

久留米大学医学部 2017年度入学試験 解答速報 化学

2017年2月1日 実施

1

- (1) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$
- (2) 電極 A で使用した金属 d (銀) のイオン化傾向が水素より小さく、希硫酸と反応しなかったから。
- (3) ア) B イ) ニッケル ウ) 1.4 V エ) $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
- (4) 分極 (5) ア) 1.0×10^{-2} mol イ) 9.0×10^{-2} g ウ) 1.1

解説

- (1) イオン化傾向が水素より大きい金属がイオン化することから反応が始まり、その極板で電子を出すので負極となり、Pt 極は正極となる。Pt 極に流れた電子を水中の水素イオンが受け取って水素を発生する。
- (2) イオン化傾向が水素より小さい Ag のみ希硫酸と反応できず、イオン化しないので電子を出さず、電池にならない。
- (3) 正極と負極のイオン化傾向の差が大きい方が起電力が大きくなるので、a : Al, b : Zn, c : Ni と決まる。両電極を比較してイオン化傾向の大きい金属が負極となるので、正極は電極 B のニッケル。その際の起電力は条件 1 と条件 3 の電池の起電力の差となるので、 $1.68 - 0.26 = 1.42 \div 1.4$ V。電池全体では負極でアルミニウムが硫酸に溶け、正極で水素が発生したので、反応式は $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$ となる。
- (4) 放電を始めてしばらくすると起電力が下がる現象を電池の分極という。原因としては、正極に発生する水素が極板に付着して水素イオンと電子の反応を妨げたり、部分的に水素濃度が上がることで逆起電力が生じたりすることが挙げられる。

- (5) ア) 発生した水素が $\frac{112}{22.4 \times 10^3} = \frac{1}{200}$ mol なので、(1) の反応式より電池から取り出した電子の物質量はその 2 倍となり、 $\frac{1}{200} \times 2 = \frac{1}{100} = 1.0 \times 10^{-2}$ mol。

イ) 金属の質量減少の反応は、 $\text{Al} \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$ なので、 $1.0 \times 10^{-2} \times \frac{1}{3} \times 27 = 9.0 \times 10^{-2}$ g

ウ) 元から存在する水素イオンは、 $2 \times 0.1 \times \frac{80}{1000} = 1.6 \times 10^{-2}$ mol。反応で消費した水素イオンは流れた電子と同じで 1.0×10^{-2} mol。よって反応後の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ は、 $[\text{H}^+] = \frac{(1.6 - 1.0) \times 10^{-2}}{\frac{80}{1000}} = \frac{3}{4} \times 10^{-1}$ mol/L なので、 $\text{pH} = -\log \left(\frac{3}{4} \times 10^{-1} \right) = 1 - \log 3 + 2 \log 2 = 1.12 \div 1.1$

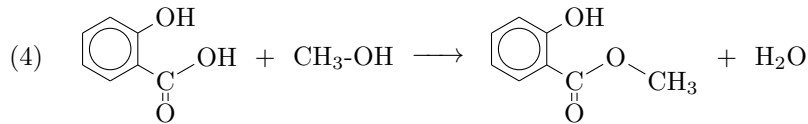
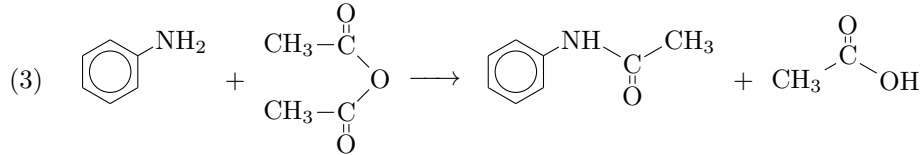
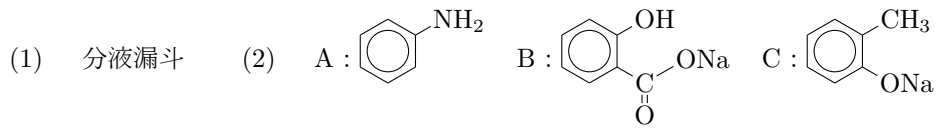
2

