

# 解 答 速 報

## 近畿大学医学部(前期) 化学

2023年 1月 29日実施

### I

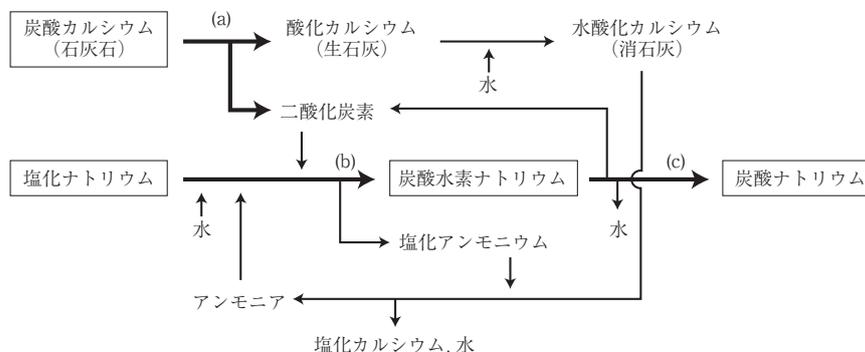
- 問(1) (a)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$   
 (b)  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$   
 (c)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$  (d) 28.3 kg



近畿大学医学部(前期)対策(1月10日), 近畿大学医学部攻略講座(12月17日, 1月9日)

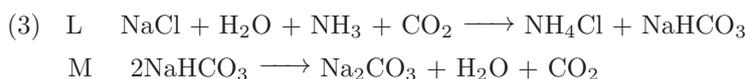
問題 2-1 (抜粋)

- (3) 下線部③に関して, 炭酸ナトリウムの製造過程を下図に記す。(中略) (a) ~ (c) の反応を, それぞれ化学反応式で表すと, (a) , (b) , (c) である。



- (4) (3)において炭酸ナトリウム 20.0 kg を製造するのに必要な塩化ナトリウムの重量は  kg である。(以下略)

解答



(4)  $w$  kg とする.  $\text{NaCl} : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{ mol} : 1 \text{ mol} = \frac{w \times 10^3}{58.5} : \frac{20.0 \times 10^3}{106}$  より  

$$w = \frac{20 \times 2 \times 58.5}{106} = 22.07 \div 2.21 \times 10 \text{ kg.}$$

<< 模試・講座のご案内 >>

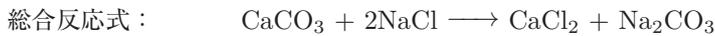
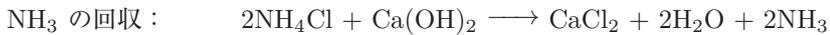
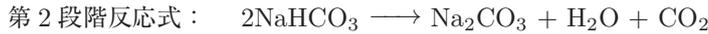
**受験相談会・後期模試・攻略講座**を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

- 問(2) (a) A極：ウ B極：イ (b) A極：ア B極：ア (c) A極：イ B極：ア  
 (d) 陰極：ウ 陽極：ウ (e) 陰極：ア 陽極：イ (f) 陰極：ア 陽極：ウ

**解説**

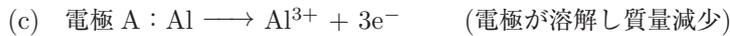
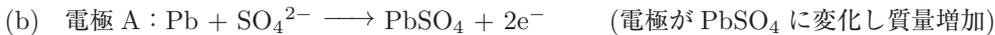
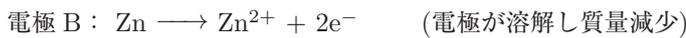
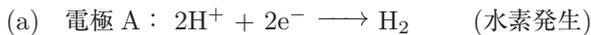
問(1) (a)~(c) ソルバー法では、第1段階で NaCl の飽和水溶液に CO<sub>2</sub> と NH<sub>3</sub> を吹き込み、比較的溶解度の小さい NaHCO<sub>3</sub> を沈殿させ分離する。この際にできる副生成物は NH<sub>4</sub>Cl である。第2段階で NaHCO<sub>3</sub> を加熱して目的の Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> を生成する。原料の CO<sub>2</sub> は石灰石 CaCO<sub>3</sub> を加熱分解して作り、かつてはその時の副生成物 CaO を水と反応させて Ca(OH)<sub>2</sub> とし第1段階の副生成物と反応させて NH<sub>3</sub> を回収していた。



(d) 総合反応式より  $\text{NaCl} : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 : 1 = \frac{100 \times 10^3 \times 1.20 \times 0.260}{58.5} : \frac{x \times 10^3}{106}$  より

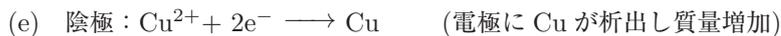
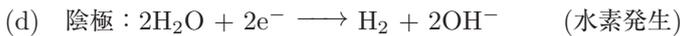
$x = 28.266 \div 28.3 \text{ kg}$

問(2) 電極で起こる反応と現象は次の通り。



(注) 本文に「電池を組み立てて放電した時に」とあるので Al 電極で電極がイオン化してアルミニウムイオンになる時に生じた電子が、Cu 電極上で溶液中の Cu<sup>2+</sup> イオンに与えられ、Cu が電極上に析出するものとして解答した。

ただ、たとえばボルタ電池を使用する際、Zn 電極上でも H<sup>+</sup> イオンへの電子の付与がおこり H<sub>2</sub> が発生する(資料集など参照)とのことから、実際には、Cu 電極表面での Cu<sup>2+</sup> イオンへの電子の付与だけでなく、Al 電極上での Cu<sup>2+</sup> イオンへの電子の付与もおこり、Al 電極の表面への Cu の析出がおこると考えられる。その際、Al 電極での Cu の析出量がどれくらいになるかは本文からは読み取れない。Al の溶解量が Cu の析出量より少なければア(重量が増加する)となり、Al の溶解量が Cu の析出量より多ければイ(重量が減少する)となる。なお溶解量と析出量が等しくても電極の色調、形状は変化するためエ(変化しない)の選択肢はない。



## II

- 問 (1) (a)  $1.0 \times 10^{-1}$  mol (b) 28 g/mol, エチレン (c) 160 g/mol, 臭素  
 (d) 188 g/mol, 1,2-ジブロモエタン (e)  $2.1 \times 10^2$  Pa  
 問 (2) (a) (i) 107 kJ/mol 発熱 (ii) 205 kJ/mol 発熱 (iii) 120 kJ/mol 吸熱  
 (b) 48 kJ/mol 吸熱 (c) 155 kJ/mol だけ安定

### 解説

- 問 (1) (a) 反応した A や B と生成した C は物質量が同じなので、初めの A または B の物質量を求めればよい。求める物質量を  $n$  mol とすると、気体の状態方程式より、

$$n = \frac{0.25 \times 1.013 \times 10^5 \times 10}{8.31 \times 10^3 \times (32 + 273)} = 0.0999 \doteq 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

- (b) A の質量を  $w_A$  g, B の質量を  $w_B$  g とおくと,  $w_A + w_B = 18.8$ ,  $w_B = 5.7w_A$  を解いて,  $w_A = 2.80\dots \doteq 2.8$ ,  $w_B = 15.99\dots \doteq 16.0$  を得る。

従って, A のモル質量は  $\frac{2.80}{0.10} \doteq 28$  g/mol である。A は炭化水素なので適する分子式は  $C_2H_4$  であり, 名称はエチレン (エテン) である。

- (c) (b) より B のモル質量は  $\frac{16.0}{0.10} \doteq 160$  g/mol である。エチレンと混合するだけで付加反応が起こるので B はハロゲンであり, モル質量から判断して  $Br_2$  の臭素である。

- (d) A と B の付加反応生成物である C は  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$  の 1,2-ジブロモエタンであり, そのモル質量は

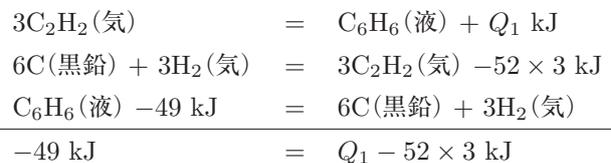
188 g/mol である。

- (e) C 全体の質量は  $188 \times 0.10 = 18.8$  g, 液体の C の質量が  $8.4 \times 2.2 = 18.48$  g なので, 気体の C の質量は  $18.8 - 18.48 = 0.32$  g となり, 求める飽和蒸気圧を  $P$  Pa とおくと,

$$P \times 20 = \frac{0.32}{188} \times 8.31 \times 10^3 \times (27 + 273) \iff P = 2.12\dots \times 10^2 \doteq 2.1 \times 10^2 \text{ Pa}$$

