

## 久留米大学医学部(後期) 化学

2024年3月8日実施

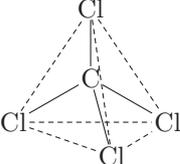
1

- (1) (う) (2)  $\text{CCl}_4$  (3) アモルファス (非晶質) (4) 3.36 L (5)  $1.1 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$

### 解説

- (1) 常温での状態は  $\text{H}_2\text{O}$  のみ液体, HF, HCl, HBr, HI は気体であるため,  $\text{H}_2\text{O}$  の沸点が最も高い. 残る物質の中では HF, HCl, HBr, HI の沸点を比べると HF のみ水素結合するので沸点が一番高くなり, HCl, HBr, HI の沸点は分子量の順に高くなる. 従って全ての沸点は  $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$  の順となる.

- (2)  $\text{CO}_2$  は  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  の直線構造で  $\text{O}=\text{C}$  の間に部分的な極性は生じるが, 分子全体としては打ち消され無極

性分子となる. 同様に  $\text{CCl}_4$  の構造は  の正四面体構造で, Cl—C の部分的な極性が分子全体で

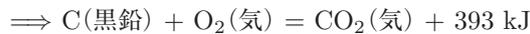
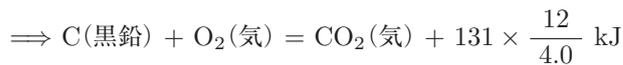
打ち消されて無極性分子になる. 一方, もう一つの無極性分子である水素は  $\text{H}-\text{H}$  の構造の中に極性がなく無極性になる.

- (3) ガラスのように構成粒子が規則性を持たずに配列して固体になったものをアモルファスまたは非晶質と呼ぶ.

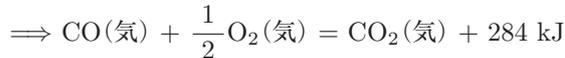
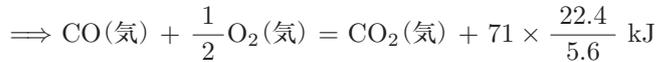
- (4) メタノールの完全燃焼の反応式は  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$  なので

$$\text{CH}_3\text{OH} : \text{O}_2 = 2 : 3 = \frac{3.20}{32} : \frac{x}{22.4} \text{ これを解いて } x = 3.36 \text{ L を得る.}$$

- (5) 4.0 g の黒鉛を燃焼させて 131 kJ の熱が生じた.



標準状態で 5.6 L の一酸化炭素を完全燃焼させると 71 kJ の熱が生じた.



以上の2式より  $\text{C(黒鉛)} + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}(\text{気}) + 109 \text{ kJ}$  が得られる.

2

- (1) 界面活性剤 (2)  $1.4 \times 10^{-4}$  g  
 (3) 分子1つあたりが占める面積： $2.2 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup> 単分子膜の厚み： $2.5 \times 10^{-7}$  cm  
 (4) 1 (5)  $4.7 \times 10^{-4}$  g (6) BaCO<sub>3</sub>  
 (7) 分子1つあたりが占める面積： $2.7 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup> 単分子膜の厚み： $2.0 \times 10^{-7}$  cm  
 (8) ステアリン酸は飽和脂肪酸で直線に近い形状をしているが、オレイン酸は不飽和脂肪酸でありシス形の炭素間二重結合の部分で分子鎖が折れ曲がっているため、ステアリン酸よりもオレイン酸の方が分子1つあたりが占める面積が大きく、単分子膜の厚みが薄い。

解説

(1) ステアリン酸 (C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH) は長鎖炭化水素基 (C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>-) の部分が疎水基、カルボキシ基 (-COOH) の部分が親水基であるため、界面活性剤として水相と有機相の境界に配列し、水の表面張力を低下させる。

(2) ステアリン酸 (C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH) の分子量は 284.

$$\text{よって求める質量} = 284 \times 1.0 \times 10^{-4} \times \frac{0.50}{100} = 1.42 \times 10^{-4} \text{ g} \doteq 1.4 \times 10^{-4} \text{ g}.$$

(3) 問題文より  $6.0 \times 10^{23} \times 1.0 \times 10^{-4} \times \frac{0.50}{100} = 3.0 \times 10^{17}$  個の分子により 660 cm<sup>2</sup> の単分子膜が形成され

ている。したがって、分子1つあたりの面積は  $\frac{660}{3.0 \times 10^{17}} = 2.2 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup>.

