

令和4年度

金沢大学理工学域編入学試験

物質化学類 化学コース

専門科目 化学

(注 意)

1. 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
2. 問題紙は本文6ページであり、答案用紙は4枚、下書き用紙は1枚である。
3. 問題I～IVごとに答案用紙1枚に記入することとし、解答する問題番号を答案用紙の指定欄に記入すること。下書き用紙への記入は答案として認めない。
4. 答案用紙のスペースが足りない場合、その旨を表面に明記し、裏面を使用すること。裏面の上部は表面と同様に10cm程度空けること。
5. 白紙の答案用紙も受験番号等を記入して提出すること。
6. 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

問題用紙

学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (1/6)

I. 次の文章を読んで、下の問1～問5に答えなさい。

現在、多数の元素が確認されているが、天然に存在する元素は約 **ア** 種類である。太陽系を構成する元素は **イ** が最も多く、次に多い **ウ** を合わせると質量比として全体の 99% を占める。地球の地殻および表面付近では太陽系の元素の割合とは異なり、最も多い元素が **エ** であり、次に多いのは **オ** となっている。

元素を原子番号の小さい順に並べると、その性質が周期的に変化していることが分かる。例えば、原子から1個の電子を取り除くために必要なエネルギーを **カ** と呼び、このエネルギーを原子番号順に表すと、最初の20番までは8個ごとに極大値を示す。このような周期性は、電子を1個付加したときに放出されるエネルギーである **キ** や、化学結合において原子が電子を引き付ける能力を表す **ク** などにも見られる。

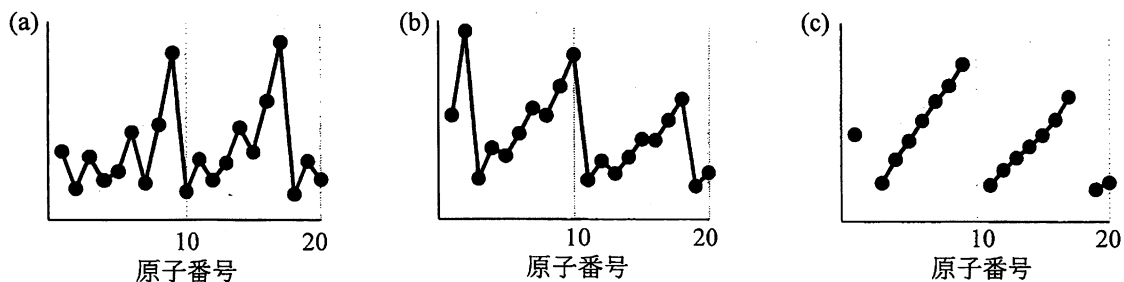
問1. **ア**～**ク**に入る適切な数字や語句を答えなさい。

問2. 元素 **ウ** は他の元素と化合物を形成しないため、19世紀末までその存在が確認されていなかった。この元素の発見に至った実験方法を、簡潔に説明しなさい。

問3. 元素 **エ** に関して、次の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) この元素の二原子分子は二重結合を形成する。分子の構造を電子式で示しなさい。
- (2) 電子式から予想される分子の性質は、実際の分子の性質を表していない。予想される性質と実際の性質の違いについて「磁性」というキーワードを用いて説明しなさい。

問4. 次の図(a)～(c)は、**カ**、**キ** または **ク** の周期性のいずれかを表している。各性質に対応する図を選び、それぞれ記号で答えなさい。



問5. 周期表における同周期内の遷移元素の **カ** は、同程度の値を示す。その理由を簡潔に説明しなさい。

問題用紙

学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (2/6)

II. 次の問1～問5に答えなさい。

問1. 17族元素を含む二原子分子について、次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) ハロゲン化水素 HF, HCl, HBr, HI の結合エネルギーは、 $H-F > H-Cl > H-Br > H-I$ の順に小さくなる。この理由を説明しなさい。
- (2) ハロゲン分子 Cl_2 , Br_2 , I_2 の結合エネルギーは、 $Cl-Cl > Br-Br > I-I$ の順に小さくなる。しかし、 F_2 の結合エネルギーは、 Cl_2 よりも小さい。この理由を説明しなさい。
- (3) F_2 および Cl_2 の H_2O との反応の化学反応式を、それぞれ書きなさい。

問2. 次の塩(a)～(e)は、正塩、酸性塩、塩基性塩のいずれであるか答えなさい。また、塩(a)～(e)の水溶液は、酸性、中性、塩基性のいずれを示すか答えなさい。

