

Am-76-027

American Mineralogist, Volume 61, pages 979-986, 1976

## The crystal structure and infrared properties of adamite

RODERICK J. HILL<sup>1</sup>

Department of Geology and Mineralogy, University of Adelaide  
Adelaide, South Australia 5001 Australia

### Abstract

The crystal structure of adamite,  $Zn_2(AsO_4)(OH)$ , has been solved by direct methods and refined by full-matrix least-squares to  $R = 0.0402$  ( $R_w = 0.0302$ ) using 1472 equi-inclination counter data recorded with graphite-monochromatized  $MoK\alpha$  radiation. The structure is orthorhombic,  $Pnmm$  ( $D_{2h}^{12}$ ) with  $a = 8.306(4)$ ,  $b = 8.524(6)$ ,  $c = 6.043(3)$  Å and  $Z = 4$ . Isotypy with andalusite and the members of the olivenite group of minerals is confirmed, the Zn atoms occurring in both six- and five-fold coordination.  $ZnO_4(OH)_2$  octahedra share edges to produce chains parallel to the  $c$  axis, and share corners with edge-sharing  $ZnO_4(OH)$  trigonal bipyramids in the  $a$ - and  $b$ -axis directions.  $AsO_4$  groups connect the two Zn polyhedron types to produce a dense framework structure in which all O atoms and OH groups are trigonally coordinated.

### Introduction

The secondary mineral adamite had early been suggested to be a member of the olivenite group of minerals on the basis of symmetry, cell dimensions and composition, but this relationship was not confirmed until Kokkoros (1937) reported a two-dimensional crystal structure analysis of the species using less than 100 X-ray reflections. Other workers (Strunz, 1936; Heritsch, 1940; Richmond, 1940; Mrose *et al.*, 1948) have concentrated on physical and morphological properties.

Olivenite,  $Cu_2(AsO_4)(OH)$ , libethenite,  $Cu_2(PO_4)(OH)$ , eveite,  $Mn_2(AsO_4)(OH)$ , and adamite are isostructural with the high-temperature mineral andalusite,  $Al_2SiO_5$  (Strunz, 1936; Heritsch, 1940; Moore and Smyth, 1968), and are characterized by the presence of  $M^{2+}$  cations in both five- and six-fold coordination. In addition, the component  $Co_2(AsO_4)(OH)$  has been found in solid solution with adamite, and a continuous series exists between the synthetic compounds (Keller, 1971).

### Experimental

Two fragments of adamite from the Ojuclá mine, Mapimi, Durango, Mexico, with (roughly cubic) di-

mensions 0.095 and 0.097 mm were mounted about the  $a$  and  $c$  directions, respectively. Preliminary Weissenberg photographs established the crystals to be orthorhombic,  $Pnmm$  or  $Pnn2$ . Space group  $Pnmm$  ( $D_{2h}^{12}$ ) was subsequently confirmed by the application of statistical tests (Howells *et al.*, 1950; Ramachandran and Srinivasan, 1959) to the X-ray diffraction data. All X-ray data were collected at 21°C on a Stoe automatic Weissenberg diffractometer using  $MoK\alpha$  radiation monochromatized with a graphite crystal ( $\lambda = 0.7107$  Å). The lattice parameters were determined from  $\omega$  scans of  $h00$ ,  $0k0$ , and  $00l$  reflections and the results refined by the method of least squares. These values, together with other physical constants for adamite are:  $a = 8.306(4)$ ,<sup>2</sup>  $b = 8.524(6)$ ,  $c = 6.043(3)$  Å,  $V = 427.85$  Å<sup>3</sup>, formula weight = 286.68,  $Z = 4$ ,  $F(000) = 536e$ ,  $D_m$ (water immersion) = 4.434(8) g.cm<sup>-3</sup>,  $D_x = 4.45$  g.cm<sup>-3</sup>.

The intensities were measured by the  $\omega$ -scan technique using a procedure detailed by Snow (1974). Data were gathered for a quadrant of reflections about both crystals ( $a$  axis,  $0kl-11k$ ;  $c$  axis,  $hk0-hk10$ ). Standard reflections monitored for each reciprocal lattice layer showed no sensible change. Lorentz and polarization corrections appropriate for use with a highly mosaic monochromator (Whittaker, 1953) were applied, and the data from both axes

<sup>1</sup> Present address: Department of Geological Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061.

<sup>2</sup> e.s.d.'s given in parentheses refer to the last decimal place.

