

化 学 (その1)

必要に応じて、 $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$, $Ca = 40.0$ の原子量, 標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol , 25°C における水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ を用いよ。

第1問 以下の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 以下の **a** ~ **c** の値を 有効数字3桁 で求めよ。

- a** 質量パーセント濃度が 5.55% の塩化カルシウム水溶液 540 g に含まれる陽イオンと陰イオンの物質量 $[\text{mol}]$ の総和
- b** ある金属 **M** 3.60 g を空气中で強熱して得られた金属酸化物 **MO** が 6.00 g であったときの, 金属 **M** 20.4 g の物質量 $[\text{mol}]$
- c** 標準状態において, 体積百分率で 0.100% の二酸化炭素を含む気体 11.2 m^3 中の二酸化炭素の物質量 $[\text{mol}]$

問2 3種類の金属イオンを含む水溶液**ア** ~ **エ**がある。これらの水溶液に, それぞれ下に示す試薬①, ②, ③, ...を加えたとき, 1種類のイオンのみが沈殿となる試薬を1つ選び, 番号で答えよ。また, そのとき生じる沈殿を化学式で書け。ただし, 試薬は十分に加え, 硫化水素は酸性条件下で加えるものとする。解答欄には例のように答えよ。

〔例〕⑥ BaCO_3

[水溶液]	ア	Al^{3+}	Ag^+	Pb^{2+}	イ	Al^{3+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}
	ウ	Ca^{2+}	Cu^{2+}	Ag^+	エ	Cu^{2+}	Ag^+	Pb^{2+}

[試薬]	①	濃硝酸	②	希塩酸	③	硫化水素(酸性)
	④	アンモニア水	⑤	水酸化ナトリウム水溶液		

化 学 (その2)

第2問 次の文章を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素など周期表の第(**ア**)族の元素をハロゲンという。ハロゲンの単体は二原子分子からなり、有色、有毒で、⁽¹⁾ 酸化作用がある。単体の塩素は、刺激臭をもつ(**イ**)色の気体で、高度さらし粉に希塩酸を加えて発生させ、最終的に(**ウ**)置換で捕集する。ハロゲンの単体と水素を反応させると、ハロゲン化水素が生じる。ハロゲン化水素は水によく溶け、⁽²⁾ その水溶液は酸性を示す。フッ化水素の水溶液である⁽³⁾ フッ化水素酸は、ガラスの成分である二酸化ケイ素と反応してガラス容器を溶かすため、ガラス容器では保存できない。

問1 (**ア**) ～ (**ウ**) に適切な語句を記入せよ。

問2 下線部(1)について、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体を、酸化力の強い順に不等号を用いて単体の化学式で記せ。

問3 下線部(2)について、フッ化水素、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素のなかで、その水溶液が弱酸に分類されるものすべてを化学式で記せ。

問4 下線部(3)を化学反応式で記せ。さらに、この反応で生成するケイ素を含む化合物の名称を答えよ。

問5 フッ化水素と塩化水素について、沸点が高いのはどちらか化学式で記せ。さらに、そのハロゲン化水素の沸点が高い理由を25字以内で書け。

化 学 (その3)

第3問 次の文章を読んで、以下の問い(問1～6)に答えよ。

化合物 HA は弱酸であり、0.10 mol/L の水溶液中では $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ のように HA の 1.0 % が電離している。また、化合物 BOH は強塩基であり、0.10 mol/L の水溶液中では完全に電離している。

HA の 0.10 mol/L 水溶液 20 mL に BOH の 0.10 mol/L 水溶液を滴下して滴定を行った。ちょうど中和したときの溶液の pH は 8.85 であった。中和点を過ぎてからも BOH 水溶液を滴下し続け、最初から 40 mL まで滴下した。ちょうど中和したとき、溶液の pH が 7 より大きいことを説明するために、⁽¹⁾ 塩 AB を水に溶解させたときの反応を考えた。

問1 HA の 0.10 mol/L 水溶液の pH を求めよ。

問2 HA の水溶液中での電離定数 K_a を 有効数字 2 桁 で求めよ。ただし、 $[\text{A}^-]$ は $[\text{HA}]$ に比べて十分に小さいものとしてよい。

