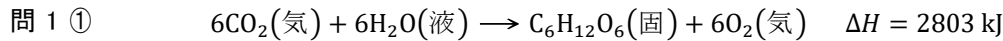


## 東京医科大学 化学

2025年 2月 5日実施

### 第 1 問



この反応は光合成の一部であり、光エネルギーを利用して水を分解し、二酸化炭素から有機物を合成するため、光によって引き起こされる光化学反応である。(正)

②  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$  の反応は、常温において紫外線を照射すると爆発的に進行するため光化学反応であるが、反応によって光エネルギーを放出しないため化学発光には該当しない。(誤)

③ AgBr は銀塩写真のフィルムとして用いられていることから分かるように感光性があり、光によって分解するが、 $2\text{AgBr} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Br}_2$  のように単体を生じるため、酸化銀は生成されない。(誤)

④ ルミノールと過酸化水素を触媒の存在下で反応させると化学発光を示すが、発光色は赤ではなく青である。(誤)

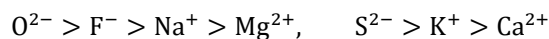
⑤ ナトリウムの炎色反応では、炎が黄色を示す。(誤)

(答)  ①

問 2 クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  と二クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  はともに化合物であり、同素体の関係にはない。また、水  $\text{H}_2\text{O}$  と過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  も同様である。

(答)  ①

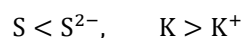
問 3 電子配置が同じイオンどうしを比較すると、原子番号が大きいイオンほど原子核の正電荷が増加し、電子をより強く引き付けるため、イオン半径は小さくなる。



また、同族の単原子イオンどうしを比較すると、周期が大きいイオンほど最外殻が原子核から遠い位置にあるため、イオン半径は大きくなる。

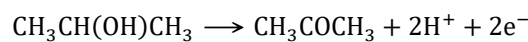


なお、同じ元素で比較すると、電気的に中性な原子が電子を取り入れて陰イオンになると、電子間の反発が強くなり半径が大きくなる。一方、電子を放出して陽イオンになると、電子間の反発が弱くなり半径が小さくなる。



(答)  ①

- 問 4 ① 分子内に含まれるヒドロキシ基 (—OH) の数が  $n$  個のアルコールを、 $n$  価アルコールという。また、アルコールのヒドロキシ基 (—OH) に結合する炭素が、他の炭素と結びついている数に応じて、1 つなら第一級、2 つなら第二級、3 つなら第三級アルコールに分類される。(誤)
- ② アルコールは極性のあるヒドロキシ基 (—OH) を持ち、分子間で水素結合を形成する。この水素結合により分子どうしの結びつきが強まり、同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて融点や沸点が高くなる。(正)
- ③ アルコールは極性を持つヒドロキシ基 (—OH) と極性がほとんどない炭化水素鎖を併せ持つ。炭素原子の数が少ない場合はヒドロキシ基の影響が大きく、水とよく混ざりますが、炭素数が増えると疎水性の炭化水素鎖の影響が強まり、水に溶けにくくなる。(正)
- ④ 2-プロパノールは第二級アルコールで、酸化されるとケトンであるアセトンを生じる。(正)



- ⑤ エタノールを濃硫酸(脱水の触媒)とともに加熱するとき、 $130 \sim 140 \text{ }^\circ\text{C}$  ではジエチルエーテルが、 $160 \sim 170 \text{ }^\circ\text{C}$  ではエチレンが主として生成する。(正)

(答) 4 ①

- 問 5 ① シクロヘキサンは環状構造を持つため、同じ炭素数の直鎖アルカンであるヘキサンと比べて水素原子が 2 個少ない。しかし、全ての炭素—炭素結合が単結合であり、不飽和結合を含まないため、飽和炭化水素に分類される。(正)
- ② ドイツのウェーラーは、無機化合物であるシアン酸アンモニウムを加熱することで、有機化合物である尿素を合成することに成功した。これにより、有機化合物が無機化合物から人工的に合成可能であることを示し、「有機化学の誕生」に大きく貢献した。(正)
- ③ 有機化合物の種類が多いのは、炭素原子が 4 個の価電子を持ち、多様な共有結合を形成できるためである。しかし、水素原子の価電子は 1 個であり、「炭素原子や水素原子に 4 個の価電子がある」という記述は誤りである。(誤)
- ④ 炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物の元素分析では、試料を完全に燃焼させることで、その構成元素の割合を求める。燃焼を助けるために酸化銅(II)を加え、発生した水は塩化カルシウム、二酸化炭素はソーダ石灰がそれぞれ吸収し、それらの質量変化から元素の含有量を算出する。(正)
- ⑤ 分子式は、物質を構成する原子の種類と個数を簡潔に表したものであり、異性体の区別はできない。一方、示性式は官能基を明示することで、分子の化学的性質や反応性を推測しやすくなるため、構造の特徴をより詳しく示す表記法である。(正)

