

DATE

(3)

であるが、比重 1.0014 の水は freezing point が 0.05°C 、沸騰点が 100.02°C である。
水蒸気になったときその組成は isotope がかわる。
水を電解分解した後の水の中には Deuterium がある。(1:2000) この現象は
物理化学的性質、この様な元素の組成は H, isotope の間の物理化学的性質の相違が他の物質より著しく、実は mass が 2 倍も異なるからである。従って重水は
核反応の燃料として人工的に製造された。H¹ と H² とでは異なる結果が得られるとある。

mass defect

isotope の原子量は大体 H¹ の原子量の整数倍になるが、
質量数と原子量の差が小さくなる。この不足量を mass defect と呼ぶ。この mass defect とは、
原子の質量と各核子の質量の和との差である。この mass defect は原子核の結合エネルギーと関係している。第一の原子核

(20x20)

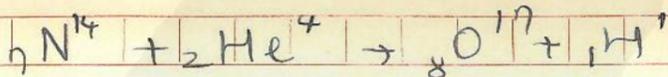
(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE

(6)

α-粒子による
核の前線

これらの radioactive 核以外の原子核は
 安定なわけに之を破壊するに必要 ^{high speed} energy が必要
 である。 ^{high speed} energy を与えるには high speed particle
 を核に衝突させたことが知られる。 湯川先生の
 師、Rutherford が 1919 年 年の atom
 model の実験的証明をしようとした際、
 球に Nitrogen N^{14} の radioactive substance
 (radium active deposit) ^{Rac.}
 から出る α-particle を使った。 proton が飛出
 するところを見つけた。 之は



なる反応である。 nitrogen 核が α-particle を
 吸収して O^{17} になり、 H^1 proton を
 投げ出すのである。 之の陽子 100 万個の α-
 particle を吸収した時に 1 個の proton が
 飛び出す。

これ以来 α-particle による、核の元素を破
 壊する実験は、頻りに行われ、 13 個の元素は
 其元素が α-particle による破壊され、 proton
 を振り出すことが知られてゐる。 ^{陽子} 陽子 ^核 核は之
 の気取も、 2 の中に 1 個の核の存在の事ある、

(20 × 20)

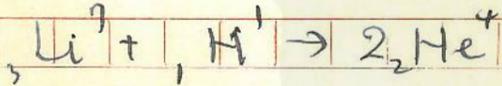
(大阪帝國大學理學部物理學教室)

14.008
 4.00216
 18.01016

17.0029
 1.00798
 18.01068

DATE _____ (8)

質量と α -particle と γ の momentum の Conservation の法則が成立する。このことは



の反応をとりこんで考えよう。

energy の方を考えよう。この反応の前後の質量の差を計算すると

$$7.0146 + 1.00778 - 2 \times 4.00216 = 0.01816$$

この mass の差が proton の energy と等しい。これは α -particle の運動エネルギーに相当する。この 16.9 eV mass の差 である。一方 α -particle の K.E. は 187.2 eV である。これは 16.9 eV の conservation の法則が成立する。

加速器の電圧の割合は 25 kV の電圧は 10^9 個の proton をつくる。一方 50 kV の電圧は 10^8 個の proton をつくる。

volt は Lawrence, Livingston, White が 1931 年

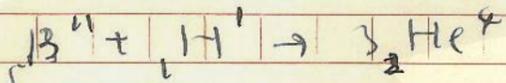
DATE

(9)

magnetic field と高周波の電圧をかけることで
高速度の canal ray proton を作る
ことができる。Cockcroft, Walton の装置は、
high speed を得るに著効し、その結果は efficiency
が向上して大きくなった。

さらに、この装置は、その min voltage は 200
kV 程度、von Jumbenberg の装置は、
10,000 volt に相当する energy の proton を
作り、lithium を破壊する。しかし、この efficiency
は非常に悪い。