また、ステアリン酸単分子膜の厚みを  $x$  cm とすると、 $x \times 660 \times 0.85 = 1.42 \times 10^{-4}$  (g).

これより  $x = 2.53... \times 10^{-7} \text{ cm} \doteq 2.5 \times 10^{-7} \text{ cm}$ .

(5),(6) オレイン酸を完全燃焼すると二酸化炭素と水が生成し、ここに水酸化バリウム水溶液を加えると  $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  の反応により炭酸バリウムが白色沈殿として生成する。このろ液を中和するのに必要だった塩酸の量を考慮すると以下の式が成立する。

$$\begin{aligned} (\text{H}^+ \text{の物質質量}) &= (\text{OH}^- \text{の物質質量}) \\ n_{\text{CO}_2} \times 2 + 1.0 \times 10^{-2} \times \frac{14.0}{1000} \times 1 &= 1.0 \times 10^{-2} \times \frac{10}{1000} \times 2 \end{aligned}$$

これより  $n_{\text{CO}_2} = 3.0 \times 10^{-5}$  mol.

オレイン酸 (C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub> = 282) の完全燃焼では、オレイン酸 1 mol あたり 18 mol の CO<sub>2</sub> が発生するので、求めるオレイン酸の質量は  $3.0 \times 10^{-5} \times \frac{1}{18} \times 282 = 4.7 \times 10^{-4}$  g.

(7) 単分子膜を形成していたオレイン酸の物質質量は  $3.0 \times 10^{-5} \times \frac{1}{18} = \frac{1}{6} \times 10^{-5}$  mol. したがって、分子1つ

あたりの面積は  $\frac{2700}{\frac{1}{6} \times 10^{-5} \times 6.0 \times 10^{23}} = 2.7 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup>.

また、オレイン酸単分子膜の厚みを  $y$  cm とすると、 $y \times 2700 \times 0.89 = 4.7 \times 10^{-4}$  (g).

これより  $y = 1.95... \times 10^{-7} \text{ cm} \doteq 2.0 \times 10^{-7} \text{ cm}$ .

(8) 天然に存在する不飽和脂肪酸の炭素原子間の二重結合はふつうシス形であり、そのため不飽和脂肪酸の分子は折れ曲がった形状となる。

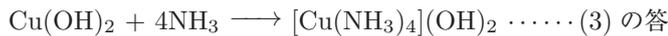
3

- (1) ア 陽 イ 陰 ウ 大き エ 小さ オ 還元 カ 塩基性酸化物 キ 青白  
ク フェーリング ケ ホルミル (アルデヒド) コ ペプチド サ ビウレット
- (2)  $4.7 \times 10 \text{ g}$  (3)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  (4) セルロース
- (5) イオン化傾向が銅より亜鉛の方が大きく、亜鉛が酸化されて銅(II)イオンが還元される反応が溶液に浸っている亜鉛板の表面で起こるので、その部分が銅の単体で覆われ、析出した銅の色である赤銅色に変化する。また、溶液の青色が薄くなる。

解説

(1),(3),(4) 銅の電解精錬では酸化反応が起こる陽極で粗銅を溶解させ、還元反応が起こる陰極で銅(II)イオンを銅に変化させ、純銅を得る。その際に粗銅中に含まれる、銅よりもイオン化傾向の大きい鉄、亜鉛、ニッケルなどはイオンとして溶解する。銅よりもイオン化傾向の小さい金、白金、銀などは溶解せず単体のまま陽極の下に沈殿する(これを陽極泥という)。陰極では溶液中に存在する最もイオン化傾向の小さい銅(II)イオンのみが還元され、単体となるので、純度の高い銅が得られる。

