

【1】原子と周期表に関する以下の問いに答えよ。

- (a) ヘリウム原子 He の基底状態の電子配置を、He : 1s<sup>2</sup> のように表記する。Cl、K、Zn の各原子の基底電子配置をこの表記法にならって答えよ。また、それぞれの不対電子の数を答えよ。
- (b) Cl、K、Zn がとりうる安定なイオンは何価であるか。また、イオンの電子配置にはどのような特徴があるかを記せ。
- (c) メタン CH<sub>4</sub> の四つのC-H 結合は等価である。炭素の基底状態の電子配置だけから考えるとこの構造を説明することができない。混成軌道という概念に基づいて、この構造を説明せよ。
- (d) メタンのH-C-H 角は四面体角 (109.5°) を有する。アンモニアの H-N-H 角、水の H-O-H 角はそれぞれ 106°と 104°である。この系統的な角度の変化を説明せよ。
- (e) 硝酸アニオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> と、塩素酸アニオン ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> の立体的な構造は、平面型か三角錐型かを答えよ (まず、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> と、ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> を電子式 (価電子を黒丸で表した構造式) で表してみよ)。
- (f) 周期表の同一周期の元素では、族の番号を右に進めるにしたがって、原子の第一イオン化エネルギー (イオン化ポテンシャル) はどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。
- (g) 周期表の同族の元素では、周期の下に降りていくにしたがって、原子の第一イオン化エネルギーはどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。

【2】酸化亜鉛は無色である。加熱すれば明るい黄色になる。温度を下げると可逆的に無色に戻り、化学反応を起こした形跡がない。これを説明せよ。

【3】室温の熱エネルギー kT を計算せよ (eV 単位で記せ)。波長 1000 nm (赤外線)に対応するバンドギャップエネルギーを計算せよ (eV 単位で記せ)。赤外線領域の半導体光電変換素子は室温ではノイズ (暗電流) が多いので低温にすると具合がよい。その理由を考えよ。  
 e = 1.6x10<sup>-19</sup> C, h = 6.6x10<sup>-34</sup> Js, c = 3.0x10<sup>8</sup> ms<sup>-1</sup>, k = 1.38x10<sup>-23</sup> JK<sup>-1</sup>.

【4】2, 3 行程度で説明せよ。必要ならば図を用いてよい。

- (1) 金属の伝導度の温度依存性とその理由
- (2) 不純物半導体の接合と空乏層
- (3) けい光とりん光
- (4) 配位子場分裂と分光化学系列
- (5) pH 指示薬 (フェノールフタレインなど) の呈色における 共役骨格の役割
- (6) キラリティ (Chirality; キラルであるという性質のこと)
- (7) コンフォメーション異性

参考) 周期表

元素の周期表 (4桁原子量)

