

# YMS 解答速報

2018年度

## 近畿大学医学部

後期



解答速報はYMS HP (<http://www.yms.ne.jp/>) にも掲載しています

### 【化学（解答）】

#### I

- (1) 電気・熱伝導性の大きさは Ag, Cu, Au, … の順となる。銅の電解精錬では、粗銅版を陽極、純銅板を陰極にして電気分解する。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  は青色の結晶で、水溶液も青色となるが、これは  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  の色である。これに過剰のアンモニア水を加えると、配位子が全て  $\text{NH}_3$  に置換された深青色の  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  を生成する。この水溶液をシュバイツァー試薬といい、セルロースを原料にして再生繊維である銅アンモニアレーヨン（キュプラ）を製造するときに用いられる。

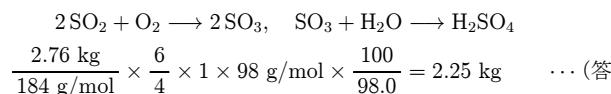
(答) ア : Ag イ : 陽 ウ : 陰 エ : シュバイツァー オ : 銅アンモニアレーヨン  
a :  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  b :  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

- (2) 低温にするほど結晶格子の熱振動が弱くなって自由電子が流れやすくなるため、電気抵抗は小さくなっていく。  
(答) (B)

- (3) 銅が酸化されて生成する緑色の鏽は緑青と呼ばれる。これは銅の炭酸塩や硫酸塩などの混合物である。  
(答) 緑青

- (4) 銅を主成分とするスズとの合金を青銅（ブロンズ）という。  
(答) 青銅（またはブロンズ）

- (5) 接触法では、触媒として  $\text{V}_2\text{O}_5$  を用いて  $\text{SO}_2$  を酸化して  $\text{SO}_3$  とし、これを濃硫酸に吸収させて発煙硫酸にした後、希硫酸と混ぜて濃硫酸を得る。次式より、反応した  $\text{SO}_2$  の物質量と生成した  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は等しい。



- (6) 下線部 ② で生成した  $\text{Cu}_2\text{S}$  は転炉に移し、強熱しながら空気を吹き込み、 $\text{S}^{2-}$  を  $\text{SO}_2$  として除く。  
(答)  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

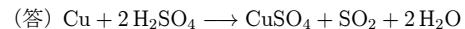
- (7) (a) 銅よりもイオン化傾向が小さい銀は、低電圧のため単体のまま沈殿する。鉛は銅よりもイオン化傾向が大きいのでイオン化するが、硫酸塩となって沈殿する。  
(答) Ag,  $\text{PbSO}_4$

- (b) 流れた  $e^-$  の物質量は
- $$\frac{9.65 \text{ A} \times (3 \times 60 + 20) \times 60 \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 1.20 \text{ mol}$$

である。陰極での反応は  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$  なので、求める質量は次のようになる。

$$1.20 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 64 \text{ g/mol} = 38.4 \text{ g} \quad \dots \text{(答)}$$

- (8) 銅は酸化力のある熱濃硫酸に溶けて二酸化硫黄が発生する。



- (9) (a) 水溶液 A の調製に必要な  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の質量は、

$$0.10 \text{ mol/L} \times 0.200 \text{ L} \times 250 \text{ g/mol} = 5.0 \text{ g}$$

である。これを正確に量り取った後、水を加えて正確に 200 mL とすればよい。

【解答例】結晶 5.0 g を電子天秤で量り取ってビーカーに入れ少量の純水で溶かす。それを洗液も含め 200 mL のメスフラスコに漏斗を用いて入れ、標線まで純水を加えて振り混ぜる。(80 字)

- (b) 水溶液 A 200 mL の質量は  $200 \text{ mL} \times 1.1 \text{ g/mL} = 220 \text{ g}$  であり、そのうち溶質である  $\text{CuSO}_4$  の質量は  $0.10 \text{ mol/L} \times 0.200 \text{ L} \times 160 \text{ g/mol} = 3.2 \text{ g}$  であるから、求める質量モル濃度は次のように計算できる。

$$\frac{0.10 \text{ mol/L} \times 0.200 \text{ L}}{(220 - 3.2) \times 10^{-3} \text{ kg}} = 9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/kg} \quad \dots \text{(答)}$$

【注】計算の仕方によっては  $9.3 \times 10^{-2} \text{ mol/kg}$  にもなるので、これも可である。

#### II

- (1)  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ ,  $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$  であり、 $\text{H}_2\text{O}$  の電離による  $\text{H}_2\text{O}$  の減少は無視できるので、求める電離度は次のようになる。

$$\frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{\sqrt{K_w}}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{\sqrt{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}}{\frac{10^3 \text{ mL} \times 1.0 \text{ g/mL}}{18 \text{ g/mol}}} = 1.8 \times 10^{-9} \quad \dots \text{(答)}$$