APPENDIX VIC

ADAMITE (NO ABSORPTION CORRECTIONS)

H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL
		0****		4	2	93	70	8	0	1605	1626	0	3	1066	1022
0	2	345	343	4	3	71	49	8	1	238	241	0	5	251	249
0	6	323	320	4	4	2279	2261	8	2	217	233	0	7	406	390
0	8	1008	1999	4	5	133	117	8	3	124	130	0	9	283	286
0	10	491	491	4	6	257	258	8	4	447	452	0	11	543	545
0	12	330	328	4	7	110		8	5	245	246	0	13	218	230
0	14	172	202	4	8	573	574 U	8	6	38	54	1	0	912	968
0	16	446	543 U	4	10	39	21	8	7	142	146	1	1	718	719
1	1	821	823	4	11	106	100	8	8	1025	1035	1	2	62	15
1	2	792	793	4	12	828	853	8	9	105	96	1	3	1358	1315
1	3	1242	1236	4	14	212	220	8	10	247	261	1	4	711	683
1	4	172	152	5	1	965	1013	8	12	272	258	1	5	1367	1337
1	5	1040	1030	5	2	506	529	8	13	112	133	1	6	85	65
1	6	705	700	5	3	384	389	9	1	329	336	1	7	599	590
1	7	382	382	5	4	299	304	9	2	540	549	1	8	406	403
1	8	541	547	5	5	380	382	9	3	347	335	1	9	204	205
1	9	342	342	5	6	253	249 U	9	4	37	14	1	10	78	80
1	10	38	79	5	7	646	650	9	5	322	316	1	11	459	456
1	11	472	482 U	5	8	37	24	9	6	472	483	1	12	199	201
1	13	263	274	5	9	405	406	9	7	291	291	1	13	591	597
1	14	284	297	5	10	312	317	9	8	359	363	1	14	107	85
1	15	43	106	5	11	176	177	9	9	193	183	1	15	292	298
1	16	375	393	5	12	389	395	9	10	190	190 U	1	16	45	106
2	0	450	472	5	13	186	204	9	11	150	151	2	1	70	11
2	1	898	881	5	15	225	217	9	13	135	144	2	2	728	729
2	2	2249	2162	6	0	334	361	10	0	330	343	2	3	72	42
2	3	492	482	6	1	575	609	10	1	101	96	2	4	364	354
2	4	178	160	6	2	1338	1360	10	2	811	803	2	5	185	177
2	5	863	860	6	3	368	386	10	3	82	86	2	6	506	506
2	6	1330	1324	6	4	65	31	10	4	71	46	2	7	172	173
2	7	173	167	6	5	518	523	10	5	183	180	2	8	395	402
2	8	254	245	6	6	1052	1058	10	6	521	523	2	9	212	218
2	9	546	553	6	7	86	86	10	7	103	106	2	10	262	250
2	10	961	975	6	8	186	186	10	8	225	237	2	11	210	211
2	13	391	411	6	9	507	515	10	9	96	60	2	12	321	332
2	14	417	437	6	10	663	670	10	10	586	592	2	13	187	172
3	1	1308	1402 U	6	11	41	44	10	13	178	167	2	14	132	120
3	2	377	330	6	12	99	104	11	1	404	405	2	16	248	264
3	3	368	353	6	13	269	275 U	11	2	39	22	3	0	976	1020
3	4	108	120 U	6	14	425	460 U	11	3	42	6	3	1	1344	1326
3	5	460	450 U	7	1	28	18	11	5	139	119	3	2	125	123
3	6	206	300	7	2	72	41	11	6	152	154	3	3	762	737
3	7	929	926	7	3	1089	1098	11	7	392	390	3	4	809	784
3	8	96	93	7	4	70	50 U	11	8	52	13	3	5	459	453
3	9	489	498	7	5	655	661	11	9	206	201	3	6	196	192
3	10	246	239	7	6	266	267 U	11	10	56	119	3	7	749	746
3	11	40	57	7	7	169	183	11	12	124	118	3	8	432	430
3	12	213	221	7	8	224	229	12	4	712	677	3	9	807	819
3	13	246	253	7	9	263	264	12	6	199	209	3	10	221	217
3	14	159	168	7	10	147	155	12	8	305	306	3	11	409	404
3	15	297	328	7	11	570	584	13	6	232	203	3	12	213	217
4	0	810	889	7	13	120	116	**L = 1****				3	13	123	111
4	1	112	109	7	14	227	224	0	1	942	899	3	14	168	169