問3 HA の 0.10 mol/L 水溶液を水で 4 倍に薄め、0.025 mol/L の溶液とした。HA の何 % が電離しているか 有効数字 2 桁 で求めよ。ただし、 $[\text{A}^-]$ は $[\text{HA}]$ に比べて十分に小さいものとしてよい。

問4 下線部 (1) について、

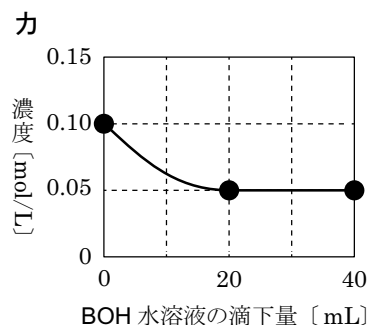
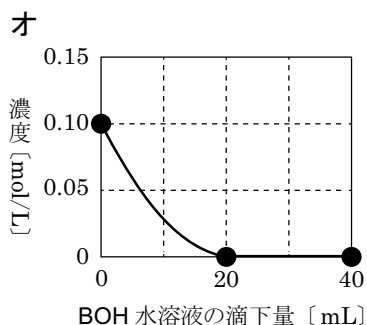
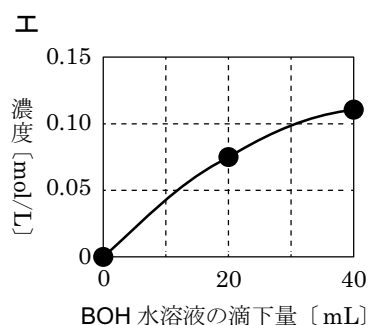
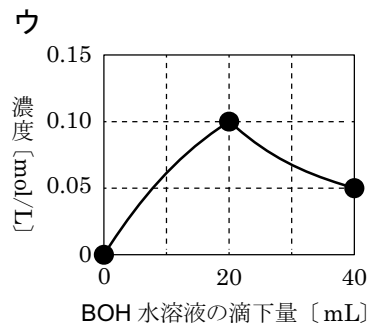
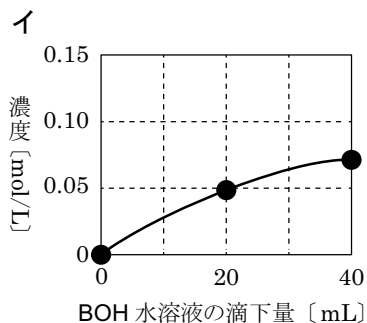
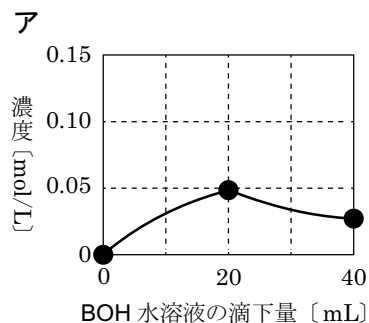
a このときに起こる反応を化学反応式で示せ。

b この反応は何というか、答えよ。

問5 ちょうど中和したとき、水溶液中に存在する A^- 、 B^+ 、HA それぞれの濃度を 有効数字 3 桁 で求めよ。ただし、 $-\log_{10}(0.14) = 0.85$ としてよい。

化 学 (その4)

問6 BOH 水溶液の滴下量が 0, 20 および 40 mL のときの A^- , B^+ , HA それぞれの濃度変化の概略を示すグラフを, 下のア ~ カの中から選べ。

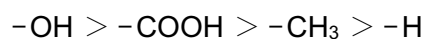


化 学 (その5)

第4問 次の文章〔1〕と〔2〕を読んで、以下の問い(問1，2)に答えよ。

〔1〕不斉炭素原子を含むアミノ酸や糖の立体構造を区別するには、D型やL型による表記法が古くから用いられてきた。それとは異なる立体構造の識別方法として、*R/S*表示法と呼ばれる方法がある。*R/S*表示法では、不斉炭素原子を中心とした立体構造を、次の規則(1)～(3)に従って*R*配置もしくは*S*配置と決定する。

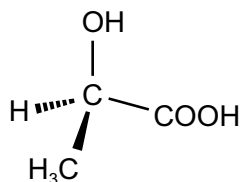
(1) 不斉炭素原子に結合している4つの原子について、原子番号が大きい順に順位をつける。同じ原子が結合している場合は、その隣の原子の原子番号を比べる。乳酸の場合、次のようになる。



