医学部進学予備校 メビオ × 医学部専門予備校 YMS heart of medicine 医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校

# 解答速報

# 久留米大学医学部（後期）　化学

2022年3月8日実施

## 1

(1)　塩析　　(2)　71 g　　(3)　$CH_4$　　(4)　$[Zn(OH)_4]^{2-}$　　(5)　ヘンリーの法則

解説

(1)　少量の電解質で沈殿が生じないコロイドは親水コロイド．その親水コロイドが多量の電解質で沈殿するのは塩析．

(2)　$CuSO_4{\cdot}5H_2O$ 25 g 中には $CuSO_4$ が $25 \times \dfrac{160}{250} = 16$ g，$H_2O$ が $25 \times \dfrac{90}{250} = 9$ g 含まれているので，水の量を $x$ g とすると，25 g の $CuSO_4{\cdot}5H_2O$ を溶かした溶液・溶媒・溶質の関係は次のようになり，

| | | |
|---|---|---|
| 溶液 | $x + 25$ g | 120 g |
| 溶媒 | $x + 9$ g | 100 g |
| 溶質 | 16 g | 20 g |

溶媒：溶質 $= (x + 9) : 16 = 100 : 20$ を解いて $x = 71$ g となる．

(3)　$CH_3COONa + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + CH_4$

(4)　$Zn + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

(5)　炭酸飲料には，二酸化炭素の圧力を上げた状態で，溶液中に二酸化炭素が溶けこんでいるが，栓を抜くと，上部の二酸化炭素の圧力が低下し，溶液中に溶けきれなくなった二酸化炭素が泡になる．「難溶性の気体の溶解度が圧力に比例する」はヘンリーの法則である．

《 模試・講座のご案内 》
医学部進学予備校 メビオ では 春期講習 を実施します
医学部受験相談会も好評実施中 ※いずれも詳細は最終面をご確認ください

# 2

(1)　電離度：$1.0 \times 10^{-2}$　　水素イオン濃度：$2.0 \times 10^{-3}$ mol/L　　pH $= 2.7$

(2)　溶液が酢酸と酢酸ナトリウムの混合物になっており緩衝作用を示すから.

(3)　$2.4 \times 10^{-5}$ mol/L　　(4)　pH $= 12.6$　　(5)　フェノールフタレイン

(6)　器具：コニカルビーカー　　理由：「純水は水酸化ナトリウム水溶液や酢酸水溶液と反応せず，滴定に影響を及ぼさないため.」または，「純水で濡れたままでも酢酸の物質量は変化しないため.」

(7)　20 mL　　(8)　$1.5 \times 10^{-4}$ mol/L

解説

(1)　電離定数 $K_{\mathrm{a}}$ は

$$K_{\mathrm{a}} = \frac{[\mathrm{CH_3COO^-}][\mathrm{H^+}]}{[\mathrm{CH_3COOH}]}$$

と表され，濃度を $c$，電離度を $\alpha$ とすると $\alpha = \sqrt{\dfrac{K_{\mathrm{a}}}{c}}$，$[\mathrm{H^+}] = \sqrt{cK_{\mathrm{a}}}$ となる．これらに値を代入し，

$$\alpha = \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-5}}{0.20}} = 1.0 \times 10^{-2}$$

$[\mathrm{H^+}] = \sqrt{0.20 \times 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-3}$ mol/L

pH $= -\log_{10}(2.0 \times 10^{-3}) = 3 - 0.30 = 2.7$

(2)　弱酸とその弱酸の塩の混合溶液，または弱塩基とその弱塩基の塩の混合溶液は，少量の酸や塩基が加わっても pH があまり変わらない緩衝液になる.

(3)　酢酸は, はじめ $0.20 \times \dfrac{10}{1000} = 2.0 \times 10^{-3}$ mol あった．同濃度の水酸化ナトリウム水溶液を当量点の半分まで加えたので, 溶液中の酢酸と酢酸イオンの物質量は共に $1.0 \times 10^{-3}$ mol．ここに塩酸を $1.0 \times \dfrac{0.1}{1000} = 1.0 \times 10^{-4}$ mol 加えたため溶液中の物質の物質量は次のようになる.

| $\mathrm{CH_3COO^-}$ | $+$ $\mathrm{H^+}$ | $\rightleftharpoons$ $\mathrm{CH_3COOH}$ |
|---|---|---|
| $1.0 \times 10^{-3}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-3}$ |
| $-1.0 \times 10^{-4}$ | $-1.0 \times 10^{-4}$ | $+1.0 \times 10^{-4}$ |
| $0.9 \times 10^{-3}$ | (0) | $1.1 \times 10^{-3}$ |

