

## 関西医科大学(前期) 化学

2022年1月29日実施

### I

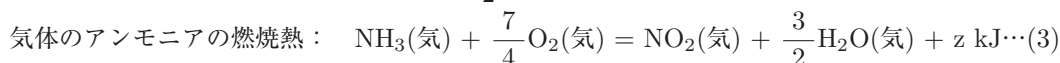
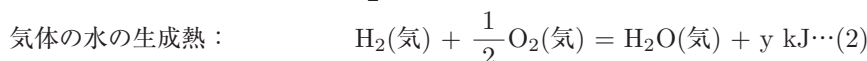
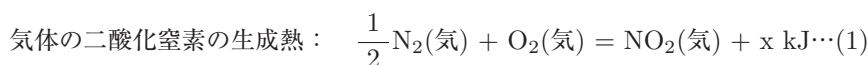
- 問1 (ア) 15 (イ) リン (ウ) 5 (エ) ハーバー・ボッシュ (オ) オストワルト  
 問2 (α) 8 (β) 8 (γ) 2  
 問3  $Q = 2x + 3y - 2z$   
 問4 アンモニア: -3 気体 A (NO): +2 気体 B (NO<sub>2</sub>): +4 硝酸: +5  
 問5  $1.50 \times 10^2$  L

### 解説

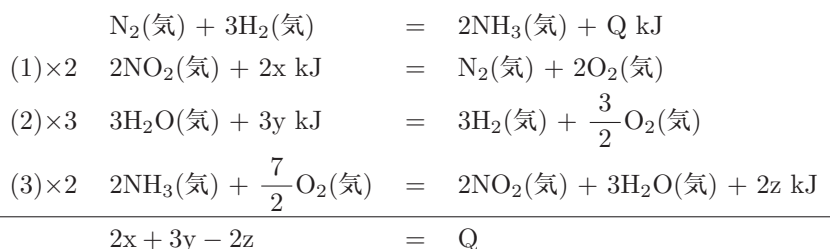
問1 アンモニアの工業的製法=ハーバー・ボッシュ法, 硝酸の工業的製法=オストワルト法 (イ)の解はアンチモン, ビスマスでも可.

問2  $N_2 + 8e^- + 8H^+ \rightleftharpoons 2NH_3 + H_2$

問3 与えられた反応熱を熱化学方程式にすると,



これらを以下のように組み合わせる.



問4  $NH_3$ : -3  $NO$ : +2  $NO_2$ : +4  $HNO_3$ : +5

問5 オストワルト法の総合反応式は  $NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$  なので  $NH_3 : HNO_3 = 1 : 1$ .

密度  $1.26 \text{ g/cm}^3$ , 60% 硝酸 500 mL 中の硝酸のモル数は  $\frac{500 \times 1.26 \times 0.60}{63} = 6.00 \text{ mol}$

アンモニアのモル数はこれと等しく,  $30.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  での体積は

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{6.00 \times 8.31 \times 10^3 \times 303}{1.01 \times 10^5} = 1.4958 \times 10^2 = 1.50 \times 10^2 \text{ L}$$

〈〈 模試・講座のご案内 〉〉

医学部進学予備校 **メビオ** では [後期] 模試 / 後期攻略講座 を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

## II

問 1  $5.8 \times 10^{-2}$       問 2  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{A}^-$       問 3 (i)  $1.26 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$       (ii) 8.1

問 4  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_2\text{—OH}$

問 5  $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$

### 解説

問 1



(水は多量にあるため  $[\text{H}_2\text{O}]$  は一定とみなせ、電離定数に組み込まれている.)

$$1.8 \times 10^{-4} = \frac{5.0 \times 10^{-2} \times \alpha^2}{1 - \alpha} \iff \alpha = \frac{-1.8 \pm \sqrt{3.24 + 3600}}{1000} \doteq \frac{-1.8 \pm \sqrt{3600}}{1000}$$

よって  $\alpha = 5.82 \times 10^{-2} \doteq 5.8 \times 10^{-2}$

### 参考

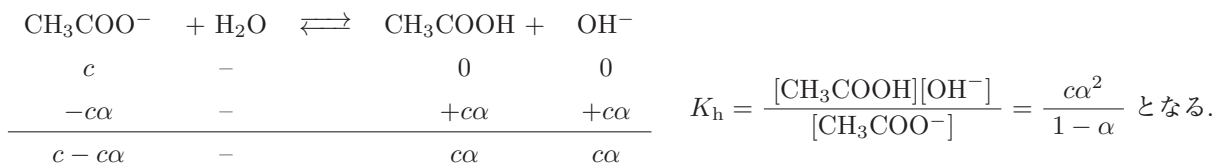
$\alpha \ll 1$  と仮定すると  $K_a = c\alpha^2$

これを  $\alpha$  について解いて  $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-4}}{5.0 \times 10^{-2}}} = 6.0 \times 10^{-2}$  となる.