- (2) 30 °C のときの  $K_w$  の値を用いて、pH は次のように求まる。

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1.5 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2} = \sqrt{\frac{3}{2}} \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$
$$\therefore \text{pH} = 7 - \log_{10} \sqrt{\frac{3}{2}} = 7 - \frac{1}{2} (\log_{10} 3 - \log_{10} 2) = 6.91 \quad \dots \text{(答)} \quad \text{【注】} 6.9 \text{ も可と考えられる。}$$

- (3)  $C = 0.10 \text{ mol/L}$  とする。

- (a) 電離度が 1 に比べて極めて小さいので、次の近似式から求められる。

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a C} = \sqrt{1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 0.10 \text{ mol/L}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$
$$\therefore \text{pH} = 3.00 \quad \dots \text{(答)} \quad \text{【注】} 3.0 \text{ も可と考えられる。}$$

- (b) (a) と同様に近似式を用いると、10 倍に希釈した後の pH は次のようになる。

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \times 10^{-1} C} = \sqrt{1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 10^{-1} \times 0.10 \text{ mol/L}} = 10^{-3.50} \text{ mol/L}$$
$$\therefore \text{pH} = 3.50$$

この結果は  $[\text{H}^+] \ll 10^{-1} C$  を満たしているので近似は妥当である。よって pH 変化は次のようになる。

$$3.50 - 3.00 = 0.50 \text{ 増} \quad \dots \text{(答)}$$

- (c) 電離度を  $\alpha$  とすると、オストワルトの希釈律より次の関係が成り立つ。

$$K_a = \frac{10^{-4} C \alpha^2}{1 - \alpha}$$
$$10^{-4} C \alpha^2 + K_a \alpha - K_a = 0$$

$$1.0 \times 10^{-5} \alpha^2 + 1.0 \times 10^{-5} \alpha - 1.0 \times 10^{-5} = 0$$

$$\therefore \alpha = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} = 0.60 \quad \dots \text{(答)}$$

- (4)  $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  により生じた  $\text{OH}^-$  は  $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  である。 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$  により生じた  $\text{H}^+$  と  $\text{OH}^-$  のモル濃度をともに  $x \text{ mol/L}$  とすると、 $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$  より次のようになる。

$$x \text{ mol/L} \times (1.0 \times 10^{-8} + x) \text{ mol/L} = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0$$

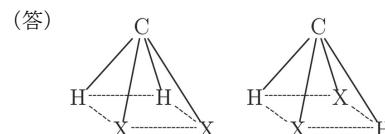
$$\therefore x \text{ mol/L} = \frac{-10^{-8} + \sqrt{4.01} \times 10^{-7}}{2} = 9.5 \times 10^{-8} \text{ mol/L} \quad \dots \text{(答)}$$

### III

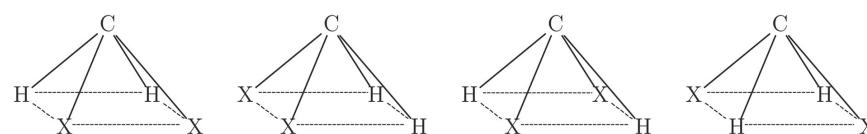
問(1) (a) 脱炭酸反応によりメタンが発生する。



(b) 4つのH原子が作る正方形について、2つのXが一辺を共有する異性体と、2つのXが対角線上にある異性体の2種類がある。



(c) (b)の左側に対応するものでは2つのX間の距離が長いものと短いものの2種類がある。(b)の右側に對応するものでは、互いに鏡像関係にある1組の異性体が存在する。



(答) 4種類

問(2) (a) 化合物Aを完全に加水分解すると $\alpha$ -アミノ酸CとDが得られたので、化合物A中のN原子は少なくとも2個である。その個数をn個とすると、Nの質量パーセントより、化合物Aの分子量について

$$\frac{14n}{0.0950} = 147n \leq 300 \quad (n \geq 2)$$

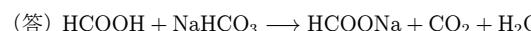
の関係がある。これを満たすnは2のみであり、化合物Aの分子量が $147n = 274$ と決定する。よって、化合物A 1 mol 中のC, H, Oの物質量は、それぞれ次のようになる。

$$\frac{274 \text{ g} \times 0.572}{12 \text{ g/mol}} = 14 \text{ mol}, \quad \frac{274 \text{ g} \times 0.0610}{1.0 \text{ g/mol}} = 18 \text{ mol}, \quad \frac{274 \text{ g} \times 0.272}{16 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