これを電離定数の式に代入すれば良い．$2.0 \times 10^{-5} = \dfrac{(0.9 \times 10^{-3}/V) \times [\mathrm{H^+}]}{(1.1 \times 10^{-3}/V)}$

これを解いて $[\mathrm{H^+}] = 2.44... \times 10^{-5} \fallingdotseq 2.4 \times 10^{-5}$ mol/L

(4)　溶液中に余っている NaOH の濃度は $0.20 \times \dfrac{5.0}{1000} \times \dfrac{1000}{25} = 0.040$ mol/L

pOH $= -\log_{10}(4.0 \times 10^{-2}) = 2 - 0.30 \times 2$．pH$= 14 - 2 + 0.30 \times 2 = 12.6$

(5)　弱酸と強塩基の中和の当量点は弱塩基性側なため，変色域が弱塩基性側にあるフェノールフタレインの使用が適している.

(6)　ホールピペットとビュレットについては使用する溶液で共洗いしてから使う.

(7)　硫酸は二価の酸なので $0.20 \times \dfrac{10}{1000} \times 2 = 0.2 \times \dfrac{V}{1000}$ が成り立つ．これを解いて $V = 20$ mL

(8)　$\log_{10} 3 = 0.48$ に注目して次のように式変形しよう.

$[\mathrm{H^+}] = 1.0 \times 10^{-3.52} = 1.0 \times 10^{0.48} \times 10^{-4} = 3.0 \times 10^{-4}$ mol/L

# 3

(1) (ア) メタノール　(イ) ヘモグロビン　(ウ) 酸素　(エ) 半導体　(オ) 共有　(カ) 光ファイバー
(キ) 水ガラス　(ク) クロマトグラフィー

(2) ②

(3) (a) $C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$　(c) $SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$
(d) $SiO_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$

(4) ドライアイスの昇華熱が氷の融解熱より大きいため．(24 字)

(5) 多孔質で表面積が広い　極性が大きく水を吸着しやすい

解説

(1) (ア) ZnO などを触媒に一酸化炭素と水素を高温・高圧の条件下で反応させることでメタノールが合成される．反応式は $CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$.

(イ)，(ウ) 血液中のヘモグロビンは酸素を体内に運搬する機能を担うが，一酸化炭素があるとこれとも結びつき酸素運搬効率を著しく下げてしまう．

(エ) 単体ケイ素は導体と絶縁体の中間的性質を持ち半導体と呼ばれる．

(オ) 非金属元素同士の結合なので共有結合．$SiO_2$ は $SiO_4$ の正四面体が三次元的に連なった共有結合結晶である．

(カ) 高純度の二酸化ケイ素は光の吸収率が小さく高い透明性を持ち，光をほとんど減衰させずに透過させるため光通信用のケーブル（光ファイバー）として利用される．

(キ) 水ガラスの主成分はケイ酸ナトリウムである．

(ク) 適切な吸着剤の表面に試料を流すと物質ごとの吸着力の差により移動速度に差が生じ，各物質の分離や生成を行うことができる．これをクロマトグラフィーという．

(2) 周期表の右上の元素ほど非金属性が強く，左下の元素ほど金属性が強くなる．従って同族元素では原子番号が大きな元素（=周期表の下に位置する）ほど金属性が強くなる．

(3) (a)，(c) いずれの反応もコークスが還元剤として働いている．赤熱したコークスが還元剤として働く際の生成物は CO.
(d) 弱酸遊離反応と考えるとよい．

(4) ドライアイスの昇華熱は 585 J/g で，氷の融解熱の 334 J/g よりも大きいので，氷よりも優れた冷却能力を持つといえる．

(5) シリカゲル（$SiO_2 \cdot nH_2O$）はケイ酸（$H_2SiO_3$）を乾燥させることで得られる物質で，構造内に多くの空洞と親水性の–OH 基を有するため乾燥剤として用いられる．

的中!!

