

注意：

- [1] [2] の解答は答案用紙の表 ^{おもて} に上から順に、[3] [4] [5] の解答は裏の「*（ここから書始めること。）」のところから上から順に書くこと。
- 術語のかな書き、誤字（例 環元）は減点する。

[1] 次の語句について知っていることを 3 行程度で述べよ。（配点 24）

- (a) 波動関数 (b) フントの規則 (c) 希土類元素

[2] 電磁波とスペクトルについての次の問いに答えよ。ただし真空中の光速 $c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, プランク定数 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ である。（配点 23）

- (a) 次の電磁波を波長の長い順にならべよ。X線、IR、 γ 線、マイクロ波、UV
- (b) 3つのエネルギー準位、 E_1 , E_2 , E_3 がある。 E_3 から E_2 への遷移の発光の波長が 234nm, E_3 (E_2 ではないので間違えないこと)から E_1 への遷移の発光の波長が 123nm であるとき、 E_2 から E_1 への遷移の発光の波長を求めよ。
- (c) 水素の原子スペクトルの解析から、その輝線について $\nu = 3.29 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$ という式が成立することが判っている。 n_1, n_2 とは何か。
- (d) $n=5$ から $n=2$ への発光の波長（単位は nm）およびその光のエネルギー（単位は J）を求めよ。

[3] 末尾の元素の周期表（一部）を参考にして以下の問いに答えよ。なお軌道のエネルギーの順序は $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p$ である。（配点 23）

- (a) $_{16}\text{S}$ の電子配置を芯構造を使わずに書け。
- (b) $_{27}\text{Co}$ の電子配置を芯構造を使って書け。
- (c) ある原子には、電子が $n=1$ の軌道に 2 個、 $n=2$ の軌道に 8 個、 $n=3$ の軌道に 10 個、 $n=4$ の軌道に 2 個ある。s, p, d 各軌道にある電子の数はそれぞれいくつか。
- (d) 第 4 周期の元素（K から Kr まで）で不対電子が 2 個ある元素はどれか、元素記号で答えよ。説明は不要だが、あまり誤答が多いと減点する。
- (e) 次の原子または分子は不対電子をもつか、その理由（不対電子を $\uparrow$ のように書く電子配置で示しても可）とともに答えよ。

He, O, NH_3 , NO

以下の解答は答案用紙の裏の「*（ここから書始めること。）」のところから上から順に書くこと。

- 4 カリウム原子（気体）と塩素原子（気体）から塩化カリウム分子（ $K^+ - Cl^-$ ；気体）ができる過程は次のⅠおよびⅡの2つの段階に分けて考えることができる。

Ⅰ：カリウム原子と塩素原子の間で電子の授受がおこる。

Ⅱ：陽イオンと陰イオンが対（イオン対）になる。

次の問いに答えよ。ただし電子の電荷は $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 、アボガドロ定数 $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ である。（配点 15）

(a) Ⅰの過程に必要なエネルギーは何 eV か。ただしカリウム原子の第1イオン化エネルギーは 4.34 eV、塩素原子の電子親和力は 3.61 eV である。

(b) (a) で求めたエネルギーを kJmol^{-1} の単位で表せ。

(c) Ⅱの過程で放出されるエネルギーは何 kJmol^{-1} か。ただし2つの電荷 e の2つの点電

荷の間のポテンシャルエネルギー E は $E = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ (r は点電荷の間の距離、 ϵ_0 は真空中

の誘電率で、 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \times 10^9 \text{JmC}^{-2}$) で与えられ、塩化カリウム分子の結合の長さは 2.67

Å である。

- 5 アンモニア (NH_3) 分子について以下の問いに答えよ。（配点 15）

(a) 窒素の電子配置から出発して、その軌道が混成したのち3個の水素原子と結合するまでを、軌道のエネルギー図（↑↓のような電子配置の図）を使って説明せよ。

(b) (a) の軌道の混成は何混成か。

(c) NH_3 分子の立体構造を、結合および非共有電子対の方向がわかるように図で書け。（図だけでよい）

(d) 2分子の NH_3 が水素結合していることを示す構造式を書け。水素結合は $\cdots$ で表し、非共有電子対の方向とともに示すこと。

元素の周期表（一部）

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr