

## 藤田医科大学(前期) 化学

2023年 1月 19日実施

### 第1問

- 問1 pH = 4.0,  $[S^{2-}] = 1.0 \times 10^{-14}$  mol/L    問2 ⑥ ( $M_aS$  と  $M_bS$  の沈殿が生じ,  $M_bS$  の沈殿が多い.)  
問3 (ア) 2.5    (イ) 6.5

#### 解説

問1 純水に  $H_2S$  を通じる場合,  $K_1 \gg K_2$  なので  $[H^+]$  は第1電離定数のみを考えればよい. 電離度を  $\alpha$  として  $C$  mol/L の  $H_2S$  溶液のバランスシートを考えると

$H_2S$	$\rightleftharpoons H^+$	$+ HS^-$
$C$	(0)	0
$-C\alpha$	$+C\alpha$	$+C\alpha$
$C(1-\alpha)$	$C\alpha$	$C\alpha$

$\alpha \ll 1$  なので  $1-\alpha \doteq 1$  と近似してよい. これらを代入して  $K_1 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} \doteq \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C} = C\alpha^2$

従って  $\alpha = \sqrt{\frac{K_1}{C}}$ ,  $[H^+] = C\alpha = \sqrt{CK_1}$  となり, 数値的には

$$[H^+] = \sqrt{0.10 \times 1.0 \times 10^{-7}} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

となる. つまり pH = 4.0 である.

またこの溶液では  $K = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]}$  も成り立っているので,

$$[S^{2-}] = \frac{K[H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-14} \times 0.10}{(1.0 \times 10^{-4})^2} = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

とわかる.

$[S^{2-}]$  を求める **別解**

上記バランスシートより, この溶液中で  $[H^+] = [HS^-]$  なので,

$$K_2 = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]} \iff [S^{2-}] = \frac{[HS^-]}{[H^+]} K_2 = K_2 = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

〈〈 模試・講座のご案内 〉〉

## 受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

問2 pH = 7.0 で H<sub>2</sub>S を飽和させた溶液では  $[S^{2-}] = \frac{K[H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{1.0 \times 10^{-22}}{1.0 \times 10^{-14}} = 1.0 \times 10^{-8}$  mol/L になっている。この条件で M<sub>a</sub>S が沈殿しないと仮定すると

$$[M_a^{2+}][S^{2-}] = 0.10 \times 1.0 \times 10^{-8} = 1.0 \times 10^{-9} > K_{sp} = 1.0 \times 10^{-10}$$

これは矛盾なので、M<sub>a</sub>S は実際には沈殿し、溶けているイオンのモル濃度は

$$[M_a^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[S^{2-}]} = \frac{1.0 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-8}} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

である。(つまり 90 % が沈殿する。)

M<sub>b</sub>S に関しても同様に考えると、やはり沈殿することがわかり、溶液中に溶けているイオンのモル濃度は

$$[M_b^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[S^{2-}]} = \frac{1.0 \times 10^{-18}}{1.0 \times 10^{-8}} = 1.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

である。(こちらは実質ほぼ全量が沈殿するといえる。)

従って両方沈殿するが M<sub>b</sub>S の物質の方が多いとわかる。

問3 溶解度積の大きさから M<sub>b</sub>S の方が沈殿しやすいとわかるので、

M<sub>a</sub>S が沈殿しない

$$\iff [M_a^{2+}][S^{2-}] \leq K_{sp}$$

$$\iff [S^{2-}] \leq 1.0 \times 10^{-9}$$

$$\iff [H^+] = \sqrt{\frac{K[H_2S]}{[S^{2-}]}} \geq \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-21} \times 0.10}{1.0 \times 10^{-9}}} = 1.0 \times 10^{-6.5}$$

$$\iff \text{pH} \leq 6.5$$

また、

M<sub>b</sub>S が沈殿する

$$\iff [M_b^{2+}][S^{2-}] > K_{sp}$$

$$\iff [S^{2-}] > 1.0 \times 10^{-17}$$

$$\iff [H^+] = \sqrt{\frac{K[H_2S]}{[S^{2-}]}} < \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-21} \times 0.10}{1.0 \times 10^{-17}}} = 1.0 \times 10^{-2.5}$$

$$\iff \text{pH} > 2.5$$

答は (ア) 2.5 (イ) 6.5 である。

## 第2問

問1  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$

問2  $1.68 \times 10^2 \text{ mL}$

問3 ⑧ (a と d)