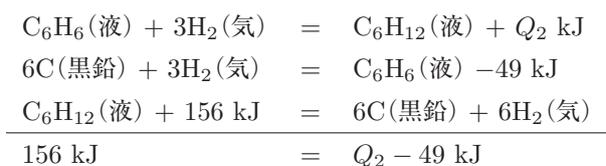
(注) (a) で求めた物質量を 0.10 mol としてその後の問題の計算を行ったが, これを有効数字 3 桁の 0.0999 mol で計算すると, (e) について, 気体の質量が  $188 \times 0.0999 - 18.48 \doteq 0.301$  g となるので,  $P = 1.99\dots \times 10^2 \doteq 2.0 \times 10^2$  Pa となる。こちらも正解であろう。

- 問 (2) (a) 以下ではベンゼンを  $C_6H_6$  (液), シクロヘキサトリエンを  $C_6H_6$  (シクロヘキサトリエン) と表す。  
 (i) 反応熱を  $Q_1$  kJ/mol とする。



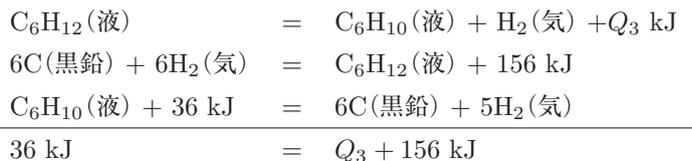
従って  $Q_1 = 156 - 49 = 107$  kJ/mol で 107 kJ/mol の発熱反応である。

- (ii) 反応熱を  $Q_2$  kJ/mol とする。



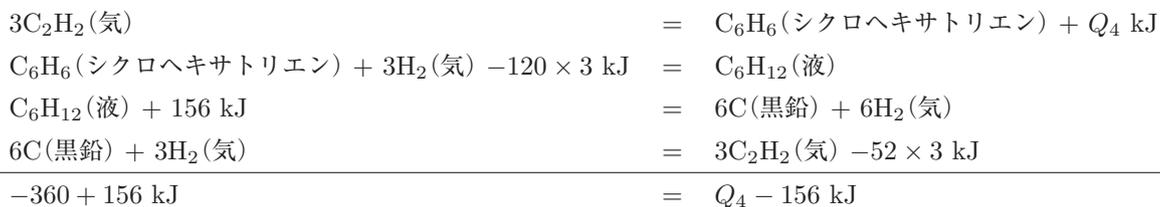
従って  $Q_2 = 156 + 49 = 205$  kJ/mol で 205 kJ/mol の発熱反応である。

(iii) 反応熱を  $Q_3$  kJ/mol とする.



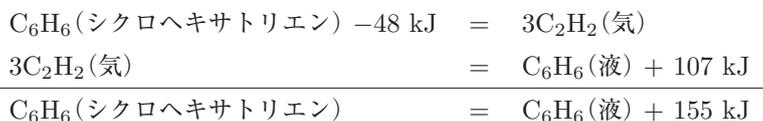
従って  $Q_3 = 36 - 156 = -120$  kJ/mol で 120 kJ/mol の吸熱反応である.

(b) 反応熱を  $Q_4$  kJ/mol とする.



従って  $Q_4 = -360 + 156 + 156 = -48$  kJ/mol で 48 kJ/mol の吸熱反応である.

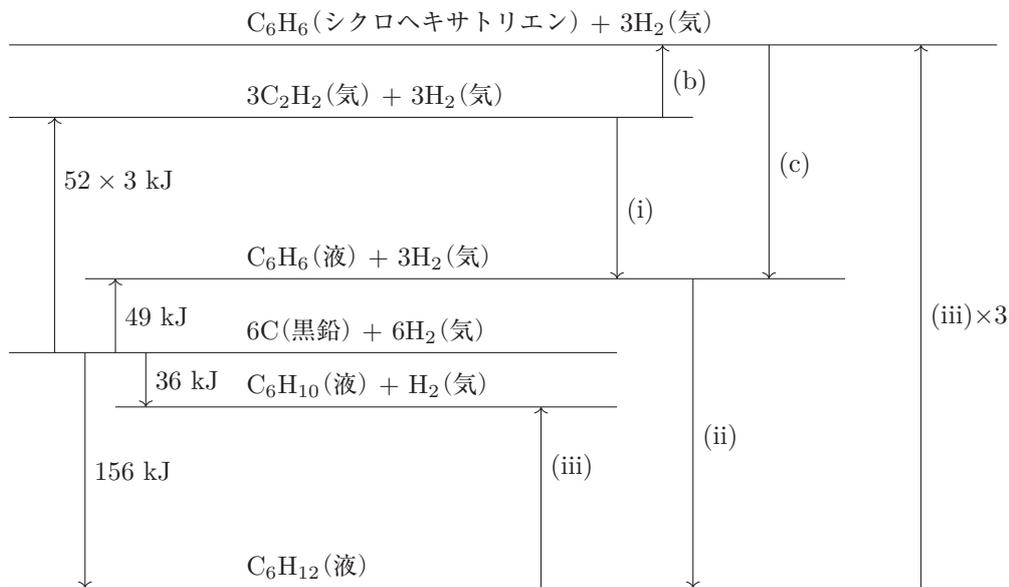
(c) (a)(i) の熱化学方程式と (b) の熱化学方程式を足す.