単体の銅が空气中で酸化されて生成する黒色物質は酸化銅(II)である ( $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ ) が、これは塩基性酸化物なので希硫酸に溶解する ( $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ )。この溶液にアンモニア水を加えると、 $\text{CuSO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  の反応により水酸化銅(II)の青白色沈殿が生成する。この沈殿を取り出してさらにアンモニア水を加えると、



の反応により深青色の溶液となる。この溶液はシュバイツァー試薬といい、「セルロース」(……(4)の答)を溶解させることができる。このセルロースを溶解したシュバイツァー試薬を細孔から希硫酸中に押し出してセルロースを再生したものを銅アンモニアレーヨン(またはキュプラ)という。

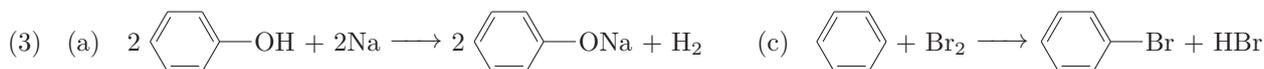
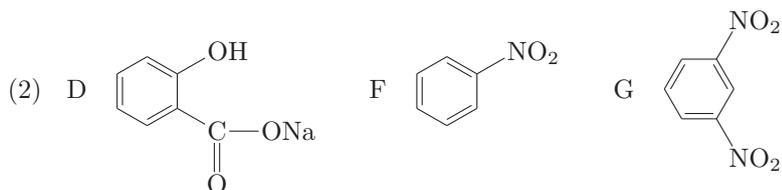
硫酸銅(II)と酒石酸ナトリウムカリウムと水酸化ナトリウムの混合水溶液をフェーリング液といい、主に糖類の鎖状構造に存在するホルミル基(またはアルデヒド基)の還元性を調べるために用いられる。また、タンパク質溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、ペプチド結合の窒素原子の非共有電子対が銅(II)イオンに配位結合することで、赤紫色を呈する。この反応をビウレット反応といい、2つ以上のペプチド結合を有するペプチドやタンパク質の検出に用いられる。

(2) 陰極の Cu 生成の半反応式は、 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$  であることから、

$$\text{e}^- : \text{Cu} = \frac{5.0 \times 8.0 \times 3600}{9.65 \times 10^4} : \frac{w}{63.5} = 2 : 1 \implies w = 47.3\dots \doteq 47 \text{ g } (4.7 \times 10 \text{ g})$$

4

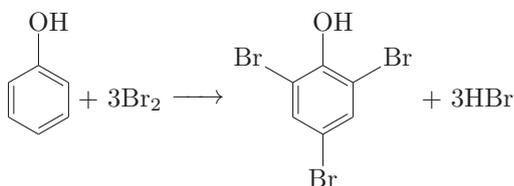
- (1) A 2, 4, 6-トリブロモフェノール B ナトリウムフェノキシド E 酢酸フェニル



- (4) 6.8 g (5) 脱水作用を持つという性質

解説

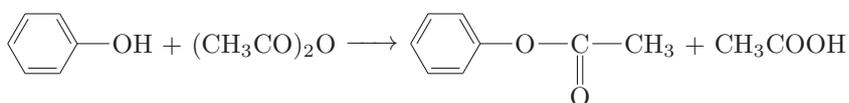
- (1) フェノールは臭素水と速やかに反応し、白色沈殿を生じる。この場合ヒドロキシ基のオルト、パラ配向性が非常に強いので、 $-\text{OH}$  に対してオルト位、パラ位の3か所がすべて臭素で置換され、置換された臭素の配向性はほとんど影響がない。



