

原子の構成と元素の周期表

◇ プロセス

1. 次の文中の () に適当な語句、数値、記号をいれよ。

(1) 原子は、中心に (ア) と負の電荷をもつ (イ) からできている。(ア) は、正の電荷をもつ (ウ) と電荷をもたない (エ) からできている。

(2) 原子では、原子核内の (オ) の数と、原子核のまわりを運動する (カ) の数が等しく、原子は電氣的に中性である。

(3) 原子の構成は、原子記号の左上に (キ)、左下に (ク) を添えて表示される。(ク) は原子核中の (ケ) の数と等しく、(キ) は (ケ) と (コ) の数の和である。したがって、右に示した原子の中性子の数は (サ) 個と求められる。



(4) 原子番号が同じで、質量数の異なる原子どうしを (シ) という。(シ) では、原子核中の (ス) の数が同じで、(セ) の数が異なっている。

(5) 同位体のうち、 α 線や β 線などの (ソ) を放出して、他の元素の原子に変わるものを (タ) という。 α 線は (チ) の原子核の流れ、 β 線は (ツ) の流れである。

(6) 電子はいくつかの層にわかれて存在し、この層を (テ) という。(テ) は、原子核に近いものから順に、(ト) 殻、(ナ) 殻、M 殻、…とよばれる。内側から n 番目の (テ) の最大収容電子数は (ニ) と表される。

(7) 最大数の電子が収容されている電子殻を (ヌ) という。ヘリウム He やネオン Ne では最も外側の電子殻が (ヌ) となっており、原子は非常に (ネ) である。

(8) 他の原子と結合するとき重要な役割を果たす電子を (ノ) という。また、元素記号のまわりに最外殻電子を \cdot で示した式を (ハ) という。

(9) 元素を (ヒ) の順に並べると、元素の性質が周期的に変化する。この周期性を元素の (フ) という。

(10) 元素を原子番号の順に並べ、よく似た性質の元素が縦に並ぶように配列した表を元素の (ヘ) という。(ヘ) において、縦の列を (ホ)、横の行を (マ) という。

(11) 元素は、典型元素と (ミ) 元素、金属元素と非金属元素などに分類される。(ミ) 元素はすべて (ム) 元素である。

2. 次の問いに答えよ。

(1) 次の各原子の元素記号を記せ。

- a. ヘリウム b. 炭素 c. フッ素 d. マグネシウム e. ケイ素
f. 硫黄 g. 塩素 h. カリウム i. 銅 j. 亜鉛 k. 銀

(2) 次の元素記号で示された原子の名前を記せ。

- a. H b. Li c. N d. O e. Ne f. Na g. Mg
h. Al i. Ca j. Mn k. Cu l. Br m. I n. Pb

(3) 次の各原子の電子式を記せ。

- a. ${}_1\text{H}$ b. ${}_2\text{He}$ c. ${}_3\text{Li}$ d. ${}_6\text{C}$ e. ${}_7\text{N}$ f. ${}_8\text{O}$ g. ${}_9\text{F}$
h. ${}_{10}\text{Ne}$ i. ${}_{11}\text{Na}$ j. ${}_{15}\text{P}$ k. ${}_{16}\text{S}$ l. ${}_{17}\text{Cl}$ m. ${}_{18}\text{Ar}$

(4) 次の元素の周期表の空欄に適切な元素記号を記せ。

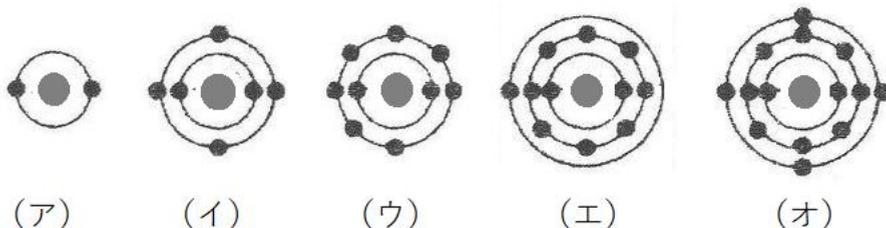
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	(1)																		He
2	(2)	Be											B	(3)	N	(4)	F	(5)	
3	(6)	(7)											(8)	Si	P	(9)	(10)	(11)	
4	(12)	(13)	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	(14)	Kr	

