

เอกสารอ้างอิง

1. Hassler, E. "The Crystal Structure of Nb_5P_3 " Acta Chem. Scand. 25 (1971): 129 - 140.
2. Lipson, H., and Cochran, W. The Determination of Crystal Structure 3rd ed., London : G. Bell and Sons, 1966.
3. Raman, S., and Katz, L.J. "X-ray Methods of Determining Crystal Structure" In Handbook of X-rays, pp. 29-1-29-24. Edited by Kaelble E.F. New York : McGraw-Hill Book Co., 1967.
4. Stout, G.H., and Jensen, L.H. X-Ray Structure Determination. New York : The Macmillan Co., 1960.
5. Buerger, M.J. Contemporary Crystallography. New York : McGraw-Hill book Co., 1970.
6. McLachlan, D.Jr. X-ray Crystal Structure. New York : McGraw-Hill Book Co., 1957.
7. Nuffield, E.W. X-ray Diffraction Method. New York : John-Wiley & Sons, 1966.
8. Azaroff, L.V. Elementary of X-ray Crystallography. New York : McGraw-Hill Book Co., 1968.
9. Buerger, M.J. Crystal Structure Analysis. New York : John-Wiley & Sons, 1967.

10. International Table for X-ray Crystallography, vol 1, 1952.
Vol II, 1957. Vol III, 1960. Birmingham : Kynoch Press.
11. Rollett, J.S. "Least-Squares Procedure in Crystal Structure Analysis" In Crystallographic Computing, pp. 167-172.
Edited by Ahmed, F.R., Hall, S.R., and Huker, C.P.
Copenhagen: International Booksellers and Publishers.
1970.
12. Buerger, M.J. Vector Space and Its Application in Crystal Structure Investigation. New York : John-Wiley & Sons, 1967.
13. Howells, E.R. Phillips, D.C. and Rogers, D. "The Probability Distribution of X-ray Intensities II. Experimental Investigation and the X-ray Detection of Centers of Symmetry." Acta Cryst. 3(1950):210-214.
14. Azaroff, L.V., and Buerger, M.J. The Powder Method in X-ray Crystallography. New York : John Wiley & Sons, 1958.

ภาคผนวก

ในเดือน เมษายน 2520 ผศ.สุพนิจ พราหมทัต ได้รับทุน International Seminar ไปฝึกอบรมการวิจัยที่ประเทศสวีเดน และได้นำข้อมูลของผลึก Nb_5As_3 ไปคำนวณเพื่อปรับโครงสร้างของผลึกอีกครั้ง โดยใช้ข้อมูลความเข้มจากจุดสะท้อนจำนวน 1199 จุด ในการคำนวณนี้ ได้ใช้พารามิเตอร์เริ่มต้นจากผลึก Nb_5P_3 ซึ่งเป็น Iso-structure ของผลึก Nb_5As_3 และได้แก้ไขความผิดพลาดของความเข้มที่เกิดขึ้น โดยการวัดความเข้มของจุดสะท้อนบางจุดและวัดขนาดของผลึกใหม่ และได้เปลี่ยนดัชนี Miller ของจุดสะท้อนจำนวน 77 จุด

ผลการปรับโครงสร้างโดยวิธีเลกกำลังสองน้อยที่สุดพบว่าได้ค่า $R = 0.12$ โดยการคำนวณจะสิ้นสุด (Converge) ได้ตำแหน่งอะตอม, ค่าเทอมอลพารามิเตอร์ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1, ตารางที่ 2 แสดงระยะห่างระหว่างอะตอมที่ห่างกันน้อยกว่า 4 อังสตรอม และตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบค่า F_o และ F_c ที่ได้จากการคำนวณ

ชื่ออะตอม	X	Y	Z	B	$\sigma(X)$	$\sigma(\bar{x})$	$\sigma(B)$
Nb ₁	.2248	.2500	.6192	.2590	.0002	.0004	.0544
Nb ₂	.1027	.2500	.5682	.3110	.0002	.0004	.0584
Nb ₃	.4984	.2500	.1056	.2760	.0002	.0004	.0563
Nb ₄	.1368	.2500	.8523	.2920	.0002	.0004	.0565
Nb ₅	.3232	.2500	.9604	.1490	.0002	.0004	.0515
Nb ₆	.2613	.2500	.3452	.2120	.0002	.0004	.0543
Nb ₇	.3490	.2500	.5557	.2080	.0002	.0004	.0541
Nb ₈	.4539	.2500	.6972	.1980	.0002	.0004	.0540
Nb ₉	.4668	.2500	.4159	.3320	.0002	.0004	.0582
Nb ₁₀	.1236	.2500	.2888	.1630	.0002	.0004	.0517
As ₁	.0485	.2500	.7491	.3140	.0002	.0005	.0643
As ₂	.0763	.2500	.0525	.4540	.0002	.0005	.0735
As ₃	.2201	.2500	.0033	.2200	.0002	.0004	.0642
As ₄	.3022	.2500	.7462	.2880	.0002	.0005	.0658
As ₅	.3433	.2500	.1926	.2510	.0002	.0004	.0660
As ₆	.4279	.2500	.9189	.4160	.0002	.0005	.0729

ตาราง 1 แสดงค่าตำแหน่งอะตอมและค่าเทอร์มอลพารามิเตอร์พร้อมทั้งค่าความเบี่ยงมาตรฐาน

	ความยาว(Å)		ความยาว(Å)		ความยาว(Å)
Nb ₁ -As ₄	2.512(7)	Nb ₃ -2As ₆	2.621(5)	Nb ₅ -As ₄	2.583(7)
-2As ₅	2.645(5)	-2As ₁	2.730(5)	-As ₃	2.735(6)
-2As ₃	2.650(5)	-As ₆	2.866(7)	-As ₆	2.775(7)
-2Nb ₅	2.858(5)	-2Nb ₃	3.049(7)	-As ₅	2.787(7)
-2Nb ₆	3.213(5)	-2Nb ₈	3.170(5)	-2Nb ₁	2.858(5)
-Nb ₂	3.241(6)	-2Nb ₂	3.198(5)	-2Nb ₂	2.907(5)
-Nb ₇	3.324(6)	-Nb ₂	3.404(6)	-2Nb ₁₀	3.018(5)
-Nb ₆	3.367(6)	-Nb ₁₀	3.495(6)	-2Nb ₆	3.129(5)
-Nb ₁	3.520(0)	-2Nb ₃	3.520(0)	-2Nb ₅	3.520(0)
-Nb ₄	3.581(6)	-Nb ₉	3.750(6)		
				Nb ₆ -2As ₃	2.609(5)
Nb ₂ -As ₁	2.556(7)	Nb ₄ -As ₁	2.602(7)	-2As ₄	2.683(5)
-2As ₆	2.614(5)	-2As ₅	2.629(5)	-As ₅	2.793(7)
-2As ₅	2.690(5)	-As ₃	2.809(7)	-2Nb ₅	3.129(5)
-2Nb ₅	2.907(5)	-As ₂	2.838(7)	-2Nb ₄	3.189(5)
-2Nb ₃	3.198(5)	-2Nb ₇	2.997(5)	-2Nb ₁	3.213(5)
-Nb ₁	3.241(5)	-2Nb ₆	3.189(5)	-Nb ₁	3.367(6)
-Nb ₁₀	3.339(6)	-2Nb ₉	3.308(5)	-Nb ₇	3.374(6)
-Nb ₃	3.404(6)	-Nb ₂	3.464(6)	-2Nb ₆	3.520(0)
-Nb ₄	3.464(6)	-2Nb ₄	3.520(0)	-Nb ₁₀	3.650(6)
-2Nb ₂	3.520(0)	-Nb ₁	3.581(6)		

ตาราง 2 แสดงระยะระหว่างอะตอมที่ห่างกันน้อยกว่า 4 อังสตรอม ตัวเลข
ในวงเล็บเป็นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

	ค่าพหุคูณ(A)		ค่าพหุคูณ(A)		ค่าพหุคูณ(A)
Nb ₇ -As ₄	2.556(7)	Nb ₉ -2As ₂	2.639(5)	As ₁ -Nb ₈	2.548(7)
-2As ₃	2.593(5)	-2As ₁	2.669(5)	-Nb ₂	2.556(7)
-2As ₂	2.625(5)	-As ₂	2.879(7)	-Nb ₄	2.602(7)
-2Nb ₄	2.997(5)	-2Nb ₈	3.027(5)	-2Nb ₉	2.669(5)
-Nb ₈	3.202(6)	-2Nb ₉	3.167(8)	-2Nb ₃	2.730(5)
-Nb ₁	3.324(6)	-2Nb ₄	3.308(5)	-2As ₅	3.391(6)
-2Nb ₁₀	3.340(5)	-Nb ₈	3.333(6)	-2As ₁	3.520(0)
-Nb ₆	3.374(6)	-Nb ₇	3.483(6)	-As ₂	3.649(8)
-Nb ₉	3.483(6)	-2Nb ₉	3.520(0)	-As ₆	3.715(8)
-2Nb ₇	3.520(0)	-Nb ₃	3.750(6)		
				As ₂ -2Nb ₈	2.574(5)
Nb ₈ -As ₁	2.548(7)	Nb ₁₀ -2As ₄	2.662(5)	-2Nb ₇	2.625(5)
-2As ₂	2.574(5)	-2As ₆	2.694(5)	-2Nb ₉	2.636(5)
-As ₆	2.698(7)	-2Nb ₈	2.888(5)	-Nb ₄	2.838(7)
-2Nb ₁₀	2.888(5)	-2Nb ₅	3.018(5)	-Nb ₉	2.879(7)
-2Nb ₉	3.027(5)	-As ₂	3.047(7)	-Nb ₁₀	3.047(7)
-2Nb ₃	3.170(5)	-Nb ₂	3.339(6)	-2As ₂	3.520(0)
-Nb ₇	3.202(6)	-2Nb ₇	3.340(5)	-As ₁	3.649(8)
-Nb ₉	3.333(6)	-Nb ₃	3.495(6)	-As ₃	3.794(8)
-2Nb ₈	3.520(0)	-2Nb ₁₀	3.520(0)		
-As ₄	3.996(7)	-Nb ₆	3.650(6)		