H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL
3	15	244	254	8	2	298	292	0	0	1376	1356	4	4	1165	1173
4	1	601	605	8	3	338	343	0	2	2247	2058	4	5	150	148
4	2	201	222	8	4	39	16	0	4	936	883	4	6	1454	1450
4	3	561	561	8	5	81	63	0	6	1268	1227	4	7	101	103
4	4	59	36	8	6	211	207	0	8	656	645	4	8	465	463
4	5	474	469	8	7	93	105	0	10	1060	1049	4	10	499	497
4	6	164	170	8	8	45	9	0	12	136	156	4	12	403	402
4	7	675	675	8	9	204	200	0	14	335	353	4	14	680	697
4	8	129	11	8	10	155	149	1	1	1335	1335	5	1	561	586
4	9	82	77	8	11	307	316	1	2	165	114	5	2	883	909
4	10	93	94	9	0	302	290	1	3	577	547	5	3	650	651
4	11	130	125	9	1	177	181	1	4	68	56	5	4	308	306
4	13	136	143	9	2	34	22	1	5	505	486	5	5	641	634
4	15	326	346	9	3	759	763	1	6	321	310	5	6	358	360
5	0	445	478	9	4	224	207	1	7	832	815	5	7	398	391
5	1	1447	1473	9	5	836	831	1	8	303	299	5	8	203	186
5	2	29	10	9	6	44	22	1	9	527	524	5	9	279	272
5	3	394	393	9	7	308	303	1	10	86	93	5	10	499	506
5	4	424	429	9	8	160	160	1	11	154	159	5	11	256	263
5	5	118	107	9	10	48	33	1	12	41	56	5	12	388	391
5	7	726	724	9	11	302	289	1	13	232	229	5	13	242	248
5	8	240	237	9	13	460	443	1	14	249	258	5	14	45	66
5	9	902	906	10		157	151	1	15	254	276	6	0	1098	1185
5	11	385	394	10	2	9	221	2	0	1379	1469	6	1	320	335
5	12	146	147	10	3	237	227	2	1	933	932	6	2	118	114
6	1	70	60	10	4	41	52	2	2	124	17	6	3	183	186
6	2	382	392	10	5	43	28	2	3	564	545	6	4	1251	1272
6	3	75	66	10	6	191	190	2	4	1973	1927	6	5	392	388
6	4	149	155	10	7	115	90	2	5	859	847	6	6	256	245
6	5	184	187	10	8	120	106	2	6	220	200	6	7	176	172
6	6	293	295	10	9	122	116	2	7	119	114	6	8	725	727
6	7	279	287	10	10	138	116	2	8	975	968	6	9	258	257
6	8	199	196	10	11	281	278	2	9	629	627	6	10	98	16
6	9	149	139	10	12	97	93	2	10	126	50	6	12	580	593
6	10	196	196	10	13	162	145	2	12	667	673	6	13	284	285
6	12	206	211	11	0	332	321	2	13	372	385	6	14	181	183
6	13	154	168	11	1	485	487	2	15	83	110	7	1	779	795
7	0	584	599	11	2	41	73	3	1	307	289	7	2	117	119
7	1	535	554	11	3	374	371	3	2	347	351	7	3	93	76
7	2	97	69	11	4	282	266	3	3	1406	1415	7	4	83	82
7	3	704	713	11	5	288	280	3	4	331	326	7	5	230	224
7	4	510	513	11	6	125	124	3	5	913	913	7	6	79	15
7	5	752	744	11	7	329	325	3	6	117	105	7	7	678	679
7	6	226	227	11	8	209	207	3	7	142	42	7	8	263	258
7	7	492	489	11	9	418	371	3	9	338	327	7	9	306	301
7	8	325	316	11	10	195	182	3	10	295	292	7	10	126	122
7	9	257	262	11	11	289	267	3	11	597	605	7	11	83	24
7	10	220	217	11	12	150	124	3	12	390	399	7	12	120	134
7	11	320	327	12	2	318	293	3	13	176	184	7	13	176	191
7	12	160	168	12	4	42	41	4	0	1151	1247	8	0	554	556
7	13	401	402	13	1	553	501	4	1	111	109	8	1	89	75
7	14	209	203	13	3	179	170	4	2	1438	1466	8	2	978	998
8	1	264	259					4	3	116	102	8	3	94	82

