

原子核のモーメントの表

村川 梨・亀井 亨

(1953年12月1日受理)

Table of Nuclear Moments

KIYOSHI MURAKAWA and TOHRU KAMEI

(Received December 1, 1953)

ABSTRACT: The tables of nuclear moments published by Mack and by Klinkenberg have been extended so as to include the moment values published more recently. The nuclear induction (or nuclear resonance absorption) values have been recalculated using the more precise value for proton moment given by SM50. The type of presentation of the table follows closely that of Mack. All the magnetic moments are given the diamagnetic correction. Only those references are listed that were not included in the articles of Mack and of Klinkenberg.

A plot of eccentricity versus proton number for odd proton nuclei is shown in Fig. 1 correcting the Fig. 4 of MW53, in order to show the adequacy of introducing eccentricity to detect regularities among quadrupole moments.

1. はし が き

原子核の静的性質を議論する場合に、原子核のモーメントのできるだけ完全な表がいつも入用である。このような表は Mack (MA50)* 及び Klinkenberg (KL52) が発表したか、その後改訂すべき点及び新しいデータが続々とあらわれたので、当実験室でもつと新しい表を作つた。ここに発表して同僚の人々の便に供したい。但しこの方面のデータは現今盛んに発表される状況にあるので、我々が作つた表もやがて古くさいものになるであろうことは覚悟の上であるが、それでも数年の間は充分利用の価値があると信じ度い。

2. 表の作製上の注意

表の体裁は MA50 に完全にならつたので、体裁についてはこの文献を参照して頂き度い。

* このような符号は最後にかけた文献の番号を示す。

MA50 又は KL52 の表では magnetic moment (μ) の値が Proton の古い μ の値を基礎として計算してあるので、この点は訂正の必要がある。即ち SO50 によれば diamagnetic correction を施さないとき

μ (H^1 , uncorrected) = 2.79268 \pm 0.00006 n.m.
であるから、所要の μ (proton) として

$$\mu (H^1, \text{diamagnetically corrected}) \\ = 2.79276 \pm 0.00012 \text{ n.m.}$$

が得られる。我々はこの値を基礎としてすべての原子核の μ を計算した。その計算に際しては中性子以外の原子核に対して外側の軌道電子の diamagnetic correction を考慮に入れなければならない。これについては既に MA50 に詳述してあり、又、表の形で列記されているから、これをそのまま採用した。

