

# 解 答 速 報

## 近畿大学医学部(後期) 化学

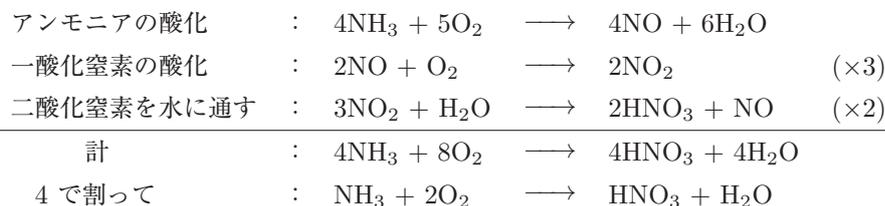
2024年2月24日実施

### I

- (a) (イ), (エ)  
 (b)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$   
 (c)  1 酸化  2  $\text{Cl}_2$   3  $\text{H}_2\text{O}$   4 還元  5  $\text{Na}^+$   
 (d) 陽極:  $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$  陰極:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$   
 (e)  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$   
 (f)  6 ハーバー・ボッシュ法  7 オストワルト法  
 化合物 A  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  触媒 B Pt 気体 C NO 気体 D  $\text{NO}_2$   
 下線部③の反応式:  $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 (g) (ア), (イ), (エ)

### 解説

- (a) それぞれの文の正誤は以下のとおり。  
 (ア) 誤; 水素は無色無臭の気体。  
 (イ) 正; 同モル数の気体は同温・同圧で体積が等しいので密度は分子量に比例する。水素  $\text{H}_2$  は分子量が 2.0 であり、最も小さい。(ちなみに He は単原子分子であるが分子量は 4.0)  
 (ウ) 誤; 水素は水にほとんど溶けないので水上置換で捕集できる。  
 (エ) 正; 水素は高温では還元力を持ち  $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$  の反応により  $\text{CuO}$  を還元する。  
 (c) イオン交換膜法の電気分解では、陽極側に飽和食塩水を、陰極側に純水を流すと  
 陽極:  $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$   
 陰極:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$   
 の反応が起こる。陽極側で過剰となった  $\text{Na}^+$  が陽イオン交換膜を通して陰極側に移動し、陰極側で  $\text{NaOH}$  が生成する。  
 (e) メタノールは、工業的には水素を適切な触媒の存在下で石炭あるいは天然ガスから製造した一酸化炭素と反応させることで得られる。  
 (f) アンモニアの工業的製法はハーバー・ボッシュ法。  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  を主体とした触媒を用い、水素と窒素からアンモニアを合成する。反応式は  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$   
 また硝酸の工業的製法はオストワルト法(または、アンモニア酸化法)。Pt 触媒を用いて  $\text{NH}_3$  を酸化し NO とし、これを空気酸化し  $\text{NO}_2$ 、その後  $\text{NO}_2$  を温水に吸収させ  $\text{HNO}_3$  とする。このとき生成する NO を再利用することにより、最終的にはアンモニア中の N 原子をすべて硝酸とすることができる。



（本問では一般的なオストワルト法のプロセスを考慮し NO を再利用するものとして解答したが、NO の再利用を考慮しない場合には以下の反応式が得られる。

$$12\text{NH}_3 + 21\text{O}_2 \longrightarrow 8\text{HNO}_3 + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$$

- (g) それぞれの文の正誤は以下のとおり。
- (ア) 正；ハロゲン化水素の沸点は、それぞれ HF (20℃), HCl (-85℃), HBr (-67℃), HI (-35℃). HF のみが分子間で水素結合を形成するため沸点は特に高くなる。
- (イ) 正；ハロゲン化水素はフッ化水素を除き強酸だがその中でも強さは異なる。原子半径が大きくなるほど水素原子との結合距離が長くなり、電離しやすくなると考えるとよい。
- (ウ) 誤；HF の水溶液（フッ化水素酸）にはガラスを溶かす性質があるため、保存にはポリエチレン等のプラスチック製容器を用いる。
- (エ) 正；ハロゲン単体はすべて有色だが、ハロゲン化水素はすべて無色である。またすべて酸性のガスで刺激臭がある。

