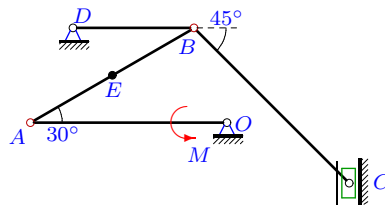
Задача 12.10.



$m_A = 13$ кг,
 $m_B = 17$ кг,
 $m_C = 14$ кг,
 $m_E = 16$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 41$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 55$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 18$ Н, $M_{fr} = 23$ Нм.

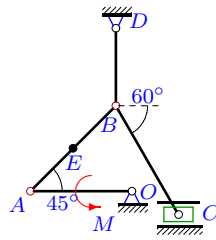
Задача 12.12.



$m_A = 31$ кг,
 $m_B = 32$ кг,
 $m_C = 34$ кг,
 $m_E = 34$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 34$ Н, $M_{fr} = 57$ Нм.

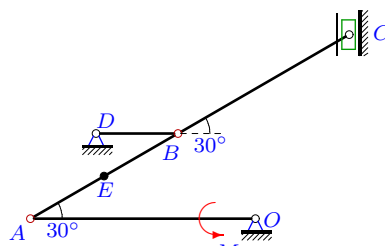
Задача 12.14.



$m_A = 28$ кг,
 $m_B = 29$ кг,
 $m_C = 30$ кг,
 $m_E = 31$ кг,
 $OA = 21$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 1 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 38$ Н, $M_{fr} = 58$ Нм.

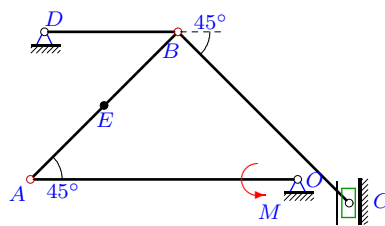
Задача 12.16.



$m_A = 14$ кг,
 $m_B = 15$ кг,
 $m_C = 17$ кг,
 $m_E = 15$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 21$ Н, $M_{fr} = 27$ Нм.

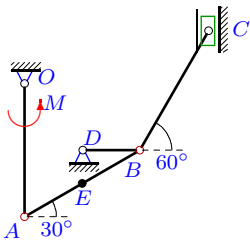
Задача 12.18.



$m_A = 32$ кг,
 $m_B = 33$ кг,
 $m_C = 35$ кг,
 $m_E = 35$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 24$ Н, $M_{fr} = 48$ Нм.

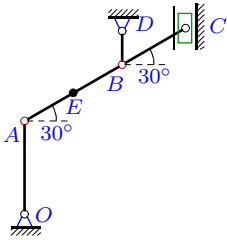
Задача 12.19.



$m_A = 31$ кг,
 $m_B = 33$ кг,
 $m_C = 34$ кг,
 $m_E = 32$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 28$ см,
 $BC = 29$ см.

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

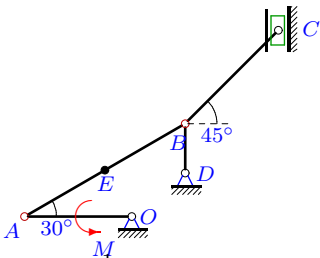
Задача 12.21.



$m_A = 12$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 14$ кг,
 $m_E = 13$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 30$ Н, $M_{fr} = 34$ Нм.

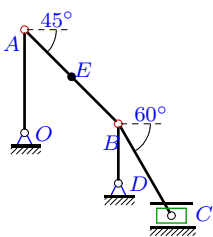
Задача 12.23.



$m_A = 15$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 19$ кг,
 $m_E = 16$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 12$ см,
 $AB = 45$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 23$ Н, $M_{fr} = 30$ Нм.

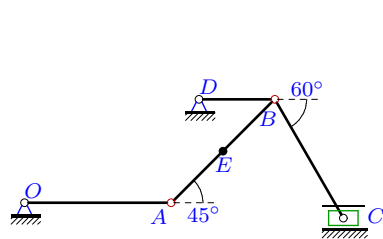
Задача 12.25.



$m_A = 3$ кг,
 $m_B = 7$ кг,
 $m_C = 7$ кг,
 $m_E = 7$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 26$ Н, $M_{fr} = 21$ Нм.

