

化学

物質の構成粒子

【松山大 富山大】

自然界は約 90 種の元素からできている。太陽系をつくる元素は水素が最も多く、これに次ぐ(ア)をあわせると質量で約 99%にもなる。地球の乾燥した空気は、体積組成が 78%の(イ), 21% の(ウ), 約 1%の(エ)などからなる。

1 種類の物質からできているものを純物質といい、純物質はそれぞれの物質に固有な性質,例えば,色,沸点融点などをもっている。空気や海水は 2 種類以上の純物質の(オ)であり,その性質は構成する純物質の(カ)によって変化する。

1 種類の元素からできている純物質を(キ)といい,室温で気体のものとして水素や酸素など,液体のものとして(ク)と(ケ),固体のものとして鉄やアルミニウムなどがある。また,2 種類以上の元素からできている純物質を(コ)という。

(1)文章中の空欄(ア)~(コ)に最も適した語句を記せ。

(2)(オ)と(コ)に分類できるものを,次の(a)~(m)の中からすべて選べ。

- (a) 水 (b) 水銀 (c) プロパン (d) ガソリン (e) ヨウ素 (f) 炭酸水素ナトリウム (g) 塩酸
(h) アセチレン (i) キセノン (j) アンモニア (k) 木材 (l) 二酸化炭素 (m) 赤リン

【神戸学院大 早稲田大】

(1) 分離・精製の操作と,それに用いられる方法・現象の名称の組合せとして適切でないものを、次の A~E のうちから 1 つ選べ (神戸学院大)。

	分離・精製の操作	方法・現象
A	砂の混ざった水から, 砂と水を分離する。	ろ過
B	海水から, 純粋な水を取り出す。	蒸留
C	液体空気から, 窒素を分離する。	分留
D	塩化ナトリウムとナフタレンの混合物から, ナフタレンを取り出す。	再結晶
E	すりつぶした大豆から, 溶媒にヘキサンを使って大豆油を取り出す。	抽出

(2) 次の()に最も適する語句を書け (早稲田大 改題)

吸着剤を詰めたガラス管に, 溶媒に溶かした試料などを通すと, 試料に含まれるいろいろな物質が分離される。このように, 吸着剤に物質が吸着される強さの違いを利用して, 混合物から成分を分離する操作を()という。

【東京医大 宮崎大】

(1) 次の(a)~(f)のうち,互いに同素体でない組合せにあるものをすべて選べ。(東京医大)

- (a) クロム酸カリウムとニクロム酸カリウム (b) 斜方硫黄とゴム状硫黄 (c) 酸素とオゾン
(d) フラーレンとダイヤモンド (e) 水と過酸化水素 (f) 黄リンと赤リン

(2) 次の文章中の空欄 (ア) ~ (ウ) に適切な語句を、(a) に適切な分子式を記せ。(宮崎大)

硫黄の同素体には (ア) (イ) (ウ) が存在する。

(ア) の形状は針状で 95.3°C 以上において安定な結晶となり,その分子は環状の(a) として存在する。

(イ) は 250°C 付近に加熱した液体の硫黄を水中に注いで急冷すると得られる。

【日本女子大 岡山大 改題】

物質を構成する最小単位を原子という。原子は原子核とそのまわりに存在する(ア)で構成されている。原子核は(イ)電荷をもつ(ウ)と、電荷をもたない(エ)からできている。したがって原子核は全体として(イ)電荷を帯びる。

(ア)は(オ)電荷をもち、(ウ)1個と(ア)1個のもつ電荷の大きさは等しい。どんな原子でも、(ウ)の数と(ア)の数は等しいので、原子全体としては電氣的に(カ)性である。

原子の(キ)は原子核中の(ウ)の数と等しく、(ク)は(ウ)の数と(エ)の数の和に等しい。原子核のまわりに存在する(ア)のうち、原子がイオンになったり結びついたりするときに重要な役割を果たすものは(ケ)とよばれる。

同一元素で(ク)の異なる場合には、これらの原子は互いに(コ)とよばれ、化学的性質はほぼ同じである。

(問) ア~コに入る適切な語句を記せ。

【センター試験 九州大 神戸学院大】

(1) 電子の総数が N_2 と同じものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ（センター試験）。

