

平成 28 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 次の問いに答えよ。

- (1) 3p 原子軌道の方位量子数の値, 磁気量子数の取りうる値をそれぞれ答えよ。また, 3p 原子軌道には最大何個の電子が入りうるか答えよ。
- (2) 4d, 4f, 5d, 6s 軌道を, 一般の多電子原子においてエネルギーの低い順に並べよ。
- (3) 原子の電子親和力とはどのようなエネルギーであるか説明せよ。また,  ${}^9\text{F}$  と  ${}_{10}\text{Ne}$  では, どちらの電子親和力が大きいと考えられるか, 理由とともに答えよ。

問2 次の文の①~⑫にあてはまる適当な数値または式をそれぞれ答えよ。

内部エネルギー変化  $DU$  は, 外界から受け取った熱量を  $q$ , 外界から受けた仕事を  $w$  として,  $DU = \text{①}$  と表される。また, エンタルピー  $H$  は, 内部エネルギーを  $U$ , 圧力を  $P$ , 体積を  $V$  として,  $H = \text{②}$  と表される。一方, 定圧熱容量  $C_p$  および定積 (定容) 熱容量  $C_v$  の定義式は, それぞれ  $C_p = \text{③}$ ,  $C_v = \text{④}$  と表される。

$U$  を温度  $T$  と  $V$  の関数とみなすと,  $dU = \text{⑤}$  と表されるが, 理想気体では  $(dU/dV)_T = \text{⑥}$  とすることができ, さらに  $C_v = \text{④}$  の関係式を代入して, 最終的に  $dU = \text{⑦}$  の関係式が得られる。

断熱膨張過程では,  $q = \text{⑧}$  であり,  $w$  は体積変化  $DV$  に比例するので, 1 mol の理想気体では,  $DU = \text{①}$  の式は,  $R$  を気体定数として,  $DU = \text{⑨}$  と表される。したがって,  $dU = \text{⑦}$  の式と  $DU = \text{⑨}$  の式より,  $-R(dV/V) = \text{⑩}$  の関係式が得られる。

また, 1 mol の理想気体では  $C_p - C_v = R$  であるので,  $g = C_p/C_v$  とおけば,  $-R(dV/V) = \text{⑩}$  の式は,  $g$  を用いて  $dV/V = \text{⑪}$  と表される。さらに, 初状態  $(P_1, V_1, T_1)$  から終状態  $(P_2, V_2, T_2)$  まで断熱膨張過程が進行するとし, この過程において  $g$  は一定であるとして,  $dV/V = \text{⑪}$  の式を積分して,  $\ln(V_1/V_2) = \text{⑫}$ , すなわち  $T_1/T_2 = (V_2/V_1)^{g-1}$  の関係式が得られる。

## — 化学 II

問1 次の酸・塩基に関する定義を説明せよ。

- (1) アレニウスの定義
- (2) ブレンステッド・ローリーの定義
- (3) ルイスの定義

問2 次の水溶液の pH を計算せよ。ただし、水のイオン積  $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$  (25 °C) とし、酢酸の  $pK_a = 4.75$ 、アンモニウムイオンの  $pK_a = 9.24$  とする。

- (1) 0.0100 mol/L の酢酸
- (2) 0.0100 mol/L のアンモニア水
- (3) 0.0100 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液

問3 ハロゲン (X = F, Cl, Br, I) の単体および化合物について、次の問いに答えよ。

- (1)  $F_2$  を例に取り、 $X_2$  のハロゲン原子間の結合が単結合であることを、分子軌道法 (MO 法) により説明せよ。
- (2)  $F_2$  は強い酸化力を有し、水を酸化する。このときの反応式を書け。
- (3)  $Cl_2$  と水の反応について、その反応式を書け。
- (4) HF は、他のハロゲン化水素酸 HX (X = Cl, Br, I) に比べると、分子量は小さいのに沸点は高い。この理由を説明せよ。
- (5) 次亜塩素酸、亜塩素酸、塩素酸および過塩素酸における塩素の酸化数をそれぞれ書け。また、最も強い酸であるのはどれか、化学式で答えよ。

化学 III

問1 次の問いに答えよ。

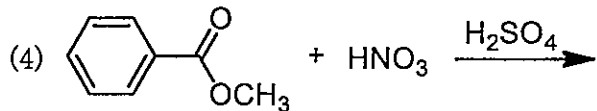
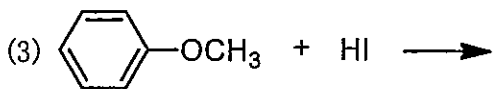
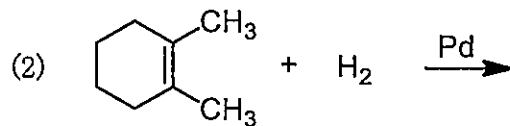
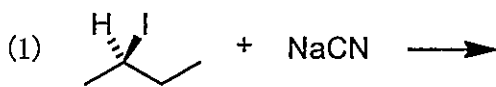
(1) シクロヘキシン(右図)は極めて反応性の高い, 不安定な物質である。



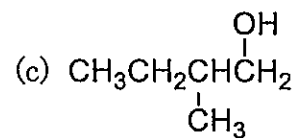
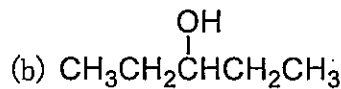
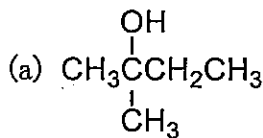
この理由を説明せよ。

(2) エタンと臭素との混合物を室温で暗所に放置したところ, 反応はほとんど進行しなかったが, これに光を照射したところ, 反応が進行した。この理由を説明せよ。

問2 次の反応における主生成物を構造式で示せ。必要な場合には立体化学が分かるように表すこと。



問3 次のアルコール (a) ~ (c) について, 問いに答えよ。



(1) これらのうち, キラルなアルコールを一つ選び, 一方の鏡像異性体を, 立体構造式と化合物名とで答えよ。ただし, いずれも立体配置が分かるように示すこと。

(2) 硫酸を (a) のアルコールに加え, 加熱した。この時の反応機構を, 電子の移動が分かるように化学反応式を用いて示せ。主生成物も示すこと。

(3) Grignard 試薬を用いて (b) のアルコールを合成する方法を反応式で示せ。

(4) 同じ炭素数のアルケンから (c) のアルコールを合成する方法を反応式で示せ。