	ค่าพหุคูณ(A)		ค่าพหุคูณ(A)
As ₃ -2Nb ₇	2.593(5)	As ₅ -2Nb ₄	2.629(5)
-2Nb ₆	2.609(5)	-2Nb ₁	2.645(5)
-2Nb ₁	2.650(5)	-2Nb ₂	2.690(5)
- Nb ₅	2.735(5)	- Nb ₅	2.787(5)
- Nb ₄	2.809(7)	- Nb ₆	2.793(7)
-2As ₄	3.410(6)	-2As ₁	3.391(6)
-2As ₃	3.520(0)	-2As ₅	3.520(0)
- As ₄	3.711(7)	- As ₆	3.909(7)
- As ₂	3.794(8)	-2As ₃	3.910(7)
- As ₅	3.910(7)		
As ₄ - Nb ₁	2.512(7)	As ₆ -2Nb ₂	2.614(5)
- Nb ₇	2.556(7)	-2Nb ₃	2.621(5)
- Nb ₅	2.583(7)	-2 Nb ₁₀	2.694(5)
-2Nb ₁₀	2.662(5)	- Nb ₈	2.698(7)
-2Nb ₆	2.683(5)	- Nb ₅	2.775(7)
-2As ₃	3.410(6)	- Nb ₃	2.866(7)
-2As ₄	3.520(0)	- As ₆	3.520(0)
- As ₃	3.711(7)	- As ₁	3.715(8)
- As ₆	3.859(8)	- As ₄	3.859(8)
- Nb ₈	3.996(7)	- As ₅	3.909(7)

	H ₂ O	L									
0	6	3064	3014	4	7	1714	1682	8	11	849	785
0	8	1709	1433	4	8	4240	4179	8	12	876	729
0	10	1259	898	4	9	2969	2628	8	13	2240	2076
0	12	748	363	4	10	1852	1842	8	14	2288	1959
0	14	806	595	4	11	2205	2097	8	15	1059	1057
0	16	1350	1263	4	12	2230	1909	8	16	1374	1489
0	18	591	560	4	13	1635	1518	8	17	881	958
0	20	2265	2447	4	14	1966	1801	8	18	1528	1775
0	22	761	1005	4	15	796	626	8	19	912	1304
0	24	664	770	4	25	654	765	8	24	811	1128
0	3	345	261	5	2	334	263	8	25	651	582
1	4	1693	1660	5	3	760	650	9	1	1397	1426
1	5	1158	1141	5	4	1847	1991	9	2	1950	1814
1	6	1012	906	5	5	1828	1642	9	3	1965	1912
1	7	943	920	5	6	278	328	9	4	572	669
1	8	1861	1590	5	7	2050	1863	9	5	2842	2790
1	9	2018	1724	5	8	661	648	9	6	1257	1169
1	11	706	631	5	10	3124	3170	9	7	3123	2969
1	12	960	956	5	11	1542	1562	9	8	739	582
1	13	878	547	5	12	686	553	9	9	1073	994
1	14	2660	2352	5	13	4259	3302	9	11	758	690
1	15	820	668	5	14	1303	1383	9	12	2334	2117
1	16	860	832	5	15	1432	1590	9	13	1453	1472
1	18	2520	2464	6	2	729	607	9	14	1879	1645
1	21	990	1186	6	3	424	394	9	15	922	853
1	22	762	935	6	4	534	615	9	16	786	734
2	4	1045	895	6	7	1992	2263	9	17	579	763
2	5	4088	4212	6	10	617	550	9	19	622	710
2	6	4331	4227	6	11	552	485	9	21	1131	1197
2	7	1644	1592	6	12	1392	1441	9	25	750	721
2	8	2355	2401	6	14	2382	2019	10	0	2776	2822
2	10	2057	1813	6	16	549	436	10	1	2146	2388
2	11	1058	1135	6	17	1122	1074	10	2	2320	2313
2	12	704	611	6	19	796	889	10	3	4992	6102
2	13	939	1069	6	22	1009	834	10	4	417	321
2	15	793	734	6	25	799	894	10	5	788	842
2	17	1228	1341	7	1	291	266	10	6	2044	2052
2	18	801	1099	7	2	187	21	10	7	406	476
2	25	1000	1293	7	4	5511	6164	10	8	2064	2001
3	3	856	857	7	5	3641	3955	10	9	1510	1473
3	5	2057	2217	7	6	363	551	10	10	1802	796
3	6	2613	2594	7	7	389	452	10	11	2605	2149
3	7	3291	3056	7	9	1949	1713	10	12	502	355
3	8	2215	2376	7	10	498	469	10	14	861	656
3	10	1555	1442	7	11	1230	1252	10	15	738	298
3	11	571	487	7	13	1052	1052	10	17	531	474
3	12	834	968	7	18	845	936	10	18	1182	1260
3	13	2249	2004	7	19	874	1189	10	19	720	654
3	14	1444	1331	7	21	882	792	10	20	979	1122
3	15	823	755	8	0	259	340	10	21	1101	598
3	16	890	760	8	1	902	821	11	1	4542	5004
3	17	1185	1257	8	2	368	482	11	4	555	698
3	19	904	1198	8	3	2116	2135	11	6	2260	2421
3	22	1008	1260	8	4	4150	4211	11	8	822	789
3	25	755	952	8	5	517	588	11	9	1530	1490
4	3	807	627	8	6	2217	2350	11	11	928	1012
4	4	1710	1778	8	7	1647	1490	11	12	605	457
4	5	3944	4398	8	8	802	805	11	13	1420	1243
				8	9	354	354	11	14	1904	1800
				8	10	1111	1214	11	17	955	1149