問 2 ブレンステッド・ローリーの定義では水素イオンを受け取るものが塩基なので答えは  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{A}^-$

問 3 (i) 酢酸と水酸化ナトリウム水溶液は濃度も体積も等しいのでちょうど中和して溶液は酢酸ナトリウム水溶液になる. 溶液に水を加えて 1.00 L としたため, その濃度は  $0.200 \times \frac{20}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

生じた酢酸ナトリウムは水溶液中で電離して酢酸イオンを生じ酢酸イオンは以下のように水と加水分解反応を起こす.



(水は多量にあるため  $[\text{H}_2\text{O}]$  は一定とみなせ、加水分解定数に組み込まれている.)

加水分解定数は十分小さいので  $\alpha \ll 1$  となり,  $K_h = c\alpha^2$ . これを  $\alpha$  について解いて  $\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{c}}$

$$[\text{OH}^-] = c\alpha = \sqrt{cK_h} = \sqrt{4.00 \times 10^{-3} \times 4.00 \times 10^{-10}}$$

$$= 4 \times \sqrt{2} \times \sqrt{5} \times 10^{-7} = 1.263 \times 10^{-6} \doteq 1.26 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

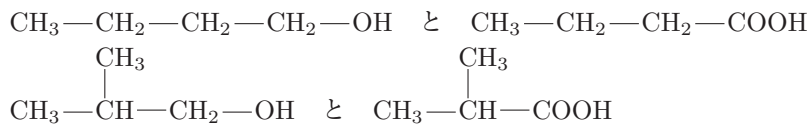
(ii)  $\text{pOH} = -\log_{10} [\text{OH}^-] = -\log_{10} (4.00 \times 10^{-6.5}) = 6.5 - 0.301 \times 2$  より,  
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 6.5 + 0.301 \times 2 = 8.102 \doteq 8.1$

問 4 エステル  $\text{R}_1\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—R}_2$  の分子量が 144 であることから,  $\text{R}_1$  と  $\text{R}_2$  の式量の和が  $144 - 44 = 100$  と

わかり, これらの炭化水素基の合計は  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  となる. アルコール B1 を酸化するとカルボン酸 A となることから, これら二つの物質の炭素数が等しいことがわかるので,

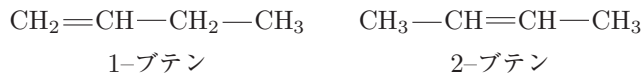
アルコール B1  $\text{C}_4\text{H}_9\text{—OH}$  のうち, 第一級アルコール  
 カルボン酸 A  $\text{C}_3\text{H}_7\text{—COOH}$

と決まる. したがって二つの物質として考えられる組み合わせは



問5 アルコール B2 はアルコール B1 の異性体であるが、酸化生成物 D2 がカルボン酸 A (分子量 88) と比較して分子量が  $88 \times \frac{15}{100} = 13.2 \sim 88 \times \frac{20}{100} = 17.6$  小さいことから、アルコール B2 は  $\text{C}_4\text{H}_9-\text{OH}$  の第二級アルコールである 2-ブタノール、酸化生成物 D2 はエチルメチルケトンであることが決まる。

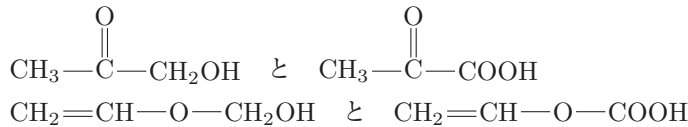
2-ブタノールに少量の濃硫酸を添加して加熱すると分子内脱水が起こり以下の2種 (立体異性を区別しない) のアルケンが得られる。