① H_2O ② CO ③ OH^- ④ O_2 ⑤ Mg^{2+}

(2) 水素の同位体は 1H , 2H からなり、酸素の同位体は ^{16}O , ^{18}O からなるものとする(九州大)。

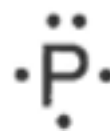
同位体の種類にもとづいて分類すると、何種類の水分子が存在するか。

またこれらの水分子の中で、2 番目に相対質量が大きいものに含まれる中性子の総数を答えよ。

(3) 質量数 59 のコバルト原子がコバルト(II)イオン Co^{2+} になるとき、そのイオンのもつ電子の数は 25 個になる。コバルト原子の陽子の数、中性子の数、および電子の数は、それぞれ何個か。(神戸学院大)。

【横浜国大】

原子核を取り巻く電子が存在できる空間の層は、電子殻と呼ばれる。電子殻はエネルギーの低い順から K 殻、(ア) 殻、M 殻、N 殻と呼ばれる。①K 殻では 2 個、(ア) 殻では 8 個、M 殻では (イ) 個、N 殻では 32 個まで電子が収容される。それぞれの殻には、電子が入ることのできる軌道と呼ばれる場所が 1 つ以上あり、1 つの軌道は電子を 2 個まで収容することができる。右上図に示すように、元素記号に最外殻電子を点で書き添えたものは電子式と呼ばれる。電子はなるべく対にならないように軌道に収容される。対になっていない電子は(ウ)電子と呼ばれ、その数は(エ)に等しい。



周期表の同じ周期の 1 族元素の原子と比べると、2 族元素の原子では、原子核の正の電荷が②(増大・減少)し、原子核が最外殻電子を引き付ける力が強くなる。原子から 1 個の電子を取り去って、1 価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第一イオン化エネルギーと呼ぶが、1 族元素の原子と比べて原子核が最外殻電子を引き寄せる力が強くなる結果、2 族元素の原子の第一イオン化エネルギーは③(大きく・小さく)なり、原子の大きさは④(大きく・小さく)なる。

- (1) (ア)~(エ)に入る最も適切な語句、数値、あるいはアルファベットを答えよ。
- (2) 下線部①を参考にして、n 番目にエネルギーの低い電子殻の軌道の数を n を用いて表せ。
- (3) 下線部②~④に示した選択肢のうち適切な語句を選べ。
- (4) Ca 原子の電子配置を例にならって示せ。(例)K2L4

【宮崎大】

- (1) 表中 (a) および (b) の元素名を記せ。
- (2) 表中に示された元素のうち、以下の①～③にあてはまる元素を元素記号で記せ。
- ① 電気陰性度が最も大きい。
 - ② イオン化エネルギーが最も大きい。
 - ③ ダイヤモンドを形成する炭素と同じく、正四面体構造を持つ共有結合結晶を形成する。
- (3) 表中 (C) の元素について、2種類の実素体の名称を記せ。
- (4) ネオンは他の元素と化合物をつくるににくい。その理由を電子配置の点から説明せよ。

元素名	電 子 数		
	K 殻	L 殻	M 殻
水素	1	0	0
a	2	0	0
ホウ素	2	3	0
炭素	2	4	0
窒素	2	5	0
b	2	6	0
フッ素	2	7	0
ネオン	2	8	0
ケイ素	2	8	4
c	2	8	5

【近畿大 改題】

次の(ア)~(カ)の原子の電子配置について、(1) ~ (5) に答えよ

- (ア) K2 L8 M1 (イ) K2 (ウ) K2 L8 M2 (エ) K2 L4
(オ) K2 L7 (カ) K2 L6

- (1) (ア)~(カ)のうち、イオン化エネルギーが最も小さい原子はどれか。
(2) (ア)~(カ)のうち、2価の陽イオンになりやすい原子はどれか。
(3) (ア)~(カ)のうち、単原子イオンになりにくい原子を2つ選べ。
(4) (ア)~(カ)のある原子Xと水素原子からなる多原子イオンには、陽イオンのものや陰イオンのものがある。
原子Xは(ア)~(カ)のどれか。
(5) (ア)~(カ)のうち、最外殻電子の数と価電子の数が異なる原子はどれか。