ตาราง ๓ เปรียบเทียบค่า $F_0 \times 10$ และ $F_{0.1}$ ของผลิตภัณฑ์ Nb_5As_3 ในเซเบอร์ $h_{0.1}$ และ $h_{1.1}$

11	19	626	704
11	24	660	900
12	0	745	902
12	1	2087	2113
12	2	3527	3977
12	3	3356	3326
12	4	2439	2438
12	5	3062	3206
12	7	763	726
12	8	2210	2279
12	9	3609	3563
12	10	959	1077
12	11	823	872
12	12	1004	1025
12	13	1145	921
12	14	1390	1269
12	15	857	702
12	16	692	706
12	18	1267	1316
12	19	924	1208
12	24	659	1038
13	1	378	335
13	3	2565	2954
13	4	527	564
13	5	2330	2317
13	6	435	575
13	7	876	950
13	8	949	985
13	9	3004	2879
13	10	886	849
13	11	3201	3011
13	12	1138	1120
13	13	1556	1559
13	16	869	1099
13	19	1500	2023
13	25	743	811
14	0	1600	1606
14	1	3237	3518
14	2	1628	1409
14	3	1431	1364
14	4	1582	1388
14	5	1409	1343
14	6	297	388
14	7	311	136
14	8	1832	1635
14	9	1945	1850
14	10	719	673
14	11	1816	1708
14	15	502	354
14	16	843	903
14	18	1203	1566
15	2	2225	2198
15	3	810	745
15	4	1280	1293
15	5	727	680
15	6	1591	1663
15	7	744	743
15	8	1254	1130
15	9	1659	1666
15	10	1078	1165
15	11	2614	2384
15	13	1083	1042
15	14	1375	1256
15	15	641	633
15	16	881	1239
15	17	1036	1259
16	0	716	589
16	1	1873	1876
16	2	2400	2375
16	3	1406	1298
16	5	2431	2681
16	6	465	490
16	7	2254	2100
16	8	1503	1114
16	9	395	531
16	10	1012	1039
16	11	3529	3136
16	13	729	554
16	14	1052	808
16	15	942	860

16	16	2212	2256
16	17	737	763
16	19	737	917
16	21	661	693
17	1	3465	3626
17	2	3730	3964
17	3	1209	1087
17	4	1535	1538
17	5	1655	1732
17	6	550	780
17	7	2306	2038
17	8	487	589
17	9	508	690
17	11	1035	1021
17	13	756	729
17	14	1086	888
17	16	1567	1788
17	24	652	875
18	0	1320	1378
18	1	846	949
18	3	1035	745
18	4	455	548
18	5	2750	3221
18	6	459	466
18	8	1038	1004
18	9	1304	1536
18	10	2849	2762
18	12	1240	1207
18	14	1205	971
18	16	1252	1299
18	17	704	480
18	18	924	932
19	1	1013	1216
19	3	1630	1523
19	5	1948	2009
19	6	2006	1856
19	7	3533	3612
19	8	644	642
19	9	565	626
19	10	1099	1151
19	13	973	1098
19	14	986	880
20	1	645	762
20	2	2676	2958
20	3	1390	1348
20	4	554	602
20	5	1472	1280
20	6	1200	1328
20	7	393	462
20	8	515	340
20	9	1000	978
20	10	982	967
20	11	1554	1669
20	12	1290	1269
20	14	1252	1248
20	15	2246	2015
20	16	1489	1705
20	20	1109	1186
20	21	665	64
20	22	1119	1247
20	24	949	1456
21	1	519	258
21	2	2347	2310
21	3	2766	2996
21	4	999	984
21	5	1815	1699
21	6	2348	2405
21	7	507	436
21	8	415	259
21	9	902	868
21	10	1052	1162
21	11	828	880
21	12	1052	975
21	16	740	605
21	17	1368	1707
22	0	2095	2177
22	1	1348	1486
22	4	907	896
22	6	1019	1000
22	7	1774	1699