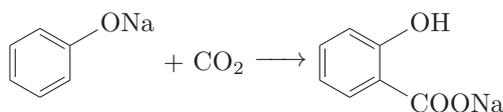
生じた化合物を2, 4, 6-トリブロモフェノールという。

B はナトリウムフェノキシドである。

フェノールは無水酢酸と反応して酢酸フェニルになる。これは酢酸とフェノールのエステルである。



- (2) ナトリウムフェノキシドの固体に高温高圧の下で二酸化炭素を反応させると、サリチル酸ナトリウムが生じる。 $-\text{OH}$  よりも  $-\text{COOH}$  の方が酸として強いので、ナトリウム塩になるのはカルボキシ基であることに注意。



F はニトロベンゼンである。ニトロ基はメタ配向性であるが、反応性は高くないので一気にトリニトロベンゼンまで置換されることはなく、まずジニトロベンゼンになる。その際配向性により主として生成するのは *m*-ジニトロベンゼン (化合物 G) であり、*o*-ジニトロベンゼンや *p*-ジニトロベンゼンはほとんど生じない。

- (3) フェノール性ヒドロキシ基は酸の性質を持ち、イオン化傾向の大小から Na と入れ替わりを起こす。ベンゼン環の不飽和結合は容易には付加反応を起こさず、Fe 触媒によってハロゲンとの置換反応を起こす、(光を照射すると付加反応を起こす。)

- (4) 反応式は (1) の解説で書いたとおりである。用意されたフェノールは  $\frac{4.7}{94} = 0.050 \text{ mol}$ 、無水酢酸

は  $\frac{10.2}{102} = 0.100 \text{ mol}$  なので、反応の結果生じる酢酸フェニルは  $0.050 \text{ mol}$  であり、その質量は  $0.050 \times 136 = 6.8 \text{ g}$  とわかる。

- (5) この反応における硫酸は脱水触媒として働いている。これは濃硫酸が脱水作用を持つことに由来する。

講評

- 1 [小問集合] (易)
 

水素化物の沸点, 分子の立体構造, メタノールの燃焼反応, 一酸化炭素の生成熱の問題で, どれも基本的内容なので確実に押さえておきたい。
- 2 [単分子膜] (やや難)
 

高級脂肪酸の単分子膜に関する問題。単分子膜の面積からアボガドロ定数を算出するような問題は典型題であるが, 本問は同様の実験から単分子膜の厚みを計算するといったやや見慣れない設問があった。分子1つあたりの断面積と単分子膜の厚みは計算結果の妥当性を検討しづらかったかもしれないが, (3)と(7)で近い値が求まることを確認できたなら, 自身の解に少し自信が持てたのではないかな。
- 3 [銅の各論・電気分解] (やや易)
 

銅の反応や性質に関する様々な知識を問う問題, およびファラデーの法則を用いる電気分解時の銅の析出量を求める問題だった。知識問題については無機化学の単純なものだけでなく, 有機化学分野で銅イオンが成分として用いられる検出反応などについても問われたので, 幅広く正確な知識を必要とした。とはいえ難易度は高くなく, 正確に解いて点数を稼ぎたい。
- 4 [芳香族化合物] (やや易)
 

芳香族化合物に関する基本的な問題。計算も割り切れる数値なので, 面倒はない。ニトロ基がメタ配向性であることが少しだけマニアック。

2023年度後期と比較して形式面では変化なし。全体的にやや易しくなったが, 計算量が増えたので差はつきやすくなっていた。また, 記述問題でも差がつくだろう。一次合格には75%を目指したい。

**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								

**好評につき追加募集!**

お申込はお電話  
HP・QRコード  
より承ります

**無料体験期間**

- ⑥ 3/17 (日) ~ 3/19 (火)
- ⑦ 3/24 (日) ~ 3/26 (火)
- ⑧ 3/31 (日) ~ 4/ 2 (火)
- ⑨ 4/ 7 (日) ~ 4/ 9 (火)



詳しくはWebまたはお電話で