

平成 31 年度学群編入学試験

## 理工学群化学類

学 力 検 査

(専門科目)

問 題 冊 子

### 注意事項

- ① 問題Ⅰ～Ⅲの全問題について解答すること。
- ② 解答用紙は各問題に対して 1 枚使用し、それぞれの解答用紙には「問題Ⅰ」のように問題番号を明記すること。
- ③ 解答が書ききれない場合には、「裏へ」と明記して、その解答用紙の裏面に続けて書くこと。
- ④ 計算が必要な問題については計算過程も示すこと。
- ⑤ 下書き用紙は採点しない。
- ⑥ 試験時間は 120 分です。

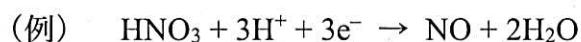
問題Ⅰ 典型元素の単体と化合物に関して，次の問1～4に答えよ．

問1 ハロゲン元素の2原子分子  $F_2$ ， $Cl_2$ ， $Br_2$  のうちで，次の1)～3)に当てはまる2原子分子をそれぞれ1つ選べ．

- 1) ハロゲン原子間の結合エネルギーが最も大きい2原子分子．
- 2) 電子スペクトルにおいて，最も長波長の吸収極大を有する2原子分子．
- 3) 最も酸化力の強い2原子分子．

問2 過酸化水素は，還元剤としても酸化剤としても働くことが知られている．このことに関して，次の1)および2)に答えよ．

- 1) 酸化剤として働くときと還元剤として働くとき，それぞれの半反応式を，下の例にならって電子  $e^-$  を用いて表せ．

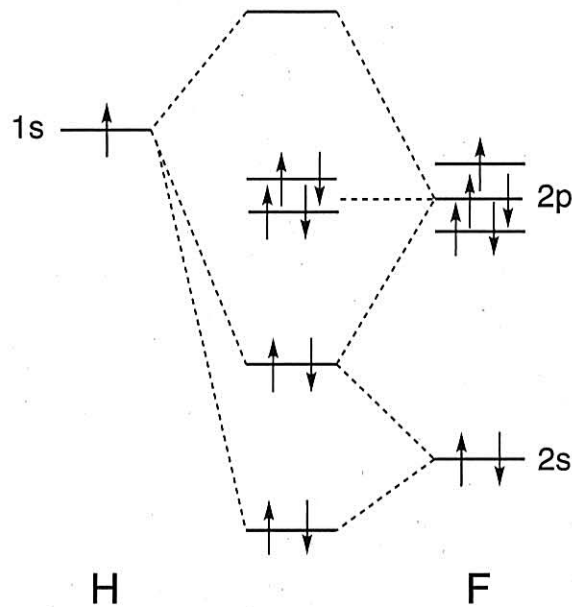


- 2) 3.00%の過酸化水素水 2.00 mL (密度 1.00 g/mL) に対して，希硫酸を加えて酸性にした後，過剰量のヨウ化カリウム水溶液を加えた．さらに 0.200 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定を行った．このとき過不足なく反応を完了させるために必要なチオ硫酸ナトリウム水溶液の体積を，有効数字3桁で求めよ．ただし，必要であれば，以下の原子量を用いよ．H: 1.00, C: 12.0, N: 14.0, O: 16.0, Na: 23.0, S: 32.0, Cl: 35.5, K: 39.1, I: 127.

問3 ホウ素とハロゲン元素からなる化合物に関して，次の1)および2)に答えよ．

- 1) 3種類のホウ素化合物， $BF_3$ ， $BCl_3$ ， $BBr_3$  を，ルイス酸性が強いものが左に来るように順に並べよ．
- 2) 上記の順番になる理由を，「 $\pi$ 結合」という用語を用いて100字程度で述べよ．

- 問4 以下に示した HF の分子軌道 (MO) にならって、ホウ素と水素の化合物であるボラン  $\text{BH}_3$  の MO を図示せよ. ただし、ホウ素に関しては  $2s$  軌道と  $2p$  軌道のみを考慮し、ジボラン  $\text{B}_2\text{H}_6$  などの多量化した水素化物に関しては考えなくてよい.



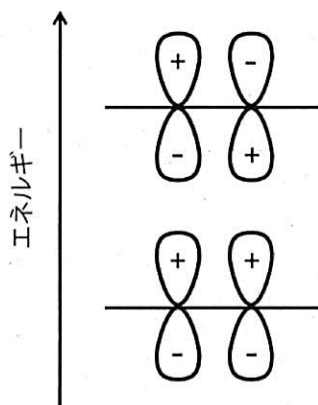
問題Ⅱ 次の問1～5に答えよ。

問1 第2周期の元素 Li, Be, B, C, N, O, F, Ne について考える。

- 1) 原子軌道を考えた時、基底状態において不対電子を持たない元素をすべて答えよ。
- 2) 1) で答えた元素について、1s 軌道, 2s 軌道, 2p 軌道における電子配置をスピンも考慮して描け。

問2 炭素-炭素結合のねじれ角を横軸に、エネルギーを縦軸にとったエネルギーダイアグラムを考えた際に、極大および極小に対応するブタンの配座異性体を、ニューマン投影図を使って全て描け。

問3 ブタジエン  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  にある4つの $\pi$ 結合性の分子軌道を、下のエチレンの例にならって描け。