### 解説

問1 酸化剤:  $\text{Br}_2 + 2e^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$

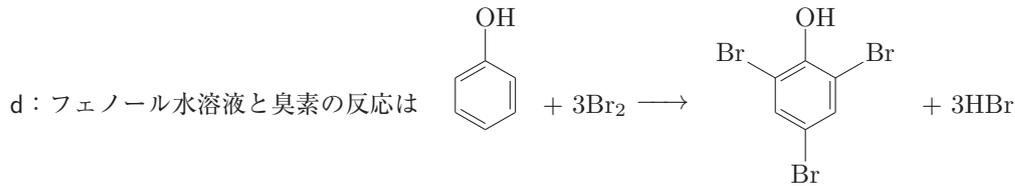
還元剤:  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^-$

---

$\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$

問2 問1の反応式より  $\text{Br}_2 : \text{SO}_2 = 1 : 1$  なので、 $\frac{50.0 \times 1.01 \times 0.0238}{160.0} = \frac{x \times 10^{-3}}{22.4}$  より  
 $x = 168.266 \div 1.68 \times 10^2 \text{ mL}$

問3 a: エチレンと臭素の反応は  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$



一方、bの塩化カリウム水溶液やcの希硝酸とは反応しない。

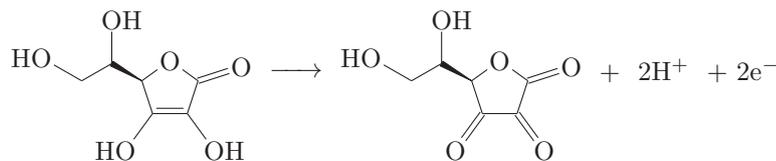
### 第3問

問1 ⑰ (aとbとd)      問2 ⑪ (bとd)

**解説**

問1 a セラミックスは非金属化合物を窯の中で熱処理した物質のことで、陶器などの焼き物、ガラス、セメントなどが該当する。電気を通さず耐熱性にも優れる。正文

b ビタミンCはアスコルビン酸のことであり、次の反応を起こす還元剤である。この反応が起こりやすいので食品などに添加しておくことで、空気中の酸素と優先的に反応することで食品の酸化を防ぐ。正文



c ペットボトルの原料はポリプロピレンではなくポリエチレンテレフタレートである。誤文

d 鉱石中に金属は主に酸化物や硫化物の形で存在するが、それを還元して金属単体を得ることを製錬という。正文

(ちなみに不純物を含む金属単体を電気分解などを利用して純度の高い金属単体にするを「精錬」という。)

e 合成洗剤は衣類や食器の油污れに対し、多数の分子の疎水基が油と結びついて衣類や食器から引き剥がし、油を内側に取り込んで親水基を外側に向けた球状ミセルコロイドとなって水中に分散させる。誤文

問2 a 同周期の典型元素は原子番号が大きいほど、原子核中の正電荷が大きくなり核外電子を中心方向に強く引きつけるため原子半径が小さくなるが、貴ガスは例外的に原子半径が大きくなる(原子半径の測定の仕方の違いが原因)。よって  $\text{F} < \text{Ne}$

b 第1イオン化エネルギーは原子から電子1つを奪うときに必要なエネルギーであり、1価の陽イオンになりやすいものほど小さい。周期表上ではほぼ左下の元素ほど小さい値となる。  $\text{Be} > \text{Na}$

