

平成 31 年度入試【編入学一般入試】問題

化 学

(総合理工学部 物質科学科 化学系)

注 意

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはならない。
- 2 問題紙 3 ページ, 解答用紙 3 枚である。
指示があってから確認し, 解答用紙の所定の欄に受験番号を記入すること。
- 3 解答はすべて解答用紙の所定のところに記入すること。
- 4 解答用紙は持ち帰ってはいけない。
- 5 問題紙は持ち帰ること。

化 学 I

問 1 次の文を読み、問いに答えよ。原子量は、 $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。

(a) 質量パーセント濃度が 5.00% の酢酸水溶液 (食酢) 10.0 mL を、水で希釈し、正確に 100 mL とした。 さらに、(b) この希釈した溶液から、10.0 mL をとり、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で、中和滴定を行った。

- (1) 下線部(a)で、食酢の希釈溶液 100 mL には、何 mol の酢酸が存在するか、有効数字 3 桁で答えよ。なお、食酢の密度は、 1.00 g/cm^3 として計算せよ。
- (2) 下線部(b)で、中和には、何 mL の水酸化ナトリウム水溶液が必要か、有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) 下線部(b)で、中和点 (当量点) を確認するのに適当と考えられる指示薬を一つ書け。また、その理由も説明せよ。

問 2 次の問いに答えよ

- (1) 図 1 に、酸素分子 (O_2) について、分子軌道の電子配置を示す。酸素分子 (O_2) の酸素間の結合の結合次数はいくらか、答えよ。
- (2) 窒素分子 (N_2) の窒素間の結合の結合次数はいくらか、理由を付して答えよ。
- (3) 過酸化イオン (O_2^{2-}) と超酸化イオン (O_2^-) では、酸素間の結合の距離が長いのはどちらか、また、常磁性であるのはどちらか、それぞれ理由を付して答えよ。

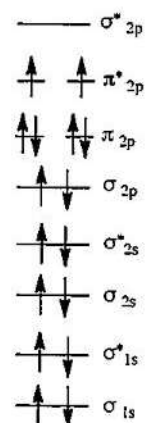


図 1. 酸素分子 (O_2) の電子配置

化学 II

問1 図1は温度一定(T)で理想気体を密閉した、体積可変の容器の図で、図2には、理想気体の体積と圧力の関係を示している。これらの図について問いに答えよ。

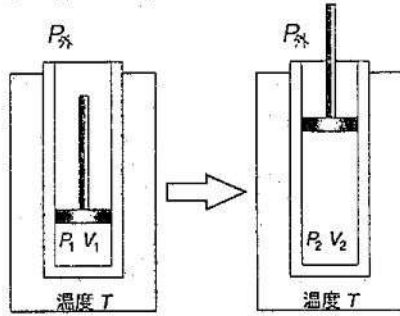


図1. 容器

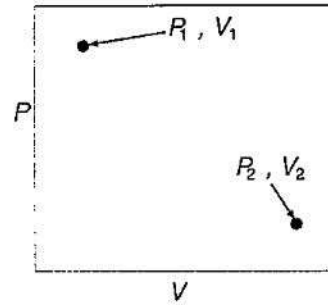


図2. 容器内の理想気体の体積と圧力

- (1) 外の圧力が P_1 から瞬間的に P_2 に減少し、その後 P_2 を保ったまま、体積が V_1 から V_2 へ変わる。このとき系が行う仕事($-W$)を表す式を導け。
- (2) 温度 T 一定下で、外圧を系の圧力より常に無限小だけ小さく保ち、 P_1 から P_2 まで可逆的に変化させ、体積を V_1 から V_2 まで膨張させた。このとき、この系が可逆的に行う仕事($-W$)を表す式を導け。導出過程も説明せよ。
- (3) (1)の仕事と(2)の仕事比べて、どちらの仕事が大きいか、解答欄の図を用いて説明せよ。

問2 表1は、化合物Aの反応による濃度変化をまとめたものである。反応1では、化合物Aの水溶液に光を照射し、反応2では、化合物Aの水溶液に触媒Bを加えた。これらの結果について以下の問いに答えよ。

表1. 化合物Aの濃度の時間変化

時間(分)	濃度 (mmol/L)	
	反応1	反応2
0	10.01	9.99
2	5.01	8.01
4	2.51	6.01
6	1.26	4.00
8	0.63	1.98
10	0.32	0
12	0.17	0
14	0.09	0
16	0.05	0

- (1) これら2つの反応の特徴を各々説明せよ。必要ならば解答用紙の方眼野を用いよ。
- (2) 反応1で、反応開始時の化合物Aの濃度を8 mmol/Lとした時に、化合物Aの濃度が0.1 mmol/Lになるまでの時間を推定せよ。また、そのように推定した理由も説明せよ。必要ならば解答用紙の方眼野を用いよ。

化 学 III

問 1 次の問いに答えよ。

- (1) 次の化学種 (a) ~ (c) の炭素原子について、その混成軌道を sp , sp^2 , sp^3 に分類せよ。
(a) シクロヘキサン (b) 二酸化炭素 (c) $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$ (下線部の炭素)
- (2) トルエン ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$) に対して、次の試薬 (a) ~ (c) を反応させた時の主生成物を、それぞれ構造式で示せ。
(a) KMnO_4 (b) $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ (c) Br_2 , 光照射
- (3) *p*-ニトロフェノールと *p*-メトキシフェノールとではどちらがより強い酸か、理由とともに答えよ。

問 2 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ の分子式で表される化合物について、次の問いに答えよ。

- (1) 最も沸点が低い $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ を、その化合物名で答えよ。また、その沸点が最も低い理由を述べよ。
- (2) $\text{CrO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ との反応によりカルボン酸を与える $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ を、その化合物名で答えよ。
- (3) あるケトンから一段階で合成される $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ について、そのケトンからの合成法を、具体的な試薬を示して反応式で書け。有機化合物は構造式で示すこと。

問 3 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ の分子式で表される化合物について、次の問いに答えよ。

- (1) 4 つの構造異性体を、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応の速いものから順に構造式で示せ。また、その順序になる理由を述べよ。
- (2) 鏡像異性体が存在する $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ と KCN との反応について、電子の動きを矢印で示して反応機構を書け。出発物と生成物の立体配置が分かるように示すこと。