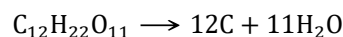
(答) 5 ③

第2問

問1 ①(揮発性酸の生成)・②(弱酸の遊離)・④(弱酸の遊離)・⑤(揮発性酸の生成)・⑦(中和)・⑧(揮発性酸の生成)は酸塩基反応であり、硫酸に含まれる原子の酸化数は変化しない。また、③は沈殿反応であり、同様に酸化数の変化はない。一方、⑥は酸化還元反応であり、亜鉛が電子を放出して酸化され、希硫酸(正確には水素イオン)が電子を受け取って還元されるため、希硫酸が酸化剤として働いている。

(答)  ⑥

問2 スクロース(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)に濃硫酸を加えると、強い脱水作用によって水(H<sub>2</sub>O)が奪われ、黒色の炭素(C)が残る。この反応は以下のように表される。



濃硫酸は水を奪うことでスクロースの分子構造を破壊し、黒い炭素の塊を生成する。さらに、水蒸気やCO<sub>2</sub>、COなどの気体が炭素の間に入り込み、発泡しながら膨れ上がり、によきによきと成長するような独特の形状が生じる。

(答)  ⑩

問3 希硫酸を加えても水素を発生しないのは、イオン化傾向が水素よりも小さい金属であり、①金・④銀・⑦銅が該当する。これらのうち、①金は熱濃硫酸には溶けないが、④銀・⑦銅は熱濃硫酸に溶ける。

(答)  ④・⑦

問4 溶質である硫酸の質量は希釈前後で変化しないので、次式が成立する。

$$x \text{ mL} \times 1.40 \text{ g/mL} \times \frac{50.0}{100} = 0.400 \text{ mol/L} \times 0.1000 \text{ L} \times 98.12 \text{ g/mol}$$

$$\therefore x \text{ mL} = 5.61 \text{ mL}$$

(答)  ④

問5 2価の酸であるH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>と、1価の塩基であるNaOHの物質量は、それぞれ

$$0.100 \text{ mol/L} \times 30.0 \text{ mL} = 3.00 \text{ mmol}, \quad 0.100 \text{ mol/L} \times 70.0 \text{ mL} = 7.00 \text{ mmol}$$

なので、強塩基のNaOHが過剰である。

$$[\text{OH}^-] = \frac{7.00 \text{ mmol} \times 1 \text{ 価} - 3.00 \text{ mmol} \times 2 \text{ 価}}{(30.0 + 70.0) \text{ mL}} = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\therefore [\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}} = 1.00 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

(答)  ⑤

問6 陰極では $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ の反応が起こる。

(答)  ①

問 7 電流と通電時間からファラデー定数を用いて電子の物質量を求める。次に、陰極での反応式を考慮して、発生する水素の 0.0 °C, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa における体積が以下のように求められる。

$$\frac{1.00 \text{ A} \times 10 \times 60 \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} \times \frac{1}{2} \times 22.4 \text{ L/mol} = 6.96 \times 10^{-2} \text{ L}$$

(答)  ⑨

### 第3問

問 1 図 1 より、88.0 °C で水 100 g に対して溶解する塩化アンモニウムの質量は 70 g と読める。求める質量パーセント濃度は次のようになる。

$$\frac{70 \text{ g}}{(70 + 100) \text{ g}} \times 100 \% = 41 \%$$

(答)  ④,  ①

問 2 液体が存在するのは領域 i, ii, iii であるが、塩化アンモニウムが析出している領域 iii のみが飽和水溶液である。なお、領域 ii は氷のみが析出しており、塩化アンモニウムは溶解度に達していないので飽和ではない。

(答)  ③

問 3 図 1 より、20.0 °C で水 100 g に対して溶解する塩化アンモニウムの質量は 37 g と読める。

$$\frac{37 \text{ g}}{(37 + 100) \text{ g}} \times 100 \% = 27 \%$$

(答)  ③

問 4 ① -20 °C では全ての物質が固体として存在し、温度を上げていくと、どの質量百分率でも曲線いーおと交差するのは -15.8 °C であるから、塩化アンモニウムの質量百分率は不明である。

② (19 %, -10.0 °C) は領域 i にあるので飽和水溶液ではない。

③ 塩化アンモニウムが全て水に溶けていると仮定すると、その質量パーセント濃度

$$\frac{(10 + 11) \text{ g}}{(100 + 11) \text{ g}} \times 100 \% = 18.9 \%$$

となるが、(18.9 %, -10.0 °C) は領域 i にあるので確かに全て溶けており、仮定は正しいことが分かる。

④・⑤ 質量百分率が一定で領域 i から領域 ii への向きで考えると、曲線あーうの示す温度は氷が析出し始める温度を表している。この温度が 0.0 °C 以下になっているのは凝固点降下を表している。