\*\*L = 2\*\*\*\*

H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL
8	4	185	156	12	6	521	506	3	3	716	716	7	1	430	445
8	5	41	28	12	7	107	91	3	4	576	553	7	2	101	101
8	6	724	721	13	1	191	170	3	5	524	526	7	3	675	678
8	7	45	19	13	2	323	311	3	6	194	181	7	4	545	539
8	8	389	377	13	3	125	110	3	7	652	644	7	5	729	722
8	9	100	71	13	5	137	132	3	8	386	383	7	6	208	207
8	10	634	634	13	6	158	139	3	9	680	667	7	7	422	422
8	11	90	90	13	7	174	152	3	10	160	157	7	8	306	303
8	12	45	47	14	0	334	280	3	11	369	367	7	9	202	208
8	14	265	285	14	2	132	122	3	12	173	173	7	10	243	246
9	1	490	479	14	4	524	482	3	13	161	156	7	11	303	308
9	2	385	377	14	5	105	71	3	14	162	156	7	12	181	186
9	3	168	151	14				4	1	333	343	7	13	400	407
9	4	90	65	0	1	901	894	4	2	92	107	7	14	201	207
9	5	231	219	0	3	996	946	4	3	391	395	8	1	287	287
9	6	479	471	0	5	205	212	4	4	35	48	8	2	319	317
9	7	375	360	0	7	484	479	4	5	396	391	8	3	320	320
9	8	227	216	0	9	290	291	4	6	110	101	8	4	41	39
9	9	238	227	0	11	538	545	4	7	487	485	8	5	43	54
9	10	47	19	0	13	226	241	4	8	41	30	8	6	230	233
9	11	103	93	1	0	604	622	4	9	116	108	8	7	154	146
9	12	103	83	1	1	355	366	4	10	86	68	8	9	213	209
9	13	183	184	1	2	88	52	4	11	79	79	8	10	149	158
10	1	828	818	1	3	1256	1222	4	12	45	33	8	11	300	310
10	2	251	245	1	4	593	570	4	13	163	151	8	13	134	129
10	3	224	219	1	5	1330	1296	5	0	479	500	9	0	186	169
10	4	221	215	1	6	68	18	5	1	1126	1172	9	1	137	143
10	5	622	611	1	7	503	498	5	2	62	29	9	2	40	31
10	6	250	242	1	8	313	310	5	3	417	422	9	3	712	714
10	7	110	65	1	9	115	111	5	4	381	381	9	4	165	149
10	8	47	25	1	10	99	89	5	5	192	192	9	5	795	782
10	9	580	567	1	11	422	420	5	6	91	63	9	6	42	19
10	10	299	279	1	12	199	198	5	7	633	631	9	7	261	271
10	11	240	225	1	13	594	602	5	8	263	263	9	8	107	97
10	12	52	69	1	14	47	62	5	9	774	763	9	9	45	29
10	13	368	357	1	15	275	292	5	10	43	23	9	10	48	16
11	1	43	36	2	1	108	100	5	11	363	370	9	11	301	280
11	2	43	29	2	2	573	590	5	12	120	134	9	13	440	434
11	3	584	558	2	3	267	258	5	13	89	63	10	1	140	138
11	4	127	127	2	4	271	267	6	1	61	27	10	2	146	142
11	5	347	328	2	5	75	51	6	2	418	426	10	3	249	243
11	6	50	30	2	6	429	424	6	3	68	46	10	4	44	31
11	7	160	147	2	7	100	88	6	4	148	153	10	6	136	134
11	8	104	77	2	8	334	334	6	5	113	109	10	7	117	86
11	9	127	116	2	9	194	183	6	6	310	308	10	8	50	67
11	10	55	53	2	10	232	224	6	7	228	224	10	9	112	108
11	11	471	424	2	11	267	274	6	8	206	206	10	10	46	80
12	0	111	7	2	12	283	293	6	9	105	117	10	11	304	285
12	1	192	181	2	13	154	152	6	10	209	207	10	12	101	63
12	2	539	515	2	14	112	110	6	11	115	83	11	0	267	256
12	3	147	136	3	0	749	778	6	12	214	218	11	1	459	438
12	4	356	327	3	1	934	981	6	13	131	149	11	2	45	44
12	5	264	249	3	2	32	43	7	0	554	564	11	3	364	350

