

解 答 速 報

関西医科大学(後期) 化学

2023年3月4日実施

I

- 問1 (i) F (け) (ii) K (て) (iii) P (そ) (iv) S (た) (v) Ar (つ)
 問2 (ウ) 問3 $O_3 + 2KI + H_2O \longrightarrow O_2 + I_2 + 2KOH$ 問4 $\ddot{O}::C::\ddot{O}$
 問5 (i) (へ) Cu (ほ) Zn (ii) (ア), (エ)

解説

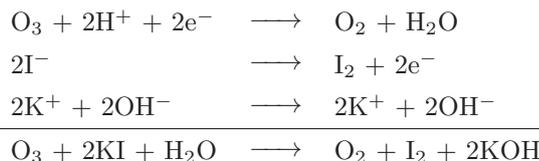
問1 与えられた周期表(一部)は以下のようになっている。

		族																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周 期	1	H																	He
	2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

- (i) 電気陰性度は貴ガス以外の元素に定義され、周期表の右上ほど大きい。最大の元素は F である。
 (ii) 炎色反応が紫色の金属元素は K である。
 (iii) 空気中で自然発火する単体は黄リン P₄ である。
 (iv) 漂白剤として働く無色刺激臭気体である酸化物は SO₂ である。(Cl₂O などの塩素の酸化物は有色である、)
 (v) 大気の組成は多いものから順に N₂ : 78 %, O₂ : 21 %, Ar : 1 %, … となっている。
- 問2 各文章の正誤は以下のとおり。
 (ア) 誤文。(さ) Na の単体は水と激しく反応して水素を発生するが、それは強い還元力を持つからである。
 (イ) 誤文。(せ) Si は非金属である。
 (ウ) 正文。(も) Br の単体 Br₂ は常温で液体である。

問3 酸素に無声放電を行うと淡青色のオゾン O₃ が生成する。 $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$

オゾンは酸化力を持ち、KI を酸化する。半反応式を足し合わせて反応式を作ると次の通り、



KI 水溶液中で I₂ は褐色を示す。ここにデンプンを加えるとヨウ素デンプン反応を起こして青紫色になる。

◀◀ 模試・講座のご案内 ▶▶

メビオ学校説明会・無料体験を実施しています

※詳細は最終面をご確認ください

問4 Caは常温の水と反応し、Ca(OH)₂水溶液になる。Ca + 2H₂O → Ca(OH)₂ + H₂

ここに二酸化炭素を吹き込むとCaCO₃の白沈を生じる。Ca(OH)₂ + CO₂ → CaCO₃ + H₂O

CO₂の構造式はO=C=Oである。二重結合は共有電子対2つからなる。各酸素原子はそれ以外に2つずつの非共有電子対を持つ。

問5 この電池はボルタ電池である。

(ア) 正文。Cu電極が正極、Zn電極が負極であり、正極から負極に電流が流れる。(電子の流れとは逆。)

(イ) 誤文。正極の反応は2H⁺ + 2e⁻ → H₂であり、正極の質量変化はない。

(ウ) 誤文。正極の反応は2H⁺ + 2e⁻ → H₂であり、気体が発生する。

(エ) 正文。ボルタ電池もダニエル電池も負極の反応はZn → Zn²⁺ + 2e⁻であり、負極活物質はZnである。

(オ) 誤文。ボルタ電池は一次電池であり充電できない。

II

問1 (i) +2 (ii) 0 (iii) -3 (iv) -1

問2 (i) 8.23 L (ii) 3.96 g

問3 (ア) V₂O₅ (イ) 4NH₃ + 5O₂ → 4NO + 6H₂O (ウ) ハーバー・ボッシュ

問4 AlK(SO₄)₂·4H₂O

解説

問1 それぞれの化学反応式、および酸化数変化は以下の通り。

(i) 3Cu + 8HNO₃ → 3Cu(NO₃)₂ + 2NO + 4H₂O で 0 → +2

(ii) AgNO₃ + 2NH₃ → [Ag(NH₃)₂]NO₃ で +1 → +1

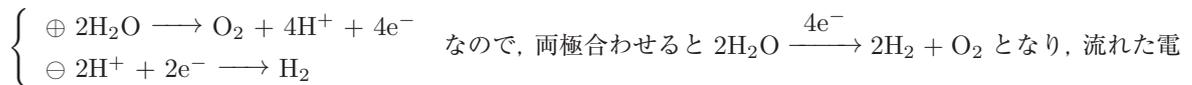
(iii) (硫酸酸性だとすると) K₂Cr₂O₇ + 3H₂O₂ + 4H₂SO₄ → Cr₂(SO₄)₃ + K₂SO₄ + 3O₂ + 7H₂O で +6 → +3

(iv) 4KMnO₄ + 4KOH → 4K₂MnO₄ + O₂ + 2H₂O で +7 → +6 (生成物はマンガン酸カリウム)

問2 2つの電解槽を直列で連結しているので、両電解槽に流れた電気量は等しく、電子の物質量で表すと、

$$\frac{(2 \times 3600 + 21 \times 60 + 32) \times 5}{9.65 \times 10^4} = 0.440 \text{ mol}$$

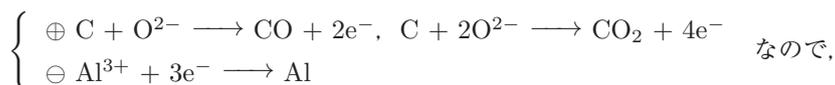
(i) 第1電解槽での反応は、



子4 mol 当たり両極の気体は合計で3 mol 発生する。よってこの反応で発生する気体は $0.440 \times \frac{3}{4} = 0.330$ mol なので、求める体積をV L とおくと、

$$1.01 \times 10^5 \times V = 0.330 \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 30) \implies V = 8.226... \approx 8.23 \text{ L}$$

(ii) 第2電解槽での反応は、



陰極で生成したAlは $0.440 \times \frac{1}{3} \times 27.0 = 3.96 \text{ g}$

問3(ア) 接触法は硫酸の工業的製法であり、SO₂の酸化に必要な触媒は酸化バナジウム(V) V₂O₅ である。

(イ) オストワルト法は硝酸の工業的製法であり、白金Pt触媒が必要なのはアンモニアの酸化反応である。この反応は約800℃で行うので、生成物はNO₂ではなくNOである(2NO + O₂ ⇌ 2NO₂が発熱反応なので高温では左に平衡が偏るため)。

(ウ) 四酸化三鉄Fe₃O₄を触媒とするアンモニアの合成法はハーバー・ボッシュ法とよばれる。

問4 一般的にミョウバンとよばれる物質は $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($= 474.3$) である。120℃ までの加熱によって減少した分の式量が $474.3 \times \frac{100 - 69.6}{100} \doteq 144$ で、それは $\frac{144}{18.0} = 8$ より水 8 mol 分に相当する。従って求める結晶の化学式は $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ である。

III

問1 (あ) D (い) M (う) K (え) B (お) M (か) M 問2 0.869 mL

問3 B 問4 0.15 問5 2.60

解説

問1 アレニウスが唱えた酸・塩基の定義では水に溶かすと水素イオンを生じるものが酸、水酸化物イオンを生じるものが塩基である。そのあとで、ブレンステッドとローリーが唱えた新しい定義では水素イオンを与える物質が酸、受け取る物質が塩基である。

問2 用いた濃塩酸の体積を v mL とすると

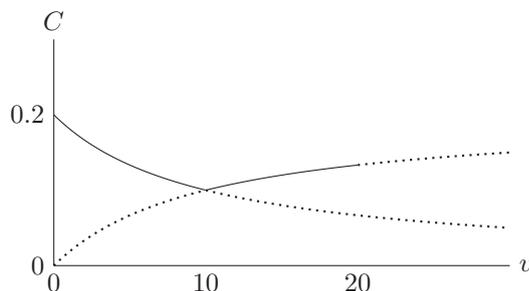
$$0.100 \times \frac{100}{1000} \times 36.5 = v \times 1.20 \times \frac{35.0}{100} \quad \text{これを解いて } v = 0.8690 \doteq 0.869 \text{ mL}$$

問3 流れる電流はイオンの濃度に比例する。 NaOH 水溶液を加えると $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ の反応がおこり水素イオンが減った分ナトリウムイオンが増えるため、中和の当量点までは陽イオンと陰イオンの物質の総和は不変である。当量点をすぎると加えた NaOH が増える分、全イオンの物質量は増加する。そこで加えた NaOH の体積 v mL と全イオンの濃度 C mol/L の関係は次のようになる。(溶液の体積は足し算できるものとする)

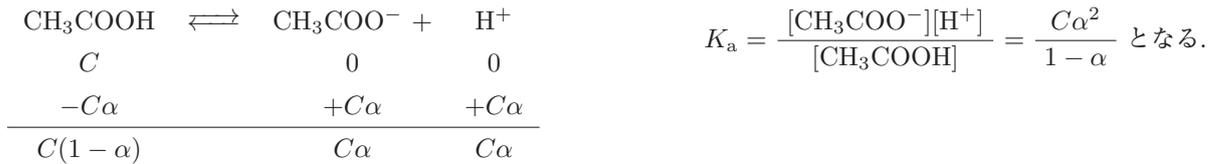
$$\bullet \quad 0 \leq v \leq 10.0 \text{ のとき } C = \frac{0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2}{\frac{10.0 + v}{1000}} = \frac{2.00}{10.0 + v} \text{ mol/L}$$

$$\bullet \quad 10.0 \leq v \text{ のとき } C = \frac{0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 + 0.100 \times \frac{v - 10.0}{1000} \times 2}{\frac{10.0 + v}{1000}} = \frac{0.200v}{10.0 + v} \text{ mol/L}$$

特に $v = 0$ mL のとき $C = 0.200$ mol/L, $v = 10.0$ mL のとき $C = 0.100$ mol/L, $v = 20.0$ mL のとき $C = 0.133$ mol/L などに注意すると、Bが正解とわかる。ちなみに $v-C$ グラフは2つの双曲線を合わせたものとなる。



問4 酢酸の濃度を C 、電離度を α とすると電離定数は次のように表される。



希釈後の酢酸の濃度は $0.10 \times \frac{1.0}{100} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。与えられた図によれば $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ における電離度は 0.10 を超えることから $1 - \alpha \doteq 1$ という近似を使うことはできない。そこで

$$2.5 \times 10^{-5} = \frac{1.0 \times 10^{-3} \times \alpha^2}{1 - \alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{-1 + \sqrt{1 + 160}}{80} = \frac{-1 + 12.7}{80} (\because \alpha > 0)$$

よって $\alpha = 0.146 \doteq 0.15$

問5 グラフより 0.25 mol/L の酢酸の電離度は 0.01 程度であり $1 - \alpha \doteq 1$ という近似を使うことができる。よって

$$K_a = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha} \doteq C\alpha^2, \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [\text{H}^+] = C\alpha = \sqrt{CK_a} = \sqrt{0.25 \times 2.5 \times 10^{-5}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(2.5 \times 10^{-3}) = 2 + 0.301 \times 2 = 2.602 \doteq 2.60$$

IV

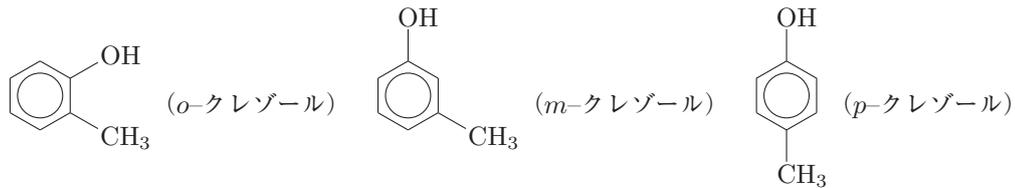
問1 (あ) プロペン (プロピレン) (い) クレゾール (う) 3
(え) ナトリウムフェノキシド (ナトリウムフェノラート) (お) 二酸化炭素

問2 (イ), (オ) 問3 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 問4 (イ), (ウ), (エ)

問5 (i) (エ) (ii) (イ) (iii) (ア) (iv) (ウ)

解説

問1 クメン法はプロペン (プロピレン) にベンゼンを付加してクメンを作るところから始まる。
フェノールのベンゼン環の水素原子の一つをメチル基で置換した化合物はクレゾールで、