次に Boron と proton を作り、この装置は、
この装置の Kitchener が Wilson chamber
で track をし、その結果は



α-particle が飛び出す
ことがわかった。

Cockcroft, Walton のこの装置は、Al, C, F,
Al, Ca, Co, Ni, Cu, Ag, U 等から α-particle
が飛び出すことを確かめた。反応のしくみが
わかった。

Proton の装置は
(20×20)

(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE

Deuteron (10)

H⁺ によつて核が破壊し易いなら、H⁺ を使つ
たらどうかといふ。2 とは違ふんが、
といふ。最近今年の 11 月の Phys. Rev. に Lewis,
Livingston, Lawrence 50% H⁺ を ¹Li hydrogen
の multiple acceleration の方法で H⁺ H⁺
ion に 200,000 volt の energy を与へる。
これが target にあたると 66 万 volt の proton と 133 万
volt の H⁺ ion nucleus (Deuteron) とに分かれる。この
target としては ⁶Li を用ゐると a particle
又は proton が生じてくる。
この場合 Deuteron の ⁶Li による核反応は
a 粒子 Li の場合と Nitrogen の場合。Li の場
合には 14.5 cm range の proton が得られる。
N の場合には 14.5 cm range の proton が得られ
a-particle
たり。その数は 10⁹ deuteron につき 10⁷ 個の
約なり。Li の場合には ⁶Li の作用
8.2 cm range の a-particle が得られる。この
1/10 位の約で 14.5 cm range の a-particle が得
る。最近 Oliphant, Kinsey, Rutherford の言はる
る。Lewis から言つて、95% の H⁺ を用ゐると

(20 x 20)

(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE _____ (25)

screen をおくと ionization current は増す
paraffin 下に置くこと。この screen から
何か secondary ray が出る。この
secondary ray の性質を (3) について。

(1) paraffin の下に Al (0.2 mm) の film を
おくと ionization は元の 1/2 になる。

∴ fast electron ではない。

(2) 5000 gauss の mag field を 5 cm の path の
間 apply して見ると、

∴ slow electron ではない。

(3) Al と Ag は γ ray を absorb する。∴ γ ray
ではない。proton と α と β の γ ray は γ ray
と区別される。Al の absorption から proton
の max. energy を推定すると $4.5 \cdot 10^6$ eV の
with $2.2 \cdot 10^6$ eV である。

これは Chadwick は paraffin の screen から出た
 γ ray の secondary ray は proton であると
推定した。また Li, Be, B, C, N paracyanogen の
counter の (2) のおくと (3) の deflection
ionization chamber

(20 x 20)

(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE _____ (16)

の取はふ。之を deflection の size を示すと
 之は Be からの γ ray が N.C, N.V. 等にある
 1. 之れが atom が recoil した。之れが chamber
 に入るとその径が 2mm 程度である。又 H, He, O,
 A 等が gas 化 ionisation chamber の中に入ると
 之れは γ deflection が 2mm 程度である。24V 以上 gas atom
 recoil したと見られる。

さて γ ray からの γ -ray を γ ray と見ると
 Compton effect した mass を持った particle へ
 した γ ray の max. energy は $\frac{2}{2+mc^2/h\nu} \cdot h\nu$
 之からして proton からの γ ray の max. energy
 $5.7 \times 10^{10.6} \text{ eV}$ と見られる。 $h\nu = 55 \times 10^6 \text{ eV}$

39 が nitrogen の recoil atom の max. energy
 は Feather が Wilson chamber で測定した
 結果によると $1.2 \times 10^6 \text{ eV}$ である。之から
 $h\nu$ は $1.2 \times 10^6 \text{ eV}$ である。
 したがって、この γ ray の recoil atom へ
 与えたエネルギーは $1.2 \times 10^6 \text{ eV}$ 程度である。
 之れが γ ray のエネルギーである。

γ -ray と γ ray へ γ ray へ Chadwick の mass

(20x20)

1800000

(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE

(17)

