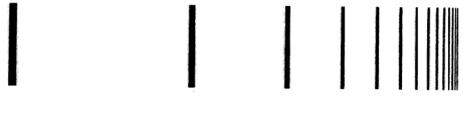


注意：

- **1** **2** **3**の解答は答案用紙の表に上から問題番号順に、**4** **5** **6**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問題番号順に書くこと。
- 術語のかな書き、誤字（例 環元）は 1 点減点する。
- 答案は 10 月第 1 週に、山田の部屋（東 1 号館 115 号室）外で閲覧できる。室外に答案を出してほしくない人は、答案用紙の「★評点」欄の直下に「不希望」と書いておくこと。

1 次の単位の組み合わせたものを、1 種類の SI 組立て単位（誘導単位）で表せ。例 $N \cdot m \rightarrow J$ （配点 6）
(a) $J \cdot s^{-1}$ (b) $N \cdot m^{-2}$ (c) $C \cdot V$

2 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 18）
(a) Bohr モデル (b) パウリの排他原理 (c) 希土類

- 3** 原子スペクトルについて次の問いに答えよ。ただし真空中の光速 $c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ 、プランク定数 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ とする。（配点 21）
- (a) ある原子のエネルギー準位で、エネルギーの低い順に a, b, c の 3 つの準位がある。これらのエネルギー準位間の遷移で、その発光の波長は、c から a への発光が 486nm、b から a への発光が 656nm であるとき、c から b への遷移の発光の波長は何 nm か。
- (b) 可視光の波長領域を 400~700nm とするとき、(a) の答えの発光はどのような電磁波の領域で観測されるか。
- (c) 水素の原子スペクトルの輝線について $\nu = 3.29 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \left(\frac{1}{n_2} - \frac{1}{n_1} \right)$ という式が成立する。n=3 から n=2 の準位へ遷移するときの光のエネルギー（単位は J）および波長（単位は nm）を求めよ。
- (d) 水素の原子スペクトルで n = 2 への遷移は Balmer 系列と呼ばれ、それは右の図のように波長が短くなるにつれて間隔が徐々に狭くなり、1 つの値に収束する。その収束波長を求めよ。
- 
- (e) 水素だけでなく一般の原子スペクトルが連続スペクトルでなく、線スペクトルであるのはなぜか。

以下の解答は綴じ穴が下になるように置き、「* (ここから書始めること。)」のところから書くこと。

4 下の元素の周期表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 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d$ である。(配点 24)

- (a) ${}_{16}\text{S}$ および ${}_{26}\text{Fe}$ の電子配置を書け。芯構造を使っても、使わないでもよい。
- (b) 主量子数が 2, 3 および 4 の軌道には、電子は最大いくつまで入ることができるか。
- (c) 第 4 周期の元素 (K から Kr まで) で不対電子が最も多い元素と最も少ない元素はどれか、それぞれの不対電子数と元素記号を答えよ。説明は不要だがあまり誤答が多いと減点する。
- (d) 次の原子、イオン、分子には磁性があるか、簡単に説明せよ。K, He^+ (H^+ ではない), H_2O

周期 族	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
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**															

*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

5 次の問いに答えよ。ただし電気素量(電子の電荷)は $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 、アボガドロ定数は $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ とする。(配点 13)

- (a) ナトリウム (Na) 原子とカリウム (K) 原子の第 1 イオン化エネルギーはそれぞれ 5.14 eV および 4.34 eV である。Na 原子の方が大きい理由を軌道のエネルギー図を使って説明せよ。
- (b) 塩素 (Cl) 原子と臭素 (Br) 原子の電子親和力はそれぞれ 5.14 eV および 4.34 eV である。Cl 原子の方が大きい理由を軌道のエネルギー図を使って説明せよ。
- (c) カリウム原子(気体)と臭素原子(気体)が $\text{K}(\text{g}) + \text{Br}(\text{g}) \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Br}^-(\text{g})$ のように反応するとき、何 eV の、発熱か吸熱か。計算式を用いて説明をせよ。
- (d) (c) の値を kJmol^{-1} で表せ。(c) の解答が判らないときは、1 eV を kJmol^{-1} に換算せよ。

6 炭素 (C) 原子の原子価(「結合の手」)は 4 で、4 個の水素 (H) 原子と結合してメタン(CH_4)となる。このようになる理由を次の順で考え、答えよ。(配点 18)

- (a) C 原子で主量子数 n が 2 であるすべての軌道の形を、別々に図に描け。必要に応じて x, y, z 軸も記入せよ。
 - (b) C 原子の基底状態での電子配置を図の左側のエネルギー図に矢印で記入せよ。
次にこの配置から 1 個の電子が昇位し、混成したときにできる軌道のエネルギー図を図の右に書け。
- ---
2p

2s

$\xrightarrow{\text{昇位}}$
混成
- (c) C 原子がこのように混成すると、そのエネルギーは電子が昇位した分だけ高い。このような状態をわざわざ経て CH_4 分子になる理由は何か。
 - (d) このときの軌道の混成は何混成か。この混成で生成する単結合は共有結合の分類では何結合か。