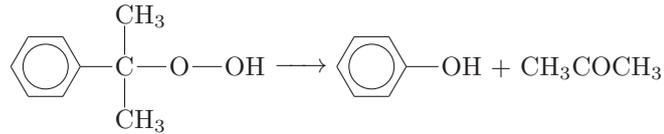
の 3 種類の異性体が存在する。

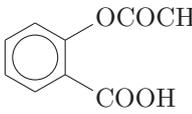
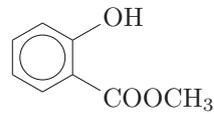
サリチル酸は固体のナトリウムフェノキシドに高温・高圧下で二酸化炭素を作用させることで生成したサリチル酸ナトリウムを希硫酸で弱酸遊離して作る。

問2 各文章の正誤は以下のとおり。

- (ア) 誤文。塩化鉄(III)水溶液で呈色するのはフェノールのみでベンジルアルコールは呈色しない。
- (イ) 正文。フェノールもメタノールも金属ナトリウムと反応して水素を発生する。
- (ウ) 誤文。サリチル酸はメタノールとエステルを作るが、フェノールはメタノールと反応しない。
- (エ) 誤文。炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生するのは炭酸より強い酸なので、フェノールは反応しない。
- (オ) 正文。フェノール類であるフェノールをニトロ化したピクリン酸や、3価アルコールであるグリセリンを硝酸でエステル化したニトログリセリンは爆薬として用いられる。