α particle is charge +2e and particle is charge +e

α particle is charge +2e and particle is charge +e

α particle is charge +2e and particle is charge +e

α particle is charge +2e and particle is charge +e

$$u = \frac{2M}{M+M'} V$$

∴ α particle の質量と nitrogen の質量を比較して

$$u_p = \frac{2M}{M+1} V, \quad u_n = \frac{2M}{M+14} V$$

$$\frac{M+14}{M+1} = \frac{u_p}{u_n} = \frac{3.5 \times 10^9}{4.7 \times 10^8}$$

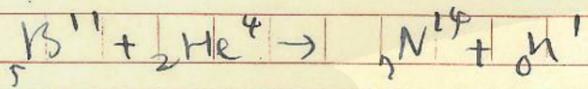
$$\therefore M = 1.15$$

これは原子核の質量に相当する。

mass

α particle is charge +2e and particle is charge +e

α particle is charge +2e and particle is charge +e



α particle, neutron, α-particle の速度は、momentum

の保存から、N¹⁴ の velocity を求め、

energy 保存から neutron mass を求める

α particle 1.0067 とする。これを代入して

1.005 と 1.008 の間にある。 ∴ proton, electron

が 1.002 × 10⁶ eV の energy を持つことを示す

DATE

(18)

に なる。

Neutron は 電 ^{charge} の particle と 異なり、atom を ionize
する力を 持たない。(Dee) ∴ Wilson

chamber に track は あり ない。2 の 点 は γ -ray
と同じであるが、 γ -ray の 場合 には Compton

effect による recoil electron の track が 見え
る ため、Neutron の 場合 には recoil atom

の track だけ あり、それらの 和 算 加 算 である。
23...²³ Neutron が 物質 を 通る 途 中 には nucleus へ

対して elastic scatter され たり 又は absorption
する ため、2 の 点 を 穿 入 して screen の

厚さ の 分 だけ 穿 入 した 場合 の 大 小 により absorb
coef が かわる こと、又 穿 入 した block 等 が あり たり

かわる こと 等は 一般 scatter された 場合 の 穿 入
した こと 等は 穿 入 した 場合 には 穿 入 した こと、

absorpt. coef の 物質 による 差 があり、例 として
穿 入 した Neutron は 5 cm の 鉛 を 通 った 場合

の 穿 入 した 場合 には、同 厚さ の 銅、又は paraffin
による 穿 入 した 場合 である。

又 Neutron の velocity による absorpt. coef の

(20×20)

(大阪帝國大學理學部物理學教室)

DATE _____ (20)

§ Position

R は positive electron の反粒子か。1932年
 初の本格的な宇宙線研究 Anderson が Cosmic ray
 の研究の中で陽電子を発見したと報告した。
 Cosmic Ray の本質は何かと問いかけたのは今でも
 分からない。これを「primary」のものと、二次
 的 secondary のものと区別する。Anderson は
 V. Z. ¹⁹²⁷ Millikan と Compton の協力の
 結果として primary のものかどう
 かと Wilson chamber を用いて
 high speed particle の track を見つけた。
 Anderson 垂直方向に水平な Wilson
 chamber (15cm) を設置し、水平な mag field
 を apply して particle track を見つけた。厚さ 6mm
 の鉛板を中に入れて進行を止めた時に鉛板の上
 に見える cosmic ray が鉛板を透過して鉛板の下
 へんから出てくるように見えた。その
 のために、鉛板の上下に反対向きに電圧を印
 加して、positive charge をとらえて見ると
 された。これを Proton と見ると同じ方向から
 velocity がわかる range が違ってくる。

$$E = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 - \left(\frac{h\nu}{m_0 c^2} \right)^2} - 1 \right)$$

(大阪帝国大学理学部物理学教室)

DATE 2/29

(2p)

結合エネルギーの pos. el. の mass を普通の
neg. electron の mass と同じだと、
binding energy は $5 \times 10^6 \text{ eV}$ の order を
とり、stability は非常に高い。
また最近 Shibasaki は mag. field と
electrostatic field を両方 apply して γ 線
を普通の electron のそれと区別して、同じ
エネルギーを有しているか？ 勘定は正しい
かどうかはわからない。