**久留米大学大学医学部（後期）直前テキスト（3 月 6 日）**

**問題 2–3(炭素・ケイ素)**

炭素およびケイ素に関する〔1〕および〔2〕の文章を読み，(1)〜(9) の問いに答えよ．

〔1〕 炭素の単体には，a) ダイヤモンド，黒鉛，フラーレンなどが存在する．この中で，ダイヤモンドでは，すべての炭素原子が三次元的に規則正しく配列している．この配列は 1 つの炭素原子とそれを囲む 4 つの炭素原子による正四面体が基本構造となり，すべての炭素原子は互いに b) 強く結合している．これに対し，黒鉛では，炭素原子がつくる平面層が積み重なった構造となっており，層と層との間には c) 弱い引力が働いている．各層では，6 つの炭素原子の結合により形成している正六角形が基本構造となっている．

〔2〕 ケイ素は岩石を構成する主要成分として，地殻中に含まれる元素の中で 2 番目に多い．Ⅰ) ケイ素の単体は，二酸化ケイ素 $SiO_2$ を炭素の共存下，空気をしゃ断した電気炉中で加熱することで得られる．また，ケイ素は電気的に，d) 電気をよく導くものと電気をほとんど導かないものとの中間的な性質をもつ物質であり，集積回路や太陽電池などの材料として利用されている．

二酸化ケイ素 $SiO_2$ と炭酸ナトリウム $Na_2CO_3$ とを混合し加熱すると，e) 液体となって反応し，ケイ酸ナトリウム $Na_2SiO_3$ を形成する．得られた生成物に水を加えて煮沸すると Ⅱ) 粘性の高い液体となる．この液体に酸を加えると，半透明でゲル状のケイ酸が生じる．ケイ酸を加熱して水分を取り除いた Ⅲ) 固体は，乾燥剤や吸湿剤として有用である．

(1) 炭素とケイ素が属する周期表の族の番号を記せ．

(2) ダイヤモンドの性質として不適切なものを 1 つ選び，番号で答えよ．
① きわめて硬い　② 熱伝導性が高い　③ 電気伝導性が高い　④ 融点が高い

(3) 下線部 a)〜e) の内容をよく表す適切な語句を選び，それぞれ番号で答えよ．
① 同素体　② 同位体　③ 異性体　④ 電子親和力
⑤ 共有結合　⑥ ファンデルワールス力　⑦ 水素結合
⑧ 絶縁体　⑨ 導体　⑩ 半導体　⑪ 融解
⑫ 潮解　⑬ 加水分解

(4) 地殻中でケイ素より多く存在する元素の元素記号を記せ．

(5) 黒鉛は，高い電気伝導性を示す．その理由を記せ．

(6) 下線部Ⅰ) の反応について，
1) ケイ素の酸化数の変化を例にならって示せ．例）$+2 \longrightarrow -3$
2) この反応で生じる気体は，毒性が強く，水に溶けにくい．この気体の化学式を記せ．

(7) 下線部Ⅱ) の液体を何というか．

(8) 下線部Ⅲ) の物質名を記せ．

(9) $SiO_2$ はフッ化水素酸と反応し，ヘキサフルオロケイ酸を生じて溶ける．この反応の化学反応式を記せ．

略解

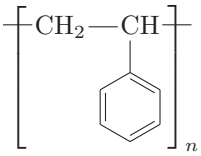
(1) 14　(2) ③　(3) a) ①　b) ⑤　c) ⑥　d) ⑩　e) ⑪　(4) O

(5) 共有結合していない価電子が平面層内を移動できるから　(6) 1) $+4 \longrightarrow 0$　2) CO

(7) 水ガラス　(8) シリカゲル　(9) $SiO_2 + 6HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$

# 4

(1) (ア) 付加重合　(イ) スルホン　(ウ) ナトリウムイオン　(エ) 水素イオン（オキソニウムイオン）
(オ) 陽イオン交換樹脂

(2) 

(3) 962

(4) 質量：2.01 g　操作：多量の塩酸を流してナトリウムイオンを水素イオンにイオン交換する．

(5) 17.6 g

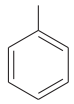
解説

(1) C=C などの不飽和結合が開裂し，次々と分子が結合していく反応を**付加重合**という．ポリスチレンに濃硫酸を作用させ**スルホン**化すると，ベンゼン環に–$SO_3H$ 基（スルホ基）が導入できる．ここに食塩水を流すと，

$$R\text{–}SO_3H + Na^+ \longrightarrow R\text{–}SO_3Na + H^+$$

または，$R\text{–}SO_3H + H_2O + Na^+ \longrightarrow R\text{–}SO_3Na + H_3O^+$

のように反応し，**ナトリウムイオン**が樹脂に補足され，**水素イオン**（または**オキソニウムイオン**）を放出する．このように水溶液中の陽イオンを水素イオンに交換する機能をもつ樹脂を**陽イオン交換樹脂**という．

(2) スチレン（ビニルベンゼンのこと）の $CH_2{=}CH$  中のビニル基 $CH_2{=}CH$— の二重結合が開裂して付加重合したものがポリスチレンである．

(3) スチレン $C_8H_8 = 104$ より，

$$104n = 1.00 \times 10^5 \Longrightarrow n = \frac{1.00 \times 10^5}{104} = 961.5... \fallingdotseq 962$$