22	8	2823	2385
22	12	1021	814
22	13	1009	851
22	14	934	754
22	15	836	860
22	16	609	143
22	17	627	627
22	22	605	376
23	1	663	660
23	2	1620	1554
23	4	1007	1080
23	5	1793	1467
23	8	3082	2861
23	11	2205	221
23	13	1071	866
23	14	818	331
23	15	2110	2112
23	16	832	94
23	17	631	410
23	18	873	68
23	19	804	114
24	0	778	68
24	1	992	90
24	2	2008	198
24	3	389	29
24	4	791	91
24	5	1896	155
24	7	2647	251
24	9	1543	152
24	10	1372	165
24	11	1911	175
24	13	566	44
24	14	893	67
24	15	1014	106
24	16	876	92
25	1	957	97
25	2	584	57
25	3	591	69
25	4	362	40
25	5	1268	117
25	6	984	94
25	7	932	95
25	8	1470	143
25	9	2431	234
25	10	1145	114
25	11	1687	148
25	12	1087	109
25	13	662	26
25	14	1427	155
25	16	919	105
25	17	639	40
26	0	3298	302
26	1	982	91
26	4	491	57
26	6	2264	194
26	7	972	63
26	8	934	90
26	9	1468	153
26	10	1204	122
26	11	946	110
26	13	1059	110
26	16	927	89
27	2	2391	212
27	3	2672	236
27	5	1895	167
27	7	1357	138
27	8	509	49
27	9	640	5
27	12	932	83
27	15	1043	10
27	17	747	4
27	20	1245	14
28	0	1504	13
28	1	1146	9
28	2	4251	43
28	3	1532	15
28	4	1801	16
28	6	879	10
28	7	2124	21
28	8	1014	10

28	9	783	777	38	3	1356	1510	51	8	935	839
28	11	1623	1517	38	4	630	893	51	13	886	960
28	13	1284	1498	38	5	589	594	52	0	665	562
28	15	1224	1464	38	7	1129	1171	52	2	941	811
29	1	925	742	38	8	1322	1242	52	3	768	644
29	2	1115	1115	38	9	914	712	53	8	994	890
29	3	3598	3006	38	13	1102	968	53	9	1291	1031
29	6	742	670	38	17	897	817	53	11	1177	823
29	7	1171	1188	38	24	592	910	53	19	766	205
29	17	597	1155	39	1	1701	1486	54	3	659	405
29	22	589	774	39	2	1453	1260	54	8	743	632
30	0	522	618	39	3	721	505	56	18	601	406
30	3	1098	1288	39	6	819	928	57	1	945	1427
30	4	2747	2589	39	7	750	167	57	19	659	637
30	5	744	747	39	22	699	742	58	0	1527	1287
30	6	1170	1287	40	0	3566	3170	58	4	765	952
30	7	858	814	40	1	1371	1344	61	4	825	705
30	9	841	813	40	3	646	147	64	4	527	403
30	11	1437	1390	40	4	1230	1327	65	1	518	517
30	12	1413	1536	40	5	608	194	66	0	1012	966
30	15	1446	1611	40	6	2005	2191	66	5	474	455
30	16	953	1223	40	9	1348	1590	68	2	825	910
30	21	655	959	40	12	1105	1111	68	7	698	766
31	1	1088	1007	40	16	1326	1342				
31	2	975	992	40	17	1003	977				
31	3	2443	2315	41	2	1582	1479				
31	6	1050	946	41	3	785	669	0	5	3349	3191
31	7	618	469	41	5	1851	1668	0	7	1037	927