## II

- 問 1 (a) [1] 6 [2] 12 [3] 4 [4] 4 [5]  $3.9 \times 10^{-22}$  [6] 2.2 [7]  $1.1 \times 10^{-8}$  [8] 0.41  
 (b) 0.515 K·kg/mol (c) 1)  $7.9 \times 10^5$  Pa 2) (エ)
- 問 2 (a)  $5.6 \times 10$  (b) (エ) (c) 大きく  
 (d) [4] 11.7 [5]  $1.0 \times 10^{-2}$  [6]  $3.0 \times 10^{-2}$  [7] 4.1 [8] 4.3

### 解説

- 問 1 (a) [1] 中心の●に最も近い○は上下左右前後の 6 個  
 [2] 中心の●に最も近い●は上段の 4 個, 中段の 4 個, 下段の 4 個すべてが同じ距離にあり 12 個 (●のみや, ○のみで考えると面心立方格子なので, その配位数 12 と一致する)  
 [3]  $1 + \frac{1}{4} \times 12 = 4$  個  
 [4]  $\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$  個  
 [5] この結晶中に  $\text{Na}^+$  1 個 と  $\text{Cl}^-$  1 個のユニットが 4 ユニットあると考えて, 求める質量  $w$  [g] は,  

$$w = \frac{23.0 + 35.5}{6.0 \times 10^{23}} \times 4 = 3.9 \times 10^{-22} \text{ g}$$
  
 [6] 単位体積当たりの質量を求めればよいので, 求める密度  $d$  [g/cm<sup>3</sup>] は  $w$  を単位格子の体積で割って,  

$$d = \frac{3.9 \times 10^{-22}}{(5.6 \times 10^{-8})^3} = \frac{3.9 \times 10^{-22}}{176 \times 10^{-24}} = 2.21\dots \doteq 2.2 \text{ g/cm}^3$$
  
 [7]  $2(r_+ + r_-) = 5.6 \times 10^{-8} \iff r_+ = \left(\frac{5.6}{2} - 1.7\right) \times 10^{-8} = 1.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$   
 [8] 単位格子一辺の長さを  $a = 5.6 \times 10^{-8}$  とすると,  $\text{Cl}^-$  どうしが接した場合に成立する方程式は,  

$$\begin{cases} 2(r_+ + r_-) = a \\ 4r_- = \sqrt{2}a \end{cases} \quad \text{ここから } a \text{ を消去して, } \frac{r_+}{r_-} = \sqrt{2} - 1 = 0.41$$
- (b) 求めるモル沸点上昇を  $K_b$  [K·kg/mol] とおく. NaCl 1 mol が水溶液中で  $\text{Na}^+$  1 mol と  $\text{Cl}^-$  1 mol に完全に電離することから, 計 2 倍の物質質量として作用することを考慮して,  

$$0.206 = K_b \times \frac{4.68}{58.5} \times 2 \implies K_b = 0.515 \text{ K·kg/mol}$$

- (c) 1) 求める浸透圧を  $\Pi$  [Pa] とすると、前問と同じことを考慮してファンツ・ホッフの式に代入すると、

$$\Pi \times 0.100 = \left( \frac{0.9}{58.5} \times 2 \right) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 37) \implies \Pi = 7.91... \times 10^5 \doteq 7.9 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- 2) 求める質量を  $x$  [g] とする。2つの溶液の体積と温度が同じなので、存在する粒子数が等しければよい。C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> = 180 より、

$$\frac{0.9}{58.5} \times 2 = \frac{x}{180} \iff x = 5.53... \doteq 5.5 \text{ g} \text{ となり解答は (エ)}$$

## 🎯 的中!!

近畿大学医学部（後期）直前（2月22日 or 23日）、近畿大学医学部後期攻略講座（2月21日）

8. (結晶格子) (抜粋) ヨウ化カリウムに関する次の文章および (1), (2) の空欄 [A] ~ [K] に当てはまる最も適当な語句または数字を記せ。(原子量 K = 39.1, I = 127, アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23}$  /mol)

ヨウ化カリウムの結晶は、陰イオンである [A] と陽イオンである [B] が、静電的な引力による [C] によって結びつき、交互に規則正しく配列した構造をもつ。図1の立方体はヨウ化カリウムの単位格子を表わしたものである。白い丸が陰イオンの位置を、黒い丸が陽イオンの位置を表わす。陰イオンの配列だけに着目すると、その結晶格子の種類は [D] であることがわかる。結晶中で、1個の陽イオンは [E] 個の陰イオンと隣接している。また、単位格子中には、陰イオンが [F] 個、陽イオンが [G] 個含まれる。ヨウ化カリウムの単位格子の一辺の長さは 0.706 nm であることがわかっている。ヨウ素を溶かしたヨウ化カリウム水溶液にデンプン水溶液を加えると赤褐色から [H] に変化する。この反応を [I] という。

