

化学 C 2017 年度 第 1 回演習問題 (2016 年度中間試験問題と解答)

以下の設問に答えよ。解答は解答用紙の指定欄に記入すること。(計算結果は有効数字 3 桁で表記せよ。)

1. オールレッド・ロコウの電気陰性度 χ_{AR} について、各記号の意味を示しなさい。さらに、式の中の係数 (0.774 および 3590) がなぜ必要かを説明しなさい。

$$\chi_{AR} = 0.744 + \frac{3590 Z_{\text{eff}}}{r^2}$$

Z_{eff} : 有効核電荷、 r : 原子の共有結合半径、ポーリングの電気陰性度と近い値にするため

2. 次の文章は物質における結合のタイプに関する記述である。①③に適した数値、②④⑤に適した語句を入れなさい。「構成元素の電気陰性度の差が (①) よりも (②) 場合、電気陰性度の平均値が (③) よりも (④) と金属結合となる。また、電気陰性度の差が前者と同様で、平均値が (③) よりも大きいと (⑤) 結合となる。」

①1.0、②小さい、③2.1、④小さい、⑤共有

3. Ag 結晶は最も対称性の高い結晶系の最密充填構造をもち、最近接原子間距離は 289.0 pm である。格子定数と密度を求めなさい。また、154 pm の X 線を照射したとき、(220)面からの回折角度 θ を求めなさい。

格子定数: 408.7 pm、密度: 10.5 g/cm³、 θ : 32.2°

4. 単純、体心、面心、底心のすべての副格子がブラベ格子となる結晶系を示しなさい。

直方晶

5. 立方晶の副格子の中でブラベ格子でないものを示し、その理由を具体的に述べなさい。(例: ○○立方格子、「××な□□と同一であるから。」)

底心立方格子、より小さな単純正方格子と同一であるから

6. AB 型のイオン結晶で、セン亜鉛鉱型、岩塩型、塩化セシウム型の構造となるときの、陽イオン/陰イオン限界半径比 (r_C/r_A)、陽イオンのまわりの陰イオンの配位数と形をそれぞれ示しなさい。

r_C/r_A セン亜鉛鉱型: 0.225、岩塩型: 0.414、塩化セシウム型: 0.732

配位数 セン亜鉛鉱型: 4、岩塩型: 6、塩化セシウム型: 8

形 セン亜鉛鉱型: 正四面体、岩塩型: 正八面体、塩化セシウム型: 立方体

7. NaF のイオン間距離は 231 pm である。Na⁺と F⁻のしゃへい定数 σ およびそれぞれのイオン半径 (r_C, r_A) を求めなさい。また、陽イオン/陰イオン半径比 (r_C/r_A) から結晶構造を推定しなさい。

σ : 4.15、 r_C : 95.8 pm、 r_A : 135 pm、 r_C/r_A : 0.910 から岩塩型

8. 以下の文章のカッコ内に適した語句を入れなさい。

「フェルミ準位とは、 $T = 0$ における (①) である。導体のフェルミ準位は (②) 中に、半導体や絶縁体のフェルミ準位は (③) 中に位置する。半導体では (③) のエネルギー幅が絶縁体よりも小さく、温度を上昇させると (④) から (⑤) に電子が励起され、電気伝導度が増加する。」

「真性半導体であるシリコンに (⑥) をドーピングすると (⑦) が電荷担体である p 型半導体に、(⑧) をドーピングすると (⑨) が電荷担体である n 型半導体となる。p 型と n 型を接合すると、(⑩) 型から (⑪) 型へは電子が拡散し、(⑪) 型から (⑩) 型へは正孔が拡散し、最終的に両者のフェルミ準位は一致する。」

①最高被占軌道、②許容帯、③禁止帯、④価電子帯、⑤伝導帯、⑥ホウ素、⑦正孔、⑧ヒ素、⑨電子、⑩n、⑪p

9. (1) HBr のイオン間距離を 141 pm として双極子モーメントを計算しなさい。ただし、以下の数値を用いること。 $1\text{D} = 3.336 \times 10^{-30} \text{C} \cdot \text{m}$ 電子の電荷量 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ **6.77 D**
- (2) 実際に測定された双極子モーメントは 0.78 D であった。(1)の結果と比較し、HBr のイオン性を示しなさい。**0.115**

10. 「狭義のファンデルワールス力は瞬間双極子と ① の相互作用によって生じており、その時の原子間のポテンシャルエネルギーは ② の 6 乗に ③ する。」文中の空欄に当てはまる語句を示しなさい。