31	8	1094	1328	41	6	951	861	0	9	2651	2651
31	9	560	286	41	12	1078	1075	0	11	2264	2316
31	13	1151	1066	41	20	603	853	0	13	529	513
31	17	660	443	41	21	578	824	0	15	2098	2107
31	19	768	1023	42	1	1394	776	0	17	1931	1876
32	2	974	870	42	2	1352	1138	0	19	596	550
32	3	2237	2136	42	5	885	607	0	23	946	936
32	4	734	434	42	7	1071	932	0	4	5033	5442
32	7	771	572	42	9	990	906	1	5	2013	1850
32	10	3068	2905	42	13	1016	662	1	7	1545	1414
32	11	806	803	43	2	624	595	1	8	308	377
32	13	1269	1316	43	4	1285	1338	1	10	1976	1766
32	17	662	449	43	5	896	928	1	11	1136	1100
32	18	979	975	43	8	749	835	1	12	1644	1400
33	2	949	917	43	9	755	422	1	14	1364	1263
33	3	1451	1006	43	13	1120	889	1	17	875	610
33	5	2289	2164	44	2	1316	924	1	18	997	1080
33	8	1132	1241	44	5	979	1015	1	21	1382	1456
33	9	973	920	44	8	925	895	1	22	1277	1425
33	13	1333	1338	44	9	806	1198	1	23	870	791
33	21	908	907	44	10	936	791	1	3	3766	3949
34	0	1275	1151	44	14	1114	1200	2	4	558	505
34	4	732	655	45	4	1205	1115	2	5	1748	1572
34	9	988	806	45	5	1211	1332	2	6	613	549
34	13	1003	1043	45	9	661	212	2	7	2397	2209
34	14	950	1000	45	10	1117	683	2	8	2174	1933
34	16	1663	1829	45	12	1016	820	2	9	914	813
34	19	895	607	45	13	1013	1067	2	10	741	723
35	2	1213	1298	45	20	557	139	2	11	1113	1074
35	6	1286	1267	46	0	912	1024	2	14	2020	1867
35	7	1369	1409	46	5	1099	946	2	15	1563	1504
35	13	1254	1213	46	9	767	448	2	17	1175	1269
35	19	1005	1081	46	20	496	1002	2	18	1103	1114
36	1	842	809	47	4	1227	1048	2	21	726	669
36	3	1090	1137	47	5	760	345	3	3	2248	2185
36	4	858	824	47	8	1355	1313	3	4	1268	1175
36	5	656	627	47	11	1242	219	3	5	2939	2584
36	7	716	532	47	12	935	859	3	6	1599	1371
36	8	3000	2846	47	13	927	920	3	7	2400	2365
36	9	1374	1441	48	0	1608	1605	3	8	520	523
36	11	1327	1280	48	3	931	842	3	9	1227	1233
36	12	1071	952	48	9	768	606	3	10	1577	1386
36	14	925	635	48	12	1004	1037	3	11	1356	1406
37	1	827	846	49	2	1237	1251	3	12	1916	1911
37	5	625	800	49	5	664	658	3	15	1565	1395
37	6	1513	1678	49	8	901	457	3	16	1372	1254
37	7	686	822	50	0	1049	1059	4	3	5360	5849
37	10	1392	1408	50	3	1151	1123	4	4	3375	3505
37	14	930	1027	50	5	1245	1186	4	5	425	384
37	17	940	928	50	6	1120	841	4	6	1715	1533
38	0	963	879	50	9	810	955	4	7	368	306
38	1	1942	1856	50	15	1241	1204	4	8	753	688