これらのうち、水を付加して2-ブタノール (アルコール B2) のみを生じるのは2-ブテンであり、これが E2 である。

**参考**

なお、問4のみの情報からではアルコール B1 とカルボン酸 A の組み合わせとして、



なども考えられるが、これらの化合物では問5の情報に合致する化合物 B2, D2, E2 が存在しないため、解答として不適切と判断した。

### III

問1 (ア) 33.2 (イ) メスフラスコ (ウ) 3.10 (エ) ホールピペット (オ) ビュレット

問2  $1.35 \times 10^4$

問3 (i) 陽極 (ii) ヨウ素デンプン反応

問4  $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

問5 (i) 11.65 (ii) 11.65

**解説**

問1 (ア)  $\text{KI} = 166.0$  より、 $0.200 \times 1.00 \times 166.0 = 33.2 \text{ g}$

(ウ)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 248.2$  より、 $1.25 \times 10^{-2} \times 1.00 \times 248.2 = 3.1025 \div 3.10 \text{ g}$

(イ) 正確な体積の溶液を作製するのに使用する器具はメスフラスコである。

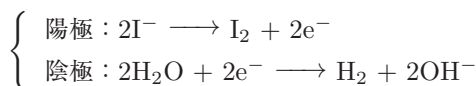
(エ) 一定量の正確な体積の溶液をはかり取るのに使用する器具はホールピペットである。

(オ) 溶液を滴下してその正確な体積を測定するのに使用する器具はビュレットである。

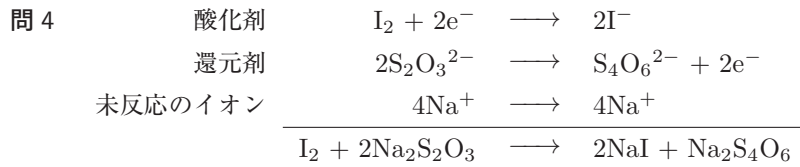
問2 U字管に入れたデンプン水溶液 100 mL に含まれるデンプンは  $15.0 \times \frac{100}{1000} = 1.50 \text{ g}$  なので、ファントホッフの法則より求める分子量  $M$  は、

$$2.77 \times 10^3 \times \frac{100}{1000} = \frac{1.50}{M} \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 27.0) \iff M = 1.35 \times 10^4$$

問3 KI 水溶液を炭素電極で電気分解すると、



が起こる。着色は陽極で生成したヨウ素 (単体) とデンプンとでヨウ素デンプン反応による青紫色を呈したものと考えられ、発生した気体は水素と考えられる。



問 5 着色が陰極側に移動していないので、デンプン ( $I_2$  が取り込まれている) は半透膜を通過できない。また、図 2 のように液面差ができたことから水は半透膜を通過できる。それ以外のイオン ( $K^+$ ,  $OH^-$ ,  $I^-$ ) が通過できるかどうかは判明しないが、溶液中のイオンが通過できなければ溶液中の電荷が偏り、電流を流し続けることができないので、通電中とさらにその後放置した時も、陽極で過剰な  $K^+$  が陰極側へ、陰極で過剰な  $OH^-$  が陽極側へ移動するものとする。最終的には両極の水溶液中の  $OH^-$  濃度は等しくなる。

滴定値から求まる生成した  $I_2$  は

$$1.25 \times \frac{7.20}{1000} \times \frac{100}{10.00} \times \frac{1}{2} = 4.50 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

であり、通電で流れた電子は

$$4.50 \times 10^{-4} \times 2 = 9.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

である。生成した  $OH^-$  も同物質量であり、これが両極の全溶液 200 mL = 0.200 L 中に均一に拡散されたと考えるので、その水酸化物イオン濃度  $[OH^-]$  は両極ともに、

$$[OH^-] = \frac{9.00 \times 10^{-4}}{0.200} = 4.50 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\therefore pOH = -\log_{10}(4.50 \times 10^{-3}) = -\log_{10}(45 \times 10^{-4}) = 4 - (2\log_{10} 3 + \log_{10} 5)$$

$$= 4 - (2\log_{10} 3 + 1 - \log_{10} 2) = 3 - (2\log_{10} 3 - \log_{10} 2) = 3 - 0.653$$

$$\iff pH = 14 - pOH = 11 + 0.653 = 11.653 \doteq 11.65$$

### 参考

もしこの半透膜が  $K^+$  のみ通過でき、 $OH^-$  と  $I^-$  は通過できない陽イオン交換膜だったとすると、

(i) 陽極の溶液では  $H^+$  も  $OH^-$  も生成しないので、KI 水溶液となり、KI が強酸と強塩基の正塩であることからこの水溶液は中性を示す。したがって、pH は 7.00 である。