\*\*L = 3\*\*\*\*

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

U

H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL
11	4	193	187 U	2	12	45	51	6	10	567	573 U	10	11	52	7
11	5	278	272	2	13	344	355 U	6	11	45	42	11	1	386	354
11	6	117	105	2	14	393	398	6	12	112	99 U	11	2	45	30
11	7	304	292	3	1	941	990	6	13	226	229 U	11	4	45	61
11	8	178	173	3	2	77	13	7	1	89	39	11	5	120	96
11	9	363	340	3	3	244	231 U	7	2	37	20	11	6	133	124
11	10	134	135	3	4	110	108	7	3	841	835	11	7	366	351
11	11	304	256	3	5	354	339 U	7	4	38	28 U	11	8	53	11
12	2	269	224	3	6	177	170	7	5	535	523	11	9	214	182
12	3	87	86	3	7	733	733	7	6	211	207	11	10	123	113
12	4	44	24	3	8	91	74	7	7	134	133	12	0	355	339
12	5	124	123	3	9	415	405	7	8	185	181	12	1	120	88
12	6	201	188	3	10	224	218	7	9	235	228	12	2	132	133
12	7	176	182	3	11	91	46	7	10	142	143	12	3	108	104
13	0	149	100	3	12	192	191	7	11	494	497	12	4	635	589
13	1	506	463	3	13	234	224 U	7	12	46	22 U	12	5	46	72
13	3	171	166	4	0	634	664	7	13	107	105	12	6	184	180
13	5	100	100 U	4	1	35	29	8	0	1221	1270	13	1	209	178
				4	2	77	71	8	1	170	169	13	2	289	256
				4	3	67	51	8	2	186	196	13	3	98	81
				4	4	1710	1730	8	3	92	86	13	4	113	106
				4	5	80	60	8	4	410	403	**L = 5****			
				4	6	240	238	8	5	205	181	0	1	333	339
				4	7	40	6	8	6	85	52	0	3	546	540
				4	8	469	464	8	7	110	114	0	5	106	126
				4	9	41	7	8	8	874	863	0	7	143	158
				4	10	44	28	8	9	88	69	0	9	158	176
				4	11	90	85	8	10	218	220	0	11	383	394
				4	12	733	746 U	8	11	46	46	0	13	145	171
				4	13	88	43	8	12	239	239	1	0	512	524
				4	14	211	205	9	1	275	265	1	1	499	514
				5	1	700	714	9	2	425	427	1	2	70	27
				5	2	436	444	9	3	301	290	1	3	817	805
				5	3	315	317 U	9	4	43	10	1	4	360	353
				5	4	243	241	9	5	283	266	1	5	844	822
				5	5	313	314	9	6	403	392	1	6	107	92
				5	6	223	217	9	7	240	234	1	7	449	447
				5	7	518	506	9	8	316	311	1	8	304	302
				5	9	327	332	9	9	172	162	1	9	223	233
				5	10	280	280	9	10	166	157 U	1	10	45	47
				5	11	164	162	9	11	155	148	1	11	358	365
				5	12	342	350 U	9	12	49	7	1	12	111	143
				5	13	180	182	10	0	272	282	1	13	423	439
				6	0	210	226	10	1	107	88	2	1	66	9
				6	1	420	431	10	2	672	670	2	2	503	517
				6	2	1025	1059	10	3	83	79	2	3	67	70
				6	3	282	282	10	4	106	46	2	4	211	204
				6	4	114	87	10	5	173	161	2	5	188	183
				6	5	393	384	10	6	465	453	2	6	381	372
				6	6	856	860	10	7	118	95	2	7	166	170
				6	7	79	69	10	8	192	199	2	8	284	288
				6	8	143	141 U	10	9	48	60	2	9	176	183
				6	9	414	414	10	10	532	517	2	10	207	207