H, 1, L

4	9	634	594	9	4	1850	1832	14	7	1317	1344
4	10	4856	4556	9	5	345	357	14	8	1215	1182
4	11	2996	2951	9	7	2533	2579	14	10	912	853
4	12	757	731	9	8	956	890	14	11	1840	1680
4	14	2335	2048	9	9	989	887	14	14	631	681
4	15	1701	1532	9	10	1122	942	14	15	2191	2030
4	16	922	851	9	13	473	153	14	16	1562	1511
4	17	786	859	9	14	1743	1547	15	1	1033	1128
4	20	1066	1041	9	16	700	831	15	2	3365	3750
4	23	909	835	9	18	1473	1550	15	3	1984	1995
4	25	961	772	9	20	717	659	15	4	796	669
5	3	4936	4943	9	23	642	936	15	5	2604	2735
5	4	2399	2281	10	0	3371	3888	15	6	1748	1626
5	5	642	557	10	1	500	592	15	7	835	741
5	6	455	389	10	3	368	353	15	9	900	907
5	7	1983	1833	10	4	1032	944	15	10	925	886
5	8	1538	1480	10	6	665	658	15	11	1844	1689
5	10	1927	1827	10	7	489	479	15	12	1084	963
5	12	474	168	10	8	1451	1407	15	13	1237	1147
5	13	982	869	10	9	548	426	15	14	1162	1193
5	16	617	559	10	10	1096	1052	15	15	1448	1399
5	17	1671	1730	10	11	1258	1307	15	17	1063	959
5	18	1057	963	10	12	1142	1084	16	1	523	519
5	19	1008	923	10	13	515	403	16	2	376	412
5	21	772	565	10	14	612	479	16	3	1306	1226
5	22	977	962	10	15	879	843	16	4	1184	1207
6	2	2279	2158	10	16	545	376	16	5	601	418
6	3	554	490	10	17	567	700	16	6	3876	3949
6	4	1291	1181	10	21	777	868	16	7	592	493
6	5	967	906	11	1	2043	2143	16	8	1710	1754
6	6	948	895	11	2	562	554	16	10	478	426
6	7	3490	3368	11	3	701	675	16	11	998	953
6	8	2497	2446	11	5	497	446	16	12	2038	1783
6	9	3780	3737	11	6	4592	4581	16	13	2003	1783
6	11	1765	1746	11	7	3554	3690	16	15	630	759
6	13	1328	1280	11	8	1408	1333	16	16	1947	1910
6	14	1657	1590	11	10	811	713	16	17	1531	1505
6	16	1956	2029	11	11	590	496	16	19	1517	1575
6	17	1795	1680	11	12	1619	1570	16	20	1063	1039
6	18	1623	1736	11	13	480	243	16	21	1139	1188
6	19	735	662	11	14	1766	1797	16	22	742	706
6	21	892	391	11	15	743	560	17	1	2672	3005
6	22	783	543	11	16	1073	1048	17	2	629	746
7	1	1428	1229	11	17	569	756	17	3	579	629
7	2	5587	6555	11	18	993	942	17	5	3066	3333
7	3	678	597	11	19	1110	1148	17	6	640	531
7	4	1801	1722	12	0	1018	1009	17	7	1924	1866
7	5	593	468	12	1	2656	3123	17	8	3166	3259
7	7	381	327	12	3	1684	1663	17	9	1675	1713
7	9	852	753	12	4	884	855	17	11	936	847
7	11	1497	1447	12	5	2142	1851	17	12	1352	1365
7	12	810	776	12	7	878	833	17	15	840	674
7	13	688	592	12	8	3864	4131	17	16	658	722
7	14	801	820	12	9	1658	1546	18	0	923	1024
7	19	601	650	12	10	453	390	18	2	1780	1810
7	20	910	1116	12	13	948	864	18	3	1268	1249
7	21	773	1025	12	14	1616	1431	18	4	664	630
7	23	1144	92	12	15	2160	2004	18	5	1309	1221
8	0	4735	5887	12	17	572	562	18	7	594	476
8	1	3750	4095	12	19	996	971	18	8	1731	1668
8	2	3898	3998	12	21	1780	1909	18	9	592	544
8	3	2072	2098	12	22	741	526	18	10	1663	1730
8	4	221	193	12	24	970	1045	18	12	2155	2164
8	5	1770	1647	13	1	1032	1077	18	13	786	701
8	6	495	488	13	4	2037	2172	18	15	555	586
8	7	1452	1325	13	5	1527	1454	18	16	846	937
8	8	2951	3095	13	7	1528	1674	18	20	778	660
8	10	2269	2312	13	9	1166	1034	18	21	1047	701
8	11	882	902	13	10	1188	1244	19	1	2605	2745
8	12	1851	1798	13	11	1106	1030	19	2	2684	3016
8	13	1695	1598	13	12	504	604	19	3	2370	2381
8	14	1493	557	13	13	3415	3310	19	4	1045	1062
8	16	1971	1895	13	15	653	677	19	6	1100	1130
8	18	953	811	13	16	554	582	19	7	1682	1630
8	19	1278	1344	14	0	1523	1536	19	9	1441	1298
8	22	784	477	14	2	1369	1442	19	10	778	733
8	23	787	1217	14	3	894	832	19	11	879	938
9	1	3108	3594	14	4	420	360	19	12	1488	1279
9	2	1014	1009	14	5	2321	2268	19	13	876	757
9	3	1141	990	14	6	632	660	19	16	916	894

