

平成 23 年度前期日程入学試験問題

化 学 A

理 学 部

注 意 事 項

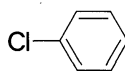
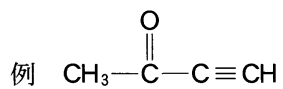
- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は 6 ページあります。試験開始後、確認して下さい。
- ③ 問題は **1** から **3** まで 3 問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は 3 枚あります。解答用紙ごとに、指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。

- ・問題を解くにあたって必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量：	H	1.0	C	12	N	14
	Cl	36	Br	80	Ag	108

アボガドロ定数： $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

- ・有機化合物の構造式は，次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には，明確に示すこと。



- 1 次の文章を読み、下の問いに答えよ。ただし、計算問題の答えは、すべて有効数字2桁で答えよ。

紙、繊維やセッケンなどの製造に利用される水酸化ナトリウムは、工業的には陽極に黒鉛C、陰極には鉄Feをもちいて、両極間を陽イオン交換膜(陽イオンのみを通過させる膜)で仕切った塩化ナトリウム水溶液の電気分解により作られる。このとき、陽極では塩素が発生し、陰極では水酸化物イオンと水素が生じる。(a) 生成した水酸化物イオンと陽イオン交換膜を通過したナトリウムイオンから、水酸化ナトリウムが得られる。さらに、この電気分解で生成した塩素と水素をもちいて塩化水素が作られる。塩化水素の水溶液を塩酸とよび、市販の濃塩酸は質量パーセント濃度37.0%である。(b)

実験室にあった濃度不明の塩酸の濃度を決定するために以下の実験を行った。この塩酸10 mLを ア でコニカルビーカーにとった。指示薬として イ を数滴加えた。このとき溶液の色は、無色であった。これに、0.0500 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を ウ をもちいて滴下した。最初7.45 mLだった ウ の目盛が11.45 mLになったとき、振り混ぜても色が消えなくなったので、これを中和点とした。このとき溶液の色は、エ だった。

塩化ナトリウムは水に溶けやすいが、塩化銀(I)は水に溶けにくい。飽和溶液では温度が一定ならば、水溶液中の陽イオンの濃度と陰イオンの濃度の積の値は一定になり、この値を溶解度積という。塩化銀(I)は、25℃で水100 gに0.193 mg溶けたとき飽和溶液となる。(c) このように塩化銀(I)の溶解度積は非常に小さいので、銀(I)イオンの検出には塩酸をもちいる方法が使われてきた。

問1 下線部(a)および(b)の反応を、電子(e^-)を含む反応式で示せ。

問2 下線部(b)に関して、 $Q[C]$ の電気量を流したとき、陰極から発生した水素の標準状態における体積を、ファラデー定数 $F[C/mol]$ 、標準状態における気体1 molの体積(モル体積) $V[L/mol]$ をもちいて示せ。なお、水素は理想気体とし、水に溶けないものとする。

問 3 固体の水酸化ナトリウムは、空気中に放置すると空気中の水分を吸収して溶ける。この現象を何とよぶか。

問 4 下線部(c)に関して、市販の濃塩酸は何 mol/L かを求めよ。なお、市販の濃塩酸の密度は 1.19 g/cm^3 とする。

問 5 市販の濃塩酸をもちいて、 0.1 mol/L の塩酸を 500 mL 作るには、濃塩酸が何 mL 必要かを求めよ。

問 6 文章中の空欄の ～ にあてはまる最も適切な語句を下
の語群から選び、指定の欄に記入せよ。

[語群]

ビーカー、三角フラスコ、ビュレット、駒込ピペット、
メスシリンダー、ホールピペット、メチルオレンジ、
フェノールフタレイン、メチルレッド、リトマス、
黄色、紫色、青色、赤色

問 7 下線部(d)から濃度不明の塩酸のモル濃度を求めよ。計算式も示すこと。

問 8 下線部(e)に関して、塩化銀(I)の溶解度積を求めよ。なお、水溶液の密度は 1.00 g/cm^3 とし、計算式も示すこと。

2 第2周期に属する元素である炭素C、窒素N、および酸素Oについて、次の問いに答えよ。字数が指定されている問いについては、数字、アルファベット、および記号も1マスに1字ずつ記入しなさい。