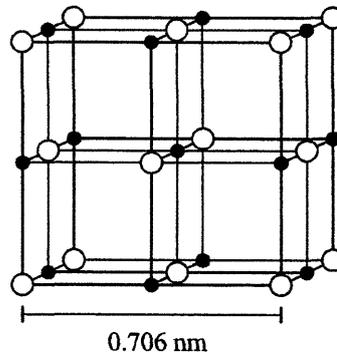


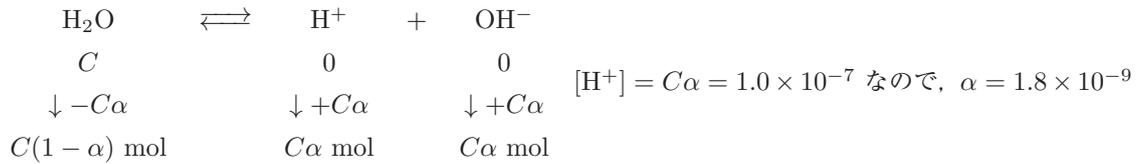
図 1.

- (1) ヨウ化カリウム結晶中の陰イオンのイオン半径を 0.216 nm としたとき、陽イオンのイオン半径を有効数字 3 桁で求めると [J] nm である。
- (2) ヨウ化カリウム結晶の密度を有効数字 3 桁で求めると [K] g/cm<sup>3</sup> である。

問2 (a) 1 Lの水(密度  $1.0 \text{ g/cm}^3$ )は  $1000 \text{ g}$ なので、水のもル濃度  $C \text{ mol/L}$ は

$$C = \frac{1000}{18} = 55.5\dots \doteq 56 \text{ mol/L}$$

(b) 水の電離度を  $\alpha$ とすると 1 L中のバランスシートは、



(c) 水の電離の反応熱は  $-56 \text{ kJ/mol}$ である。 $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^- -56 \text{ kJ}$

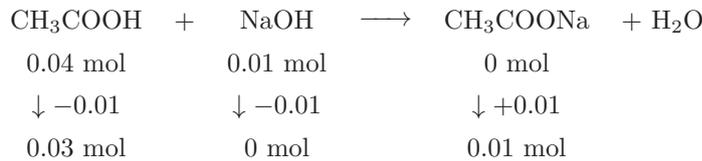
ル・シャトリエの原理によると、温度を高くすると吸熱反応の方向に平衡が移動するので高温になると  $[\text{H}^+]$ と  $[\text{OH}^-]$ が増大し、 $K_W = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ は大きくなる。

(d) 4 100 mLの溶液となった水酸化ナトリウム水溶液の濃度は  $0.1 \times \frac{5.0}{100} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ で、

NaOHが1価の強塩基であるので  $[\text{OH}^-] = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。

よって、 $\text{pOH} = -\log_{10} [\text{OH}^-] = 2 + \log_{10} 2$ で、 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12 - \log_{10} 2 = 11.7$

5 6 酢酸  $0.4 \times \frac{100}{1000} = 0.04 \text{ mol}$ と水酸化ナトリウム  $0.2 \times \frac{50}{1000} = 0.01 \text{ mol}$ を混合すると中和反応によって酢酸ナトリウムが  $0.01 \text{ mol}$ 、酢酸が  $0.03 \text{ mol}$ となる。



混合後、溶液の体積を  $1.0 \text{ L}$ としているので酢酸ナトリウムのもル濃度は  $0.010 \text{ mol/L}$ 、酢酸のもル濃度は  $0.030 \text{ mol/L}$ である。

7 この溶液は  $\text{CH}_3\text{COOH}$ と  $\text{CH}_3\text{COONa}$ の混合比  $1:3$ の緩衝液となっているので

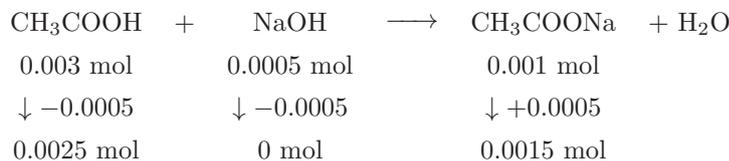
$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times K_a \doteq \frac{3}{1} \times 2.7 \times 10^{-5} = 8.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