(2) 順位がもっとも低い(4番目)基が紙面の奥になるように分子を配置する。

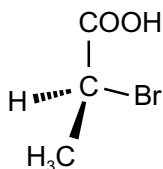
(3) 残りの3つの基を見たとき、優先順位の高い順が時計回りであれば*R*配置、反時計回りであれば*S*配置とする。

いま、不斉炭素原子に対し、紙面と同じ面にある結合を(——)，紙面に対して奥に存在する結合を(.....)，手前に存在する結合を(▲)で表すと、下に示す乳酸は*R*配置と決定される。

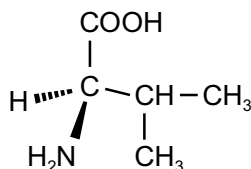


問1 以下のa～cの化合物中の不斉炭素原子を中心とした立体構造について、*R*配置か*S*配置かを答えよ。

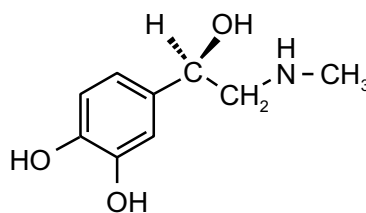
a



b

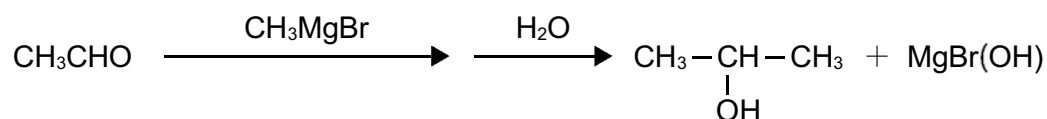


c



化 学 (その6)

[2] 化学式 RMgX (R: アルキル基, X: ハロゲン原子) で表される化合物は、発見者にちなんでグリニャール試薬と呼ばれている。グリニャール試薬を使うとカルボニル化合物にアルキル基を導入することができる。例えば臭化メチルマグネシウム (CH_3MgBr) とアセトアルデヒドを反応させて水で処理をすると、2-プロパノールが生成する。

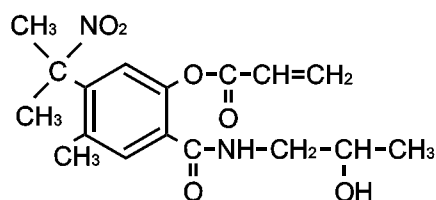


問2 化合物 A ~ F はいずれも分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ で分子内にカルボニル基をもつ化合物である。

- ・ 化合物 A ~ C は銀鏡反応を示さず、化合物 D ~ F は銀鏡反応を示した。
- ・ 化合物 D は不斉炭素原子を 1 つもっていたが、化合物 E, F はもっていなかった。
- ・ 化合物 A, D, E は枝分かれ構造をもっていた。

化合物 A ~ F を CH_3MgBr と反応させて水で処理したところ、化合物 A から化合物 G, 化合物 D から化合物 H, 化合物 F から化合物 I が生じた。

化合物 G, H および I の構造式を、構造式の例にならって答えよ。ただし、不斉炭素原子をもつ場合でも、その立体構造を考慮する必要はなく、構造式を 1 つだけ示せばよい。



構造式の例

化 学 (その7)

第5問 次の文章を読んで、以下の問い(問1～3)に答えよ。

- ・ $\text{C}_{26}\text{H}_{35}\text{O}_3\text{N}$ の分子式をもつ化合物 **A** を塩酸と反応させ加水分解すると、3 つの化合物 **B**, **C**, **D** が生じた。
- ・ 化合物 **B** は芳香族炭化水素 **E** を酸化することでも生じ、ペットボトルの原材料として使用される。
- ・ 化合物 **C** に水酸化ナトリウムを作用させることで、化合物 **F** を生じ、化合物 **F** を化合物 **G** と反応させることで、解熱活性をもつアセトアニリドと酢酸を生じた。
- ・ 化合物 **D** は直鎖の炭化水素鎖をもっていた。化合物 **D** を穏やかに酸化することで、アンモニア性硝酸銀水溶液と温めると銀イオンを還元する化合物ができた。さらに酸化反応を進めることで、銀イオンを還元する反応性を失った。化合物 **D** を濃硫酸と反応させると、化合物 **H** ができ、これを水酸化ナトリウムと反応させることで、化合物 **I** が生じた。