H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL	H	K	FOBS	FCAL
2	12	249	266	7	5	522	513	12	4	47	49	4	0	498	504
2	13	143	143	7	6	159	165	12	5	51	102	4	1	74	34
3	0	549	552	7	7	386	386	12	6	239	225	4	2	881	902
3	1	896	942	7	8	236	231	13	0	47	2	4	3	39	37
3	2	114	120	7	9	247	241	13	1	438	407	4	4	623	636
3	3	437	448	7	10	120	136	13	3	161	140	4	5	89	68
3	4	538	533	7	11	274	272	**L = 6****				4	6	947	941
3	5	271	269	7	12	91	114	0	0	753	738	4	7	42	58
3	6	134	117	8	1	134	134	0	2	1189	1174	4	8	269	263
3	7	583	574	8	2	154	148	0	4	468	462	4	10	379	377
3	8	295	295	8	3	235	235	0	6	775	751	4	12	263	280
3	9	667	661	8	4	45	3	0	8	461	457	5	1	330	333
3	10	208	200	8	5	44	42	0	10	776	778	5	2	464	478
3	11	313	316	8	6	117	109	0	12	136	134	5	3	419	427
3	12	178	191	8	7	46	31	1	1	690	695	5	4	178	179
4	1	422	443	8	8	46	12	1	2	120	125	5	5	408	405
4	2	157	163	8	9	137	137	1	3	302	301	5	6	196	191
4	3	365	379	8	10	109	99	1	4	40	20	5	7	254	249
4	4	36	0	8	11	249	247	1	5	318	308	5	8	114	112
4	5	306	308	9	0	278	269	1	6	264	268	5	9	205	203
4	6	135	137	9	1	176	169	1	7	523	513	5	10	342	348
4	7	556	565	9	2	44	9	1	8	206	212	5	11	211	216
4	8	45	9	9	3	572	559	1	9	348	354	5	12	273	285
4	9	95	42	9	4	189	175	1	10	92	41	5	13	198	192
4	10	92	80	9	5	641	622	1	11	120	125	6	0	765	790
4	11	121	124	9	6	91	56	1	12	50	33	6	1	224	230
5	0	183	184	9	7	262	252	1	13	185	180	6	2	99	105
5	1	1007	1037	9	8	164	163	2	0	998	1014	6	3	134	135
5	2	36	21	9	9	103	70	2	1	444	447	6	4	818	811
5	3	265	266	9	10	49	46	2	2	115	78	6	5	277	270
5	4	244	249	9	11	249	230	2	3	303	294	6	6	154	155
5	5	38	57	10	1	131	119	2	4	1050	1056	6	7	140	128
5	6	43	33	10	2	203	208	2	5	476	466	6	8	540	547
5	7	566	551	10	3	152	146	2	6	141	130	6	9	202	195
5	8	125	121	10	4	45	49	2	7	98	78	6	10	51	31
5	9	737	740	10	5	48	42	2	8	700	699	6	12	440	449
5	11	291	313	10	6	191	178	2	9	419	414	7	1	521	530
5	12	99	119	10	7	105	67	2	10	49	50	7	2	46	28
6	1	84	56	10	8	117	106	2	12	474	490	7	3	47	30
6	2	231	233	10	9	112	102	2	13	259	282	7	4	87	57
6	3	119	114	10	11	227	208	3	1	196	200	7	5	151	145
6	4	88	88	11	0	284	280	3	2	184	172	7	6	43	43
6	5	196	187	11	1	415	396	3	3	779	774	7	7	498	503
6	6	180	184	11	2	47	75	3	4	176	169	7	8	191	188
6	7	235	231	11	3	303	283	3	5	544	540	7	9	233	226
6	8	118	114	11	4	288	260	3	6	46	25	7	10	50	72
6	9	116	114	11	5	219	212	3	7	121	51	7	12	112	105
6	10	124	133	11	6	133	104	3	8	48	39	8	0	383	388
7	0	379	381	11	7	305	279	3	9	233	236	8	1	102	65
7	1	428	443	11	8	211	187	3	10	180	185	8	2	685	684
7	2	39	14	11	9	348	315	3	11	424	437	8	3	45	61
7	3	508	507	12	1	109	91	3	12	271	273	8	4	145	108
7	4	305	300	12	2	289	264	3	13	144	145	8	5	49	2

