

平成29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

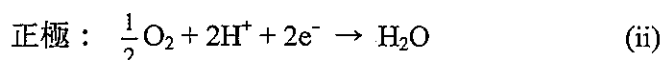
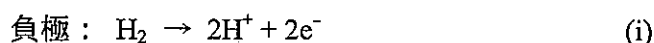
専 門 科 目
(2時間30分)

- ・ 問題紙は本文6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。

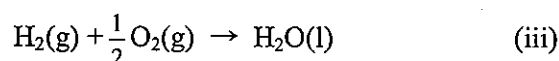
金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専 門 科 目	物質化学類・化学コース

1 次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

(1) 水素-酸素燃料電池において、負極と正極では次の反応が起こる。



電池全体としては、式(iii)の反応が進行する。



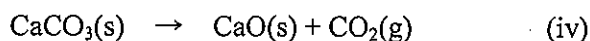
ここで、(g)と(l)はそれぞれ気体状態と液体状態を表す。また、下の表は $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成エンタルピーと標準エントロピーを示す。次の1)～4)の問いに答えなさい。ただし、標準状態での圧力は 10^5 Pa 、温度は $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ とする。また、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。

物質	標準生成エンタルピー ΔH_f° (kJ mol^{-1})	標準エントロピー S° ($\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)
$\text{H}_2(\text{g})$	0	131
$\text{O}_2(\text{g})$	0	205
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286	70

- 1) 式(iii)の反応において、標準エンタルピー変化 ΔH° は何 kJ mol^{-1} となるか、計算過程を示して答えなさい。
- 2) 式(iii)の反応において、標準エントロピー変化 ΔS° は何 $\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ となるか、計算過程を示して答えなさい。
- 3) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成ギブズエネルギー ΔG_f° は何 kJ mol^{-1} となるか、計算過程を示して答えなさい。
- 4) 標準状態で式(iii)の反応のギブズエネルギー変化を電気エネルギーとして取り出したとき、起電力は何 V となるか、計算過程を示して答えなさい。

・(次ページにつづく)

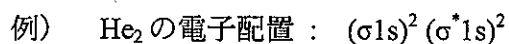
(2) 炭酸カルシウムの熱分解反応は次の式(iv)で表される。



ここで、(s)と(g)はそれぞれ固体状態と気体状態を表す。この反応の標準反応エンタルピーは 178 kJ mol^{-1} 、標準反応エントロピーは $161 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ である。式(iv)の分解反応が自発的に起こる最低の温度は何 K か、計算過程を示して答えなさい。

(3) 二原子分子について、次の 1)~3)の問いに答えなさい。

1) Li_2 および Be_2 について、基底状態の電子配置を例にならって答えなさい。



2) 二原子分子の結合次数は、 $b = \frac{1}{2}(n - n^*)$ で表される。ここで、 n は結合性軌道の電子数、 n^* は反結合性軌道の電子数を表す。 Li_2 および Be_2 について、結合次数 b を答えなさい。

3) 2) で得られた結合次数をもとに、 Li_2 および Be_2 が安定に存在するか答えなさい。

(4) 1,2-ジクロロエチレンにおいて、シス体およびトランス体ではどちらの沸点が高いか答えなさい。また、その理由を説明しなさい。

2

次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

(1) 次の1)および2)の問いに答えなさい。

- 1) ケイ素の単体の結晶構造について、混成軌道の考え方をを用い、図示して説明しなさい。
- 2) BeCl_2 , BF_3 , CO_2 および H_2S について分子の形を、次の(a)～(d)から選び、その形をとる理由を説明しなさい。
(a) 直線型, (b) 折れ線型, (c) 三角形型, (d) 三角錐型

(2) 窒素分子は酸素分子に比べ、結合エネルギーが大きい(結合エネルギー; N_2 : 943 kJ mol^{-1} , O_2 : 498 kJ mol^{-1})。その理由を、窒素分子および酸素分子のルイス構造式を示して答えなさい。