問1 化合物 **B**, **C**, **E**, **G** の構造を第4問の構造式の例にならって答えよ。なお、化合物 **E** に関しては、考えられる化合物のうち、分子量が最小のものとする。

問2 化合物 **I** はどのように分類されるか、①, ②, ③, … から選び、番号で答えよ。

- | | |
|---------------|--------------|
| ① 非イオン性界面活性剤 | ② 陽イオン性界面活性剤 |
| ③ 陰イオン性界面活性剤 | ④ 両性界面活性剤 |
| ⑤ 高級脂肪酸ナトリウム塩 | |

問3 化合物 **I** についての以下の文章中の (ア) ～ (キ) にあてはまる語句を答えよ。

化合物 **I** を水に溶かすと低濃度では水溶液となるが、高濃度にすると、親水性部分を (ア) 側に、疎水性部分を (イ) 側にして、複数分子が (ウ) することで、コロイド状の (エ) を形成する。化合物 **I** のコロイド形成の性質は、1 分子でコロイドを形成する (オ) コロイドと対比的であり、(ウ) コロイドと呼ばれる。

化合物 **I** と水からなるコロイド液と少量の油分を混ぜると、(カ) 作用を示し、油分を取り囲む。この作用はセッケンでもみられるが、セッケンでは、水にマグネシウムイオンが含まれていると、(キ) 性の塩を作るため、海水での泡立ちは悪くなる。

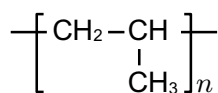
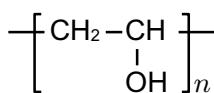
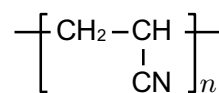
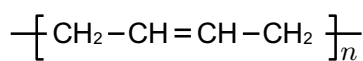
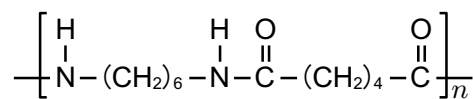
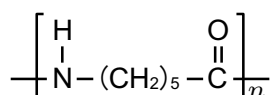
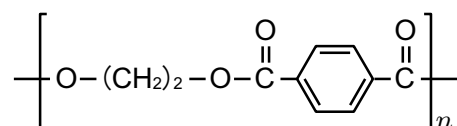
化 学 (その8)

第6問 次の文章〔1〕と〔2〕を読んで、以下の問い(問1～3)に答えよ。

〔1〕合成高分子化合物は石油から得られる比較的簡単な低分子量の化合物を重合して製造され、合成繊維、合成樹脂、合成ゴムの材料に利用されている。衣服用の合成繊維として用いられる高分子化合物には縮合重合によりつくられる化合物 **A** や化合物 **B** があり、化合物 **A** は合成繊維以外にも飲料水の容器などにも用いられる。これ以外にも衣服用の合成繊維として用いられる高分子化合物には様々なものがあり、開環重合で合成される化合物 **C** や、付加重合で合成される化合物 **D** などがある。一方、合成樹脂や合成ゴムに利用される高分子化合物は、付加重合によりつくられ、プラスチックの原料となる化合物 **E**、ゴムの原料となる化合物 **F** などがある。

〔2〕生分解性高分子化合物 **G** はポリエステルであり、化合物 **H** を開環重合することによってつくられる。この化合物 **G** を加水分解すると、直鎖状構造をもつ化合物 **I** が単一物質として得られた。化合物 **I** に水酸化ナトリウムを作用させると分子式 $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_3\text{Na}$ の化合物が生じ、化合物 **I** を酸化するとアルデヒド基をもつ化合物が生じた。化合物 **I** は不斉炭素原子をもたない。

問1 化合物 **A** ～ **F** の構造は下記 **ア** ～ **キ** のいずれかに相当する。**B** ～ **E** の構造を下記 **ア** ～ **キ** に該当するものから記号で選び、加えてその名称を記せ。なお名称については略称を使用しないこと。

ア**イ****ウ****エ****オ****カ****キ**

問2 化合物 **H** の構造を**第4問**の構造式の例にならって記せ。

問3 化合物 **G** (分子量 1.0×10^5) 5.7g を完全に加水分解すると、何 g の化合物 **I** が生成するか。有効数字2桁で答えよ。