	H	K	F OBS	FCAL	H	K	F OBS	FCAL	H	K	F OBS	FCAL	H	K	F OBS	FCAL		
	8	6	528	516	1	4	296	290	7	6	132	135	2	2	750	771		
U	8	7	50	12	1	5	785	778	7	7	269	270	2	3	195	189		
	8	8	282	285	1	7	294	304	7	8	203	210	2	4	84	71		
	8	9	98	72	1	8	147	153	7	9	119	136	2	5	337	338		
	8	10	504	494	1	11	277	294	7	10	214	206	2	6	623	633		
U	8	11	50	67	1	12	123	148	8	1	206	200	2	7	115	88		
	9	1	319	309	2	2	312	321	8	2	226	212	2	8	99	72		
	9	2	282	272	2	3	202	204	8	3	200	196	2	9	281	279		
	9	3	126	132	2	4	99	126	8	6	169	169	2	10	492	494		
	9	4	88	49	2	6	243	249	8	7	124	121	U	2	11	55	17	
	9	5	187	177	2	8	180	191	8	9	162	162	U	3	1	502	506	
	9	6	367	356	2	10	134	146	9	0	84	55	U	3	2	85	78	
	9	7	266	250	2	11	230	232	9	1	101	90	U	3	3	126	115	
	9	8	190	169	2	12	171	195	9	3	498	483	U	3	4	41	65	
	9	9	170	167	3	0	377	380	U	9	4	49	77	U	3	5	192	192
U	9	10	51	23	3	1	538	533	U	9	5	565	545	U	3	6	50	53
	9	11	116	90	3	3	419	433	U	9	6	49	34	U	3	7	449	444
	10	0	623	608	3	4	239	243	U	9	7	199	193	U	3	8	53	43
	10	1	156	148	3	5	366	375	10	1	115	91	U	3	9	261	256	
	10	2	163	157	3	6	135	119	10	3	203	186	U	3	10	173	172	
	10	3	153	138	3	7	405	406	U	10	5	52	24	U	3	11	97	26
	10	4	444	433	3	8	241	241	U	10	6	52	70	U	3	12	123	138
	10	5	157	149	3	9	399	395	U	10	7	52	56	U	4	0	359	353
U	10	6	49	50	3	11	232	244	U	10	8	51	24	U	4	1	45	0
U	10	7	51	13	4	1	123	117	10	9	101	80	U	4	2	86	50	
	10	8	465	452	4	3	192	195	11	0	171	164	U	4	3	46	33	
	10	9	208	192	4	5	223	226	11	1	320	308	U	4	4	941	990	
	10	10	185	172	4	7	244	249	11	3	251	246	U	4	5	47	21	
U	11	1	51	9	5	0	286	287	11	4	145	100	U	4	6	161	163	
U	11	2	52	21	5	1	642	647	11	5	199	200	U	4	7	48	3	
	11	3	416	396	5	3	284	291	11	7	221	213	U	4	8	276	276	
	11	4	108	94	5	4	197	197	**L =	8****	U	4	9	54	16			
	11	5	262	243	5	5	153	169	0	0	1379	1311	U	4	10	55	44	
U	11	7	53	89	5	6	105	74	0	2	136	133	U	4	11	56	56	
U	11	8	55	64	5	7	398	403	0	4	317	299	U	4	12	556	540	
	12	1	140	117	5	8	192	190	0	6	105	79	U	5	1	358	355	
	12	2	416	395	5	9	482	486	0	8	872	877	U	5	2	277	284	
	12	3	115	86	5	11	256	267	0	10	232	241	U	5	3	210	212	
	12	4	243	237	U	12	46	87	0	12	254	243	U	5	4	147	147	
	12	5	177	174	6	2	280	281	1	1	261	256	U	5	5	213	206	
	13	1	140	121	6	3	80	80	1	2	164	158	U	5	6	151	160	
	13	2	222	230	6	4	106	95	1	3	460	456	U	5	7	288	287	
	**L =	7****			6	5	116	44	1	4	78	3	U	5	8	43	2	
	0	1	463	461	6	6	217	214	1	5	388	391	U	5	9	213	211	
	0	3	475	477	6	7	133	127	1	6	224	227	U	5	10	208	209	
	0	5	132	80	6	8	145	147	1	7	170	173	U	5	11	149	132	
	0	7	334	341	6	10	175	160	1	8	209	215	U	6	0	50	94	
	0	9	185	196	7	0	350	345	1	9	185	186	U	6	1	221	210	
	0	11	382	400	7	1	264	263	U	1	10	55	5	6	2	606	612	
	1	0	235	225	7	2	96	84	U	1	11	272	276	U	6	3	153	144
	1	1	198	209	7	3	447	449	U	1	12	55	4	6	4	93	93	
U	1	2	38	62	7	4	385	378	U	2	0	112	80	U	6	5	206	193
	1	3	705	702	7	5	495	490	2	1	290	288	U	6	6	543	535	