(a) NaCl (b) MgCl(OH) (c) NH_4Cl (d) $NaHSO_3$ (e) $CuSO_4$

問3. H_2SO_4 , H_4SiO_4 , $HClO_4$, H_3PO_4 のブレンステッド酸としての相対的な強さを、不等号を用いて示しなさい。また、その理由を説明しなさい。

問4. Al^{3+} を含む無色透明の水溶液について、次の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) この水溶液に、アンモニア水溶液を少しずつ加え続けた場合に起こる変化の様子を、化学反応式を用いて説明しなさい。
- (2) この水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え続けた場合に起こる変化の様子を、化学反応式を用いて説明しなさい。

問5. ニッケル錯体 $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[NiCl_4]^{2-}$, $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ について、次の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) それぞれの錯体の構造を、立体構造がわかるように書きなさい。
- (2) それぞれの錯体について、d軌道の分裂を表すエネルギー準位図を描き、電子配置を矢印(\uparrow , \downarrow)を用いて示しなさい。

問題用紙

学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (3 / 6)

III. 次の問1および問2に答えなさい。計算問題では計算過程も示すこと。活量係数は1, 水のイオン積 $K_w = 10^{-14.00} (\text{mol/L})^2$ とする。

問1. 水溶液中での酸塩基平衡について, 次の(1)~(3)の問いに答えなさい。

(1) 0.20 mol/L の一価の弱酸 HA 水溶液を 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するとき, 次の条件(a)~(c)における pH をそれぞれ計算しなさい。ただし, HA の酸解離定数は $K_{a,HA} = 10^{-4.62} \text{ mol/L}$ とする。必要なら $\log 2 = 0.30$ を用いなさい。

- (a) 滴定前の HA 水溶液
- (b) 半当量点
- (c) 当量点

(2) 酸塩基指示薬 HIn は水溶液中で次のような解離平衡を生じ, 酸性側と塩基性側で異なる色を呈する。



水溶液は, 一方の化学種の濃度が他方の 10 倍以上になる条件において高濃度の化学種の色を呈すると仮定するとき, HIn の変色域の pH 範囲を酸解離定数 $K_{a,HIn}$ を用いて表しなさい。

(3) 問い(1)の滴定実験に用いる酸塩基指示薬として最も適切なものを次の (ア) ~ (エ) から選び, 理由を答えなさい。ただし, () 内の数値は指示薬の変色域に関連する解離平衡の $pK_{a,HIn}$ である。

- (ア) Bromocresol Green (4.7) (イ) Bromocresol Purple (6.1)
- (ウ) Thymol Blue (9.0) (エ) Alizarin Yellow R (11.1)

(次ページに続く)

問題用紙

学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (4 / 6)

問2. 水相と有機相間の分配平衡について、次の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) 非電解質の溶質 S (分配比 $D=20$) を 1.00 g 含む 20 mL の水相から 10 mL の有機相に抽出するとき、平衡状態で有機相に分配する S の量 [g] を求めなさい。
- (2) ヨウ素分子 I_2 は水にほとんど溶解しないが、ヨウ化カリウム水溶液中では三ヨウ化物イオン I_3^- を生成するため、よく溶解し、次の平衡が成り立っている。



ヨウ化カリウム共存下の水溶液から有機相に I_2 を抽出するとき、次の(a)~(d)の問いに答えなさい。ただし、有機相への抽出化学種は I_2 のみと考えてよい。

- (a) 水溶液中の I_3^- の生成反応において、ルイス酸として作用する化学種を答えなさい。
- (b) 分配比 D を化学種の濃度を用いた式で表しなさい。ただし、水相および有機相における化学種 X の濃度 [mol/L] は、それぞれ $[X]_w$, $[X]_o$ で表記すること。
- (c) 分配比 D を水相中のヨウ化物イオン濃度 $[I^-]_w$ の関数として表しなさい。ただし、 I_2 の分配定数を K_D 、水相中の I_3^- 生成に関する生成定数を K_f とする。
- (d) 水溶液中のヨウ化カリウム濃度が増加すると、分配比 D はどのように変化するか説明しなさい。

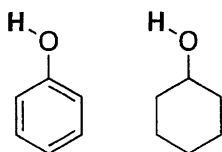
問題用紙

学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (5 / 6)

