

金沢大学理工学域物質化学類

平成27年度編入学(3年次)学力検査問題

専 門 科 目 (2時間30分)

- ・ 問題紙は本文5ページであり、答案用紙は4枚である。
- ・ 答案は問題冊子の□内の番号ごとに1枚とし、解答する問題の番号を答案用紙の□内に記入しなさい。
- ・ なお、解答できない場合でも、□内に問題番号を記入して答案用紙を提出しなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専 門 科 目	物質化学類・化学コース

1

炭素の同素体であるグラファイト（黒鉛）とダイヤモンドについて、下の（1）～（6）の間に答えなさい。必要があれば以下の数値を用いなさい。

気体定数： $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ，炭素の原子量：12.01

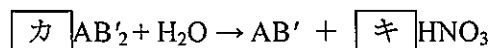
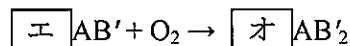
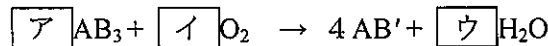
- （1）グラファイトとダイヤモンドで炭素原子間結合に使われている電子軌道の名称をそれぞれ答えなさい。また、グラファイトが電気伝導性を示し、ダイヤモンドが電気伝導性を示さない理由を説明しなさい。
- （2）グラファイトは柔らかくダイヤモンドは硬い。両者の硬度の違いについて、それぞれの結晶構造から理由を説明しなさい。
- （3） $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 1 bar ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)におけるグラファイト及びダイヤモンドの燃焼エンタルピーを、それぞれ $\Delta H(\text{graphite}) = -393.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 $\Delta H(\text{diamond}) = -395.3 \text{ kJ mol}^{-1}$ とし、標準エントロピーをそれぞれ $S^\circ(\text{graphite}) = 5.69 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $S^\circ(\text{diamond}) = 2.44 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とすると、同条件におけるグラファイトからダイヤモンドへの変態（相転移）のギブズの標準エネルギー変化 ΔG° を、計算過程を示して有効数字3桁で求めなさい。また、グラファイトとダイヤモンドでは、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 1 bar においてどちらが熱力学的に安定と言えるか、答えなさい。
- （4）グラファイトとダイヤモンドの様に、標準状態の熱力学的安定性に差があっても相転移のような反応が自発的に起こるとは限らない。その理由を説明しなさい。
- （5）圧力を上げるとグラファイトからダイヤモンドへの相転移が起る。 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ において、グラファイトからダイヤモンドが生成するために必要な最低圧力を、計算過程を示して有効数字2桁で求めなさい。このとき、グラファイトとダイヤモンドの二つの相が平衡状態にある。反応は可逆過程、仕事は膨張のみとし、 $\Delta V = -1.89 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。
- （6） $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 1 bar において、グラファイトと水素ガスを反応させてエチレンを生成する反応の内部エネルギー変化を、 $\Delta U = 54.9 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。水素ガスの燃焼エンタルピーが、 $\Delta H(\text{H}_2) = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ である場合、エチレンの標準生成エンタルピー $-\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_4)$ と、燃焼エンタルピー $-\Delta H(\text{C}_2\text{H}_4)$ を、計算過程を示して有効数字3桁で求めなさい。

2

常温・常圧で安定な A_xB_y で表される化合物について、下の (1) ~ (8) の問いに答えなさい。なお、この化合物の A または B は、異なる原子または原子団を表し、次の(a)群は、その原子、原子団の例を化学式で示した。また、 A_xB_y の A と B の順番は通常の化学式とは必ずしも一致しない場合がある。(例 $AB_2 = ONa_2$ など)

(a)群 H, C, N, O, Cl, Br, Li, Mg, K, Ca, Cr, Fe, Cu, Zn, Pt, Pb, CH_3 , NO_3 , SO_4