よって、 $\text{pH} = 6 - 4\log_{10} 3 = 6 - 4 \times 0.48 = 4.08 \doteq 4.1$

8 溶液  $1.0 \text{ L}$ から  $100 \text{ mL}$ 取ったので中に含まれる  $\text{CH}_3\text{COOH}$ は  $0.03 \times \frac{100}{1000} = 0.003 \text{ mol}$ 、

$\text{CH}_3\text{COONa}$ は  $0.01 \times \frac{100}{1000} = 0.001 \text{ mol}$ である。

この溶液にNaOHを  $0.1 \times \frac{5.0}{1000} = 0.0005 \text{ mol}$ 加えると以下のように中和反応が進み  $\text{CH}_3\text{COOH}$ が  $0.0025 \text{ mol}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$ が  $0.0015 \text{ mol}$ となる。



この溶液は  $\text{CH}_3\text{COOH}$ と  $\text{CH}_3\text{COONa}$ の混合比  $5:3$ の緩衝液となっているので

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times K_a \doteq \frac{5}{3} \times 2.7 \times 10^{-5} = 4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

よって、 $\text{pH} = 5 + \log_{10} 2 - 2\log_{10} 3 = 5 + 0.30 - 2 \times 0.48 = 4.34 \doteq 4.3$



講評

I [水素に関する種々の問題] (やや易)

水素に関する幅広い分野の問題が問われている。難問はないのだが、正確な知識が必要である。ハーバー・ボッシュ法の触媒は Fe とならった受験生も多いと思うが、「化合物」と書かれているので  $Fe_3O_4$  と答えないといけない。なお、オストワルト法の反応式では常識的に NO を再利用するものとして答えた。

II 問(1) [イオン結晶の構造・希薄溶液の性質] (標準)

前半は NaCl の結晶格子、後半は NaCl 水溶液の沸点上昇や浸透圧に関する出題で、特に結晶格子は近畿大学医学部では頻出の範囲である。難易度はどれも標準的な内容だった。限界半径比を求める問題を解いたことがあるかどうか、沸点上昇・浸透圧の問題で NaCl が完全電離することをキチンと処理できたかどうかで差がつくと思われる。

問(2) [弱酸・水の電離平衡] (標準)

水のモル濃度や電離度計算と、酢酸-酢酸ナトリウム系緩衝液の pH 計算の問題だったが、この分野も近畿大学医学部での過去の入試で高頻度で出題されているものだったので、対応できている受験生は多かったと思われる。特に解き方で悩む問題もないので、計算間違いでの失点を防いで高得点を狙いたい。

III [油脂] (標準)

界面活性剤の問題で「塩化ベンザルコニウム」という耳慣れない物質が出てきたが、ここでは正解の数が2つと指定されているので問題なかったであろう。それ以外は標準的な良問であり、落としたい。

どの問題も標準的なレベルまでで収まっており、計算量も適度であった。これまでの化学の学習量が差として現れやすい出題だったと言えるだろう。2023年度後期と比較してほぼ変わらない難易度で、一次合格には75%欲しい。

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

# 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

☎03-3370-0410  
<https://yms.ne.jp/>

☎0120-192-215  
<https://www.mebio-eishinkan.com/>



登録はこちらから

# 2泊3日無料体験

寮・授業・食堂の体験

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
タイムスケジュール	1日目 (月曜日)						面談・入寮				学力診断テスト(英語)	夕食	学力診断テスト(数学)	学力診断テスト(個性)
	2日目 (火曜日)	朝食	授業(数学)		授業(英語)	昼食	授業(理科1)	授業(理科2)	自習室で課題演習(質問可)		夕食	自習室で課題演習(質問可)		
	3日目 (水曜日)	朝食	課題提出テスト	授業(数学)	課題提出テスト	授業(英語)	昼食	面談・学習アドバイス						

**無料体験期間**

- ① 2/11 (日) ~ 2/13 (火)
- ② 2/18 (日) ~ 2/20 (火)
- ③ 2/25 (日) ~ 2/27 (火)
- ④ 3/ 3 (日) ~ 3/ 5 (火)
- ⑤ 3/10 (日) ~ 3/12 (火)
- ⑥ 3/17 (日) ~ 3/19 (火)

お申込はお電話  
HP・QRコード  
より承ります



詳しくは Web またはお電話で