3. 次の各原子について、下の各問いに答えよ。

- (ア) ${}_{6}^{12}\text{C}$ (イ) ${}_{6}^{14}\text{C}$ (ウ) ${}_{8}^{16}\text{O}$ (エ) ${}_{16}^{32}\text{S}$ (オ) ${}_{20}^{40}\text{Ca}$

- (ア) と (イ) のような原子を互いに何というか。
- 原子核中の中性子の数が等しい原子はどれとどれか。記号で記せ。
- 最も外側の電子殻が N 殻である原子はどれか。記号で記せ。
- 価電子の数が最も少ない原子はどれか。記号で記せ。

4. 次の (ア) ~ (オ) の電子配置で示される原子について、下の各問いに答えよ。
ここで、● は原子核、● は電子を表し、原子核のまわりの同心円は電子殻を表す。



- 同族元素の原子はどれとどれか。(ア) ~ (オ) の記号で記せ。
- 元素の周期表の第 3 周期に属する原子をすべて選び、(ア) ~ (オ) の記号で記せ。
- (ア) ~ (オ) の各原子の電子式を記せ。
- 化学的に極めて安定な原子はどれか。記号と名称を答えよ。

◇ 基本問題

5. 原子の構成：次の文中の（ ）に適切な語句を入れよ。

原子の中心には原子核があり、その周期を負の電荷をもつ（ア）が取りまいている。原子核は、正の電荷をもつ（イ）と、電荷をもたない（ウ）からできている。各元素の原子では、原子核中の（イ）の数が決まっており、これを（エ）という。また、（イ）の数と（ウ）の数の和を（エ）という。

6. 原子の構成表示：原子の構成を ${}^A_Z\text{Mr}$ と表したとき、次の(1)～(4)は、 A と Z を用いてどのように表されるか。

- (1) 質量数 (2) 陽子の数 (3) 電子の数 (4) 中性子の数

7. 同位体：天然の酸素原子には ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$ がある。次の各問いに答えよ。

- (1) これらの原子の関係を何というか。
(2) ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$ について、陽子の数、中性子の数、電子の数をそれぞれ求めよ。
(3) これらの3種類の酸素原子を組み合わせると、何種類の酸素分子 O_2 ができるか。

8. 放射性同位体：次の文を読み、下の各問いに答えよ。

同位体には、原子核が不安定なものがあり、（ア）線を放出して、他の元素の原子に変わる。このような同位体を（イ）という。（ア）線には、（ウ）の原子核の流れである α 線や、高速の（エ）の流れである β 線、高エネルギーの電磁波である γ 線などがある。

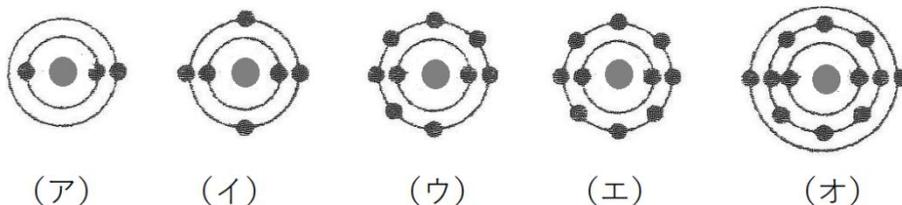
- (1) 文中の（ ）に適切な語句を入れよ。
(2) 原子が（ア）線を放出して他の元素の原子に変わることを何というか。
(3) 炭素の同位体 ${}^{14}_6\text{C}$ は、 β 線を放出して他の元素の原子に変化する。このとき生じる他の原子は何か。 ${}^{14}_6\text{C}$ と同様に示せ。
(4) ある遺跡から発掘された木片を調べると、 ${}^{14}_6\text{C}$ の量がもとの $\frac{1}{8}$ であった。 ${}^{14}_6\text{C}$ の半減期を5730年とすると、この木片は何年前まで生存していたと考えられるか。