- (1) (a)群の原子または原子団を含んで A_2B_3 型 ($x=2, y=3$) の化合物について、その化学式を名称とともに 2つ 答えなさい。
- (2) (a)群の原子 (原子団は含まない) による AB 型 ($x=1, y=1$) の二元化合物で、Br 原子を含んだイオン結晶をつくるものを化学式と名称で 3つ 答えなさい。そのうち二元素間の電気陰性度の差が最も大きい化合物に丸印を付しなさい。
- (3) (a)群の原子または原子団による AB_2 型 ($x=1, y=2$) の分子 (三原子とは限らない) の A が酸素 (O) の場合、 H_2O よりも分子量が大きい沸点が低い分子の化学式と名称を 1つ 答えなさい。また、その理由も併せて答えなさい。
- (4) (a)群にある原子による AB_2 型 ($x=1, y=2$) の三原子分子で、直線分子の例を化学式と名称で 2つ 答えなさい。
- (5) (a)群の原子 (原子団は含まない) による二元化合物 A_xB_y で三重結合を有する化合物を三重結合の部分が分かるように構造式で 3つ 答えなさい。
- (6) $[AB_4]^{2-}$ で表される平面四角形構造を持つ錯イオンを 1つ 答えなさい。
- (7) 次の硝酸合成のための一連の化学反応式について、当てはまる A, B, B' を(a)群から選んで答えなさい。ただし、 $B \neq B'$ である。また次の ア から キ に当てはまる数字を答えなさい。



- (8) (7) に示した 3 つの反応を 1 つにまとめた全反応式を示しなさい。

3

次の(1)～(3)の問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示しなさい。

- (1) 酸化体 Ox と還元体 Red の間の半反応の電極電位 (E) は、それぞれの活量 a_{Ox} と a_{Red} を用いて次式で表すことができる。

$$E = E^\circ - \frac{0.059}{n} \log \frac{a_{\text{Red}}}{a_{\text{Ox}}} \quad (25^\circ\text{C})$$

ここで、 E° は半反応の標準電極電位であり、 n は反応電子数である。Ce⁴⁺溶液を用いて Fe²⁺溶液の滴定を行うとき、下の1)～3)の問いに答えなさい。ただし、活量係数は1とみなし、 E° は次の値を用いること。



- 1) 滴定中に生じる酸化還元反応の平衡定数 K を計算しなさい。
- 2) 当量点における電位を計算しなさい。
- 3) 適切な酸化還元指示薬を添加することで滴定の終点を明瞭に確認することができる。酸化還元指示薬として必要な条件を説明しなさい。

- (2) 溶媒抽出に関する次の1)～3)の問いに答えなさい。

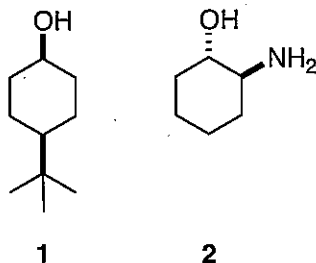
- 1) 分配比と分配定数について、違いが分かるように説明しなさい。
- 2) 物質 X が水相と有機相の間で分配されるとき、X の抽出率 (% E) と分配比 (D) の関係式を求めなさい。ただし、水相と有機相の体積は、それぞれ V , V_{org} とする。
- 3) フェノールのような弱酸 (HA) が水相から有機相に抽出されるとき、分配比 D と水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ の関係式を求めなさい。ただし、抽出化学種は HA のみとし、HA の分配定数を $K_{\text{D,HA}}$ 、酸解離定数を $K_{\text{a,HA}}$ とする。

- (3) 次の1) および2)の問いに答えなさい。ただし、必要なら、原子量として O: 16.00, F: 19.00, Na: 22.99, S: 32.07, Ca: 40.08, Ba: 137.33 を用いなさい。

- 1) 0.284 g の Na₂SO₄ を水 0.100 dm³ に完全に溶解させた水溶液のイオン強度を計算しなさい。
- 2) 0.010 mol dm⁻³ の Ca²⁺ と Ba²⁺ が共存する溶液から、いずれか一方の溶存濃度が 1.0×10^{-5} mol dm⁻³ 以下となるようにフッ化物塩として沈殿分離するとき、この条件を満たす F⁻ の濃度範囲を計算しなさい。ただし、CaF₂ と BaF₂ の溶解度積をそれぞれ 3.2×10^{-11} mol³ dm⁻⁹ および 1.5×10^{-6} mol³ dm⁻⁹ とし、答えは数学記号 ($\sqrt{\quad}$) を用いて表してもよい。