これはベンゼンの方がシクロヘキサトリエンよりも 155 kJ/mol 安定であることを意味している.

**別解**

エネルギー図だと次のようになっている.



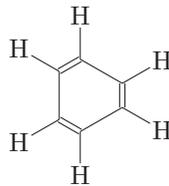
# 的中!!

近畿大学医学部（前期）対策（1月10日）、近畿大学医学部攻略講座（12月17日、1月9日）

問題 2-4 以下にいくつかの結合の結合エネルギーを示す。問いに答えよ。なお、エネルギーの値は数字を整数として答えよ。

H—H	434 kJ/mol
C—C	344 kJ/mol
C—H	413 kJ/mol

- 問 1 黒鉛の昇華熱は 715 kJ/mol である。気体のシクロヘキサン  $C_6H_{12}$  の生成熱を求めよ。
- 問 2 気体のシクロヘキセン  $C_6H_{10}$  が水素と反応して気体のシクロヘキサンになるときの反応熱は 120 kJ/mol である。このときシクロヘキセンにおいて切れた結合の結合エネルギーを求めよ。
- 問 3 シクロヘキサトリエン  $C_6H_6$  は下図のように二重結合と単結合が交互に繰り返して環状になっている。この物質が実在すると仮定したとき、気体のシクロヘキサトリエンが水素と反応して気体のシクロヘキサンになるときの反応熱を求めよ。



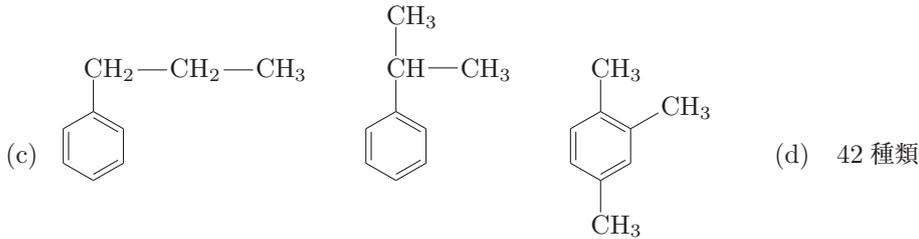
- 問 4 液体のベンゼン  $C_6H_6$  の生成熱は  $-49$  kJ/mol であり、ベンゼンの蒸発熱は 31 kJ/mol である。気体のベンゼンが水素と反応して気体のシクロヘキサンになるときの反応熱を求めよ。
- 問 5 問 3 と問 4 の結果に基づいて、シクロヘキサトリエンが実在しない理由を説明せよ。

## 解答

- 問 1 126 kJ/mol    問 2 272 kJ/mol    問 3 360 kJ/mol    問 4 206 kJ/mol  
 問 5 シクロヘキサトリエンよりもベンゼンの方がエネルギーが 154 kJ/mol 低く安定だから

### III

問(1) (a) 8種類 (b) 混酸



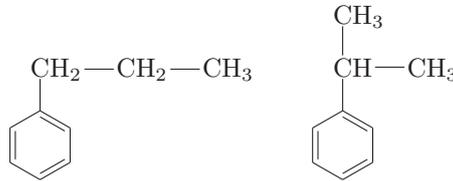
問(2) (a) 0.313 g (b) 燃焼に必要な空気が十分に供給されていないため.

(c) 沸点が高く, 溶液中での反応を高温で行えるため. (d) (イ) (e) 0.885 g (f) 鉄

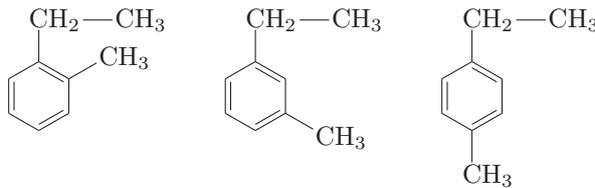
#### 解説

問(1) (a) 以下の8種の構造が考えられる.