	H	K	FOBS	FCAL	U	H	K	FOBS	FCAL	U	H	K	FOBS	FCAL	U	H	K	FOBS	FCAL	U	
U	6	7	50	40	U	0	5	52	63	U	6	4	56	38		3	3	391	383		
U	6	8	51	62	U	0	9	59	84		6	5	150	130	U	3	4	57	69		
U	6	9	251	243		1	0	267	243	U	6	6	57	98		3	5	296	284		
U	6	10	402	392		1	1	278	294		6	7	166	132	U	3	6	60	26		
U	6	11	56	37	U	1	2	40	32		7	0	216	213	U	3	7	62	34		
U	7	1	50	49		1	3	420	411		7	1	261	265	U	3	8	61	77		
U	7	2	48	12		1	4	128	137	U	7	2	54	9		3	9	191	142		
U	7	3	482	470		1	5	423	411		7	3	311	296		4	0	222	192		
U	7	4	48	5	U	1	6	54	68		7	4	162	147	U	4	1	54	1		
U	7	5	317	313		1	7	249	255		7	5	316	293		4	2	496	485		
U	7	6	108	110		1	8	161	178		7	6	137	104	U	4	3	59	1		
U	7	7	51	55		1	9	156	175		7	7	246	240		4	4	287	283		
U	7	8	118	101	U	2	1	45	4	U	8	1	56	49	U	4	5	59	10		
U	7	9	172	162		2	2	269	271	U	8	2	57	55		4	6	568	526		
U	7	10	128	116		2	3	95	75		8	3	143	133	U	4	7	41	27		
U	8	0	748	729		2	4	133	101	U	8	4	57	9		4	8	151	119		
U	8	1	91	68		2	5	121	121	U	8	5	59	27		5	1	196	177		
U	8	2	107	116		2	6	225	214	U	8	6	58	42		5	2	214	215		
U	8	3	49	26		2	7	117	110		9	0	194	183		5	3	252	245		
U	8	4	296	299		2	8	172	167		9	1	103	112		5	4	138	89		
U	8	5	104	82		2	9	145	132	U	9	2	57	0		5	5	238	231		
U	8	6	51	41		3	0	265	244		9	3	360	339		5	6	134	75		
U	8	7	95	62		3	1	490	498		9	4	126	104		5	7	195	138		
U	8	8	572	557		3	2	103	81		9	5	406	391	U	5	8	62	53		
U	8	9	56	20		3	3	231	236		10	1	103	84		6	0	482	475		
U	9	1	173	154		3	4	302	290		10	2	137	140		6	1	161	139		
U	9	2	248	243		3	5	140	148							6	2	118	63		
U	9	3	214	212	U	3	6	55	54		0	0	411	398	U	6	3	59	87		
U	9	4	53	4		3	7	355	343		0	2	621	604		6	4	463	431		
U	9	5	185	182		3	8	167	156		0	4	282	265		6	5	178	170		
U	9	6	224	238		3	9	454	410		0	6	414	390		6	6	113	67		
U	9	7	133	135		4	1	236	243		0	8	317	283		6	7	116	86		
U	9	8	225	213		4	2	102	77		1	1	336	326		7	1	325	321		
U	10	0	159	170		4	3	181	187		1	2	122	109	U	7	2	60	17		
U	10	1	105	71	U	4	4	54	4		1	3	179	176	U	7	3	62	1		
U	10	2	454	439		4	5	159	149	U	1	4	56	5	U	7	4	59	32		
U	10	3	97	63		4	6	107	75		1	5	165	180		7	5	112	82		
U	10	4	51	38		4	7	350	360		1	6	174	184	U	7	6	63	54		
U	10	5	139	125	U	4	8	58	9		1	7	284	277		8	0	252	227		
U	10	6	335	321	U	4	9	59	24		1	8	152	133	U	8	1	60	51		
U	10	7	51	74	U	5	0	45	40		1	9	239	212		8	2	428	407		
U	10	8	121	128		5	1	566	569		2	0	580	565	U	8	3	62	43		
U	11	1	278	260	U	5	2	52	25		2	1	227	211		8	4	132	75		
U	11	2	51	42		5	3	160	148	U	2	2	51	48	U	8	5	64	16		
U	11	4	51	41		5	4	137	120		2	3	143	146		9	1	175	168		
U	11	6	52	69	U	5	5	58	25		2	4	521	516		9	2	196	177		
U	12	0	229	238	U	5	6	44	41		2	5	244	234		10	0	447	399		
U	12	1	101	77		5	7	342	328		2	6	114	57	U	10	1	61	63		
U	12	2	111	91	U	5	8	60	41	U	2	7	61	46		10	2	123	93		
U	12	3	52	81		5	9	476	482		2	8	507	446							
					U	6	1	54	21		2	9	270	233		0	1	237	241		
						6	2	132	111		3	1	130	124		0	3	218	232		
						6	3	102	83		3	2	116	39		1	3	379	360		

\*\*L = 9\*\*\*\*

\*\*L = 10\*\*\*\*

\*\*L = 11\*\*\*\*