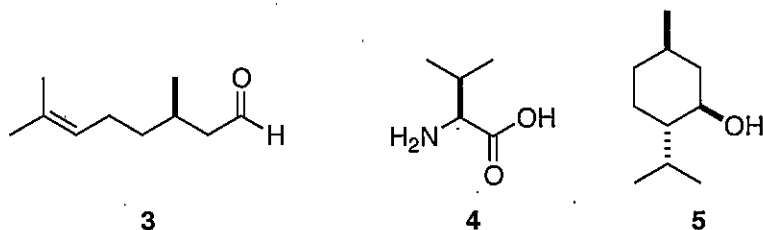
4 次の(1)～(5)の問いに答えなさい。

(1) 次の化合物 **1, 2** について、下の1)～2)の問いに答えなさい。

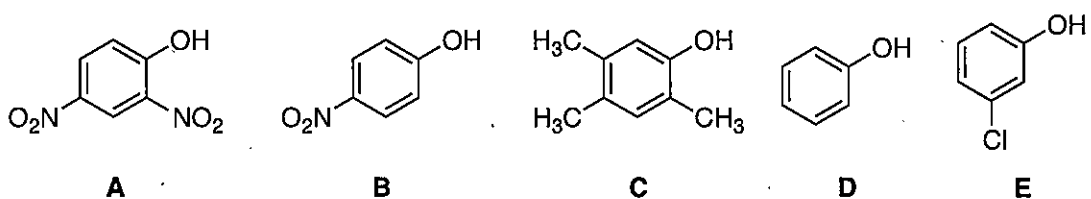


- 1) 化合物 **1, 2** について IUPAC 名をそれぞれ答えなさい。なお、不斉炭素の立体化学を示す必要はない。
- 2) 化合物 **1, 2** についてアキシアル、エクソトリアルが分かるように最も安定な立体配座を示しなさい。

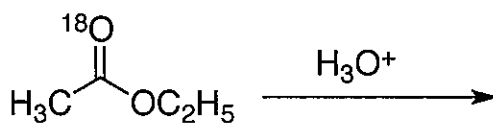
(2) 次の化合物 **3, 4, 5** にある全ての不斉炭素の絶対立体配置を *R* または *S* で示しなさい。また、化合物 **5** の鏡像異性体及びジアステレオマーを全て示しなさい。



(3) 次に示すフェノール類 **A～E** について、 pK_a 値の小さいものから順に不等号 (<) を用いて並べなさい。また、理由も説明しなさい。



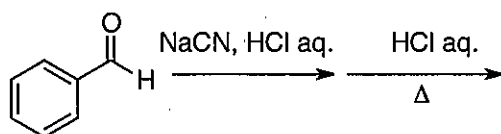
(4) 下に示した酸素の同位体 ^{18}O で標識した酢酸エチルの酸性条件下における加水分解について、反応機構を段階的に示し、生成物の構造式も答えなさい。



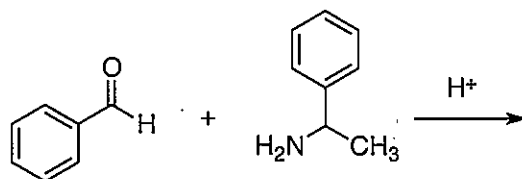
(次ページにつづく)

(5) 以下の1)～5)の反応において、主として生成する有機化合物の構造式を示しなさい。

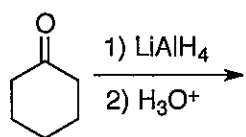
1)



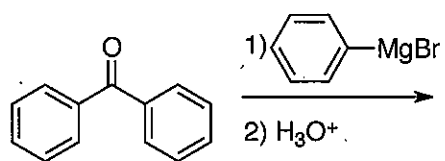
2)



3)



4)



5)