しかし正 positive electron の存在は
Dirac の electron の場合
Dirac の theory によれば electron には
K.E. positive の state と negative の state
が存在し、しかもその間には pos. の state
から neg. の state への transition prob は
ゼロである。従って pos. energy state にある
electron は radiation を emit して自然と
neg. energy state へと落ちたことになる。
∴ electron の寿命は非常に短い。実際は

Anderson Neddermeyer → ThC''

Grinberg, DATE

(26)

Po + Be ($5 \cdot 10^6 \text{ eV}$) ThC'' ($2.65 \cdot 10^6 \text{ eV}$)

pos
neg

40:100

8:100

Ra (1 - $2.2 \cdot 10^6 \text{ eV}$)

3:100

Oppenheimer & Plesset 2nd Coulomb field

in air. γ -ray us in electron-pair →

放射の吸収係数 μ の式,

すなわち,

$$\mu \sim g^2 e^{-2\pi\alpha Z(2g)^{-1}}$$

$$g = \frac{h\nu}{mc^2} - 2$$

∴ 波長が短くなるにつれて pair 形成の確率が,

Furry, Carlson

第一表

同位元素間，順少量，多少ニヨル，*ヲ附ケテ，ハ放射性同位元素ヲアル。()ハ不確ナモノ。

元素	原子番号	同位元素	元素	原子番号	同位元素
H	1	1, 2	Pd	46	(106), (108)
He	2	4	Ag	47	107, 109
Li	3	7, 6	Cd	48	114, 112, 110, 113, 111, 116
Be	4	9, 8	In	49	115
B	5	11, 10	Sn	50	120, 118, 116, 119, 117, 124, 122, 121, 112, 114, 115
C	6	12, 13	Sb	51	121, 123
N	7	14, 15	Te	52	130, 128, 126, 125, 124, 122, 123, (127)
O	8	16, 18, 17	J	53	127
F	9	19	Xe	54	129, 132, 131, 134, 136, 130, 128, 124, 126
Ne	10	20, 22, 21	Cs	55	133
Na	11	23	Ba	56	138, 135, 136, 137
Mg	12	24, 25, 26	La	57	139
Al	13	27	Ce	58	140, 142
Si	14	28, 29, 30	Pr	59	141
P	15	31	Nd	60	146, 144, 142, (145)
S	16	32, 34, 33	Hf	72	(176), (178), (180), (182)
Cl	17	35, 37, 39	Ta	73	(181)
Ar	18	40, 36	W	74	184, 186, 182, 183
K	19	39, 41*	Re	75	187, 185
Ca	20	40, 44	Os	76	192, 190, 189, 188, 186, 187
Sc	21	45	Ir	77	(193)
Ti	22	48, (50)	Pt	78	(192), (194), (196)
V	23	51	Au	79	(197), (199)
Cr	24	52, 53, 54, 54	Hg	80	202, 200, 199, 201, 198, 204, 196, (197), (203)
Mn	25	55	Tl	81	205, 203, 207*, 208*, 210*
Fe	26	56, 54	Pb	82	208, 206, 207, 204, (203), (205), (209), 210*, 211*, 212*, 214*
Co	27	59	Bi	83	209, 210*, 211*, 212*, 214*
Ni	28	58, 60	Po	84	210*, 211*, 212*, 214*, 215*, 216*, 218*
Cu	29	63, 65	—	85	—
Zn	30	64, 66, 68, 67, 70, 65, 69	Em	86	222*, 219*, 220*
Ga	31	69, 71	—	87	—
Ge	32	74, 72, 70, 73, 76, 75, 71, 77	Ra	88	226*, 223*, 224*, 228*
As	33	75	Ac	89	227*, 228*
Se	34	80, 78, 76, 82, 77, 74	Th	90	232*, 227*, 228*, 230*, 234*
Br	35	79, 81	Pa	91	231*, 234*
Kr	36	84, 86, 82, 83, 80, 78	U	92	238*, 234*
Rb	37	85, 87*			
Sr	38	88, 86, 87			
Y	39	89			
Zr	40	90, 94, 92, (96)			
Nb	41	(93), (95)			
Mo	42	98, 96, 95, 94, 100, 97			
—	43	—			
Ru	44	102, 101, 104, 100, 99, 96, (98)			
Rh	45	(103)			