| 期 | 族                        |                           |   |                          |                            |                          |                           |                          |                          |                           |                          |                            |                           |                            |                           |                            |                            |                            | 期                          |                     |                      |                        |   |
|---|--------------------------|---------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
|   | IA                       | IIA                       | IIIA  | IVA                      | VA                         | VI A                     | VII A                     | VIII                     |                          |                           | IB                       | IIB                        | IIIB                      | IVB                        | VB                        | VIB                        | VII B                      | O                          |                            |                     |                      |                        |   |
| 1 | 1 H<br>1.008<br>水素       |                           |   |                          |                            |                          |                           |                          |                          |                           |                          |                            |                           |                            |                           |                            |                            | 2 He<br>4.003<br>ヘリウム      | 1                          |                     |                      |                        |   |
| 2 | 3 Li<br>6.941<br>リチウム    | 4 Be<br>9.012<br>ベリリウム    | 凡例<br>原子番号 → 20 Ca<br>元素記号<br>原子量 (4桁) → 40.08 カルシウム<br>元素名 |                          |                            |                          |                           |                          |                          |                           |                          |                            |                           |                            |                           |                            | 5 B<br>10.81<br>ホウ素        | 6 C<br>12.01<br>炭素         | 7 N<br>14.01<br>窒素         | 8 O<br>16.00<br>酸素  | 9 F<br>19.00<br>フッ素  | 10 Ne<br>20.18<br>ネオン  | 2 |
| 3 | 11 Na<br>22.99<br>ナトリウム  | 12 Mg<br>24.31<br>マグネシウム  |   |                          |                            |                          |                           |                          |                          |                           |                          |                            |                           |                            |                           |                            | 13 Al<br>26.98<br>アルミニウム   | 14 Si<br>28.09<br>ケイ素      | 15 P<br>30.97<br>リン        | 16 S<br>32.07<br>硫黄 | 17 Cl<br>35.45<br>塩素 | 18 Ar<br>39.95<br>アルゴン | 3 |
| 4 | 19 K<br>39.10<br>カリウム    | 20 Ca<br>40.08<br>カルシウム   | 21 Sc<br>44.96<br>スカンジウム                                    | 22 Ti<br>47.88<br>チタン    | 23 V<br>50.94<br>バナジウム     | 24 Cr<br>52.00<br>クロム    | 25 Mn<br>54.94<br>マンガン    | 26 Fe<br>55.85<br>鉄      | 27 Co<br>58.93<br>コバルト   | 28 Ni<br>58.69<br>ニッケル    | 29 Cu<br>63.55<br>銅      | 30 Zn<br>65.39<br>亜鉛       | 31 Ga<br>69.72<br>ガリウム    | 32 Ge<br>72.59<br>ゲルマニウム   | 33 As<br>74.92<br>ヒ素      | 34 Se<br>78.96<br>セレン      | 35 Br<br>79.90<br>臭素       | 36 Kr<br>83.80<br>クリプトン    | 4                          |                     |                      |                        |   |
| 5 | 37 Rb<br>85.47<br>ルビジウム  | 38 Sr<br>87.62<br>ストロンチウム | 39 Y<br>88.91<br>イットリウム                                     | 40 Zr<br>91.22<br>ジルコニウム | 41 Nb<br>92.91<br>ニオブ      | 42 Mo<br>95.94<br>モリブデン  | 43 Tc<br>98.91<br>テクネチウム  | 44 Ru<br>101.1<br>ルビジウム  | 45 Rh<br>102.9<br>ロジウム   | 46 Pd<br>106.4<br>パラジウム   | 47 Ag<br>107.9<br>銀      | 48 Cd<br>112.4<br>カドミウム    | 49 In<br>114.8<br>インジウム   | 50 Sn<br>118.7<br>スズ       | 51 Sb<br>121.8<br>アンチモン   | 52 Te<br>127.6<br>テルル      | 53 I<br>126.9<br>ヨウ素       | 54 Xe<br>131.3<br>キセノン     | 5                          |                     |                      |                        |   |
| 6 | 55 Cs<br>132.9<br>セシウム   | 56 Ba<br>137.3<br>バリウム    | *<br>ラランタノイド  | 72 Hf<br>178.5<br>ハフニウム  | 73 Ta<br>180.9<br>タンタル     | 74 W<br>183.9<br>タングステン  | 75 Re<br>186.2<br>レニウム    | 76 Os<br>190.2<br>オスマニウム | 77 Ir<br>192.2<br>イリジウム  | 78 Pt<br>195.1<br>白金      | 79 Au<br>197.0<br>金      | 80 Hg<br>200.6<br>水銀       | 81 Tl<br>204.4<br>タリウム    | 82 Pb<br>207.2<br>鉛        | 83 Bi<br>209.0<br>ヒスマス    | 84 Po<br>(209)<br>ポロニウム    | 85 At<br>(210)<br>アスタチン    | 86 Rn<br>(222)<br>ラドン      | 6                          |                     |                      |                        |   |
| 7 | 87 Fr<br>(223)<br>フランシウム | 88 Ra<br>(226)<br>ラジウム    | **<br>アクチノイド  | 89-103<br>アクチノイド         | 104 Rf<br>(261)<br>ラファエリウム | 105 Db<br>(262)<br>ドブニウム | 106 Sg<br>(263)<br>シボグニウム | 107 Bh<br>(264)<br>ブヘリウム | 108 Hs<br>(265)<br>ヘンリウム | 109 Mt<br>(266)<br>ミーテニウム | 110 Ds<br>(267)<br>ダズニウム | 111 Rg<br>(268)<br>ローレンシウム | 112 Uu<br>(269)<br>ユビコニウム | 113 Uub<br>(270)<br>ユビコニウム | 114 Fl<br>(289)<br>フルロビウム | 115 Uut<br>(288)<br>ユビコニウム | 116 Uuq<br>(289)<br>ユビコニウム | 117 Uuq<br>(289)<br>ユビコニウム | 118 Uuo<br>(289)<br>ユビコニウム | 7                   |                      |                        |   |

|    |                          |                        |                             |                        |                          |                          |                          |                            |                          |                            |                            |                           |                              |                           |                            |
|----|--------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| *  | 57 La<br>138.9<br>ランタノイド | 58 Ce<br>140.1<br>セリウム | 59 Pr<br>140.9<br>プラセオジム    | 60 Nd<br>144.2<br>ネオジム | 61 Pm<br>(145)<br>プロメチウム | 62 Sm<br>150.4<br>セマリウム  | 63 Eu<br>152.0<br>ユロピウム  | 64 Gd<br>157.3<br>ガドリウム    | 65 Tb<br>158.9<br>テルビウム  | 66 Dy<br>162.5<br>ジスプロシウム  | 67 Ho<br>164.9<br>ホルミウム    | 68 Er<br>167.3<br>エルビウム   | 69 Tm<br>168.9<br>テルミウム      | 70 Yb<br>173.0<br>イットリウム  | 71 Lu<br>175.0<br>ルビジウム    |
| ** | 89 Ac<br>(227)<br>アクチノイド | 90 Th<br>232.0<br>トリウム | 91 Pa<br>(231)<br>プロトアクチニウム | 92 U<br>238.0<br>ウラン   | 93 Np<br>(237)<br>ネプチウム  | 94 Pu<br>(244)<br>プルトニウム | 95 Am<br>(243)<br>アメリシウム | 96 Cm<br>(247)<br>カリフォルニウム | 97 Bk<br>(247)<br>バークリウム | 98 Cf<br>(251)<br>カリフォルニウム | 99 Es<br>(252)<br>エイスンスタイン | 100 Fm<br>(257)<br>フェルミウム | 101 Md<br>(258)<br>メンデルレービウム | 102 No<br>(259)<br>ノボロジウム | 103 Lr<br>(260)<br>ローレンシウム |

( ) 内の数値は、既知同位体のうち最も安定なもの質量数である。