- (1) A : 炭酸カルシウム C : 塩化ナトリウム F : 水酸化カルシウム
- (2) ③ $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 ⑤ $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (3) 4種のイオン : Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , HCO_3^-
 これらのイオンの組合せで生成する4種の塩の中で NaHCO_3 の溶解度が最も小さいから.
- (4) 主成分が塩酸である胃酸が過剰に分泌されて胃痛の症状が出るのを NaHCO_3 によって中和して酸性を抑える. $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (5) 風解 (6) $\text{Na}_2\text{CO}_3 : 2.12 \times 10^3 \text{ kg}$ $\text{NH}_3 : 9.97 \times 10^5 \text{ L}$ ($9.97 \times 10^2 \text{ m}^3$)

解説

- (1)~(3) アンモニア・ソーダ法 (ソルバー法) についての問題である. 各段階の反応は以下の通り.
- ① 炭酸カルシウム (物質 A) を熱分解して, 酸化カルシウムと二酸化炭素 (物質 B) を得る.
 $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- ② 塩化ナトリウム (物質 C) の飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから二酸化炭素 (物質 B) を吹き込むと炭酸水素ナトリウム (物質 D) と塩化アンモニウム (物質 E) が生成し, そのうち炭酸水素ナトリウム (物質 D) は沈殿物として得られる.
 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$
 この際, 溶液中には Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , HCO_3^- の4種のイオンが存在するが, それらの組合せのうち最も溶解度の小さい NaHCO_3 が沈殿することで反応が進む.
- ③ 沈殿した炭酸水素ナトリウム (物質 D) を分離して加熱すると炭酸ナトリウムが得られる. この熱分解の際に生成した二酸化炭素 (物質 B) は②の反応に利用される.
 $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- ④ ①の反応で生成した酸化カルシウムと水を反応させ, 水酸化カルシウム (物質 F) を得る.
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
- ⑤ ②の反応で生成した塩化アンモニウム (物質 E) と④の反応で生成した水酸化カルシウム (物質 F) とを反応させ, アンモニアを回収する.
 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- (4) NaHCO_3 は炭酸よりも強い酸と弱酸遊離反応を起こすため, 過剰分泌された胃酸を抑える制酸剤として利用される.
- (5) 水溶液より結晶化させた炭酸ナトリウムは $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の無色透明の結晶であるが, この結晶を空气中に放置すると $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の変化により白色粉末となる. この現象を風解という.
- (6) 全体では $2\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ のモル関係より, 生成する Na_2CO_3 は $\frac{2340}{58.5} \times \frac{1}{2} \times 106 = 2120 \div 2.12 \times 10^3 \text{ kg}$. また, ②の反応式より必要なアンモニアは塩化ナトリウムと等モルで, その体積は $\frac{2340 \times 10^3}{58.5} \times 8.31 \times 10^3 \times 300}{1.00 \times 10^5} = 9.972 \times 10^5 \div 9.97 \times 10^5 \text{ L}$