問3 クメン法ではクメンヒドロペルオキシドを熱分解して、フェノールとアセトンができる。



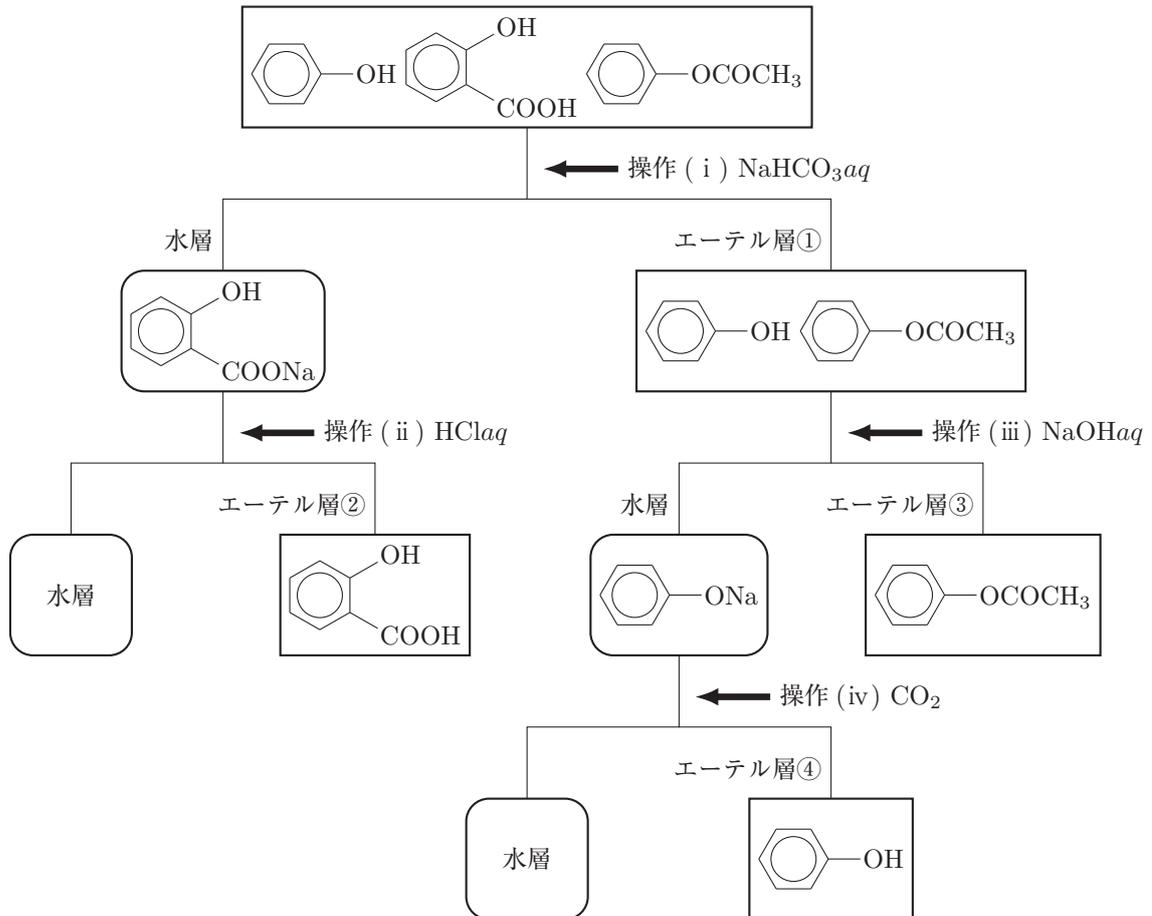
問4 Aはアセチルサリチル酸  Bはサリチル酸メチル 

- (ア) 誤文. AもBも酸性物質である.
- (イ) 正文. Bのみフェノール性のヒドロキシ基をもっている.
- (ウ) 正文. Aは鎮痛解熱剤, Bは消炎剤として利用される.
- (エ) 正文. A, Bともにエステル結合をもっている.
- (オ) 誤文. Aは炭酸水素ナトリウムと反応するが, Bは反応しない.

問5 操作(i)では3種の化合物のうちの一つだけを中和して塩として水層に移動させる必要があるため, (エ)炭酸水素ナトリウム水溶液を加えればよい. 操作(ii)ではその際に生成したサリチル酸ナトリウムからサリチル酸を遊離させるため, 強酸である(イ)希塩酸を加える.

一方で, エーテル層①にはフェノールと酢酸フェニルが溶解しているので, 操作(iii)では(ア)水酸化ナトリウム水溶液を加えることでフェノールを中和して水層に移動させる. エーテル層③には酢酸フェニルが残る. 操作(iv)では水層に溶けたナトリウムフェノキシドからフェノールを遊離させるため, (ウ)二酸化炭素を十分に吹き込む.

操作の概略は下図のようになる.



講評

I [周期表, 各論] (やや易)

周期表第4周期までの元素を題材にして、各論的な知識を幅広く問う問題であった。内容は多岐にわたるが、いずれも基本的なものであり、普段の学習の成果がそのまま表れたであろう。

II [金属化合物についての小問集合] (標準)

酸化数変化、電気分解、無機化学工業の触媒、加熱による結晶水の脱水についての問題だった。一部、一般の受験生にはあまり知られていない知識を問う設問があったがそれ以外については解法に迷う問題はなく、正答したいものが並んだ。

III [酸・塩基] (標準)

酸・塩基の定義などの基本的な用語問題や希釈、導電性の変化のグラフ、酢酸の電離など多岐にわたる問題が並んだ。酢酸の電離の問題はグラフを見て電離度が1に比べ十分小さいかを考えて計算する必要があった。問題文も長く計算も重かったが、問題文の意図を汲み取り手際よく得点したい。

IV [フェノールとサリチル酸] (易)

フェノールの製法、性質、サリチル酸やその周辺物質の性質、有機化合物の分離に関する問題。どれも基本的な知識を問う問題で、落としてはいけない。

形式面においては、大問4つという構成で2022年度後期および2023年度前期から変化がなかったものの、ページ数が大幅に増えた分、ボリュームが大きくなったと感じた受験生は多かったのではないかと、問題の難易度は2022年度後期から比べて易しい設問が増えたものの、注意深い作業が求められる設問が多く、得点のしづらさはあまり変わらなかったといえよう。一次合格には75%が必要になってくるだろう。

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

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

学校説明会 無料体験授業

メビオ校舎にて実施中

メビオがどのようにしてこれまで医学部合格の実績を勝ち取ってきたか、そのメソッドについて説明いたします。また、メビオが誇る一流精鋭講師陣による無料体験授業を受講できます。

同じ日に実施可能なメニュー

- ・学力診断テスト
- ・校舎見学
- ・寮見学
- ・学習相談

詳しくはこちら



日時
毎日 10:00~20:00

場所
医学部進学予備校メビオ校舎

2泊3日無料体験 3/12(日)~3/14(火)

授業・食堂・寮

多数の医学部合格者を生み出してきたメビオのすべてを2泊3日でじっくり無料体験できます。

「メビオの授業の様子を体感したい」

「どんな講師がいるか気になる」

「寮に入ろうか悩んでいる」

そんな方はぜひ一度体験してみてください。

通学生(寮利用なし)の無料体験も受け付けています。

詳しくはこちら



詳しくは Web または お電話で