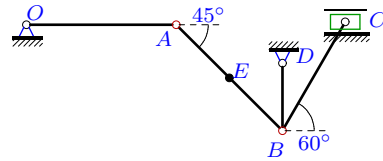
Задача 12.27.



$m_A = 18$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 21$ кг,
 $m_E = 21$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 31$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 39$ Н, $M_{fr} = 49$ Нм.

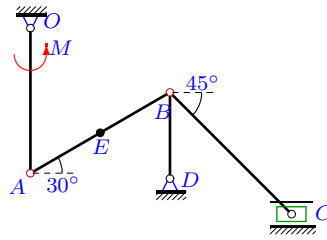
Задача 12.20.



$m_A = 16$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 18$ кг,
 $m_E = 18$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 31$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 34$ Н, $M_{fr} = 42$ Нм.

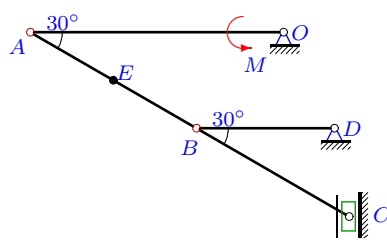
Задача 12.22.



$m_A = 14$ кг,
 $m_B = 16$ кг,
 $m_C = 18$ кг,
 $m_E = 17$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 12$ Н, $M_{fr} = 18$ Нм.

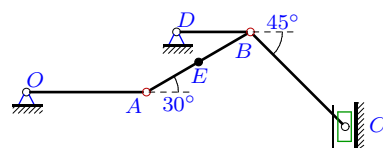
Задача 12.24.



$m_A = 26$ кг,
 $m_B = 27$ кг,
 $m_C = 27$ кг,
 $m_E = 30$ кг,
 $OA = 33$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 25$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 21$ Н, $M_{fr} = 39$ Нм.

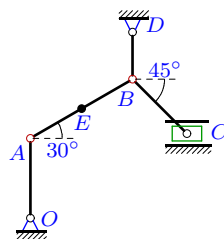
Задача 12.26.



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

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 25$ Н, $M_{fr} = 41$ Нм.

Задача 12.28.

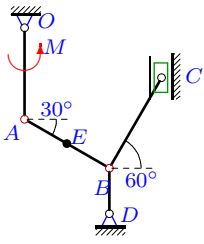


$m_A = 23$ кг,
 $m_B = 27$ кг,
 $m_C = 25$ кг,
 $m_E = 26$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 18$ Н, $M_{fr} = 33$ Нм.

Задача 12.29.

8

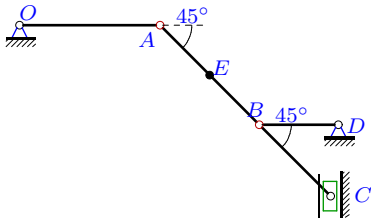


$m_A = 17$ кг,
 $m_B = 19$ кг,
 $m_C = 21$ кг,
 $m_E = 19$ кг,
 $OA = 28$ см,
 $DB = 14$ см,
 $AB = 30$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 18$ Н, $M_{fr} = 27$ Нм.

Задача 12.31.

8

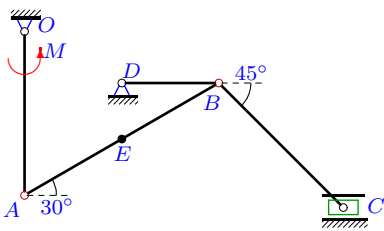


$m_A = 14$ кг,
 $m_B = 17$ кг,
 $m_C = 15$ кг,
 $m_E = 18$ кг,
 $OA = 32$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 32$ см,
 $BC = 23$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 15$ Н, $M_{fr} = 21$ Нм.

Задача 12.33.

8

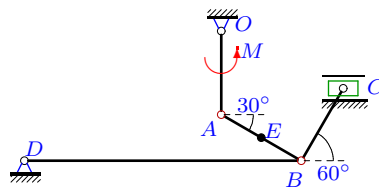


$m_A = 32$ кг,
 $m_B = 34$ кг,
 $m_C = 35$ кг,
 $m_E = 35$ кг,
 $OA = 27$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 37$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 41$ Н, $M_{fr} = 65$ Нм.

