

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ,  $c = 3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ,  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  
 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。電卓使用可。

- 【1】水素の  $1s$  軌道のエネルギーは  $-13.6 \text{ eV}$ 、軌道半径は  $0.053 \text{ nm}$  である。前者はリュードベリ定数 ( $-R$ , 通常  $\text{cm}^{-1}$  単位であるが  $\text{eV}$  単位に変換してある)、後者はボーア半径 ( $a_0$ ) という別の名称でも呼ばれる。原子番号 (陽子数) を一般的に  $Z$  とし、主量子数を一般的に  $n$  とすると、軌道の半径  $r(Z,n)$  やエネルギー  $E(Z,n)$  は、水素  $1s$  の場合の値に対する  $Z$  依存性や  $n$  依存性から簡単に求めることができる。次のものを求めよ ( $R$  や  $a_0$  を用いて回答せよ)。  
 (1) H のイオン化エネルギー。 (2)  $\text{He}^+$  の  $1s$  軌道のエネルギー。 (3) H で主量子数 2 の軌道のエネルギー。 (4) H で主量子数 2 の軌道の半径。 (5) Li の第三イオン化エネルギー。

- 【2】原子番号と元素記号の対応は、 $Z = 1$  から 54 まで順に以下の通りである。

H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe.

- (a) 水素からキセノンまでの周期表を描き、 $3p$  ブロック元素、 $3d$  ブロック元素をそれぞれ記せ。  
 (b) 第 1 族における電子配置の共通点を述べ、元素の性質に与える影響を述べよ。  
 (c)  $\text{Fe}^{3+}$  について、不対電子の数を答えよ。  
 (d)  $\text{CuCl}_2$  は青緑色をしているが、 $\text{CuCl}$  と  $\text{ZnCl}_2$  は無色である。なぜか。ここでは青緑色であることを説明する必要はなく、着色しているか無色かを定性的に説明すればよい。単独のイオンで本来縮重していたある種の軌道が、化合物中では分裂することをヒントにせよ。  
 (e) 同一周期の元素では原子半径の傾向はどのようになっているか、理由とともに答えよ。  
 (f) 同一族の元素では、電子親和力の傾向はどのようになっているか、理由とともに答えよ。

- 【3】 **3・13** 発光ダイオードの色は、室温 (赤色を発光しているとする) から液体窒素の沸点温度 ( $T = 77 \text{ K}$ ) まで冷却したとき、どう変化するか。結晶格子が縮んで、それが  $E_g$  を変えることを考えよ。

- 【4】鉄、コバルト、ニッケルのような強磁性体では、磁気転移温度以下ならば、外部磁場がなくてもスピンの長距離秩序をもって平行に整列している。それならば、すべての強磁性体が磁石としての性能を見せてもよさそうなのだが、着磁させない限り自分自身が磁石になることはない (鉄くぎなどを考えよ)。もちろん、永久磁石に見られるように自らが磁石として振る舞うものもある。このような違いは何に起因するか。「磁区」および「エネルギー障壁」というキーワードを用いて数行で説明せよ。

- 【5】それぞれ 2,3 行で説明せよ。図や式を用いること。

- (a) 自由電子モデルにおける、移動度  $\mu$   
 (b) Frank-Condon の原理 (垂直遷移の原理)  
 (c) Lambert-Beer の法則  
 (d) けい光とりん光

- 【6】テトロドトキシシン (フグ毒; 右図) について、

- (a) キラル中心に\*を付せ。  
 (b) この分子の立体異性体の総数はいくつか。

なお、窒素原子は非共有電子対を含めて 4 配位の際にキラル中心となる可能性があるが、窒素原子の反転は室温で速いので、通常の意味で (単離可能な) 異性体とはみなさない。本問では N はキラル中心に含めない。