上記の proton の μ の値の改訂により、MA50 又は KL52 にかかげてあるすべての原子核の μ は

2.7268/2.792469
なる数をかけることにより新しい値になる。

かくして得られた原子核のモーメントを列挙すれば Table I のようになる。

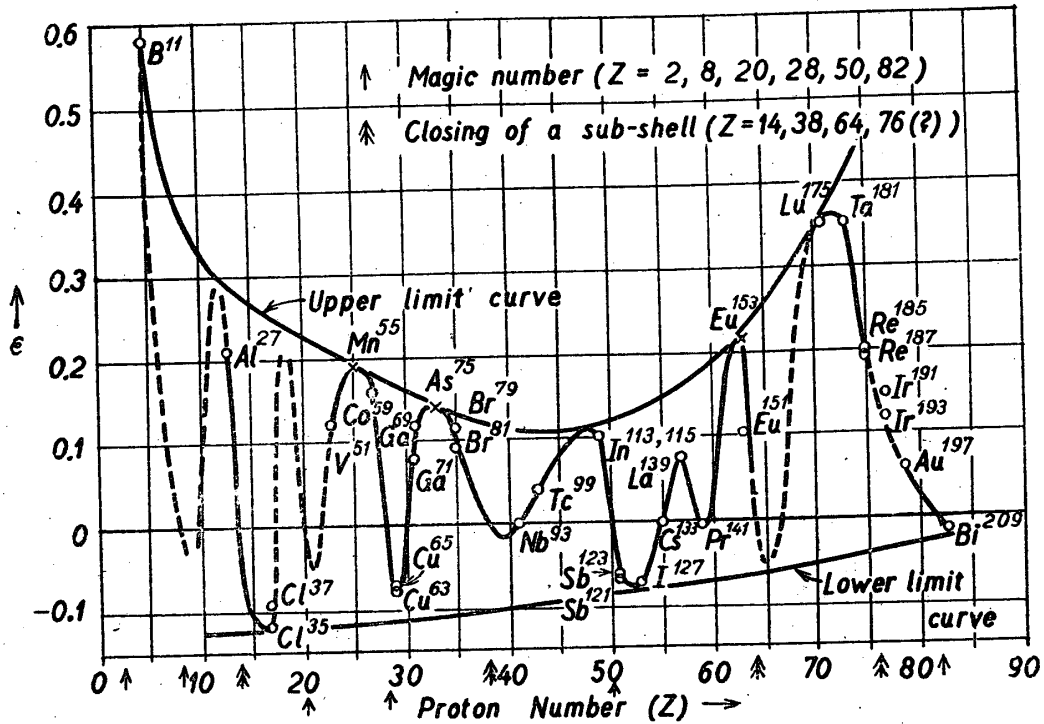


Fig. 1. Plot of eccentricity versus proton number.

Table I. Nuclear Moments.

N	Z	Atom	A	$I \left(\frac{h}{2\pi} \right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
1	0	n	1*	1/2	-1.91297 ±9				
0	1	H	1	1/2	+2.79276 ±12				
1	1	H	2	1	+0.857632 ±12	+0.00273 ±5			
2	1	H	3*	1/2	+2.97886 ±3				
1	2	He	3	1/2	(-)2.127575 ±3				
2	2	He	4	0					
3	3	Li	6	1	+0.82195 ±4				
4	3	Li	7	3/2	+3.25611 ±11				
5	4	Be	9	3/2	-1.1775 ±8	(0.02)			
5	5	B	10	3	+1.8005 ±7	+0.105§			DM51
6	5	B	11	3/2	+2.68878 ±28	+0.051§			DM51
6	6	C	12	(0)					
7	6	C	13	1/2	+0.70230 ±14				
8	6	C	14	(0)					
7	7	N	14	1	+0.40368 ±3	+0.02			
8	7	N	15	1/2	-0.28301 ±3				

§ According to BO53, the wave-functions that were used in deducing these values are not so accurate.

N	Z	Atom	A	$I\left(\frac{h}{2\pi}\right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
8	8	O	16	(0)					
9	8	O	17	5/2	-1.8935 ±2	-0.005 ±2			
10	8	O	18	(0)					
10	9	F	19	1/2	+2.6287 ±7				
10	10	Ne	20	(0)					
11	10	Ne	21	3/2	<0				
12	10	Ne	22	(0)					
11	11	Na	22*	3	+1.74595 ±22				
12	11	Na	23	3/2	+2.21728 ±25				
13	11	Na	24*	4	+1.688 ±5		BM53	BM53	
12	12	Mg	24	(0)					
13	12	Mg	25	5/2	-0.8552 ±2				
14	12	Mg	26	(0)					
14	13	Al	27	5/2	+3.6411 ±4	+0.156 ±3			
14	14	Si	28	(0)					
15	14	Si	29	1/2	-0.55538 ±4			WV53	
16	14	Si	30	(0)					
16	15	P	31	1/2	+1.13174 ±20				
16	16	S	32	(0)					
17	16	S	33	3/2	+0.6436 ±2	-0.053		WV53	DM53
18	16	S	34	(0)					
19	16	S	35*	3/2		+0.037			DM53
20	16	S	36	(0)					
18	17	Cl	35	3/2	+0.82197 ±22	-0.07894 ±2			
19	17	Cl	36*	2		-0.0168 ±1	JS51		JS51
20	17	Cl	37	3/2	+0.68419 ±24				
18	18	A	36	(0)					
22	18	A	40	(0)					
20	19	K	39	3/2	+0.391 ±1				
21	19	K	40*	4	-1.2964 ±4			ES52	
22	19	K	41	3/2	+0.215 ±1				
23	19	K	42	2	-1.137 ±5		BM53	BM53	
20	20	Ca	40	(0)					
23	20	Ca	43	7/2	-1.3171 ±2			JF53 ₁	
24	21	Sc	45	7/2	+4.74952 ±16			HM51	

