

## 目 次

第一編 同位體と原子質量	1
第一章 同位體分析法	1
1. 陽極線	1
2. 拋物線法による陽極線分析	2
3. ネオンの陽極線分析と同位體の發見	5
4. ASTON の質量譜分析器	7
5. 質量測定法	10
6. 重ね合せ法による質量の測定	13
7. ASTON の第一譜分析器にて得られた結果について	14
8. ASTON の第二譜分析器	16
9. DEMPSTER の質量譜分析器	18
10. BAINBRIDGE の質量譜分析器	21
11. BAINBRIDGE-JORDAN の新質量譜分析器	23
12. MATTAUCH の質量譜分析器	25
13. SMYTHE-RUMBAUGH-WEST の質量譜分析器	26
文 獻	27
第二章 同位體分析の結果	28
14. 1. 水素 H	34
15. 2. ヘリウム He	36
16. 3. リチウム Li	37
17. 4. ベリリウム Be	38
18. 5. 硼素 B	38
19. 6. 炭素 C	38

20.	7.	窒素 N	39
21.	8.	酸素 O	39
22.	9.	弗素 F	40
23.	10.	ネオン Ne	40
24.	11.	ナトリウム Na	40
25.	12.	マグネシウム Mg	40
26.	13.	アルミニウム Al	41
27.	14.	珪素 Si	41
28.	15.	磷 P	41
29.	16.	硫黄 S	41
30.	17.	塩素 Cl	41
31.	18.	アルゴン A	42
32.	19.	カリウム K	42
33.	20.	カルシウム Ca	43
34.	21.	スカンジウム Sc	43
35.	22.	チタニウム Ti	43
36.	23.	ヴァナヂン V	43
37.	24.	クロム Cr	44
38.	25.	マンガン Mn	44
39.	26.	鐵 Fe	44
40.	27.	コバルト Co	44
41.	28.	ニッケル Ni	44
42.	29.	銅 Cu	45
43.	30.	亜鉛 Zn	45
44.	31.	ガリウム Ga	45
45.	32.	ゲルマニウム Ge	45
46.	33.	砒素 As	45
47.	34.	セレンウム Se	45
48.	35.	臭素 Br	46

49.	36.	クリプトン Kr	46
50.	37.	ルビヂウム Rb	46
51.	38.	ストロンチウム Sr	46
52.	39.	イットリウム Y	47
53.	40.	ジルコニウム Zr	47
54.	41.	ネオビウム Nb	47
55.	42.	モリブデン Mo	47
56.	43.	マズリウム Ma	47
57.	44.	ルテニウム Ru	47
58.	45.	ロヂウム Rh	47
59.	46.	パラヂウム Pd	47
60.	47.	銀 Ag	47
61.	48.	カドミウム Cd	48
62.	49.	インヂウム In	48
63.	50.	錫 Sn	48
64.	51.	アンチモン Sb	49
65.	52.	テルル Te	49
66.	53.	沃度 I	49
67.	54.	キセノン Xe	49
68.	55.	セシウム Cs	49
69.	56.	バリウム Ba	49
70.		稀土類元素	50
71.	72.	ハフニウム Hf	50
72.	73.	タンタル Ta	50
73.	74.	タングステン W	50
74.	75.	レニウム Re	50
75.	76.	オスミウム Os	50
76.	77.	イリヂウム Ir	50
77.	78.	白金 Pt	50

78. 79. 金 Au .....	51
79. 80. 水銀 Hg .....	51
80. 81. タリウム Tl .....	51
81. 82. 鉛 Pb .....	51
82. 83. 蒼鉛 Bi .....	53
83. 放射性元素 .....	53
文 獻 .....	54
第三章 總 括 .....	56
84. 原子量 .....	56
85. 原子核の構造 .....	58
86. 同位體の分布 .....	59
87. 質量偏差に関する 1934 年以前の結果 .....	62
88. 輕原子の質量(最近の結果) .....	65
文 獻 .....	69
第二編 放射性原子及び其の放射線 .....	70
第四章 放射能 .....	70
89. 放射能の發見 .....	70
90. 原子變遷の法則 .....	71
91. 統計微變動 .....	73
92. 連系變遷 (Successive transformation) .....	77
93. 放射性元素の三系列 .....	78
94. 上記三系列に屬せざる放射性元素 .....	84
95. 1g のラヂウムより 1 秒に放射される $\alpha$ 粒子の數 .....	90
文 獻 .....	92
第五章 $\alpha$ -崩 壊 .....	93