IV. 次の問1～問5に答えなさい。

問1. 次の(1)～(3)に示す化合物群において、太字の水素原子 (H) の pK_a が高い順番に、不等号を用いてそれぞれ並べなさい。また、理由も説明しなさい。

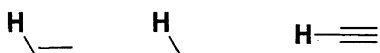
(1)



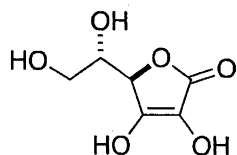
(2)



(3)

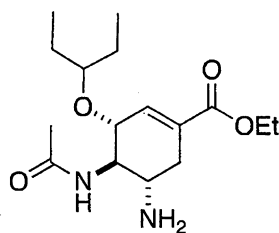


問2. アスコルビン酸に含まれる水素原子の一つは pK_a が 4.3 である。したがって、アスコルビン酸はカルボキシ基のような酸性官能基を持たないにも関わらず、酢酸よりも酸性が強い。どの水素原子が最も低い pK_a を示すか明示し、図を用いてその理由を説明しなさい。



アスコルビン酸

問3. オセルタミビルはインフルエンザの治療薬として使用されている。この化合物について、下の(1)～(3)の問いに答えなさい。



オセルタミビル

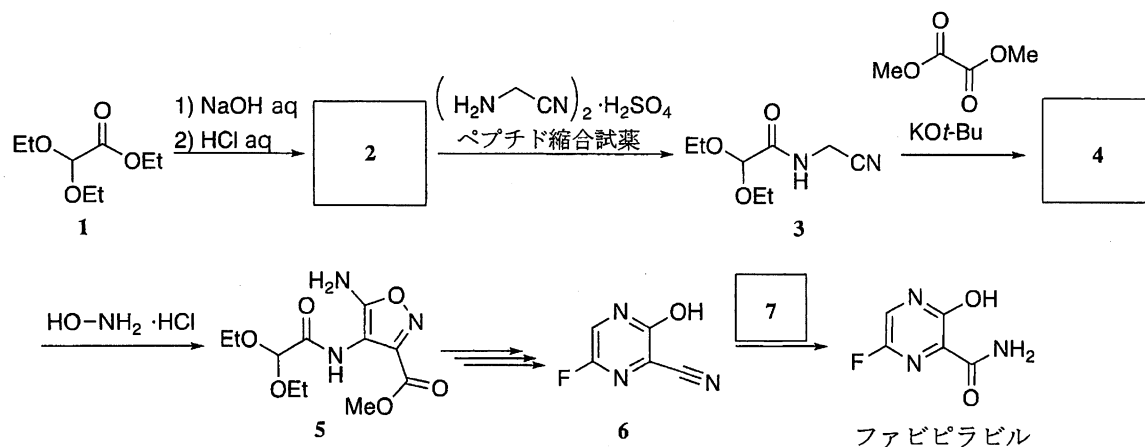
- (1) オセルタミビルにある全ての立体中心を R または S で示しなさい。
- (2) オセルタミビルのエナンチオマーを図示しなさい。
- (3) すべての立体中心を考慮すると、オセルタミビルには最大いくつの立体異性体が存在できるか答えなさい。

(次ページに続く)

問題用紙

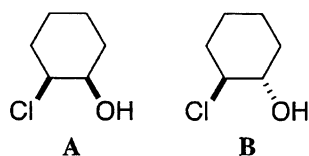
学類名	物質化学類 (化学コース) (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 化学	P. (6 / 6)

問4. 次の式は, RNA 依存性 RNA ポリメラーゼ阻害薬として知られているファビピラビルの合成経路の一つである。下の(1)~(3)の問いに答えなさい。



- 化合物 1 から化合物 2 への反応において, 主として得られる有機化合物の構造式を示しなさい。また, 反応機構を電子の移動を表す矢印を用いて示しなさい。
- 化合物 3 から化合物 4 への反応において, 主として得られる有機化合物の構造式を示しなさい。
- 化合物 6 からファビピラビルへの反応において, 必要な反応試薬 7 を一つ提案しなさい。

問5. 次の化合物 A, B について, 下の(1)および(2)の問いに答えなさい。



- 化合物 A, B について, それぞれ最も安定な立体配座をアキシアル, エクアトリアルがわかるように書きなさい。
- 化合物 A, B を使い, 次の二つの反応を行った。これらの反応の主生成物 C, D をそれぞれ, 立体構造が明確にわかるように書きなさい。