N	Z	Atom	A	$I \left(\frac{h}{2\pi} \right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
25	22	Ti	47	5/2	-0.7866§			J F 53 ₃	
27	22	Ti	49	7/2	-1.102§			J F 53 ₃	
28	23	V	51	7/2	+5.1482 ±5	+0.3 ±2			MW53
27	23	V	50	6	+3.34814 $\mu(50)/\mu(51)$ =0.649841 ±36		K I 52	WL 52 ₂	
29	24	Cr	53	3/2	-0.47422 ±7			J F 53 ₂	
30	25	Mn	55	5/2	+3.4684 ±4	+0.4 ±2		TN 53	J V 53, MW 53, TR 53
31	26	Fe	57		$ \mu < 0.05$				
30	27	Co	57*	7/2	4.6 ±2				
31	27	Co	58*	2(?)	+3.5			GR 52	
32	27	Co	59	7/2	+4.6488 ±6	+0.5 ±2			MW 53
33	27	Co	60*	5(?)	+3.5 ±5			GR 52	
33	28	Ni	61		~0				
34	29	Cu	63	3/2	+2.22634 ±36	-0.15 ₇			BL 53
36	29	Cu	65	3/2	+2.3846	-0.14 ₇ $Q(63)/Q(65)$ =1.081 ±3			BL 53 BC 51
34	30	Zn	64	(0)					
36	30	Zn	66	(0)					
37	30	Zn	67	5/2	+0.87597 ±13			WV 53	
38	30	Zn	68	(0)					
38	31	Ga	69	3/2	+2.0169 ±11	+0.2318 ±23			
40	31	Ga	71	3/2	+2.5616 ±10	+0.1461 ±15			
38	32	Ge	70	(0)					
40	32	Ge	73	9/2		-0.2 ±1			
42	32	Ge	74	(0)					
44	32	Ge	76	(0)					
42	33	As	75	3/2	+1.4387 ±3	+0.32 ±5		WV 53	MW 52 ₂
40	34	Se	74	(0)					
42	34	Se	76	(0)					
43	34	Se	77	1/2	+0.53485 ±5			WV 53	
44	34	Se	78	(0)					
45	34	Se	79	7/2		1.2			HD 52
46	34	Se	80	(0)					
48	34	Se	82	(0)					
44	35	Br	79	3/2	+2.10592 ±37	+0.26 ±8			

§ Probably without diamagnetic correction.

N	Z	Atom	A	$I \left(\frac{h}{2\pi} \right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
46	35	Br	81	3/2	+2.2698 ±5	+0.21 ±7			
46	36	Kr	82	(0)					
47	36	Kr	83	9/2	-0.9705	+0.15			
48	36	Kr	84	(0)					
50	36	Kr	86	(0)					
48	37	Rb	85	5/2	+1.3533 ±4		BM51	BM51	
49	37	Rb	86*	2	(-1.68) ±1				
50	37	Rb	87	3/2	+2.7503 ±5				
48	38	Sr	86						
49	38	Sr	87	9/2	-1.0930 ±15				J F 53 ₂
50	38	Sr	88	(0)					
50	39	Y	89	1/2	-0.14				
51	40	Zr	91	5/2	-1.3±0.3				SW53
52	41	Nb	93	9/2	+6.1664 ±32	~0			
52	42	Mo	92	(0)					
52	42	Mo	94	(0)					
53	42	Mo	95	5/2	-0.9140 ±2				
54	42	Mo	96	(0)					
55	42	Mo	97	5/2	-0.9332 ±1				
56	42	Mo	98	(0)					
58	42	Mo	100	(0)					
56	43	Tc	99*	9/2	+5.6805 ±4	+0.34 ±17			KL53
55	44	Ru	99	5/2	-0.6 ±2		GF52	MW54 ₄	
57	44	Ru	101	5/2	-0.6 ±2 $\mu(101)/\mu(99)$ =1.09 ±3		GF52	MW54 ₄ GF52	
58	45	Rh	103	1/2	(-)0.11				
59	46	Pd	105	5/2	-0.57 ±5				
60	47	Ag	107	1/2	-0.113024§ ±13				J F 53 ₄
62	47	Ag	109	1/2	-0.129936§ ±13				J F 53 ₄
62	48	Cd	110	(0)					
63	48	Cd	111	1/2	-0.59496 ±8				
64	48	Cd	112	(0)					
65	48	Cd	113	1/2	-0.62243 ±8				
66	48	Cd	114	(0)					
68	48	Cd	116	(0)					