c 電気陰性度は原子間の結合の共有電子対を引きつける度合いであり、陰性の強い元素ほど大きい。典型元素の場合、周期表上で貴ガスを除いて右上に存在する元素ほど大きい。  $\text{H} < \text{O}$

d フッ化水素は分子間で水素結合を形成するので、分子間で弱いファンデルワールス力のみしか働かない塩化水素よりも沸点が高い。  $\text{HF} > \text{HCl}$

e 希薄溶液の凝固点降下度は溶解している粒子の質量モル濃度に比例するが、希薄溶液では(質量モル濃度)  $\div$  (体積モル濃度) と考えてよい。溶解させた溶質の質量を  $w$  [g]、溶液の体積を  $V$  [L] とする

と、それぞれのモル濃度は、 $\text{CaCl}_2$  (= 111) 水溶液が  $\frac{w}{V} \times 3 = \frac{w}{37V}$ 、 $\text{NaCl}$  (= 58.5) 水溶液が

$\frac{w}{V} \times 2 = \frac{w}{29.25V}$  となり、 $\text{CaCl}_2 < \text{NaCl}$

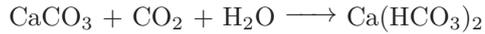
以上より、 $X > Y$  となるのは b と d の 2 つ。

## 第4問

- 問1 A  $\text{CaCO}_3$     B  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$     C  $\text{CaCl}_2$     D  $\text{CaSO}_4$   
 E  $\text{BaSO}_4$     F  $\text{ZnO}$     G  $\text{Zn}(\text{OH})_2$     H  $\text{SiO}_2$     I  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
- 問2  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 問3 J 水ガラス    K ケイ酸    L シリカゲル
- 問4 胃酸と反応せず体内に吸収されない点.

### 解説

問1,3 1) A を水に懸濁した液に二酸化炭素を過剰に通じた際に起こる反応は次の通り.



(この反応は石灰水に二酸化炭素を吹き込み白濁させた後、さらに吹き込み続けた時に起こる反応と同じ.)

生成した溶液を加熱すると、二酸化炭素の溶解量が減り平衡が左に移動するため再び白濁する.

- 3) 水酸化ナトリウム水溶液とアンモニア水溶液に溶ける酸化物は  $\text{ZnO}$  である.  
 4)  $\text{SiO}_2$  は酸性酸化物なので強塩基を加えて加熱すると次の反応を起こす.



このようにして生じた  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  に水を加えて熱すると J (水ガラス) が生じる. J に塩酸を加えると次に示す反応が起きて弱酸遊離により K (ケイ酸) が生じる。



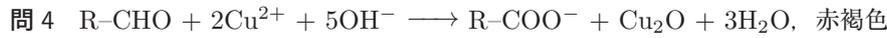
これを水で洗ったのち加熱乾燥したものが L (シリカゲル) である.

問2 両性元素が強塩基に溶ける際は錯イオンを生じる.

問4 バリウムイオンは人体には有害である. しかし硫酸バリウムは水や酸にも不溶でバリウムイオンを生じないため造影剤として用いることができる. なお炭酸バリウムは水に不溶だが胃酸と弱酸遊離反応を起こしバリウムイオンを生じるため造影剤には使えない.

# 第5問

- 問1 ア  $(C_6H_{10}O_5)_n$     イ アミロース    ウ アミロペクチン    エ グリコシド    オ 赤褐  
 カ  $C_{12}H_{22}O_{11}$     キ, ク グルコース, ガラクトース (順不同)    ケ グルコース    コ グルコース  
 サ インベルターゼ    シ 転化糖