⑥ 温度が一定で領域 i から領域 iii への向きで考えると、曲線うーえの示す質量百分率は塩化アンモニウムの結晶が析出する質量百分率を表しているため、これは溶解度曲線と対応する(水溶液の質量は変化するので溶解度そのものの値ではない)。

(答)  ③・⑤

問 5 0.0 °C の飽和水溶液 100 g に含まれる塩化アンモニウムの質量は

$$29.4 \text{ g} \times \frac{100 \text{ g}}{(100 + 29.4) \text{ g}} = 22.72 \text{ g}$$

である。求める質量を  $x \text{ g}$  とすると,  $-15.8 \text{ °C}$  で凍り始める瞬間は飽和水溶液になっており, そのときの質量百分率は 19 % であるから次式が成り立つ。

$$\frac{(22.72 - x) \text{ g}}{(100 - x) \text{ g}} = \frac{19 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$\therefore x \text{ g} = 4.6 \text{ g}$$

(答)  ②

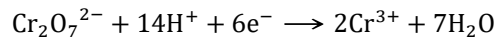
#### 第 4 問

問 1 酸化数変化は C:  $+3 \rightarrow +4$ , Cr:  $+6 \rightarrow +3$  である。

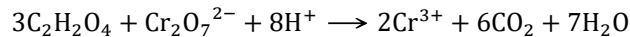
(答)  ⑧

問 2  $3\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 1\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 1\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$

未定係数法で係数を求めてもよいが, 半反応式を組み合わせるこの化学反応式を作れるか確認しておいてほしい。



$\text{e}^-$  を消去するため, 上の方の式を 3 倍として辺々を加えると



となる。両辺に対イオンの  $2\text{K}^+$  と  $4\text{SO}_4^{2-}$  を加えて整理すると化学反応式が得られる。

∴ア:3 イ:1 ウ:4 エ:1 オ:1 カ:6 キ:7

(答)  ③・④・⑤・⑥・⑦・⑧

問 3  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$  と  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量はそれぞれ

$$1.500 \text{ mol/L} \times 10.00 \text{ mL} = 15.00 \text{ mmol}, \quad 2.000 \text{ mol/L} \times 15.00 \text{ mL} = 30.00 \text{ mmol}$$

である。希硫酸は過剰量ある。求めるモル濃度を  $x \text{ mol/L}$  とすると, 当量点までに還元剤と酸化剤が授受した電子の物質量が等しいので次式が成立する。

$$15.00 \text{ mmol} \times 2 \text{ 価} = x \text{ mol/L} \times 25.00 \text{ mL} \times 6 \text{ 価}$$

$$\therefore x \text{ mol/L} = 2.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

(答)  ⑥

問 4 シュウ酸と二クロム酸カリウムの酸化還元反応の後に残っている  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の物質量は

$$30.00 \text{ mmol} - 15.00 \text{ mmol} \times \frac{4}{3} = 10.00 \text{ mmol}$$

である。よって、求める pH は次のように計算できる。

$$[\text{H}^+] = \frac{10.00 \text{ mmol} \times 2 \text{ 価}}{(10.00 + 15.00 + 25.00) \text{ mL}} = 4.000 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = 1 - 2 \log_{10} 2 = 0.4$$

(答) 22 ③

【講評】

有機化学の出題はアルコールに関する正誤問題のみであり、大部分が理論化学の問題となった。近年見られた複雑な計算を要する問題は姿を消し、全体的に取り組みやすくなった印象を受ける。問題量も適切である。『東京医科大入試予想』では、ルミノール反応に関する正誤問題を取り上げており、さらに「赤色」という誤りを指摘する部分までの中していた。得点率としては 75% 程度を目標にしたい。

## 昭和大学医学部[Ⅱ期]模試2.20(木)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月17日(月) 20:00

会場 東京/大阪/福岡

## 聖マリアンナ医科大学[後期]模試2.23(日)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月20日(木) 20:00

会場 東京/大阪/福岡

対象 高3生・高卒生対象

料金 6,600円(税別)



\*内容は変更になる場合がございます。最新の情報はホームページよりご確認ください。↗

## 医大別直前講習会 受付中

後期・Ⅱ期

- 獨協医科大学
- 聖マリアンナ医科大学
- 日本大学
- 埼玉医科大学
- 昭和大学
- 日本医科大学



◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください。↗

本解答速報の内容に関するお問合せは



03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>  
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校 **メビオ** ☎ 0120-146-156  
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校 **英進館メビオ** 福岡校 ☎ 0120-192-215  
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