よって化合物Aの分子式は $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$ である。

(答)  $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$

(b) 化合物Eは下線部①よりカルボン酸と分かり、下線部②より還元性を示すのでギ酸と決定する。



(c) (答) アルデヒド基

(d) 化合物Aの加水分解で得られた化合物Bを酸化するとギ酸になるので、化合物Bはメタノールである。

化合物Dの分子量をxとすると、凝固点降下度の測定結果より次の関係が成り立つ。

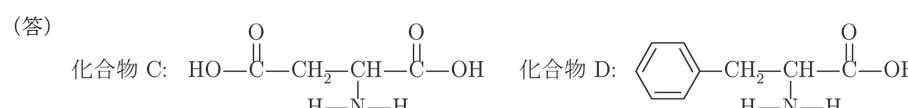
$$0.512 \text{ K} = 5.12 \text{ K} \cdot \text{kg/mol} \times \frac{3.30 \text{ g}}{x \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0.200 \text{ kg}}$$

$$\therefore x = 165$$

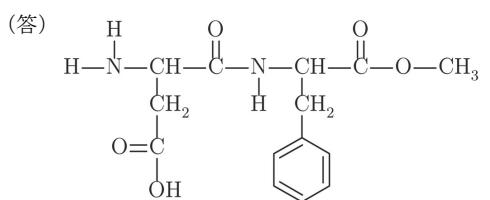
よって、 $\alpha$ -アミノ酸Dはフェニルアラニン(分子式 $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ )と決定する。化合物Aの加水分解は次式のように表される。



これより $\alpha$ -アミノ酸Cの分子式は $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$ と決まる。題意より、これは酸性アミノ酸のアスパラギン酸と分かる。



(e) 化合物Aに、アミド結合だけ選択的に加水分解する酵素を加えたとき、化合物C(アスパラギン酸)と化合物Fが得られたことから、化合物Fはフェニルアラニンのメチルエステルと分かる。題意より、アスパラギン酸の $\alpha$ 位の炭素に結合しているカルボキシ基と、フェニルアラニンのメチルエステルのアミノ基とがアミド結合して生成したものが化合物Aである。なお、この人工甘味料はアスパルテームという(問題文に誤植がある)。



### 【化学(講評)】

昨年度から始まった後期の医学部独自問題は難度が高かったが、今回は一転して平易になった。本年度の前期と比べても取り組みやすい問題ばかりであった。

Iは銅に関する総合問題であり、銅の性質や製錬、および錯イオンや銅アンモニアレーヨンなど幅広く知識が問われている。途中には硫酸の工業的製法である接触法も扱われており、学習内容を広くカバーできたかがポイントである。(9)(a)の水溶液の調製の記述は文字数がタイトでうまく収めるのに苦労したかもしれない。近畿大では水溶液の調製について出題されることが多い。

IIは水の電離を考慮する場合を中心に計算させるもので、類題の学習経験の有無で差が付きやすい問題である。本問のような丁寧な誘導がなくても解けるようにしておきたい。

III問(1)はメタンを中心とした出題で難しい部分はないが、落ち着いて考えることが大切である。ただし、(c)では鏡像関係にある異性体を忘れやすいので注意しよう。問(2)は人工甘味料アスパルテームの構造決定であるが、アスパルテームは今まで色々な大学で出題してきた化合物なので結果を知っている人も多かったのではないか。その意味で差が出やすい。一応、前提となる知識がなくても解けるようになっているが、分子式の決定でつまずくとまずい。本稿のように要領よく解きたい。

全体として平易になり、高レベルの戦いになったと思われる。基本的・標準的な問題を取りこぼさず、溶液の調製の記述および電離平衡の計算がしっかりできれば大丈夫である。定員の少なさを考慮すると85%の得点率は確保したい。

**347名**

**312名**

**医学部一次合格**

2018年2月27日現在

**昨年超え!!**

2017年 総合格者数  
2018年 途中段階

**医学部受験36年の実績と圧倒的合格力!**

**入学説明会**

YMS入学説明会では高い合格実績を誇るYMSの授業や指導方法について、専任講師が詳しくお話ししさせていただきます。

当⽇は個別相談会も実施いたします。

詳しくはYMS入学説明会で!

申し込み受付中です。詳細はYMSホームページをご覧いただき、お電話にてお問い合わせください。

**YMS** 〒151-0053 東京都渋谷区代々木1-37-14 **TEL** 03-3370-0410

<http://yms.ne.jp/>