

## 基礎無機化学Ⅱ 令和5年度試験問題

(100点満点)

- ✓ 問1 C-C結合のエネルギーは、ダイヤモンド 356.6 kJ/mol, 有機化合物の平均値 347.7 kJ/mol であるのに対し、Si-Si結合のエネルギーは、単体ケイ素 225.3 kJ/mol, ケイ素化合物の平均値 176.6 kJ/mol である。これらの値からどんなことが言えるか。(10点)
- ✓ 問2  $\text{TiO}_2$  を含むチタン鉱石から純チタンを得る過程を説明せよ。化学反応については、反応式も示すこと。(10点)

- ✓ 問3 次の文章は 16 族元素 X の水素化合物  $\text{H}_2\text{X}$  に関する説明である。[ア] ~ [カ] に入る語句を書け ([イ] は物質名で書くこと)。また、[a] ~ [i] に入る不等号・等号記号 (>, < または =) を書け (15点)。

$\text{H}_2\text{X}$  分子の構造はすべて **折れ線** [ア] 型である。沸点・融点は  $\text{H}_2\text{O}$  [a >]  $\text{H}_2\text{S}$  [b <]  $\text{H}_2\text{Se}$  [c <]  $\text{H}_2\text{Te}$  のように変化する。[イ] の沸点が高いのは、その X 原子と H 原子の [ウ] の差が大きいため分子の **極電性** が大きく、分子間の [オ] 結合が強いためである。また、酸性は  $\text{H}_2\text{O}$  [d <]  $\text{H}_2\text{S}$  [e <]  $\text{H}_2\text{Se}$  [f <]  $\text{H}_2\text{Te}$ , 還元性は  $\text{H}_2\text{O}$  [g <]  $\text{H}_2\text{S}$  [h <]  $\text{H}_2\text{Se}$  [i <]  $\text{H}_2\text{Te}$  のように変化する。酸性および還元性の序列は [カ] に支配されている。

H-X結合エネルギー

- ✓ 問4 次の水素化合物を (1) イオン性水素化物 (塩類似水素化物), (2) ヒドリド錯体の塩, (3) 共有性水素化合物, (4) 侵入型水素化物 (金属類似水素化物) に分類せよ。各番号の解答欄に (ア)~(コ) の記号で記すこと。(10点)

(ア)  $\text{LaH}_{2.87}$  (イ)  $\text{NaH}$  (ウ)  $\text{TiH}_{1.7}$  (エ)  $\text{CaH}_2$  (オ)  $\text{LiAlH}_4$  (カ)  $\text{B}_2\text{H}_6$  (キ)  $\text{SiH}_4$  (ク)  $\text{NaBH}_4$   
(ケ)  $\text{PH}_3$  (コ)  $\text{HCl}$

(1) イ, エ (2) オ, カ, (3) キ, ク, コ (4) ア, ウ

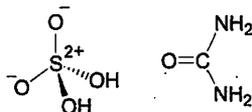
- ✓ 問5  $\text{Ag}^+$  のイオン半径 (1.24 Å) は  $\text{Na}^+$  (1.16 Å) と  $\text{K}^+$  (1.52 Å) との間であり,  $\text{AgCl}$  の結晶は  $\text{NaCl}$  や  $\text{KCl}$  の結晶と同じ結晶構造 (岩塩型) である。それにもかかわらず,  $\text{AgCl}$  は極めて水に難溶である ( $\text{NaCl}$  や  $\text{KCl}$  は水によく溶ける)。この事実から何がわかるか。(10点)

問6 次の物質について、以下の問い (1)~(4) に答えよ。(25点)

(ア) 塩化アルミニウム (無水・気体) (イ) 四ホウ酸イオン (ウ) 二酸化窒素 (エ) ホスフィン酸

- (1) (ア)~(エ) の分子またはイオンの構造式を、形状・形式電荷・結合次数がわかるように、例にならって書け。共鳴構造がある場合は、それも示すこと。

例:



- (2) 固体のときに昇華性を示す物質をすべて選び、記号で答えよ。

- (3) 還元性を持つ物質をすべて選び、記号で答えよ。

$\text{NO}_2 + \text{NO}$

- ✓ (4) (ウ) と一酸化窒素を混合したときに起こる反応を化学反応式で示せ。また、(ウ) と一酸化窒素は共に常磁性であるが、この反応の生成物は反磁性である。その理由を説明せよ。

- ✓ (5) (エ) が水中で一塩基酸としてふるまう理由を説明せよ。

(裏面に続く)

V 問7 次の文章(1)~(4)の正(O)・誤(X)を解答欄aに記せ。誤っているものについては、その理由を解答欄bに詳しく述べよ(20点)。

- (1) アルカリ金属のイオン化傾向はイオン化エネルギーの序列に支配されている。X
- (2) ランタノイド元素は一般に酸化数+3をとりやすいが、アクチノイド元素は種々の酸化数をとる。これは、 $4f \rightarrow 5d$ に比べて、 $5f \rightarrow 6d$ のエネルギー差が小さいためである。
- (3) 一般に、金属イオンに結合した $H_2O$ の電子が金属イオンの方に引き寄せられる程度が大きい場合に、その金属の酸化物は両性あるいは酸性を示す。この傾向は、金属の酸化数が小さいほど、イオン半径が大きいほど、配位数が大きいほど、強くなる。
- (4) 亜硫酸は三酸化硫黄と水の混合物であり、純粋な亜硫酸を単離することはできない。