- 問5 14.4%    問6 66.7%

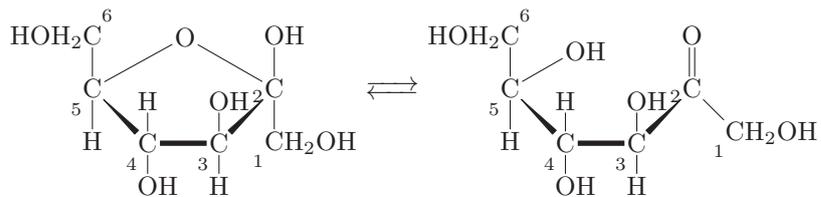
**解説**

問1 デンプンやグリコーゲン, セルロースはグルコース ( $C_6H_{12}O_6$ ) が縮合重合してできており, その分子式は重合度を  $n$  とすると  $(C_6H_{10}O_5)_n$  と書き表される. 植物性のデンプンのうち, 直鎖状の構造をとったものをアミロース, 枝分かれ構造をとったものをアミロペクチンと呼ぶ. グルコース単位の1位と4位のヒドロキシ基を用いて脱水縮合することでグリコシド結合すると鎖状構造が形成され, 1位と6位のヒドロキシ基を用いて脱水縮合することで枝分かれ構造が形成されている. 枝分かれが多くなるほど内包できるヨウ素分子の数が減るため, 直鎖状のアミロースでは濃青色, 枝分かれの多いアミロペクチンでは赤紫色, さらに枝分かれの多い動物性デンプンであるグリコーゲンでは赤褐色と, ヨウ素デンプン反応における呈色の違いが現れる.

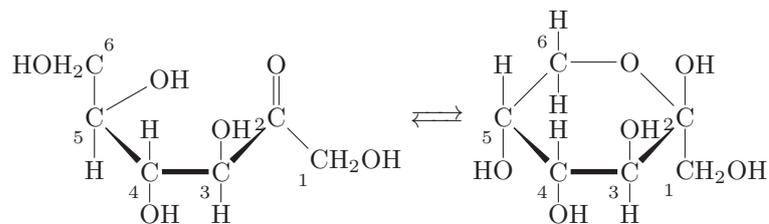
デンプンにアミラーゼを作用させることで加水分解して得られるマルトースは  $\alpha$ -グルコース二分子が1位と4位のヒドロキシ基で脱水縮合した  $C_{12}H_{22}O_{11}$  の分子式で表される二糖類である. 同様に, スクロースは  $\alpha$ -グルコースの1位と五員環構造の  $\beta$ -フルクトースの2位でグリコシド結合した構造, ラクトースは  $\beta$ -ガラクトースの1位と  $\alpha$ -グルコースの4位でグリコシド結合した構造, セロビオースは  $\beta$ -グルコース二分子が1位と4位でグリコシド結合した構造をとっている.

スクロースを加水分解することを「転化する (invert)」といい, この際に働く酵素をインベルターゼという. また, 加水分解の結果生じるグルコースとフルクトースの等モル混合物を転化糖といい, これは還元性を示す.

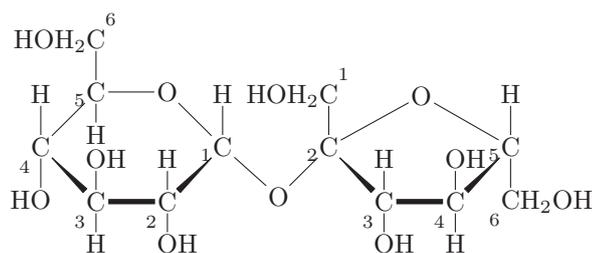
問2 五員環構造に存在するヘミアセタール (ヘミケタール) 構造が転位することでケトン基が形成され, 鎖状構造となる.



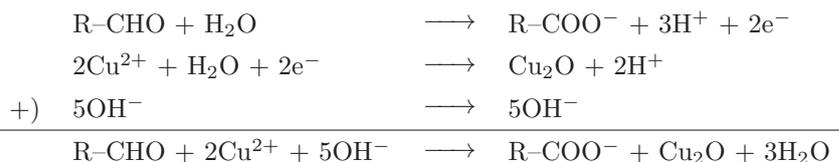
鎖状構造の2位のケトン基と6位炭素のヒドロキシ基でヘミアセタール (ヘミケタール) 構造を形成すると六員環構造となる.