§ Probably without diamagnetic correction.

N	Z	Atom	A	$I \left(\frac{h}{2\pi} \right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
64	49	In	113	9/2	+5.486 ± 3	+1.144			
66	49	In	115	9/2	+5.500 ± 3	+1.161			
65	50	Sn	115	1/2	-0.91786 ± 10				
66	50	Sn	116	(0)					
67	50	Sn	117	1/2	-0.99989 ± 10				
68	50	Sn	118	(0)					
69	50	Sn	119	1/2	-1.04608 ± 10				
70	50	Sn	120	(0)					
70	51	Sb	121	5/2	+3.360	+0.52 ± 10			MW54 ₂
72	51	Sb	123	7/2	+2.547	-0.67 ± 10			MW54 ₃ , LM51
71	52	Te	123	1/2	-0.73579 ± 4	$Q(123)/Q(121)$ =1.689		WV53	DM51, LM51
73	52	Te	125	1/2	-0.88705 ± 4			WV53	
					$\mu(125)/\mu(123)$ =1.20560 ± 7			WV53	
74	52	Te	126	(0)					
76	52	Te	128	(0)					
78	52	Te	130	(0)					
74	53	I	127	5/2	+2.8090 ± 4	-0.72 ± 2			MW54 ₃
76	53	I	129*	7/2	(+)2.6181 ± 3				
75	54	Xe	129	1/2	-0.777				
77	54	Xe	131	3/2	+0.700	-0.12			B O52
78	54	Xe	132	(0)					
80	54	Xe	134	(0)					
82	54	Xe	136	(0)					
76	55	Cs	131*	5/2	+3.48 ± 4		B M53	B M53	
78	55	Cs	133	7/2	+2.5773 ± 9	$ Q < 0.31$			
79	55	Cs	134*	4	+2.95 ± 1		J C52, B M53	J C52, B M53	
80	55	Cs	135*	7/2	+2.7273 ± 33				
82	55	Cs	137*	7/2	+2.8399 ± 30				
78	56	Ba	134	(0)					
79	56	Ba	135	3/2	+0.8346 ± 25				
80	56	Ba	136	(0)					
81	56	Ba	137	3/2	+0.9351 ± 27				
82	56	Ba	138	(0)					
81	57	La	138*						
82	57	La	139	7/2	+2.7762 ± 28	+0.9 ± 1			MW53