【慶応大 星薬科大】

次の記述(ア)~(カ)について、誤りのある記述をすべて選べ。

- (ア) 同じ元素からなる単体で、性質の異なるものを互いに同素体という。
- (イ) 原子核中の陽子の数とその原子の原子番号である。
- (ウ) 原子が電子1個を受け取って、1価の陰イオンになるときに必要なエネルギーを電子親和力という。
- (エ) 第2周期の元素のうち、イオン化エネルギーが一番大きいのは Ne である。
- (オ) 電子親和力が小さい原子ほど、陰イオンになりやすい。
- (カ) イオン化エネルギーが大きい原子ほど、陽イオンになりやすい。

【岐阜大 愛知工大】

(1) イオンが球形であるとみなしたとき、その半径をイオン半径という。次の各組のイオンについて、イオン半径が大きいのはどちらか答えよ。

① O^{2-} と Na^+ ()

理由：同じ電子配置では () ほど、イオン半径が大きいため。

② Na^+ と K^+ ()

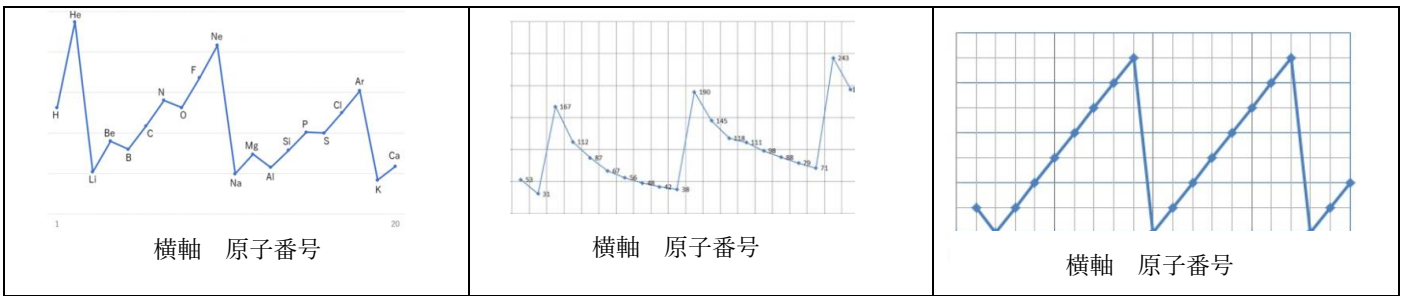
理由：同じ族では () ほど、イオン半径が大きいため。

(2) アルゴンイオン (Ar^+)に適する電子配置を、右のボーアモデル図に必要な数の電子を「●」として書き加えよ。

(3) 次に示す多原子イオン(ア)~(カ)のうち、多原子イオンを構成する原子の数に着目すると、7個の原子からなる多原子イオンは ()である。

(ア) アンモニウムイオン (イ) オキシニウムイオン (ウ) 過マンガン酸イオン

(エ) クロム酸イオン (オ) ニクロム酸イオン (カ) 酢酸イオン



(1) 上の図①～③のうち、縦軸が原子の第1イオン化エネルギー、原子半径を示すものはそれぞれどれか。

(2) 次の1~4の元素のうち、Arと同じ電子配置の場合のイオン半径が最も小さいのはどれか。

- ① 硫黄 ② カリウム ③ 塩素 ④ カルシウム

(3) 次のイオンまたは原子の組合せの中から、電子配置が互いに同じであるものをすべて選べ。

- ① Na^+ と K^+ ② Mg^{2+} と O^{2-} ③ Al^{3+} と S^{2-} ④ Na^+ と Mg^{2+}
 ⑤ Li^+ と H^- ⑥ Be と B ⑦ C と Si