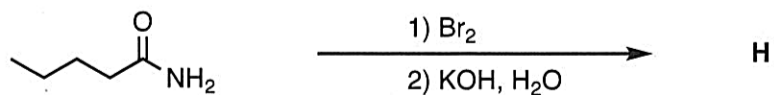
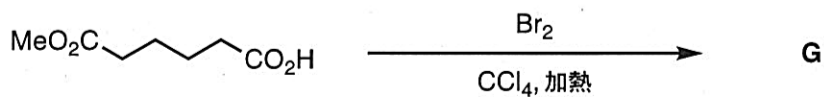
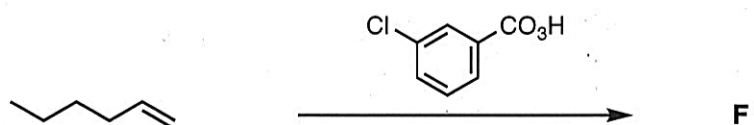
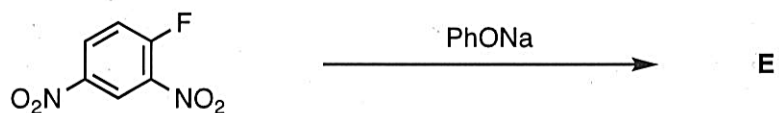
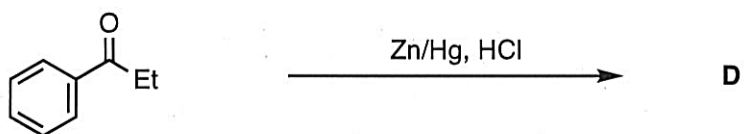
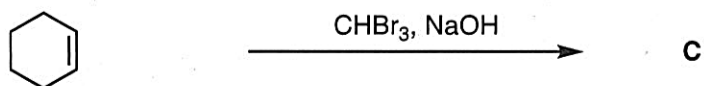
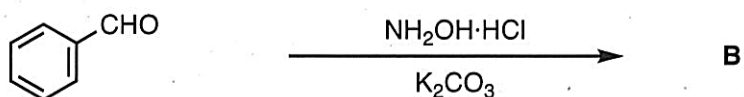
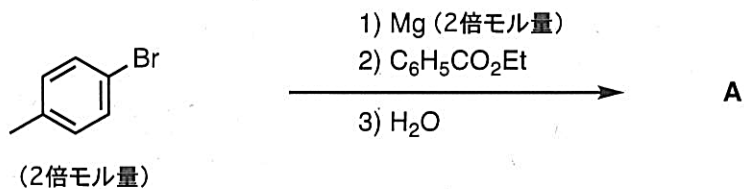
問4 ある群の要素  $A, B, C, X, Y$  がある。  $A$  と  $B$  にそれぞれ相似変換を施すと、いずれも  $C$  を与えた。すなわち、 $X^{-1}AX = Y^{-1}BY = C$  である。このとき、 $A$  と  $B$  は共役の関係にあることを示せ。

問5 回映操作( $S_n$ )は鏡映操作( $\sigma_h$ )と回転操作( $C_n$ )から構成されている。

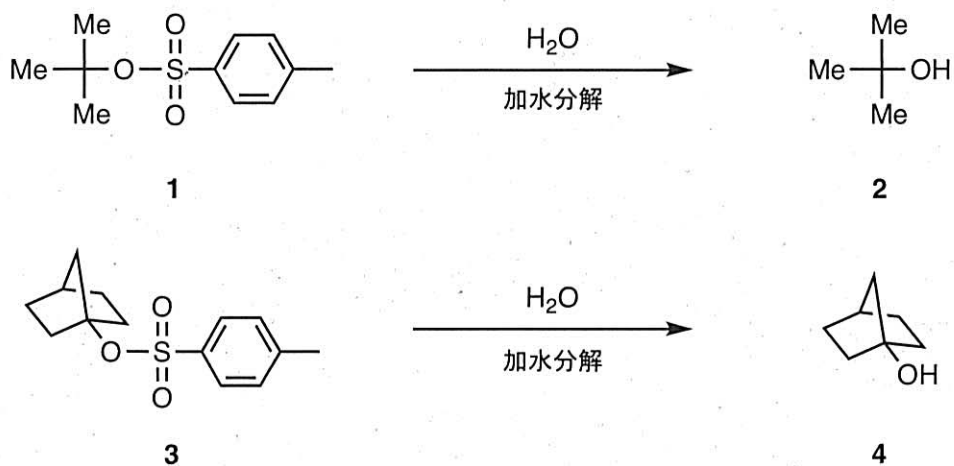
- 1) 三次元空間における鏡映操作( $\sigma_h$ )と回転操作( $C_n$ )の表現行列を示せ。ただし、 $xy$  平面を鏡映面、 $z$  軸を回転軸とすること。
- 2)  $\sigma_h$  と  $C_n$  は可換であることを、それぞれの表現行列を用いて示せ。

問題Ⅲ 次の問1～3に答えよ.

問1 次の反応の主生成物 **A**～**H** の構造式を示せ. 必要ならば, 立体化学が分かるように示せ.



- 問 2 スルホン酸エステル **1** を加水分解すると、第三級アルコール **2** が生成する。スルホン酸エステル **3** を加水分解すると、第三級アルコール **4** が生成する。スルホン酸エステル **3** の加水分解は、スルホン酸エステル **1** の加水分解に比べてはるかに遅い。この理由を簡潔に説明せよ。



- 問 3 環状エステル **5** に対して少量の酸と水を作用させたところ、分子式  $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}_5$  で表される中間体を経て、環状エステル **6** が生成した。環状エステル **6** の生成機構を、巻き矢印を用いて示せ。