Задача 12.30.

8

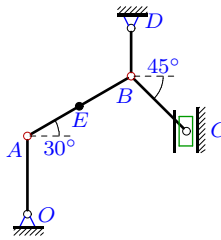


$m_A = 7$ кг,
 $m_B = 9$ кг,
 $m_C = 10$ кг,
 $m_E = 9$ кг,
 $OA = 29$ см,
 $DB = 96$ см,
 $AB = 32$ см,
 $BC = 29$ см.

$\omega_{OA} = 0.7 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 20$ Н, $M_{fr} = 19$ Нм.

Задача 12.32.

8

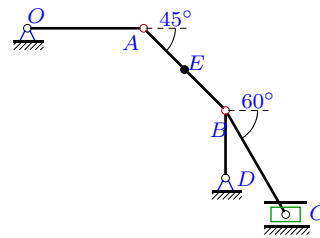


$m_A = 21$ кг,
 $m_B = 25$ кг,
 $m_C = 23$ кг,
 $m_E = 24$ кг,
 $OA = 26$ см,
 $DB = 16$ см,
 $AB = 40$ см,
 $BC = 26$ см.

$\omega_{OA} = 0.8 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 17$ Н, $M_{fr} = 30$ Нм.

Задача 12.34.

8



$m_A = 18$ кг,
 $m_B = 21$ кг,
 $m_C = 22$ кг,
 $m_E = 22$ кг,
 $OA = 31$ см,
 $DB = 18$ см,
 $AB = 31$ см,
 $BC = 32$ см.

$\omega_{OA} = 0.6 \frac{1}{c}$, $F_{fr} = 31$ Н, $M_{fr} = 41$ Нм.

Рычаг Жуковского. Многозвенный механизм

№	v_A	v_B	v_C	v_E	a_A	a_B	a_C	a_E	M
1	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.413	0.428	0.258	-28.578
2	0.208	0.120	0.120	0.120	0.166	0.114	0.033	0.127	63.113
3	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.745	1.176	0.355	476.481
4	0.208	0.360	0.360	0.208	0.166	0.853	0.953	0.509	-26.192
5	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	0.796	4.880	0.469	26.516
6	0.208	0.360	0.360	0.208	0.166	0.907	0.171	0.508	323.315
7	0.210	0.210	0.121	0.210	0.147	0.462	0.280	0.202	151.454
8	0.186	0.186	0.322	0.132	0.112	0.329	0.416	0.220	9.625
9	0.203	0.117	0.117	0.117	0.142	0.320	0.134	0.228	264.065
10	0.189	0.327	0.327	0.189	0.132	1.325	1.010	0.728	-37.703
11	0.198	0.114	0.198	0.114	0.119	0.215	0.615	0.064	50.874
12	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.803	1.027	0.382	-194.380
13	0.186	0.186	0.186	0.132	0.112	0.771	0.216	0.438	53.856
14	0.210	0.210	0.210	0.148	0.210	0.628	1.042	0.225	62.622
15	0.198	0.198	0.343	0.198	0.119	0.295	0.765	0.205	83.224
16	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.838	0.206	0.400	-96.179
17	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.380	0.115	0.166	500.025
18	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.415	0.576	0.182	-284.148
19	0.196	0.339	0.339	0.196	0.137	1.190	0.149	0.638	669.332
20	0.186	0.186	0.186	0.132	0.112	0.306	0.248	0.191	221.997
21	0.198	0.198	0.343	0.198	0.119	0.416	1.325	0.165	78.660
22	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.303	0.429	0.112	55.056
23	0.208	0.120	0.120	0.120	0.166	0.149	0.160	0.141	-15.445
24	0.198	0.198	0.198	0.198	0.119	0.277	0.206	0.189	-239.216
25	0.186	0.186	0.186	0.186	0.112	0.208	0.252	0.157	64.942
26	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.325	0.451	0.236	386.998
27	0.186	0.186	0.322	0.186	0.112	0.240	1.352	0.172	363.608
28	0.189	0.189	0.189	0.189	0.132	0.303	0.429	0.112	98.657
29	0.196	0.196	0.113	0.196	0.137	0.363	0.596	0.137	113.292
30	0.203	0.352	0.609	0.203	0.142	0.958	1.895	0.549	-9.303
31	0.192	0.192	0.192	0.192	0.115	0.380	0.115	0.166	267.257
32	0.208	0.208	0.208	0.208	0.166	0.370	0.993	0.136	150.199
33	0.189	0.327	0.327	0.189	0.132	0.848	2.235	0.467	556.361
34	0.186	0.186	0.186	0.132	0.112	0.649	0.287	0.378	216.319

N_0	ω_{AO}	ω_{BD}	ω_{BC}	ε_{AO}	ε_{BC}	S_p	S_a	A_{fr}	A_m
1	0.700	1.575	1.162	-1.323	3.112	92.704	-2.756	-3.969	-65.975
2	0.800	0.751	0.531	-0.067	-0.030	28.471	0.269	-4.804	-74.427
3	0.600	-1.414	0.000	2.417	2.435	-198.123	-11.291	-3.960	-72.514
4	0.800	-0.298	-0.000	-1.337	-0.523	79.520	-6.815	-13.330	-38.421
5	0.700	-0.291	2.425	-1.274	15.628	113.826	-73.503	-18.270	-40.614
6	0.800	2.001	-0.000	-1.732	3.516	-173.177	3.333	-7.566	-81.243
7	0.700	-1.167	0.933	1.386	-1.239	-23.788	2.038	-4.001	-80.267
8	0.600	-0.155	1.283	0.331	0.592	16.422	-0.443	-7.410	-14.345
9	0.700	-0.837	0.000	0.013	-0.755	-97.580	-2.397	-3.399	-81.469
10	0.700	0.798	0.842	-2.854	2.633	80.284	-13.536	-5.892	-34.464
11	0.600	-0.953	-0.879	0.986	-2.766	33.992	-1.097	-7.524	-55.895
12	0.800	-1.300	0.000	3.494	1.319	267.303	14.974	-7.072	-119.700
13	0.600	1.550	0.000	2.035	-2.218	-9.123	1.100	-2.790	-21.500
14	1.000	-1.312	0.000	2.970	-2.120	89.614	-10.131	-7.980	-134.125
15	0.600	1.414	1.523	0.621	-3.302	-13.457	0.939	-7.202	-30.214
16	0.600	-1.650	-0.000	3.564	-2.253	118.485	4.130	-4.158	-60.750
17	0.600	-1.067	-0.000	1.414	-1.259	-210.954	-3.301	-5.760	-80.000
18	0.600	-1.200	0.000	1.955	1.124	254.275	7.222	-4.608	-86.400
19	0.700	2.829	-0.000	3.465	-3.824	-276.416	-10.367	-8.827	-172.922
20	0.600	-1.329	-0.000	0.407	-1.901	-45.617	-0.258	-6.324	-81.000
21	0.600	-1.650	-1.523	1.286	-5.996	47.100	-7.508	-10.288	-76.500
22	0.700	-1.181	0.000	-1.369	0.987	0.000	-2.408	-2.268	-33.862
23	0.800	1.001	-0.531	-0.144	0.106	69.314	-0.174	-2.762	-54.022
24	0.600	1.100	0.000	0.792	-1.894	213.662	0.326	-4.158	-66.300
25	0.600	1.033	0.000	-0.285	1.201	0.000	0.171	-4.836	-34.300
26	0.800	1.300	-0.000	0.800	1.319	-214.250	-4.048	-5.200	-86.100
27	0.600	1.163	-1.283	0.477	-3.572	-109.480	-9.759	-12.564	-86.363
28	0.700	-1.181	0.000	1.026	-1.214	0.000	-3.577	-3.402	-62.081
29	0.700	-1.400	0.707	-1.584	-1.146	-23.312	2.745	-2.037	-56.700
30	0.700	-0.366	2.425	1.983	3.638	46.565	-7.614	-12.180	-20.259
31	0.600	-1.067	-0.000	1.414	-1.259	-120.545	-1.929	-2.880	-35.000
32	0.800	-1.300	1.131	1.261	2.652	-46.931	-6.692	-3.536	-63.000
33	0.700	2.046	-1.596	1.813	-5.084	-165.386	-32.156	-13.422	-178.489
34	0.600	1.033	-0.000	-1.597	1.201	-52.915	-4.143	-5.766	-66.967