19	18	792	886	24	22	636	516	32	5	865	784
19	21	1436	1168	25	1	1301	1370	32	6	1279	1197
20	0	1119	1020	25	2	1061	986	32	6	1198	1160
20	1	1791	1778	25	3	718	645	32	10	1636	1618
20	3	2399	2315	25	5	1807	1944	32	12	1184	1201
20	5	3304	3545	25	6	1644	1773	32	13	819	738
20	7	748	636	25	7	760	894	32	17	943	933
20	9	452	354	25	8	1780	1514	32	18	1173	1115
20	10	470	340	25	9	697	671	32	19	1078	1301
20	11	2520	2256	25	10	1313	1188	32	23	711	486
20	12	853	789	25	11	958	924	33	2	994	809
20	13	1177	1173	25	12	1902	1811	33	4	1076	1863
20	14	834	447	25	15	592	586	33	5	932	839
20	17	1275	1243	25	17	621	634	33	7	766	915
20	19	771	107	26	0	1342	1416	33	8	1460	1381
20	21	742	1448	26	1	1287	1226	33	11	1149	1137
20	25	1005	1181	26	3	1299	1313	33	13	611	583
21	1	1649	1610	26	4	831	1005	33	14	1217	1369
21	2	1869	1909	26	6	2018	2106	33	16	502	893
21	3	2639	2768	26	7	969	971	33	20	1061	1299
21	4	865	2006	26	8	745	847	33	23	810	432
21	7	526	499	26	16	1171	1218	34	0	2135	2129
21	8	628	607	26	17	721	775	34	1	2239	2161
21	9	2499	2457	26	22	728	614	34	2	1015	1005
21	11	1949	1830	27	1	933	957	34	4	1802	1755
21	12	914	848	27	2	677	721	34	5	975	1055
21	13	1130	1137	27	3	857	812	34	7	1961	1905
21	19	893	737	27	4	999	872	34	9	1044	1067
22	0	1936	2055	27	5	1463	1538	34	10	952	938
22	1	2250	2249	27	6	579	490	34	15	858	1046
22	2	1330	1290	27	7	884	804	34	17	742	717
22	3	941	1072	27	8	1014	968	35	1	1009	1049
22	4	2030	994	27	11	1591	1512	35	4	1770	1357
22	5	809	772	27	16	1006	890	35	6	1126	969
22	6	1785	1811	27	17	725	720	35	13	1916	1902
22	7	1619	1650	27	22	768	955	35	12	1030	1015
22	8	923	807	28	2	454	304	35	14	1029	1226
22	9	740	724	28	3	495	361	35	19	818	1091
22	10	485	234	28	4	849	558	36	0	1595	1566
22	11	845	842	28	7	2540	2466	36	1	1005	954
22	12	996	1044	28	8	2495	2388	36	2	1542	1587
22	13	1055	1046	28	9	848	661	36	3	1842	1838
22	14	965	262	28	13	1620	1659	36	4	1534	930
22	15	705	653	28	14	686	595	36	5	1583	1808
22	18	1504	1513	28	15	993	1228	36	6	1775	1778
22	19	896	1142	28	24	1114	1244	36	9	1248	1078
22	20	1281	1523	29	1	1372	1500	36	10	1811	1811
23	1	606	636	29	2	1505	1498	36	12	944	959
23	2	1452	1490	29	3	938	847	37	2	674	486
23	4	1169	1529	29	4	475	683	37	3	505	316
23	5	863	739	29	5	522	339	37	4	967	378
23	6	1302	1222	29	6	3369	3536	37	5	1362	1218
23	7	1064	988	29	10	1941	1967	37	6	1255	1297
23	8	1031	983	29	12	902	904	37	19	807	1140
23	9	972	960	29	13	676	672	38	0	558	503
23	10	943	796	29	15	751	658	38	1	1116	1187
23	13	996	1038	29	16	954	1094	38	2	915	888
23	14	1029	1004	30	0	1588	1624	38	4	568	381
23	15	888	844	30	1	610	598	38	6	1184	1339
23	16	1196	1305	30	3	758	754	38	10	612	321
23	17	1348	1379	30	4	658	444	38	15	829	996
23	18	885	939	30	5	403	343	39	3	573	1557
24	C	3954	4335	30	8	605	646	39	4	1131	1118
24	1	1382	1475	30	10	1455	1364	39	9	748	905
24	2	1034	949	30	12	667	796	39	12	966	974
24	3	2766	2794	30	13	684	446	39	13	1276	1360
24	4	1575	801	30	15	713	723	39	15	787	787
24	5	999	937	30	16	925	987	40	1	1156	1133
24	6	653	615	31	1	684	586	40	3	1542	682
24	7	697	640	31	5	1163	1080	40	5	685	1300
24	8	1510	1504	31	8	1270	1099	40	8	932	369
24	9	656	702	31	9	546	347	40	11	892	1172
24	10	842	658	31	10	790	735	40	15	870	898
24	12	3330	3057	31	11	1381	1420	40	23	706	835
24	13	1057	1152	31	16	1032	994	41	5	1449	1312
24	14	1755	1171	31	18	1173	1220	41	8	1698	1195
24	16	1014	883	32	0	1561	1585	41	11	1068	92
24	17	712	701	32	1	2775	2770	41	15	641	718
24	18	961	814	32	2	1709	1702	41	17	959	517
24	19	781	1019	32	3	737	826	41	23	817	70

42	10	968	1314
42	13	982	572
42	15	782	420
42	16	894	698
43	2	1443	1355
43	3	1291	900
43	5	1465	1073
43	9	1157	689
43	17	1281	1041
44	4	875	1193
44	4	1288	1193
44	5	1078	692
44	10	1012	1639
44	15	892	998
44	16	761	169
45	1	1291	1043
45	2	1014	1069
45	3	804	574
45	9	1226	1116
45	10	1551	1245
45	22	656	991
46	10	1338	820
47	1	1154	1030
47	2	1126	1066
48	1	862	402
48	2	1163	472
48	8	1639	552
48	10	740	116
48	11	974	317
48	12	966	925
49	4	1256	114
49	5	1658	1197
49	8	741	551
49	10	902	90
49	13	612	827
50	0	1657	1420
50	1	1142	742
50	5	643	57
50	9	1073	309
51	5	1112	418
51	7	738	537
51	18	577	471
52	0	1337	226
52	15	849	1095
53	1	942	662
53	3	865	922
53	6	1157	223
54	4	1127	792
54	14	1159	162
54	15	984	50
55	2	928	515
56	11	566	735
58	11	535	385
59	1	1058	370
59	10	814	411
62	9	693	421
63	7	671	418
63	10	452	299
64	3	717	816
64	8	652	405
64	9	446	332
65	3	742	144
67	3	669	209
68	2	740	346

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเสาวณี เล่าลิตานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2496 ที่
จังหวัดนนทบุรี ใ้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) จากจุฬาลงกรณ์มหา
วิทยาลัยเมื่อปี พ.ศ. 2517