3



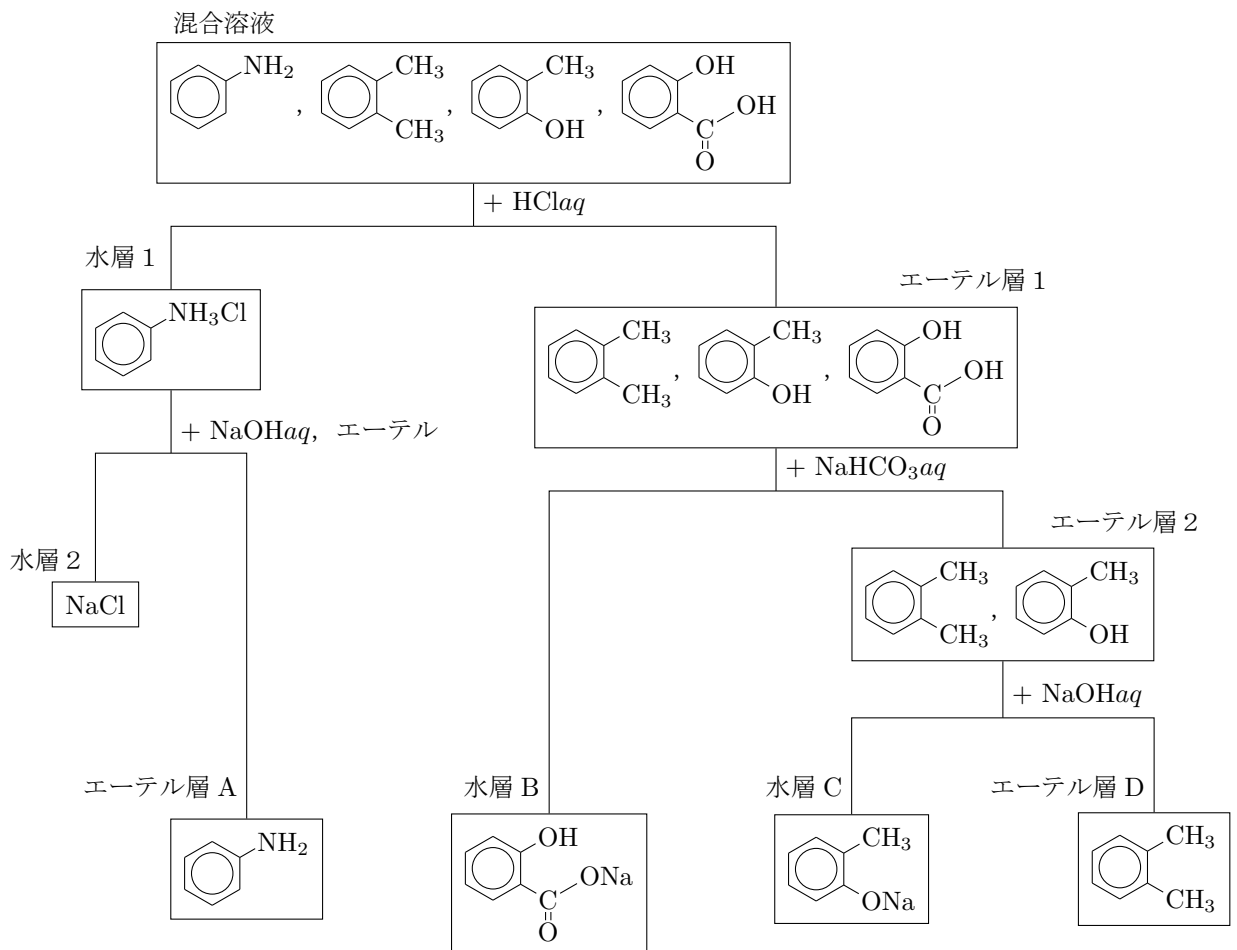
(5) アニリン, *o*-キシレン 理由: 構造内にフェノール性ヒドロキシ基をもたないため.

(6) 無水フタル酸

(7) ① C ② D ③ B

解説

(2) 分離系統図は次の通りになる.



(3) A層からジエチルエーテルを蒸発させたのちに残った液体はアニリンである.

(4) B層に塩酸を加えてろ過して得られる白色固体はサリチル酸である.

- (6) D層からジエチルエーテルを蒸発させたのち残った液体は *o*-キシレンであり、これを V_2O_5 触媒で酸化すると無水フタル酸が生成する。
- (7) ① 1-ナフトールは *o*-クレゾール同様にフェノール性ヒドロキシ基を持つため、Cに分離される。
② シクロヘキサンは *o*-キシレン同様に官能基を持たないため、Dに分離される。
③ 安息香酸はサリチル酸同様にカルボキシ基を持つため、Bに分離される。

講評

かなり素直な解きやすい問題ばかりで難問は全くない。合格には8割5分は必要。

医歯学部進学予備校 **メビオ**

〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋

TEL 06-6946-0109 FAX 06-6941-9416

<http://www.mebio.co.jp/>