問1 ① 窒素分子 N_2 、② 酸素分子 O_2 、③ アンモニア NH_3 、および④ 二酸化炭素 CO_2 について、共有電子対の数をA欄に、非共有電子対の数をB欄にそれぞれ答えよ。

問2 メタン CH_4 、 NH_3 、水 H_2O 、および CO_2 のうち、極性分子はどれか。その理由とともに、150字以内で答えよ。

問3 1 mol の CH_4 を完全燃焼させると、891 kJの熱量を発生し、 CO_2 と液体の H_2O が生じる。ただし、反応熱は 25°C 、1気圧($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)での値とする。

(1) この反応を表す熱化学方程式を書け。

(2) 液体の H_2O の蒸発熱は 44.0 kJ/mol である。 $\text{O}-\text{H}$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 、および O_2 の結合エネルギーを、それぞれ 463 kJ/mol 、 804 kJ/mol 、および 498 kJ/mol とした場合、 $\text{C}-\text{H}$ の結合エネルギーを求めよ。有効数字3桁で答え、計算過程も示すこと。

問4 NH_3 は水に溶けて、その一部が水分子と反応し、アンモニウムイオン NH_4^+ が生じる。同様に、塩化水素 HCl のような酸から生じる水素イオン H^+ は、水溶液中で水分子と反応してオキソニウムイオン H_3O^+ になる。

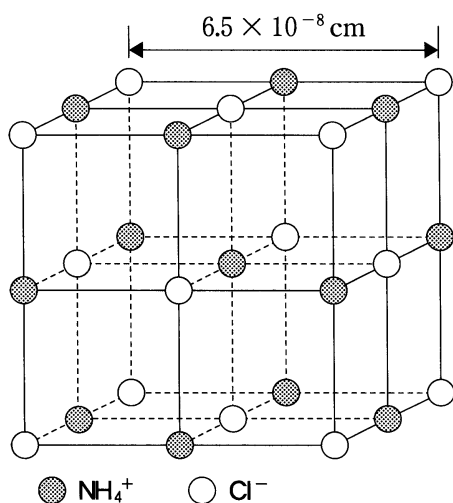
(1) NH_4^+ の電子式をA欄に、 H_3O^+ の電子式をB欄にそれぞれ書け。

(2) これらの反応でできた結合の名称とその特徴について、100字以内で述べよ。

問 5 HClとNH₃の気体を接触させると塩化アンモニウムNH₄Clが生じる。

NH₄Clの結晶構造には3つの型がある。250℃以上の高温では、NH₄Clの結晶は下図のような立方体の単位格子をもつ。単位格子の1辺の長さは 6.5×10^{-8} cmである。

- (1) 単位格子中に含まれるNH₄⁺の数を答えよ。
- (2) この結晶の密度は何g/cm³か。有効数字2桁で答え、計算式も示すこと。



3 有機化合物に関する次の問いに答えよ。

問 1 二重結合を 2 つもつ鎖状の炭化水素がある。この炭化水素 5.5 g に臭素を完全に反応させたところ、21.5 g の化合物(臭素原子を 4 つ含む)が得られた。この炭化水素の炭素の数はいくつか。計算の過程も示すこと。

問 2 C_3H_8O の分子式をもつ化合物がある。

- (1) この化合物の構造異性体を構造式ですべて書け。
- (2) このうち、金属ナトリウムを加えても水素を発生しない化合物はどれか。その構造式を書け。

問 3 トルエンの水素原子の 1 つをヒドロキシ(ヒドロキシル)基で置換した化合物のうち、金属ナトリウムを加えると水素を発生するが、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色しない化合物の構造式を書け。

問 4 マレイン酸を加熱すると分子内で脱水がおり、無水マレイン酸が得られる。フタル酸に対して同様な反応を行ったときの化学反応式を書け。

問 5 ある化合物をけん化したところ、安息香酸ナトリウムと 2-ブタノールが得られた。この化学反応式を書け。

問 6 アジピン酸とヘキサメチレンジアミンを縮合重合させて得られる化合物は、軽くて、耐久性と弾力性にすぐれた繊維としてもちいられる。

- (1) この化合物の名称を書け。
- (2) この化合物の構造式を書け。