問3 スクロースは $\alpha$ -グルコースの1位のヒドロキシ基と五員環 $\beta$ -フルクトースの2位のヒドロキシ基の間で脱水縮合した構造をしており、その構造式は以下のようなになる。



問4 以下のように半反応式を足し合わせた後、塩基性条件であることに注意して $H^+$ を $H_2O$ にする。



(あるいは、 $R-COO^-$ 、 $Cu_2O$ 、 $H_2O$ が生成するとして係数決定してもよい。)

生成した酸化銅(I)  $Cu_2O$  は赤褐色沈殿である。

問5 もととの二糖類が  $x$  mol ずつ含まれたとすると、上記問4の反応式より、スクロース以外の還元糖  $3x$  mol からは  $Cu_2O$  (式量 143.0) が  $3x$  mol 生じるので、 $3x = \frac{4.29}{143.0}$  から  $x = 0.0100$  mol とわかる。加水分解するとどの二糖類からも六炭糖が 0.0200 mol ずつ得られるため、加水分解後の溶質は合計で  $180.0 \times 0.0200 \times 4 = 14.4$  g となる。質量保存則より加水分解後の溶液も 100 g のままであるため、その質量パーセント濃度は 14.4 % となる。

問6 もとのスクロース水溶液のモル濃度  $C$  は  $C = \frac{5.13}{342.0} \times \frac{1000}{100} = 0.15$  mol/L である。加水分解したスクロースの割合を  $\alpha$  とすると、反応の進行による物質の変化は以下のように表される。

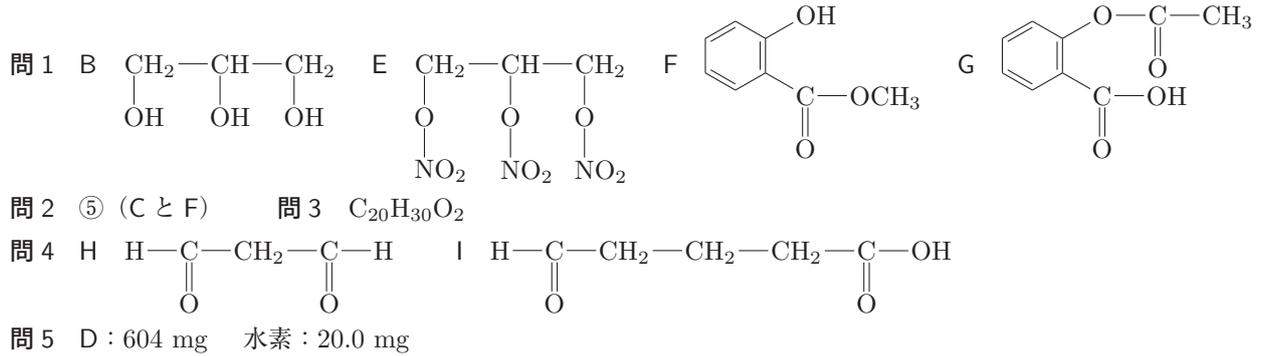
溶液 1 L 中	スクロース	+	$H_2O$	$\longrightarrow$	グルコース	+	フルクトース	溶質の合計
	$C$ mol				0		0	
	$\downarrow -C\alpha$				$\downarrow +C\alpha$		$\downarrow +C\alpha$	
	$C(1 - \alpha)$ mol				$C\alpha$ mol		$C\alpha$ mol	$C(1 + \alpha)$ mol

この水溶液の浸透圧が 9.00 g/100 mL のグルコース水溶液、つまり  $\frac{9.00}{180.0} \times \frac{1000}{100} = 0.500$  mol/L の水溶液

液が示す浸透圧の  $\frac{50.0}{100}$  となるためには、加水分解後の水溶液の濃度がグルコース水溶液のモル濃度の半分と

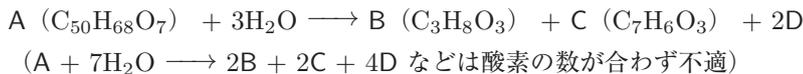
なればよい。したがって、 $0.15(1 + \alpha) = 0.500 \times \frac{50.0}{100}$  より、 $\alpha = \frac{2}{3} = 0.6666... \doteq 0.667$  から、66.7 %