(ii) 陰極の溶液は上記と同じ物質量の  $OH^-$  が生成し、それが 100 mL 中に存在するので、

$$[OH^-] = \frac{9.00 \times 10^{-4}}{0.100} = 9.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\therefore pOH = -\log_{10}(9.00 \times 10^{-3}) = 3 - 2\log_{10} 3 = 3 - 0.954$$

$$\iff pH = 14 - pOH = 11 + 0.954 = 11.954 \doteq 11.95$$

が解答となる。

## IV

問 1 (i) (カ) (ii) (エ)

問 2 (ア) 0 (イ) + (ウ) - (エ) 0 (オ) -

問 3 (イ) (オ) (ア) (エ) (ウ)

問 4 条件 1 : (ア) 条件 2 : (オ) 条件 3 : (ウ)

問 5  $\frac{12.12x}{y}$

### 解説

問 1 分子性物質の沸点は分子間力が大きいものほど高くなる。分子間力は分子間に水素結合があれば大きく、水素結合がない場合はファンデルワールス力が強くはたらくものほど大きいと判断してよい。したがって、沸点が最も高いものは分子間に水素結合を有する(カ)フッ化水素(沸点 19.5 °C)、最も低いものは分子間に水素結合がなく分子量最小の無極性分子である(エ)メタン(沸点 -161.6 °C)である。

問2  $^{12}\text{C} = 12$  を  $^{12}\text{C} = 6$  に変更した際には、これを基準とした相対質量(原子量など)の値がいずれも  $\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$  倍となる。

(ア) 一定質量あたりの原子の数は原子量によらない数量なので、変化しない。

(イ) 窒素の原子量が減少する(14.0  $\rightarrow$  7.0) ので、窒素 1 g あたりの物質量は  $\frac{1}{14.0} \rightarrow \frac{1}{7.0}$  へと増加する。

(ウ) ヘリウム原子量 ( $x$  とする) が  $x \rightarrow \frac{x}{2}$  へと減少する。

(エ) 通常、気体の溶解度の定義は『一定溶媒量に溶ける気体の標準状態換算の体積』であり、これは原子量によらない数量なので、変化しない。

**参考**

なお、気体の溶解度を『一定溶媒量に溶ける気体の物質質量』と定義する場合もあるが、その場合には基準の変更により原子量が  $\frac{1}{2}$  となるため、溶解度は2倍になり、解答は+となる。

(オ)  $\text{NaCl} = 58.5 \rightarrow \frac{58.5}{2}$  となり、1 mol の塩化ナトリウムの質量は 58.5 g から  $\frac{58.5}{2}$  g へと減少する。

問3 以下、(問題文に与えられていないが) アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23}$  /mol, 標準状態における気体 1 mol の体積が 22.4 L であることを利用して、

(ア)  $\frac{142}{71.0} = 2.00 \text{ mol}$

(イ)  $\frac{3.01 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} = 5.00 \text{ mol}$

(ウ)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \frac{15}{2}\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  より、生成する二酸化炭素は  $\frac{7.80}{78.0} \times 6 = 0.600 \text{ mol}$

(エ)  $\frac{40.32}{22.4} = 1.80 \text{ mol}$

(オ)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  より、生成する水は 3 mol

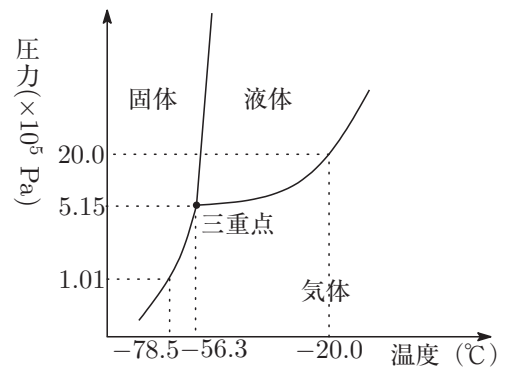
問4 二酸化炭素の状態図を描き、与えられた数値を書き込むと次のようになっている。(ただし縮尺は正確ではない。)

右図より

条件1  $20.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $-80.0 \text{ }^\circ\text{C}$  では固体

条件2  $20.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $-20.0 \text{ }^\circ\text{C}$  では液体と  
気体が共存

条件3  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $-56.3 \text{ }^\circ\text{C}$  では気体の状態  
で存在していることがわかる。



CO<sub>2</sub> の状態図

問5 質量数の小さい方の相対質量を  $M_1$  とおくと  $^{12}\text{C}$  との比として  $y : 12 = x : M_1 \Rightarrow M_1 = \frac{12x}{y}$ .