(3) 次の1)および2)の問いに答えなさい。

- 1) 金属結合の特徴、および金属結合に起因する金属の性質を列挙しなさい。
- 2) アルカリ土類金属に比べ、同一周期の遷移金属の融点は高い。その理由を金属結合の観点から述べなさい。

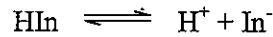
(4) ランタノイドとは ^{57}La から ^{71}Lu の元素の総称である。また、原子軌道はエネルギー準位の低い順に、(1s) (2s) (2p) (3s) (3p) (4s) (3d) (4p) (5s) (4d) (5p) (6s) (4f) (5d)・・・と表される。これを参考に、次の1)～3)の問いに答えなさい。

- 1) ランタノイドの電子配置の特徴を説明しなさい。
- 2) ランタノイドでは原子番号が増えるほど原子半径が小さくなる。その理由を説明しなさい。
- 3) ランタノイドでは化学的特徴が類似する。その理由を説明しなさい。

3

次の(1)および(2)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。また、活量係数は1と仮定し、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする。

- (1) 酸塩基滴定で使用する酸塩基指示薬 HIn は、それ自身も酸または塩基であり、酸解離平衡は次式で表される。次の 1)~3)の問いに答えなさい。



- 1) 酸塩基指示薬として用いる上で必要な性質について説明しなさい。
- 2) 塩基型のみが呈色する酸塩基指示薬を水溶液に $3.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ 加えて滴定を行うとき、水溶液が色を呈する pH を計算しなさい。ただし、酸塩基指示薬の酸解離定数を $K_{\text{In}} = 2.0 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$ とし、呈色は塩基型の濃度 $[\text{In}^-] = 5.0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ 以上の条件で確認できるものとする。
- 3) 次の滴定 (a) ~ (c) において、2)の酸塩基指示薬の使用が可能な場合は○、不適切な場合は×を付し、それぞれ理由を説明しなさい。
 - (a) 0.10 mol L^{-1} 塩酸による 0.10 mol L^{-1} 水酸化ナトリウム水溶液の滴定。
 - (b) 0.10 mol L^{-1} 塩酸による 0.10 mol L^{-1} 弱塩基 B の滴定。ただし、B の共役酸 BH^+ の酸解離定数を $K_{\text{BH}} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ とする。
 - (c) 0.10 mol L^{-1} 水酸化ナトリウム水溶液による 0.10 mol L^{-1} 弱酸 HA の滴定。ただし、弱酸 HA の酸解離定数を $K_{\text{HA}} = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ とする。

- (2) 硫化水素 H_2S ガスは水によく溶け、多くの金属イオンと難溶性の硫化物塩を生成する。 H_2S の反応について、下の 1)~4)の問いに答えなさい。ただし、 H_2S は水中で段階的に解離し、酸解離定数を $K_1 = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ 、 $K_2 = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol L}^{-1}$ とする。また、 H_2S の溶解度は 0.10 mol L^{-1} とする。

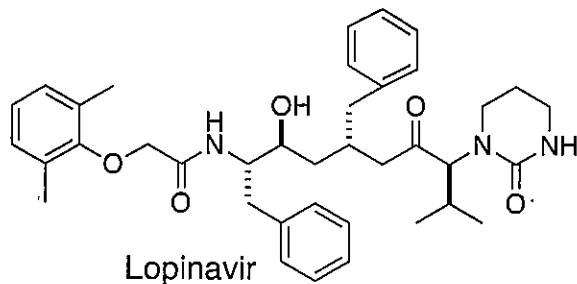
- 1) 硫化鉄 FeS に酸を加えて H_2S ガスを発生させるとき、希硫酸、希塩酸、希硝酸の中で使用する酸として不適切なものを全て選び、理由を説明しなさい。
- 2) 純水に H_2S ガスを通じて調製した H_2S 飽和水溶液の pH を計算しなさい。
- 3) 0.50 mol L^{-1} の塩酸を H_2S で飽和させたとき、 H_2S 飽和水溶液中の硫化物イオン濃度を計算しなさい。
- 4) Fe^{2+} と Ni^{2+} がそれぞれ $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ 含まれる水溶液に H_2S ガスを通じて飽和させ、硫化物塩を沈殿させるとき、Ni 塩のみが沈殿する pH の範囲を計算しなさい。ただし、 Fe^{2+} と Ni^{2+} の各硫化物塩の溶解度積は、それぞれ $1.0 \times 10^{-17} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ 、 $1.0 \times 10^{-21} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする。