N	Z	Atom	A	$I\left(\frac{h}{2\pi}\right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
82	59	Pr	141	5/2	+4.0 ±2	-0.05		LW53, BR53, MW54 ₁	LW53, MW54 ₁
83	60	Nd	143	7/2	-1.0 ±2				
85	60	Nd	145	7/2	-0.65 ±9				
86	61	Pm	147*						
85	62	Sm	147*	7/2	-0.76 ±8	Q < 0.72	BG52 ₁ , MW54 ₂	MW54 ₂	EL52
87	62	Sm	149	7/2	-0.64 ±6	Q < 0.72	BG52 ₁ , MW54 ₂	MW54 ₂	EL52
88	63	Eu	151	5/2	+3.6	+1.2			
90	63	Eu	153	5/2	+1.6	+2.5			
91	64	Gd	155						
93	64	Gd	157						
94	65	Tb	159	3/2					
95	66	Dy	161	7/2			MW53		
97	66	Dy	163	(or 9/2?) 7/2			MW53		
98	67	Ho	165	(or 9/2?) 7/2					
99	68	Er	167	7/2		+10.2 ±3			BG52 ₂
100	69	Tm	169	1/2					
101	70	Yb	171	1/2	+0.45				
103	70	Yb	173	5/2	-0.65	+3.9			
104	71	Lu	175	7/2	+2.9 ±5	+5.9			
105	71	Lu	176*	≥7	+4.2 ±8	+7 ±1			
105	72	Hf	177	(1/2, 3/2)					
106	72	Hf	178	(0)					
107	72	Hf	179	(1/2, 3/2)					
108	72	Hf	180	(0)					
108	73	Ta	181	7/2	+2.1	+6			
108	74	W	182	(0)					
109	74	W	183	1/2	+0.10 ±2			MW54 ₃	
110	74	W	184	(0)					
112	74	W	186	(0)					
110	75	Re	185	5/2	+3.1714 ±6	+2.8			
112	75	Re	187	5/2	+3.2039 ±6	+2.6			
111	76	Os	187						
113	76	Os	189	3/2	+0.70 ±9	+2.0 ±8	MW52	MW52	MW52
114	77	Ir	191	3/2	+0.17 ±3	+1.0 ±5	MW52	MW52	MW52
116	77	Ir	193	3/2	+0.17 ±3	+1.0 ±5	MW52	MW52	MW52

N	Z	Atom	A	$I\left(\frac{h}{2\pi}\right)$	μ (n.m.)	Q ($e \times 10^{-24} \text{cm}^2$)	References		
							I	μ	Q
116	78	Pt	194	(0)					
117	78	Pt	195	1/2	+0.60597 ±8				
118	78	Pt	196	(0)					
118	79	Au	197	3/2	+0.136	≈+0.5		KE52	SI51
118	80	Hg	198	(0)					
119	80	Hg	199	1/2	+0.50417 ±3				
120	80	Hg	200	(0)					
121	80	Hg	201	3/2	-0.5590 ±1	+0.5			
122	80	Hg	202	(0)					
124	80	Hg	204	(0)					
122	81	Tl	203	1/2	+1.61177 ±14				
124	81	Tl	205	1/2	+1.62761 ±14				
122	82	Pb	204	(0)					
124	82	Pb	206	(0)					
125	82	Pb	207	1/2	+0.58954 ±7				
126	82	Pb	208	(0)					
126	83	Bi	209	9/2	+4.082 ±1	-0.4			
138	89	Ac	227*	3/2			TM51		
140	91	Pa	231*	3/2					
143	92	U	235*	5/2, 7/2					
144	93	Np	237*	5/2					
146	95	Am	241*	5/2					

* radio-active.

3. Quadrupole moment の規則性

Quadrupole moment (Q) の規則正しさを見付けるには, A. Bohr によつて導入された intrinsic quadrupole moment (Q_0) を用いることが望ましい。それは次式で与えられる。

$$Q_0 = Q \frac{(I+1)(2I+3)}{I(2I-1)}$$

この Q_0 と eccentricity ε との関係は次の通りである。

$$\varepsilon = \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2 + r_2^2} = \frac{5Q_0}{4ZR^2}$$

但し Z は proton number (charge number) であり, R は原子核の半径である。又, 原子核は semi-axis が r_1 及び r_2 の spheroid であると仮定してある。 ε は原子核がスピン軸の方向に細長ければ正, スピン軸の方向に平たければ負である。ここで定義した eccentricity ε は普通の幾何学の eccentricity とは厳密に同じものではないが, 極めて似通つたものである。

そこで Q の値のわかつた odd-proton の原子核について proton number (Z) を横軸とし, eccentricity (ε) を縦軸としてグラフを画くと, Fig. 1 のようになり, 両者の間に関係があることが極めて明らかである。既に多くの人によつて

議論されているように magic number の所で $\epsilon = 0$ となる. その他に sub-shell が閉じる所でも $\epsilon = 0$ となることがわかる. これらの規則正しさについては著者は既に MW53 に於いて議論したが, その論文の Fig. 4 の Li^7 の点を削除し, その後わかつた $Q(\text{Pr}^{141})$ 及び $Q(\text{Tc}^{99})$ の値を考慮に入れて点を増して改めて図を書いたのである.