96. $\alpha$ 粒子がヘリウム原子である實證 .....	93
97. $\alpha$ 粒子の飛程 .....	95
98. $\alpha$ -線の飛程とエネルギーに関する GEIGER の法則 .....	103
99. 長飛程の $\alpha$ 粒子 .....	104
100. $\alpha$ -線の微細構造 .....	105
101. GEIGER-NUTTAL の法則 .....	108
102. $\alpha$ -崩壊の量子力學的理論 .....	111
文 獻 .....	117
第六章 $\beta$ -崩 壊 .....	119
103. $\beta$ -線の連続譜 .....	119
104. ELLIS-WOOSTER の實驗 .....	123
105. $\beta$ -崩壊の謎 .....	125
106. $\beta$ -線の最大エネルギーと SARGENT の法則 .....	127
107. 最大エネルギーとエネルギーの保存律 .....	129
108. $\beta$ -線連続譜の形に関する ELLIS-MOTT の考察 .....	131
109. 理論との比較 .....	132
文 獻 .....	135
第七章 $\gamma$ -線の起源 .....	136
110. $\beta$ -線の線譜と $\gamma$ -線 .....	136
111. $\gamma$ -線放出の機構 .....	139
112. 各放射性原子よりの $\beta$ -線分析の結果 .....	142
113. 結晶による $\gamma$ -線の分析 .....	172
114. $\gamma$ -線の自吸収 .....	174
115. $\gamma$ -線と $\alpha$ -線の微細構造との關係 .....	181
116. $\beta$ -崩壊と $\gamma$ -線 .....	190
117. 陽電子の放出に就て .....	191
文 獻 .....	194

## 第三編 帯電粒子の散亂による原子核の研究.....196

第八章  $\alpha$  粒子及びプロトンの散亂 .....196

118. 散亂に関する RUTHERFORD の法則.....196  
 119. GEIGER, GEIGER-MARSDEN の實驗.....204  
 120. 核の電荷 .....208  
 121. 原子核の電場について .....210  
 122. アルミニウム及びマグネシウムによる散亂と COULOMB の場の不適用性について .....212  
 123. RIEZLER の實驗 .....214  
 124. 水素原子による  $\alpha$ -線の散亂 .....217  
 125. 水素原子による散亂の其の後の實驗 .....220  
 126. 重水素原子による散亂 .....225  
 127. ヘリウム核による散亂 .....227  
 128. Wilson 箱による研究 .....236  
 129. プロトンの散亂 .....237  
 130. プロトンのプロトンによる散亂 .....239  
 131. 理論的考察 .....246  
 文 獻 .....250

第四編 陽極線, 中性子及び  $\gamma$ -線による原子の

## 壊變 .....251

## 第九章 序 説 .....251

132. 原子壊變の實驗の發達 .....251  
 133. 原子壊變の際のエネルギー及び運動量の保存律 .....257  
 134. 壊變の確率とその理論について .....262

135. 高エネルギー陽極線の發生方法 .....267  
 136. 原子の質量 .....272

## 第十章 水素陽極線による壊變 .....276

- リチウム .....276  
 137. 反應 (1)  ${}^7\text{Li}+{}^1\text{H}\rightarrow 2{}^4\text{He}$  .....276  
 138. 反應 (2)  ${}^6\text{Li}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^4\text{He}+{}^3\text{He}$  .....280  
 139. 反應 (1) の壊變確率と其の特性曲線 .....282  
 140.  $\alpha$  粒子の放射の方向 .....284  
 141.  $\gamma$ -線の發生と反應 (3)  ${}^7\text{Li}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^8\text{Be}+h\nu$  .....285  
 142.  $\gamma$ -線の發生の特性曲線 .....290

## ベリリウム .....291

143. 反應 (1)  ${}^9\text{Be}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^8\text{Be}+{}^2\text{H}$  及び (2)  ${}^9\text{Be}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^6\text{Li}+{}^4\text{He}$  .....291  
 144.  $\gamma$ -線の發生と反應 (3)  ${}^9\text{Be}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^{10}\text{B}+h\nu$  .....293

## 硼 素 .....295

145. 反應 (1)  ${}^{11}\text{B}+{}^1\text{H}\rightarrow 3{}^4\text{He}$  .....295  
 146. 反應 (2)  ${}^{11}\text{B}+{}^1\text{H}\rightarrow {}^8\text{Be}+{}^4\text{He}$  .....299  
 147. 反應 (2) の特性曲線 .....300  
 148.  $\gamma$ -線の發生 .....301

## 炭 素 .....303

149.  ${}^{13}\text{N}$  の發生 .....303  
 150.  ${}^{13}\text{N}$  發生の特性曲線 .....304