①誘起双極子、②原子間距離、③反比例

11. 次の錯体の化学式を書き、問いに答えなさい。

① ヘキサアクアチタン(III) **$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$**

② テトラアンミン白金(II) **$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$**

③ トリス (エチレンジアミン) ニッケル(II) **$[\text{Ni}(\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2)_3]^{2+}$**

上記 3 つの錯体のなかで八面体構造をとるのはどれか記号で答えなさい。①③

12. 八面体構造の錯体において、中心金属の電子数が以下の場合、結晶場安定化エネルギー CFSE および不対電子数を示しなさい。

- ① d^3 **CFSE : 12Dq、不対電子数 : 3**
- ② 強い場における d^6 **CFSE : 24Dq、不対電子数 : 0**
- ③ 弱い場における d^5 **CFSE : 0Dq、不対電子数 : 5**
- ④ d^9 **CFSE : 6Dq、不対電子数 : 1**

元素の周期表2012年版

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	¹ H 水素 1.00794~ 1.00811																	² He ヘリウム 4.002602
2	³ Li リチウム 6.938~ 6.997	⁴ Be ベリリウム 9.012182											⁵ B ホウ素 10.806~ 10.821	⁶ C 炭素 12.0096~ 12.0116	⁷ N 窒素 14.00643~ 14.00728	⁸ O 酸素 15.99903~ 15.99977	⁹ F フッ素 18.9984032	¹⁰ Ne ネオン 20.1797
3	¹¹ Na ナトリウム 22.98976928	¹² Mg マグネシウム 24.3050											¹³ Al アルミニウム 26.9815386	¹⁴ Si ケイ素 28.084~ 28.086	¹⁵ P リン 30.973762	¹⁶ S 硫黄 32.059~ 32.076	¹⁷ Cl 塩素 35.446~ 35.457	¹⁸ Ar アルゴン 39.948
4	¹⁹ K カリウム 39.0983	²⁰ Ca カルシウム 40.078	²¹ Sc スカンジウム 44.955912	²² Ti チタン 47.867	²³ V バナジウム 50.9415	²⁴ Cr クロム 51.9961	²⁵ Mn マンガン 54.938045	²⁶ Fe 鉄 55.845	²⁷ Co コバルト 58.933195	²⁸ Ni ニッケル 58.6934	²⁹ Cu 銅 63.546	³⁰ Zn 亜鉛 65.38	³¹ Ga ガリウム 69.723	³² Ge ゲルマニウム 72.63(1)	³³ As ヒ素 74.92160	³⁴ Se セレン 78.96	³⁵ Br 臭素 79.904	³⁶ Kr クリプトン 83.798
5	³⁷ Rb ルビジウム 85.4678	³⁸ Sr ストロンチウム 87.62	³⁹ Y イットリウム 88.90585	⁴⁰ Zr ジルコニウム 91.224	⁴¹ Nb ニオブ 92.90638	⁴² Mo モリブデン 95.96	⁴³ Tc* テクネチウム (99)	⁴⁴ Ru ルテニウム 101.07	⁴⁵ Rh ロジウム 102.90550	⁴⁶ Pd パラジウム 106.42	⁴⁷ Ag 銀 107.8682	⁴⁸ Cd カドミウム 112.411	⁴⁹ In インジウム 114.818	⁵⁰ Sn スズ 118.710	⁵¹ Sb アンチモン 121.760	⁵² Te テルル 127.60	⁵³ I ヨウ素 126.90447	⁵⁴ Xe キセノン 131.293

					5 B ホウ素 10.806~ 10.821	6 C 炭素 12.0096~ 12.0116	7 N 窒素 14.00643~ 14.00728	8 O 酸素 15.99903~ 15.99977	9 F フッ素 18.9984032	10 Ne ネオン 20.1797
					13 Al アルミニウム 26.9815386	14 Si ケイ素 28.084~ 28.086	15 P リン 30.973762	16 S 硫黄 32.059~ 32.076	17 Cl 塩素 35.446~ 35.457	18 Ar アルゴン 39.948
26 Fe 鉄 55.845	27 Co コバルト 58.933195	28 Ni ニッケル 58.6934	29 Cu 銅 63.546	30 Zn 亜鉛 65.38	31 Ga ガリウム 69.723	32 Ge ゲルマニウム 72.63(1)	33 As ヒ素 74.92160	34 Se セレン 78.96	35 Br 臭素 79.904	36 Kr クリプトン 83.798
44 Ru ルテニウム 101.07	45 Rh ロジウム 102.90550	46 Pd パラジウム 106.42	47 Ag 銀 107.8682	48 Cd カドミウム 112.411	49 In インジウム 114.818	50 Sn スズ 118.710	51 Sb アンチモン 121.760	52 Te テルル 127.60	53 I ヨウ素 126.90447	54 Xe キセノン 131.293