Fig. 1 を見て直ぐ気の付くことは ϵ の上限値

及び下限値がそれぞれ大体一つの曲線に乗ることである. この曲線をそれぞれ upper limit curve 及び lower limit curve と名付けることにした. そして nuclear shell model の予言とよく合わない原子核は upper limit curve に乗っていることが多い. これらの規則正しさは Bohr-Mottelson (BO53) の考え方で説明されるように思われるが, ここでは, 目的がちがうので, この点について深く立ち入らないことにする.

References*

AL53	F. Alder and K. Halbach, <i>Helv. Phys. Acta</i> 26 (1953) 426.	Cr	R
BC51	G. Becker, <i>Zeits. f. Physik</i> 130 (1951) 415.	Cu	Q
BG52 ₁	G. S. Bogle and H. E. D. Scovil, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 65 (1952) 368.	Sm	P
BG52 ₂	G. S. Bogle, H. J. Duffus and H. E. D. Scovil, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 65 (1952) 760.	Er	P
BK53	J. M. Baker, B. Bleaney, K. E. Bowers, P. F. D. Shaw and R. S. Trenam, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 66 (1953) 305.	Co	P
BL53	B. Bleaney, K. D. Bowers and R. S. Trenam, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 66 (1953) 410	Cu	P
BM51	E. H. Bellamy, <i>Nature</i> 168 (1951) 556.	Rb,	H
BM53	E. H. Bellamy and K. F. Smith, <i>Phil. Mag.</i> 44 (1953) 33.	Na, K, Rb, Cs	H
BO52	A. Bohr, J. Koch and E. Rasmussen, <i>Arkiv f. Fysik</i> 4 (1952) 455.	Xe	H
BO53	A. Bohr and B. R. Mottelson, <i>Kong. Dansk. Vidensk. Selsk.</i> 27 (1953), no. 16.		
BR50	P. Brix, H. Kopfermann u. W. von Siemens, <i>Naturwissensch.</i> 17 (1950) 397.	Ir	H
BR53	P. Brix, <i>Phys. Rev.</i> 89 (1953) 1245.	Pr	H
DM51	H. G. Dehmelt u. H. Krüger, <i>Zeits. f. Physik</i> 130 (1951) 385.	Sb	Q
DM52	H. G. Dehmelt, <i>Zeits. f. Physik</i> 133 (1952) 528.	B	Q
DM53	H. G. Dehmelt, <i>Phys. Ruv.</i> 91 (1953) 313.	S	Q
DN52	J. M. Daniels, M. A. Grace, H. Halban, N. Kurti and F. N. H. Robinson, <i>Phil. Mag.</i> 43 (1952) 1297.	Co	N
EL52	R. J. Elliott and K. W. H. Stevens, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 65 (1952) 370.	Sm	P
ES52	J. T. Eisinger, B. Bederson and B. T. Feld, <i>Phys. Rev.</i> 86 (1952) 73.	K	H
FR53	M. Fred and F. S. Tomkins, <i>Phys. Rev.</i> 89 (1953) 318.	Am	H
GF52	Griffiths and J. Owen, <i>Proc. Phys. Soc. London</i> 65 (1952) 951.	Ru	P
GR52	M. A. Grace and Halban, <i>Physica</i> 18 (1952) 1227	Co	N
HD52	W. A. Hardy, G. Silvey and C. H. Townes, <i>Phys. Rev.</i> 86 (1952) 608.	Se	W
HM51	D. M. Himten, <i>Canad. J. Phys.</i> 29 (1951) 463.	Sc	R
JC52	V. Jaccarino, B. Bederson and H. H. Stroke, <i>Phys. Rev.</i> 87 (1952) 676.	Cs	H

* The last but one column shows the elements studied, and the last column shows the nature of the experimental evidence according to the following convention:

- H hyperfine structure
- N nuclear alignment
- P paramagnetic absorption
- Q quadrupole resonance absorption
- R nuclear resonance absorption or induction
- W microwave absorption

JF53 ₁	C. D. Jeffries, Phys. Rev. 90 (1953) 1130.	Ca	S
JF53 ₂	C. D. Jeffries and P. B. Sogo, Phys. Rev. 91 (1953), 1286.	Cr, Sr	R
JF53 ₃	C. D. Jeffries, Bull. Amer. Phys. Soc. 28 (1953), No. 5, p. 24.	Ti	R
JF53 ₄	C. D. Jeffries and P. B. Sogo, quoted by G. Wessel and H. Lew, phys. Rev. 92 (1953) 641.	Ag	R
JS51	C. M. Johnson, W. Gordy and R. Livingston, Phys. Rev. 83 (1951) 1249.	Cl	W
JV53	A. Javan, G. Silvey, C. H. Townes and A. V. Gross, Phys. Rev. 91 (1953) 222.	Mn	W
KI52	C. Kikuchi, M. H. Sirvetz and V. H. Cohen, Phys. Rev. 88 (1952) 142; 92 (1953), 109.	V	P
KE52	F. M. Kelly, Proc. Phys. Soc. London 65 (1952) 250.	Au	H
KL52	P. F. A. Klinkenberg, Rev. Mod. Phys. 24 (1952) 63.		
KM52	T. Kamei, J. Phys. Soc. Japan, 7 (1952) 649.	I	Q
KS53	K. G. Kessler and R. F. Trees, Phys. Rev. 92 (1953), 303.	Tc	H
LM51	C. C. Loomis and M. W. P. Strandberg, Phys. Rev. 81 (1951) 798.	Sb	W
LW53	H. Lew, Phys. Rev. 89 (1953) 530.	Pr	H
MA50	J. E. Mack, Rev. Mod. Phys. 22 (1950) 64.		
MW52 ₁	K. Murakawa and S. Suwa, Phys. Rev. 87 (1952) 1048.	Ir, Os	H
MW52 ₂	K. Murakawa and S. Suwa, Reports Inst. Science and Technology Tokyo 6 (1952) 209.	As	H
MW53	K. Murakawa and T. Kamei, Phys. Rev. 92 (1953) 325.	Dy, Co, V, Mn, La	H
MW54 ₁	K. Murakawa and S. Suwa, J. Phys. Soc. Japan, 9 (1954)	Pr	H
MW54 ₂	K. Murakawa, Phys. Rev., in press.	Sm, Sb	H
MW54 ₃	K. Murakawa and S. Suwa, Zeits. f. Physik, in press.	I	H
MW54 ₄	K. Murakawa, J. Phys. Soc. Japan, to be submitted.	Ru	H
MW54 ₅	K. Murakawa, unpublished.	W	H
SI 51	W. von Siemens, Naturwissensch. 19 (1951) 455.	Au	H
SM50	H. Sommer, H. A. Thomas and J. A. Hipple, Phys. Rev. 80 (1950) 487.	H	R
ST52	A. Steudel, Zeits. f. Physik 132 (1952) 429.	Pd	H
SW53	S. Suwa, J. Phys. Soc. Japan 3 (1953) 734.	Zr	H
TM51	F. S. Tomkins, M. Fred and W. F. Meggers, Phys. Rev. 84 (1951) 168.	Ac	H
TN53	R. S. Trenam, Proc. Phys. Soc. London 66 (1953) 415.	Fe	P
TR53	R. E. Trees, Phys. Rev. 92 (1953) 308.	Mn	H
WL52 ₁	H. E. Walchi, W. E. Leyshon and F. M. Scheitlin, Phys. Rev. 86 (1952) 618.	V	R
WL52 ₂	H. E. Walchi and H. W. Morgan, Phys. Rev. 87 (1952) 541.	V	R
WV53	H. E. Weaver, Phys. Rev. 89 (1953) 923.	Si, S, Zn, As, Se, Te	R