## 酸 素 .....305

151. 反應 (1) 及び (2) .....305

## 弗 素 .....306

152. 反應 (1) .....306  
 153.  $\gamma$ -線の發生 .....306  
 154. 其の他の元素 .....307

## 文 獻 .....308

第十一章 重水素陽極線による壊変.....	310
重水素 .....	310
155. 反應 (1) $^2\text{H}+^2\text{H}\rightarrow^1\text{H}+^3\text{H}$ .....	310
156. 反應 (2) $^2\text{H}+^2\text{H}\rightarrow^3\text{He}+^1\text{n}$ .....	311
157. $^2\text{H}+^2\text{H}$ の壊変粒子の方向分布 .....	314
158. $\gamma$ -線 .....	315
リチウム .....	316
159. 反應 (1) $^6\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow2^4\text{He}$ .....	316
160. 反應 (2) $^6\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow^7\text{Li}+^1\text{H}$ .....	317
161. 反應 (3) $^7\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow2^4\text{He}+^1\text{n}$ .....	318
162. 反應 (4) $^7\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow^8\text{Be}+^1\text{n}$ .....	321
163. 反應 (5) $^7\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow^8\text{Li}+^1\text{H}$ .....	321
164. 反應 (6) $^7\text{Li}+^2\text{H}\rightarrow^5\text{He}+^4\text{He}$ .....	323
ベリリウム .....	324
165. 反應 (1) $^9\text{Be}+^2\text{H}\rightarrow^7\text{Li}+^4\text{He}$ .....	324
166. 反應 (2) $^9\text{Be}+^2\text{H}\rightarrow^{10}\text{Be}+^1\text{H}$ .....	325
167. 反應 (3) $^9\text{Be}+^2\text{H}\rightarrow^8\text{Be}+^3\text{H}$ .....	325
168. 反應 (4) $^9\text{Be}+^2\text{H}\rightarrow^{10}\text{B}+^1\text{n}$ .....	326
硼 素 .....	328
169. 反應 (1) $^{10}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^8\text{Be}+^4\text{He}$ .....	328
170. 反應 (2) $^{11}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^9\text{Be}+^4\text{He}$ .....	328
171. 反應 (3) $^{10}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^{11}\text{B}+^1\text{H}$ .....	329
172. 反應 (1), (2), (3) と他の反應との關係 .....	329
173. 反應 (4) $^{10}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow3^4\text{He}$ 及び (5) $^{11}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow3^4\text{He}+^1\text{n}$ .....	330
174. 反應 (6) $^{10}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^{11}\text{C}+^1\text{n}$ .....	330
175. 反應 (7) $^{11}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^{12}\text{B}+^1\text{H}$ .....	331
176. 反應 (8) $^{11}\text{B}+^2\text{H}\rightarrow^{12}\text{C}+^1\text{n}$ .....	332

177. $\gamma$ -線の發生 .....	333
炭 素 .....	334
178. 反應 (1) $^{12}\text{C}+^2\text{H}\rightarrow^{12}\text{C}+^1\text{H}$ .....	334
179. 反應 (2) $^{12}\text{C}+^2\text{H}\rightarrow^{11}\text{B}+^4\text{He}$ .....	334
180. 反應 (3) $^{12}\text{C}+^2\text{H}\rightarrow^{12}\text{N}+^1\text{n}$ .....	335
181. 反應 (4) $^{12}\text{C}+^2\text{H}\rightarrow^{14}\text{N}+^1\text{n}$ .....	336
182. $\gamma$ -線の發生 .....	337
窒 素 .....	337
183. 反應 (1) $^{14}\text{N}+^2\text{H}\rightarrow^{12}\text{C}+^4\text{He}$ .....	337
184. 反應 (2) $^{14}\text{N}+^2\text{H}\rightarrow^{15}\text{N}+^1\text{H}$ .....	338
185. 反應 (3) $^{14}\text{N}+^2\text{H}\rightarrow^{16}\text{O}+^1\text{n}$ 及び (4) $^{15}\text{N}+^2\text{H}$ $\rightarrow^{16}\text{N}+^1\text{H}$ .....	339
186. $\gamma$ -線の發生 .....	341
酸 素 .....	341
187. 反應 (1) $^{16}\text{O}+^2\text{H}\rightarrow^{17}\text{O}+^1\text{H}$ .....	341
188. 反應 (2) $^{16}\text{O}+^2\text{H}\rightarrow^{14}\text{N}+^4\text{He}$ .....	342
189. 反應 (3) $^{16}\text{O}+^2\text{H}\rightarrow^{17}\text{F}+^1\text{n}$ .....	342
弗 素 .....	343
190. 反應 (1) $^{19}\text{F}+^2\text{H}\rightarrow^{20}\text{F}+^1\text{H}$ .....	343
ナトリウム .....	344
191. 反應 (1) $^{22}\text{Na}+^2\text{H}\rightarrow^{24}\text{Na}+^1\text{H}$ .....	344
192. 反應 (1) の特性曲線 .....	346
193. $\alpha$ 粒子及び中性子の發生 .....	347
マグネシウム .....	347
194. 反應 (1) $^{26}\text{Mg}+^2\text{H}\rightarrow^{27}\text{Mg}+^1\text{H}$ 及び (2) $^{26}\text{Mg}+^2\text{H}$ $\rightarrow^{24}\text{Na}+^4\text{He}$ .....	348
195. 反應 (3) $^{24}\text{Mg}+^2\text{H}\rightarrow^{22}\text{Na}+^4\text{He}$ .....	349
アルミニウム .....	349