(4) ポリスチレン中のスチレンユニットの物質量は $\dfrac{5.20}{104} = 5.00 \times 10^{-2}$ mol で，

導入されたスルホ基は $5.00 \times 10^{-2} \times \dfrac{60.0}{100} = 3.00 \times 10^{-2}$ mol 存在する．

樹脂中のスルホ基とシュウ酸二ナトリウム（$Na_2C_2O_4 = 134$）のイオン交換反応は，

$$2R\text{–}SO_3H + Na_2C_2O_4 \longrightarrow 2R\text{–}SO_3Na + H_2C_2O_4$$

と表せるので，求める質量を $w_1$〔g〕とすると，

$$3.00 \times 10^{-2} : \frac{w_1}{134} = 2 : 1 \iff w_1 = 2.01 \text{ g}$$

イオン交換樹脂のイオン交換反応は可逆反応なので，一度使用した陽イオン交換樹脂を再利用する際は，多量の塩酸水溶液を流して逆反応を起こし，吸着された陽イオンと水素イオンを交換すればよい．

(5) 陽イオン交換樹脂中に含まれる炭素原子が燃焼反応によってすべて二酸化炭素に変換されるのだが，付加重合反応，およびその後のスルホン化によって炭素の物質量に変化はないので，求める二酸化炭素量は原料スチレンを燃焼させたのと同じ量である．

よって，$C_8H_8 \xrightarrow{O_2} 8CO_2$ より，求める二酸化炭素の質量を $w_2$〔g〕とすると，

$$\frac{5.20}{104} : \frac{w_2}{44} = 1 : 8 \iff w_2 = 17.6 \text{ g}$$

## 講評

1 ［小問集合］（易）

(1) コロイド (2) 結晶水を含む物質の溶解度 (3) 有機反応 (4)Zn の錯イオン (5) 法則名の問題で，どれも基本的な内容，溶解度の計算も数字が簡単なので落としたくない．

2 ［滴定と pH］(標準)

酢酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定に関する問題．電離度の計算や pH 計算，中和反応の量的関係を問う計算，実験に関する論述など色々問われている．なかなかの良問であり手際よく解いて高得点を目指したい．

3 ［各論（炭素・ケイ素)］(標準)

14 族元素である炭素・ケイ素に関する問題．(4) の論述は字数制限がやや厳しくコンパクトな記述が必要であった．(5) は物理的性質と化学的性質を 1 つずつ答えるのがよいだろう．しっかりと対策ができていたかどうかで差が付きそう．

4 ［陽イオン交換樹脂］(標準)

陽イオン交換樹脂に関する知識問題と理論計算問題だった．付加重合では重合前の単量体と重合後の重合体とで元素組成が変わらないことを利用すれば計算も難しくないのだが，高分子の計算に慣れていない受験生には見た目で難しく感じるので，差はつくだろう．

2021 年度後期と比較し，記述問題が増えた分と，受験生の苦手としがちな合成高分子計算が出題されたことを考えるとやや難化か．一次合格には 75 % をおさえておきたい．

本解答速報の内容に関するお問合せは
医学部進学予備校 メビオ 0120-146-156 受付 9:00～21:00(土日祝可)
大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
https://www.mebio.co.jp/
医学部専門予備校 YMS ☎ 03-3370-0410 https://yms.ne.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/
友だち追加で全科目を閲覧！
LINE 公式アカウント
◀ メビオの友だち登録はこちらから

苦手も得意も今から伸ばす！
春期講習
早めに学習の基礎を固めて、今後の成績を底上げしておきましょう！
第 1 期 3/20 (日) 開講
第 2 期 3/27 (日) 開講
2泊3日無料体験
寮の宿泊・食堂利用・メビオの2泊3日分無料体験をご用意しました！
オンラインクラスも同時開講！

医学部受験相談会 /2022/
〈好評開催中〉
大阪／京都／名古屋／広島
医学部を目指すみなさまへ
長年にわたって医学部受験を指導している現役講師が壇上に立ち、医学部入試についての詳細な分析をお伝えします。入試にまつわる悩みや学習のご相談にもお答えします。
各会場では無料体験授業も実施（参加自由）
春期講習のお申し込み、説明会日程の確認・ご予約はお電話、HP、QRコードから承ります

医学部進学予備校 メビオ フリーダイヤル 0120-146-156 【受付時間】9:00～21:00 大阪府大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋 天満橋駅（京阪/大阪メトロ谷町線）より徒歩3分
2022年度より特待制度を新設します 条件によって学費を50～90%減免。詳しくはお問い合わせください。