# 第6問



**解説**

- 問1 1) エステル A を加水分解して生じた化合物 B, C, D について, B は中性なのでアルコールであり, 酸性化合物の C と D はカルボン酸と考えられる.  
 2) B を混酸で硝酸エステル化すると狭心症の薬品として用いられる E : ニトログリセリンが得られることから, B はグリセリンである.  
 3) C : サリチル酸をメチルエステル化して得られる F : サリチル酸メチルは消炎鎮痛剤として使用される. また C をアセチル化して得られる G : アセチルサリチル酸は解熱鎮痛剤として使用される.
- 問2 塩化鉄(III)水溶液で呈色反応を示す化合物はフェノール類の C : サリチル酸と F : サリチル酸メチル
- 問3 1) より

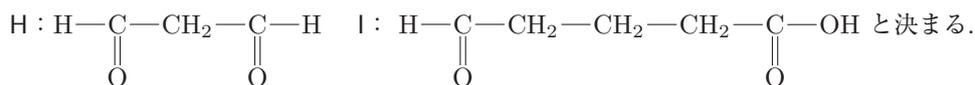
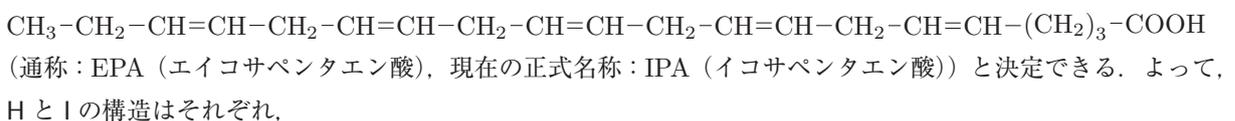


より, D の分子式は C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub> と決まる.

- 問4 D (C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>) をオゾン分解するとプロピオンアルデヒド (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O), H, I が得られる. H と I が物質質量比 4 : 1 で得られること, I の炭素数が 5 であることからこの反応は



である. さらに D は分枝のない脂肪酸であるから, 二重結合をオゾンで分解すると, D のカルボキシ基から最も遠い末端から生成した物質は官能基を 1 つしかもたないアルデヒド, D のカルボキシ基を含む部分から生成する物質は片方の末端がカルボキシ基, もう片方がホルミル基 (アルデヒド基) をもつ物質で, それ以外がホルミル基を両端にもつ化合物となるので, ホルミル基を 1 つしかもたないプロピオンアルデヒドが D のカルボキシ基から最も遠い末端から生成した物質, 唯一の生成物 I が元々 D のカルボキシ基だった部分を含む物質, それ以外の H が内部の炭素から生成した物質と判明し, D の構造は,



- 問5 A の分子量 : 780, D の分子量 : 302 より,

$$\text{求める D の質量 } x \text{ [mg] は, } \frac{780}{780} : \frac{x}{302} = 1 : 2 \iff x = 604 \text{ mg}$$

$$\text{また, D の不飽和度は 5 なので, 求める } H_2 \text{ の質量 } y \text{ [mg] は, } \frac{604}{302} : \frac{y}{2.00} = 1 : 5 \iff y = 20.0 \text{ mg}$$