196. 反応 (1) $^{27}\text{Al}+^2\text{H}\rightarrow^{28}\text{Al}+^1\text{H}$ .....	349
197. 反応 (2) $^{27}\text{Al}+^2\text{H}\rightarrow^{28}\text{Si}+^1\text{n}$ 及び (3) $^{27}\text{Al}+^2\text{H}$ $\rightarrow^{25}\text{Mg}+^4\text{He}$ .....	351
珪 素 .....	351
198. $^{31}\text{Si}$ の発生 .....	351
磷 .....	351
199. $^{32}\text{P}$ の発生 .....	352
硫 黄 .....	352
200. 硫黄の誘導放射能 .....	352
鹽 素 .....	353
201. 鹽素の誘導放射能 .....	353
アルゴン .....	353
202. $^{41}\text{A}$ の発生 .....	354
其の他の元素 .....	354
203. カリウム .....	355
204. カルシウム .....	355
205. クロム .....	356
206. 鐵 .....	356
207. ニッケル .....	356
208. 銅 .....	357
209. 亜鉛 .....	357
210. ストロチウム .....	358
211. イットリウム .....	358
212. ルテニウム .....	359
213. カドシウム .....	359
214. 錫 .....	359
215. アンチモン .....	359
216. 白金 .....	360

217. 金 .....	360
218. 蒼鉛 .....	361
文 獻 .....	361
第十二章 $\alpha$ 粒子による壊變 .....	364
重水素 .....	364
219. 重水素と $\alpha$ 粒子 .....	364
リチウム .....	364
220. プロトンの発生 .....	364
221. $\gamma$ 線の発生 .....	365
222. 中性子の発生 .....	366
ベリリウム .....	366
223. 中性子発生の特性曲線と中性子のエネルギー .....	366
224. $\gamma$ 線の発生 .....	371
硼 素 .....	374
225. 反応 (1) $^{10}\text{B}+^4\text{He}\rightarrow^{13}\text{C}+^1\text{H}$ .....	375
226. 反応 (2) $^{11}\text{B}+^4\text{He}\rightarrow^{14}\text{N}+^1\text{n}$ .....	379
227. 反応 (3) $^{10}\text{B}+^4\text{He}\rightarrow^{13}\text{N}+^1\text{n}$ .....	380
228. $\gamma$ 線の発生 .....	381
炭 素 .....	382
窒 素 .....	382
229(a). 反応 (1) $^{14}\text{N}+^4\text{He}\rightarrow^{17}\text{O}+^1\text{H}$ .....	382
229(b). 反応 (1) の続き .....	385
230. 反応 (2) $^{14}\text{N}+^4\text{He}\rightarrow^{17}\text{F}+^1\text{n}$ .....	390
弗 素 .....	390
231. 反応 (1) $^{19}\text{F}+^4\text{He}\rightarrow^{22}\text{Ne}+^1\text{H}$ .....	391
232. 反応 (2) $^{19}\text{F}+^4\text{He}\rightarrow^{22}\text{Na}+^1\text{n}$ .....	393
233. $\gamma$ 線の発生 .....	394