9. 原子：原子に関する次の記述のうち、正しいものを2つ選び、番号で記せ。

- (1) 原子の半径は、原子核の半径のおよそ100～1000倍である。
(2) 原子内の陽子の数と電子の数の和を質量数という。
(3) 中性子は、すべての原子の原子核に含まれる。
(4) 原子核中の陽子の数が等しい原子同士は、同じ元素の原子である。

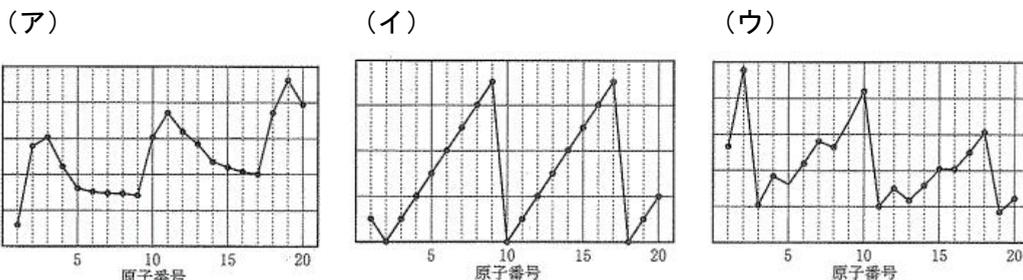
- (5) 陽子、中性子、電子の質量は、ほぼ等しい。
 (6) 原子には、天然に同位体が存在しないものもある。

10. 原子の電子配置図：次の電子配置をもつ原子について、下の各問いに答えよ。



- (1) (ア) ~ (オ) の各原子の名称を記せ。
 (2) (ウ) の原子の最外殻には、あと最大何個の電子を収容することができるか。
 (3) (ア) ~ (オ) の各原子の価電子はいくらか。また、価電子を電子式で表せ。
 (4) ${}^8\text{O}$ および ${}^{17}\text{Cl}$ 原子について、その電子配置を図にならって示せ。

11. 元素の周期律：次のグラフは、原子番号 1~20 の元素の性質を示す数や量を表したものである。(ア) ~ (ウ) に該当するものを選択群の中から選び、番号で記せ。



[選択群] ① 電子の数 ② 価電子の数 ③ 原子半径 ④ 第1イオン化エネルギー

12. 元素の周期表：下に元素の周期表を示す。下の(1)~(7)の各元素群にあてはまる領域をすべて選び、ア~ケの記号で示せ。ただし、領域は重複して選んでよい。

ア					ケ
イ	ウ			キ	
	エ	オ	カ	ク	

- (1) アルカリ金属
 (2) アルカリ土類金属
 (3) 希ガス
 (4) ハロゲン
 (5) 遷移元素
 (6) 金属元素
 (7) 非金属元素

13. 元素の周期表：次の文中の（ ）に適切な語句を入れ、下の各問いに答えよ。

ロシアの（ア）は1869年、元素を（イ）の小さい順に並べ、性質のよく似た元素が周期的に現れること、すなわち元素の（ウ）を発表し、周期表の原形をつくった。その後、周期表は改良され、現在では元素を（エ）の順に並べている。

- (1) 同じ族にある典型元素の原子では、価電子の数はどのようになるか。
- (2) 典型元素および遷移元素について、同一周期で、最外殻電子の数はどのように変化するかをそれぞれ記せ。

◇ 発展問題

14. 元素の周期表と性質：次の元素の周期表（a~pは元素を示す）について、下の各問いに答えよ。

	1	2	13	14	15	16	17	18
第2周期	a	b	c	d	e	f	g	h
第3周期	i	j	k	l	m	n	o	p

- (1) M殻に価電子を6個もつ元素は何か。a~pから選び、記号と元素記号を記せ。
- (2) 常温・常圧において、単体が気体として存在する元素は何種類か。
- (3) 第1イオン化エネルギーが最大の元素と最小の元素を、それぞれa~pから選び、記号と元素記号を記せ。