註トシ Handbuch der Radiologie Bd VI, Teil I, S.301-308 =ヨル

第二表

原子量ノ精密ニ測定セラレタルモノハミラアズ。
 但シ A ハ質量分光器, O ハ光學的方法, KZ ハ核破壊ノ実験ニヨリ決定セラレタ
 コトヲ示ス。

同位元素	原子量 (O ¹⁶ =16)	誤差 × 10 ⁴	測定方法	同位元素	原子量 (O ¹⁶ =16)	誤差 × 10 ⁴	測定方法
H ¹	1,00778	1	A	Se ⁷⁸	77,937	2	A
H ²	2,01352	1	O	Se ⁸⁰	79,941	1	"
He ⁴	4,00216	0,5	A	Br ⁷⁹	78,929	0,5	"
Li ⁶	6,0145	80,5	A	Br ⁸¹	80,926	0,5	"
Li ⁷	{ 7,0146	81	A	Kr ⁷⁸	77,926	1	"
	{ 7,013	18	KZ	Kr ⁸⁰	79,926	1	"
Be ⁹	9,0155	6	A	Kr ⁸²	81,927	0,5	"
B ¹⁰	10,0135	0,5	A	Kr ⁸³	82,927	0,5	"
B ¹¹	11,0110	0,5	A	Kr ⁸⁴	83,928	0,5	"
C ¹²	12,0036	0,3	A	Kr ⁸⁶	85,929	0,5	"
C ¹³	{ 13,0039	5	O	Nb ⁹³	92,926	5	"
	{ 13,0045	2	KZ	Mo ⁹⁸	97,945	5	"
N ¹⁴	14,008	1	A	Mo ¹⁰⁰	99,945	5	"
N ¹⁵	15,007	?	O	Sn ¹²⁰	119,912	1	"
O ¹⁶	16,000	—	A	Te ¹²⁶	125,937	2	"
O ¹⁷	17,0029	0,2	O	Te ¹²⁸	127,936	2	"
O ¹⁸	18,0065	0,2	O	I ¹²⁷	126,932	1	"
F ¹⁹	19,0000	0,3	A	Xe ¹³⁴	133,929	1	"
Ne ²⁰	19,9967	80,5	A	Cs ¹³³	132,933	2	"
Ne ²²	21,9947	80,5	A	Ba ¹³⁸	137,916	2	"
Si ²⁸	27,9818	1	A	Ta ¹⁸¹	180,929	3	"
P ³¹	30,9825	0,5	A	W ¹⁸⁴	184,00	5	"
Cl ³⁵	34,983	0,5	A	Re ¹⁸⁷	186,981	2	"
Cl ³⁷	36,980	0,5	A	Os ¹⁹⁰	189,981	3	"
A ³⁶	35,976	0,5	A	Os ¹⁹²	191,981	3	"
A ⁴⁰	39,971	0,3	A	Hg ²⁰⁰	200,016	1	"
Cr ⁵²	51,948	3	A	Tl ²⁰³	203,036	2	"
Ni ⁵⁸	57,942	2	A	Tl ²⁰⁵	205,037	2	"
Zn ⁶⁴	63,937	3	A	Pb ²⁰⁸	208,010	3	"
As ⁷⁵	74,934	0,5	A				

第三表

核変換 = 際シテ起ル反應中主ナルモノヲアケル、
 但シ元素記號ノ下ノ数字ハ原子番號、上ノ数字ハ質量數ヲ
 アラス、 n^0 ハ中性子、 e^0 ハ陽電子ノ記號ナリ。