ネオン	394
234. 反応 (1) $^{20}\text{Ne} + ^4\text{He} \rightarrow ^{23}\text{Na} + ^1\text{H}$	395
ナトリウム	395
235. 反応 (1) $^{23}\text{Na} + ^4\text{He} \rightarrow ^{26}\text{Mg} + ^1\text{H}$	395
236. 反応 (2) $^{23}\text{Na} + ^4\text{He} \rightarrow ^{26}\text{Al} + ^1\text{n}$	396
237. $\gamma$ -線の発生	396
マグネシウム	396
238. 反応 (1) $^{24}\text{Mg} + ^4\text{He} \rightarrow ^{27}\text{Al} + ^1\text{H}$	397
239. 反応 (2), (3) 及び (4)	400
アルミニウム	401
240. 反応 (1) $^{27}\text{Al} + ^4\text{He} \rightarrow ^{30}\text{Si} + ^1\text{H}$	401
241. 短飛程のプロトン	408
242. 反応 (2) $^{27}\text{Al} + ^4\text{He} \rightarrow ^{30}\text{P} + ^1\text{n}$	409
珪素	411
243. 反応 (1) $^{28}\text{Si} + ^4\text{He} \rightarrow ^{32}\text{P} + ^1\text{H}$	411
磷	411
244. 反応 (1) $^{31}\text{P} + ^4\text{He} \rightarrow ^{34}\text{Si} + ^1\text{H}$	411
245. 反応 (2) $^{31}\text{P} + ^4\text{He} \rightarrow ^{34}\text{Cl} + ^1\text{n}$	412
其の他の元素	412
246. 硫黄	412
247. 鹽素	412
248. カリウム	413
249. カルシウム	414
250. スカンヂウム	414
251. チタニウム	414
252. ヴァナヂン	414
253. クロム	414
254. コバルト	415

255. ニッケル	415
256. 銅	415
257. 砒素	416
258. 臭素	416
文 献	416
第十三章 中性子による原子の壊変	420
259. 序論	420
260. 水素	422
261. ヘリウム	423
262(a). リチウム	423
262(b). リチウム	428
263. ベリリウム	429
264(a). 硼素	430
264(b). 硼素	433
265. 炭素	433
266(a). 窒素	434
266(b). 窒素	436
266(c). $^{14}\text{N} + ^1\text{n} \rightarrow ^{13}\text{N} + ^1\text{n} + ^1\text{n}$	438
267. 酸素	438
268(a). 弗素	438
268(b). $^{18}\text{F} + ^1\text{n} \rightarrow ^{18}\text{O} + ^4\text{He}$	439
268(c). $^{18}\text{F} + ^1\text{n} \rightarrow ^{20}\text{F} + \gamma$	439
268(d). $^{18}\text{F} + ^1\text{n} \rightarrow ^{18}\text{F} + 2^1\text{n}$ 及び $^{18}\text{F} + ^1\text{n} \rightarrow ^{17}\text{F} + 3^1\text{n}$	439
269. ネオン	439
270. ナトリウム	440
271. マグネシウム	440
272. アルミニウム	441
273. 珪素	441

274.	磷	441
275.	硫黄	442
276.	鹽素	443
277.	アルゴン	443
278.	カリウム	443
279.	カルシウム	443
280.	スカンジウム	444
281.	チタン	445
282.	ヴァナヂン	445
283.	クロム	446
284.	マンガン	446
285.	鐵	446
286.	コバルト	446
287.	ニッケル	447
288.	銅	448
289.	亜鉛	449
290.	ガリウム	449
291.	ゲルマニウム	450
292.	砒素	450
293.	セレン	450
294.	臭素	451
295.	クリプトン	451
296.	ルビヂウム	451
297.	ストロンチウム	451
298.	イットリウム	452
299.	ジルコニウム	452
300.	ニオブ	453
301.	モリブデン	453
302.	マズリウム	453

303.	ルテニウム	453
304.	ロヂウム	453
305.	パラヂウム	454
306.	銀	454
307.	カドミウム	455
308.	インヂウム	456
309.	錫	456
310.	アンチモン	456
311.	テルル	457
312.	沃度	457
313.	キセノン	457
314.	バリウム	457
315.	ランタン	457
316.	セリウム	458
317.	ブラセオヂウム	458
318.	ネオヂウム	458
319.	サマリウム	458
320.	ユーロビウム	458
321.	ガドリニウム	458
322.	テルビウム	458
323.	ヂスプロシウム	458
324.	ホルミウム	458
325.	エルビウム	458
326.	ツリウム	459
327.	イテルビウム	459
328.	ルテシウム	459
329.	ハフニウム	459
330.	タンタル	459
331.	タングステン	459



332. レニウム .....	459
333. オスミウム .....	459
334. イリヂウム .....	459
335. 白金 .....	460
336. 金 .....	460
337. 水銀 .....	460
338. タリウム .....	460
339. 鉛 .....	460
340. 蒼鉛 .....	461
341. トリウム .....	461
342. ウラン .....	462
文 献 .....	464
第十四章 $\gamma$ -線による壊変 .....	467
343. 重水素 .....	467
344. ベリリウム .....	472
345. 理論との比較 .....	474
346. その他の元素 .....	475
347. BOTHE, GENTNER の実験 .....	476
文 献 .....	478