15. 原子の構成：水分子 H_2O 1個に含まれる陽子の数 a 、電子の数 b 、および中性子の数 c の大小関係を正しく表しているものを、次の①~⑦のうちから1つ選べ。ただし、個の水分子は ^1H と ^{16}O からなるものとする。

- ① $a = b = c$ ② $a = b > c$ ③ $c > a = b$ ④ $b = c > a$
⑤ $a > b = c$ ⑥ $c = a > b$ ⑦ $b > c = a$

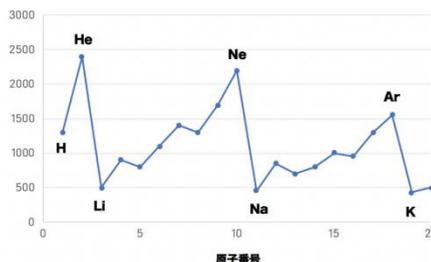
16. 原子の電子配置：次の(a)~(l)の（ ）内の数値は、原子の電子配置をK殻、L殻、M殻、N殻の順にそれぞれ示したものである。(a)~(l)について、下の各問いに答えよ。

- (a) (2, 2) (b) (2, 4) (c) (2, 5) (d) (2, 8, 1)
(e) (2, 8, 2) (f) (2, 8, 4) (g) (2, 8, 5) (h) (2, 8, 6)
(i) (2, 8, 7) (j) (2, 8, 8) (k) (2, 8, 8, 1) (l) (2, 8, 8, 2)

- (1) 第2周期に属する原子は何種類あるか。
- (2) アルカリ土類金属はどれか。記号で答えよ。

- (3) 陽性が最も強い原子はどれか。記号で答えよ。
 (4) 14 族に属する原子はどれか。元素記号で答えよ。
 (5) 化学的に安定で、ほとんど化合物をつくらない原子はどれか。元素記号で答えよ。

17. 元素の周期律：右図は、原子番号 1 から 20 までの原子と、その第 1 イオン化エネルギーの関係を示したものである。次の各問いに答えよ。



- (1) 第 1 イオン化エネルギーは、同族元素の原子ではどのように変化するか、簡潔に述べよ。
 (2) 原子番号 5 と 10 の原子の最外殻電子の数および価電子の数をそれぞれ記せ。
 (3) 原子番号 1 から 20 までの原子で、原子番号 3 の原子と同じ数の不対電子をもつ原子をすべて元素記号で記せ。

18. 元素の分類と原子の構成：次の各原子について、下の (1) ~ (9) にあてはまるものをすべて選び、①~⑨の番号で記せ。

- ① ${}^4_2\text{He}$ ② ${}^7_3\text{Li}$ ③ ${}^{12}_6\text{C}$ ④ ${}^{19}_9\text{F}$ ⑤ ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ⑥ ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ⑦ ${}^{32}_{16}\text{S}$ ⑧ ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ ⑨ ${}^{56}_{26}\text{Fe}$

- (1) アルカリ金属 (2) ハロゲン元素 (3) 希ガス元素
 (4) 遷移元素 (5) 第 2 周期に属する (6) 中性子を 10 個もつ
 (7) 価電子を 4 個もつ (8) 単体が金属である (9) 単体が常温で気体である

19. 元素の周期表：次の表は元素の周期表の第 2 ~ 第 4 周期の一部を示したものである。(a) ~ (n) は元素記号を表すものとして、次の文を読み、下の各問いに答えよ。

族		1	2	3		11	12	13	14	15	16	17	18
周期	2	(a)	Be					B	C	(b)	(c)	(d)	(e)
	3	Na	Mg					(f)	Si	(g)	(h)	(i)	(j)
	4	(k)	(l)	Sc		Cu	Zn	Ga	(m)	As	Se	(n)	Kr

1869 年、ロシアの化学者 (ア) は、元素を (イ) の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れることを発見し、周期表をつくった。現在の周期表は、元素を (ウ) の順に並べ、族と周期で構成されている。1, 2 族および 12 ~ 18 族に属する (エ) 元素では、原子番号が増すにつれて (オ) の数が周期的に変化する。一方、3 ~ 11 族に属する (カ) 元素では、(オ) の数は 1 または 2 である。