問

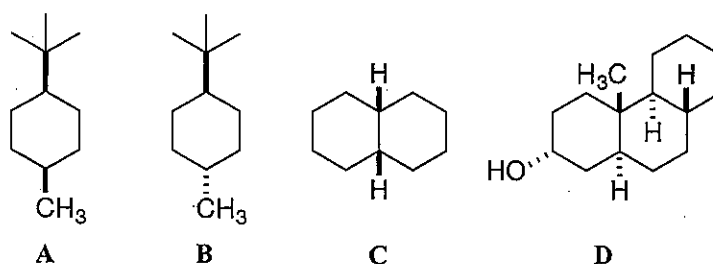
4

次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

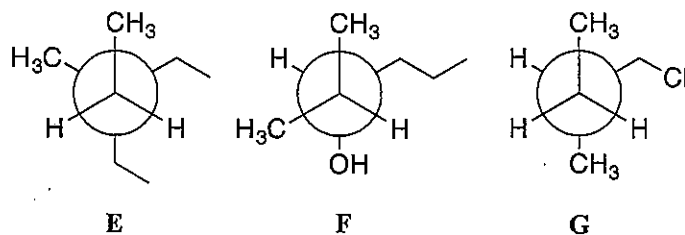
- (1) ロピナビル(Lopinavir)はプロテアーゼ阻害薬と呼ばれる薬の一種である。この化合物について、次の1)～5)の問いに答えなさい。



- 1) ロピナビルにある全ての立体中心を示し、それぞれの立体中心を *R* または *S* で示しなさい。
 - 2) ロピナビルのエナンチオマーを示しなさい。
 - 3) 全ての立体中心を考慮すると、ロピナ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。
 - 4) ロピナビルのジアステレオマーを二つ示しなさい。
 - 5) NaH は H が塩基として機能する。ロピナビルを過剰の NaH で処理した場合、脱プロトン化される場所を全て示しなさい。また、生成物の構造を示しなさい。水素分子 (H-H) の pK_a は 36 とする。
- (2) 次の環状化合物 A～D について、アキシアル、エクアトリアルがわかるように最も安定な立体配座を書きなさい。



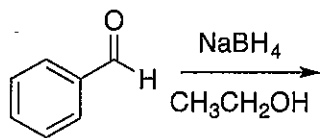
- (3) 次の化合物 E～G について、IUPAC 名をそれぞれ答えなさい。



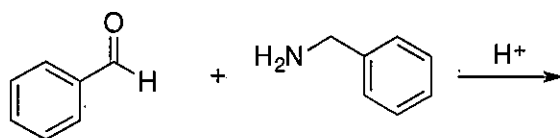
(次ページにつづく)

(4) 次の 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。

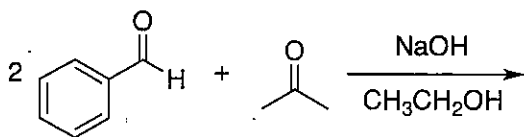
1)



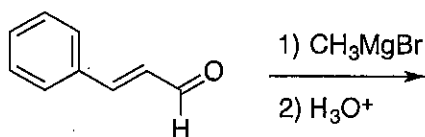
2)



3)



4)



5)