講評

- 第1問** [硫化物の沈殿] (標準) 金属イオンに硫化水素を通した場合、液性によって沈殿したりしなかったりする事実は有名である。それを溶解度積で説明させる問題も頻出であり、類題を解いたことのある受験生も多かったであろう。この問題はあまり悩まず得点源にしてもらいたい。
- 第2問** [酸化還元滴定] (標準) 二酸化硫黄と臭素の酸化還元滴定の問題。代表的酸化剤のハロゲン(臭素)と通常は還元剤の二酸化硫黄の半反応式を理解していれば易しい問題。問2の計算は桁数が多くなるがしっかり計算したいところ。問3は臭素の反応として、不飽和結合への付加反応とフェノールへの置換反応を覚えておきたい。
- 第3問** [身近な化学物質・化学の基礎] (標準) 知識を問う小問が2題のみだったが、ビタミンCが酸化防止剤として使用できることや貴ガスの原子半径が例外的に大きいことなどを知らないと正解できない。常に図説などを見て様々な化学的知識を身につけているかどうかで差がつく。
- 第4問** [金属イオンを含む化合物] (やや易) 無機化学からの出題。シリカゲルの製法は忘れていた受験生もいたかもしれないが、推定のための情報が多い基本的な知識問題だったため得点源にできた受験生が多いだろう。
- 第5問** [糖類] (標準) 文中の空所補充はどれも基本的な知識問題であり、失点できない。問2のβ-フルクトースの六員環構造を完成させる設問や、問3のフェーリング反応の反応式作成で時間を取られずに残りの計算問題に進めたかどうかで差がつきそう。
- 第6問** [エステル構造推定] (標準) 扱う物質の分子式がC<sub>50</sub>H<sub>68</sub>O<sub>7</sub>で面食らった受験生もいたかもしれないが、丁寧に読解していけば十分に対応できる問題である。加水分解したあとの化合物のうちB(グリセリン)とC(サリチル酸)はよく題材に取り上げられる物質であり、それにまつわる問1と問2は着実に得点したい。問3以後は化合物Dに関連する小問が並んだが、ここはオゾン分解をテーマにした問題に対する経験値によって差がつくかもしれない。

2022年度から大問数に変化はなかったが、2022年度の**第2問**のような小問集合が減ったことと、今年度の**第6問**は差がつきやすいような骨のある出題だった分、得点はしづらくなった。とはいえ、標準レベルの出題が並んだため、一次合格には65%を目指したい内容。

**メルマガ無料登録で全教科配信!** 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

 医学部進学予備校 <b>メビオ</b> ☎0120-146-156 <a href="https://www.mebio.co.jp/">https://www.mebio.co.jp/</a>	 医学部専門予備校 <b>YMS</b> heart of medicine ☎03-3370-0410 <a href="https://yms.ne.jp/">https://yms.ne.jp/</a>	 医学部専門予備校 <b>英進館メビオ</b> 福岡校 ☎0120-192-215 <a href="https://www.mebio-eishinkan.com/">https://www.mebio-eishinkan.com/</a>	 登録はこちらから
--	--	---	---

**医学部受験相談会**

医学部受験の悩みを講師が回答します(予約優先)

東京	<b>2.1(水)</b>	9:00 ~ 12:00 ビジョンセンター西新宿
金沢	<b>1.30(月)・31(火)</b>	9:00 ~ 12:00 ANA クラウンプラザ金沢
名古屋	<b>1.24(火)</b>	9:00 ~ 12:00 イオンコンパス名古屋駅前会議室
大阪	<b>1.24(火)</b>	9:00 ~ 12:00 クインテッサホテル大阪ベイ
神戸	<b>1.25(水)</b>	9:00 ~ 12:00 神戸ポートピアホテル
岡山	<b>1.22(日)</b>	9:00 ~ 12:00 第一セントラルビル2号館

**金沢医科大学後期模試**

大阪・名古屋会場 **2.17(金)** 10:00 ~ 13:00  
東京・福岡会場  
天満研修センター  
オフィスパーク  
名駅プレミア会議室 他

**金沢医科大学後期攻略講座**

大阪会場 **2.21(火)・27(月)** 9:30 ~ 13:00  
名古屋会場 **2.24(金)** 13:00 ~ 16:45  
オフィスパーク  
名駅プレミア会議室

**藤田医科大学後期攻略講座**

名古屋会場 **2.25(土)** 9:30 ~ 16:45  
オフィスパーク  
名駅プレミア会議室

詳しくは Web またはお電話で