- (1) 文中の () に適当な人名や語句を入れよ。
 (2) の元素の原子のうち、次にあてはまるものを選び、元素記号で答えよ。

- ① 第 1 イオン化エネルギーが最も大きいもの ② 陽性が最も強いもの
③ 常温で単体が液体のもの ④ 質量数が 40, 中性子の数が 22 のもの
- (3) 第 5 周期の 1 族に位置する元素の原子番号はいくらか。

解答

1. (1) ア 原子核 イ 電子 ウ 陽子 エ 中性子
- (2) オ 陽子 カ 電子
- (3) キ 質量数 ク 原子番号 ケ 陽子 コ 中性子 サ 7
- (4) シ 同位体 ス 陽子 セ 中性子
- (5) ソ 放射線 タ 放射性同位体 チ ヘリウム ツ 電子
- (6) テ 電子殻 ト K ナ 1 ニ $2n^2$
- (7) ヌ 閉殻 ネ 安定
- (8) ノ 価電子 ハ 電子式
- (9) ヒ 原子番号 フ 周期律
- (10) ヘ 周期表 ホ 族 マ 周期
- (11) ミ 遷移 ム 金属
2. (1) a. He b. C c. F d. Mg e. Si f. S g. Cl h. K i. Cu j. Zn k. Ag
- (2) a. 水素 b. リチウム c. 窒素 d. 酸素 e. ネオン f. ナトリウム
- g. マグネシウム h. アルミニウム i. カルシウム j. マンガン k. 銅 l. 臭素
- m. ヨウ素 n. 鉛
- (3) 略
- (4) (1) H (2) Li (3) C (4) O (5) Ne (6) Na (7) Mg (8) Al (9) S (10) Cl
- (11) Ar (12) K (13) Ca (14) Br
3. (1) 同位体 (2) イとウ (3) オ (4) オ
4. (1) イとエ (2) エとオ (3) 略 (4) ア : ヘリウム
5. ア 電子 イ 陽子 ウ 中性子 エ 原子番号 オ 質量数
6. (1) A (2) Z (3) Z (4) A-Z
7. (1) 同位体 (2) 順に 8, 8, 8, 8, 9, 8, 8, 10, 8 (3) 6 種類
8. (1) ア 放射 イ 放射性同位体 ウ ヘリウム エ 電子 (2) 崩壊 (3) 14/7N
- (4) 17190 年前
9. 4 と 6
10. (1) ア リチウム イ 炭素 ウ フッ素 エ ネオン オ マグネシウム
- (2) 1 個 (3) 価電子ア 1 イ 4 ウ 7 エ 0 オ 2 電子式 略 (4) 略
11. ア 3 イ 2 ウ 4
12. (1) イ (2) エ (3) ケ (4) ク (5) オ (6) イウエオカ (7) アキクケ
13. ア メンデレーエフ イ 原子量 ウ 周期律 エ 原子番号
- (1) 価電子の数は等しい
- (2) 典型元素 : 原子番号の増加とともに最外殻電子の数も増加する。
遷移元素 : 原子番号が増加しても最外殻電子の数はほとんど変化せず、1 または 2 である。
14. (1) S (2) 6 種類 (3) 最大 h, Ne 最小 i, Na
15. 2

16. (1) 3種類 (2) l (3) k (4) C, Si (5) Ar
17. (1) 原子番号が大きくなるほど小さくなる (2) 順に 3, 3, 8, 0
(3) H, F, Na, Cl, K
18. (1) 2 (2) 4 (3) 1, 5 (4) 9 (5) 2, 3, 4, 5 (6) 4, 5 (7) 3 (8) 2, 6, 8, 9
(9) 1, 4, 5
19. (1) ア メンデレーエフ イ 原子量 ウ 原子番号 エ 典型 オ 最外殻電子
カ 遷移 (2) 1. Ne 2. K 3. Br 4. Ar 5. 37