【神戸学院大】

次の記述のうち、下線を引いた部分が元素ではなく単体を指しているものを2つ選べ。

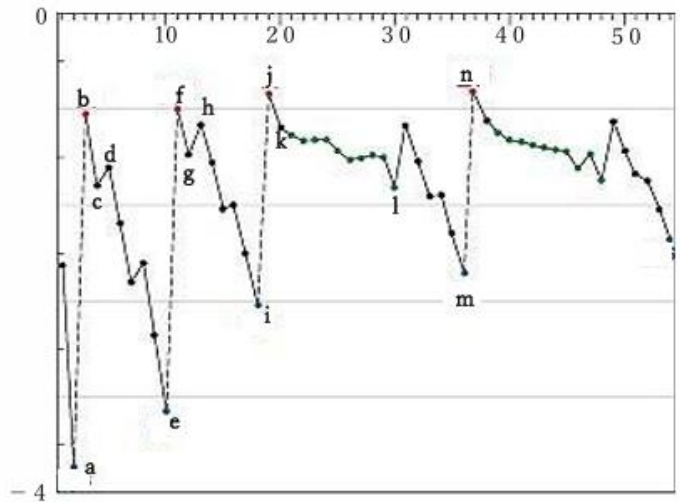
- (a) 鉄は、ヒトにとって必要不可欠な栄養素である。
- (b) 黄リンと赤リンは、リンの同素体である。
- (c) 塩素の酸化力は臭素の酸化力よりも強い。
- (d) アンモニアは窒素と水素から構成される。
- (e) ナトリウムは水と激しく反応するので石油の中で保存する。

【神戸学院大】

気体の原子 A から 1 個の電子を取り出し A^+ にするのに必要な最小エネルギーを第一イオン化エネルギー $I_1(A)$, A^+ から電子を 1 個取り出し A^{2+} にする最小エネルギーを第二イオン化エネルギー $I_2(A)$, $A^{(n-1)+}$ から A^{n+} にする最小エネルギーを第 n イオン化エネルギー $I_n(A)$ という。

グラフは、原子番号に対する原子 1 個あたりの I_1 を負にしたプロットである。 $-I_1$ は A^+ が電子 1 個を受け取り A になるときに放出するエネルギー (安定化エネルギー) と考えることができる。単位は a J (a はアトで 10^{-18} を表す) で示している。

図中の a, e, i, m は周期的に $-I_1$ が最小となり、b, f, j, n は周期的に最大となる元素である。表には典型的な元素の I_1 から I_3 を示す。Na は I_1 から I_2 で、Mg は I_2 から I_3 でイオン化エネルギーが一気に大きくなるのがわかる。



元素のイオン化エネルギー (単位 a J)

元素	I_1	I_2	I_3
Na	0.83	7.57	11.5
Mg	1.23	2.41	12.8
Cl	2.07		
I	1.67		

- (1) 図中の a ~ n の元素のうち、アルカリ金属(ア), アルカリ土類金属(イ), 貴ガス(ウ)に属するものをすべて選べ。
- (2) (1)の (ア) (イ) (ウ) の I_1 は, おのおの原子番号が大きくなるにつれ徐々に小さくなっているが, その理由を説明せよ。
- (3) 表から Na の I_1 を有効数字 2 桁, kJ/mol の単位で求めよ。 ($N_A=6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$)
- (4) Na では I_2 で Mg では I_3 でイオン化エネルギーが一気に大きくなる理由を説明せよ。
- (5) 全電子数が (エ) と同じ Na^+ と Mg^{2+} のイオン化エネルギー $I_2(\text{Na})$, $I_3(\text{Mg})$ は, (エ) の I_1 よりはるかに大きく, また $I_2(\text{Na})$ より $I_3(\text{Mg})$ の方が大きい。(エ) に適切な元素記号を入れ, イオン化エネルギーの大小関係がそのようになる理由を説明せよ。

【九州大 名古屋大 金沢大】

日本で発見された原子番号 113 番の新元素の名称が (①) Nh になることが発表された。この元素は、原子番号 30 番の亜鉛と原子番号 83 番のビスマスを高速で衝突させ、核融合により合成する。(①) は、周期表においてアルミニウムと同じ (②) 族に属する元素である。

(1) () にあてはまる適切な語句・数を答えよ。

国際純正・応用化学連合(IUPAC) は原子番号 113 番の新元素の他に、原子番号 115, 117, 118 の元素を、それぞれ「モスコビウム Mc」, 「テネシン Ts」, 「オガネソン Og」と命名することとした。

(2) 周期表上で縦に並ぶ元素の性質が類似する原因は何か。15 字以内で述べよ。

(3) テネシン Ts が属すると考えられる元素群の名称を記せ。

(4) 周期表で貴ガス(希ガス) 元素の列の下に位置するオガネソン Og の電子配置を参考にして Nh の電子配置を推定して記せ。

Og の電子配置

K	L	M	N	O	P	Q
2	8	18	32	32	18	8

(5) 日本で発見された Nh 同位体の質量数は 278 であった。この原子核にある中性子数を答えよ。