同様に、質量数の大きい方の相対質量を  $M_2$  とおくと  $y : 12 = 1.04x : M_2 \Rightarrow M_2 = \frac{12.48x}{y}$ .

従ってこの元素の原子量  $M$  は

$$M = \frac{3.00}{4.00}M_1 + \frac{1.00}{4.00}M_2 = \frac{3 \times 12x + 12.48x}{4y} = \frac{12.12x}{y}$$

であることがわかる。

講評

- I [窒素, アンモニア, 硝酸の製法] (標準) 窒素からアンモニアの, さらに硝酸の工業的製法に関する問題. 問1, 問2は易しい. 問3は熱化学の問題で, アンモニアの完全燃焼で  $\text{NO}_2$  が生成すると考えないといけない. 問4, 問5はオストワルト法の各段階の反応および総合反応がわかっていないといけない.
- II [酸塩基, エステルの構造推定] (やや難) 問1は電離度が十分小さいとして近似して良いか悩ましい. 近似して計算すると0.06になり有効数字2桁で計算するにはやや大きい値なので近似しない値をのせた. 出題者の意図が知りたい. 問2は平易な問題だった. 問3は加水分解平衡の問題で状況もやや煩雑だったので少し解きにくかったと思われる. 問4, 問5のエステルの構造推定は慣れている受験生とそうでない受験生で差がついたと思われる. 全体としてはやや難とした.
- III [浸透圧・ヨウ素滴定・電気分解] (やや難) 半透膜を有するU字管の両側に溶液を入れ浸透圧を測る, 入試問題ではよく見る設定だが, それと電気分解・ヨウ素滴定を組み合わせた, 小問集合のような出題だった. 問1~問4は比較的解きやすい問題だったが, 問5はやや難しい. 半透膜を通過できる分子やイオンの厳密な設定について記述がないので, 問5は陽極で過剰な  $\text{K}^+$  も陰極で生成する  $\text{OH}^-$  も通過できるものとして解答した. 問4までをしっかりと解答したい.
- IV [小問集合] (やや易) 丁寧な読解が求められる問題が並んだが, 問われている内容自体はあまり難しくない. 問1は物質の沸点に関する問題. 沸点と分子間力の関係が整理できていれば容易に正答できただろう. 問2はアボガドロ定数の定義変更に関する問題. 深い思考が必要な問題ではないが, 読解力で差がつきそう. なお, 気体の溶解度の定義は『一定溶媒量に溶ける気体の標準状態換算の体積』として解答した. 問3は物質量の比較. 短時間で確実に正答したい難易度だが, アボガドロ定数を与えるべき設問だろう. 問4は二酸化炭素の状態に関する問題. 状態図をかけば解きやすい. 問5は原子量に関する計算問題. 各同位体の相対質量を文字式で表すことができれば,あとは定義どおりに計算するだけ.

傾向としては昨年度から大きな変化はなかったが, 解きづらい出題が多かった. また, どの大問でも問題の解釈により解答がブレる出題があり, 戸惑った受験生が多いかもしれない. そのこともあり, 2021年度と比べるとやや難化か. 一次合格のボーダーは65%程度だろう.

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/>



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

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/>

<< 2022年度入試を最後まで走りきるために! >>

膨大な過去問分析データを反映、精度の高い的中問題!

**金沢医科大学 [後期] 模試 2.11 (金)**

科目 英/数 申込締切 2月8日(土) 20:00

会場 エル・おおさか 大阪市中央区石町2-5-3

**関西医科大学 [後期] 模試 2.16 (水)**

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月13日(土) 20:00

会場 AP 大阪茶屋町 大阪市北区茶屋町1-27

対象 医学部受験生・新高3生 料金 6,600円(税別)

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください



**医学部 後期攻略講座**

2月6日~3月7日 大阪/名古屋会場(金沢・藤田対策のみ)

大阪医科大学 テストゼミ/全2授業(大阪会場)

関西医科大学 全8授業(大阪会場)

近畿大学医学部 全8授業(大阪会場)

金沢医科大学 全8授業(大阪会場)(名古屋会場)

藤田医科大学 全4授業(大阪会場)/全6授業(名古屋会場)

久留米大学医学部 全8授業(大阪会場)

◆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

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください

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。