

必要ならば次の定数を使いなさい。 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$.

【1】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) H から Xe までの周期表を描け。周期、族の番号も付すこと。
- (b) He 原子の基底状態の電子配置を、He : $1s^2$ のように表記する。O, S^{2-} , Co^{2+} の各原子/イオンの基底電子配置を、この表記法にならって答えよ。
- (c) O, S^{2-} , Co^{2+} について、不対電子の数を答えよ。
- (d) Pb ($Z = 82$) の電子配置を (b) にならって書き、第何周期第何族かを答えよ。
- (e) メタンは正四面体型分子である。基底電子配置からは、(1) 炭素が 4 価であり、(2) 全ての結合が等価である、ということがらを直接説明することは難しい。どのように考えたらよいか。
- (f) $CoCl_2$ とアンモニアから $[Co^{II}(NH_3)_6]^{2+}$ という錯化合物(イオン)を合成できる。しかしこれは比較的不安定であり、空気中の酸素により容易に酸化される。得られた $[Co^{III}(NH_3)_6]^{3+}$ はアンモニア配位子を置換するのが困難なほど安定となる。この不安定性・安定性の理由を説明せよ。
- (g) $CuCl_2$ は青緑色をしているが、 $CuCl$ と $ZnCl_2$ 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。

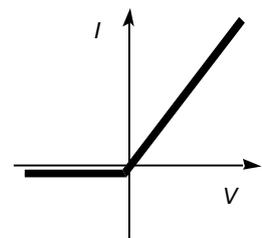
【2】2,3 行で説明せよ。必要ならば図や式を用いてよい。

- (a) 光電効果
- (b) 吸収スペクトルと発光スペクトル(ケイ光)の極大波長の差(ストークスシフト)
- (c) BF_3 , NF_3 , および SCl_2 のそれぞれの分子構造
- (d) 自由電子モデルにもとづくジュール熱

【3】室温(300 K 程度)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。なぜか。

【4】右図は典型的なダイオードの整流特性を示している。

- (a) ダイオードはどのような素材からなっているか。
- (b) 順方向(順バイアス)と逆方向(逆バイアス)を、素材の特性をふまえて、図を用いて説明せよ。



【5】フェノール性水酸基を有する pH 指示薬(HA とする)は、ある pH 領域で黄色であるが、別の pH 領域で青色である。水中でその酸型 HA と共役塩基型 A^- との間に酸解離平衡が成り立っている。

- (a) 溶液の着色は、白色光から特定の波長の光が吸収されたために起こる。黄色型は紫領域に、青色型は赤～橙領域に吸収帯を持つ。黄色型と青色型の可視光の吸収は、どちらがより高エネルギーか。
- (b) 一般に、電子がより非局在化した場合、可視光の吸収はより高エネルギー側で起こるか、より低エネルギー側で起こるか。また、その理由を簡潔に述べよ。
- (c) HA と A^- のどちらが黄色型でどちらが青色型と考えられるか。
- (d) 低い pH と高い pH では、それぞれどちらに着色しているか。理由とともに答えよ。なお、 $pH = -\log_{10}[H^+]$ (水中)である。