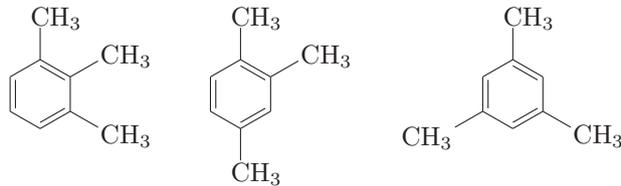
一置換体  $C_6H_5-C_3H_7$  だが,  $-C_3H_7$  は  $-CH_2CH_2CH_3$  と  $-CH(CH_3)_2$  の2種類ある.



二置換体  $C_6H_4(CH_3)(C_2H_5)$  には *o*-, *m*-, *p*-の位置異性体が3種類ある.

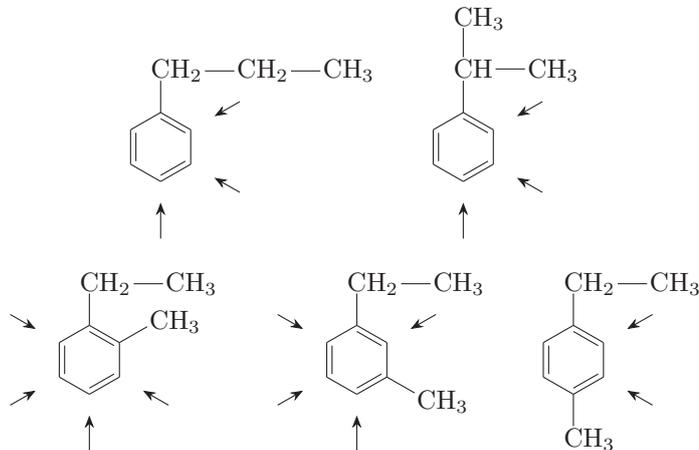


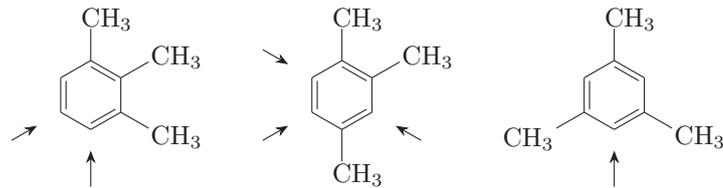
三置換体  $C_6H_3(CH_3)_3$  は3種類ある.



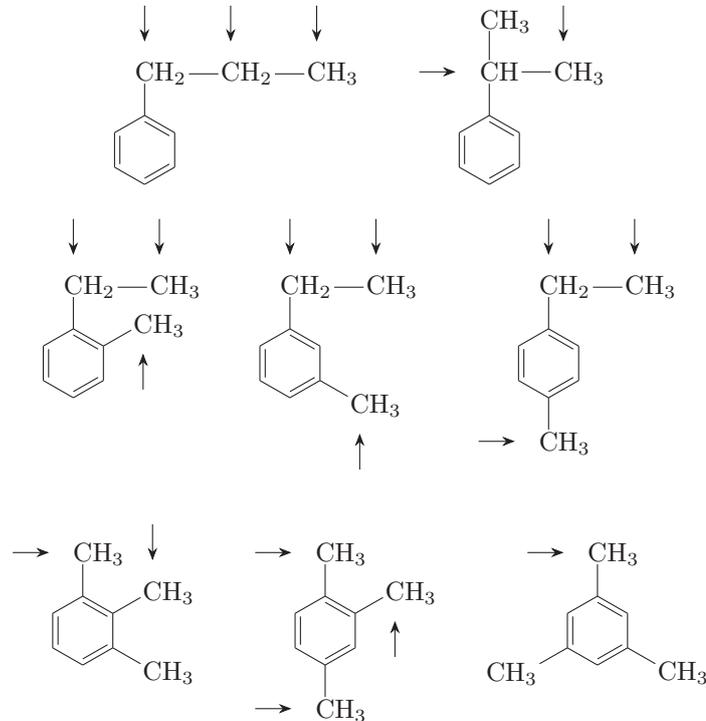
(b) 濃硫酸と濃硝酸の混合物は一般に混酸と呼ばれ, ニトロ化のための試薬として用いられる.

(c) (a) の8種それぞれについて, ベンゼン環をモノニトロ化した構造は矢印の箇所に入力したものが考えられる. このうち, 3種類のニトロ化生成物が確認される構造は解答の3つの構造である.





- (d) ベンゼン環に-Clを導入した構造は(c)で考えた総数と同様で、22種。加えて、側鎖の炭化水素基に-Clを導入したものが以下の20種考えられる。



- 問(2) (a) 溶液 2.5 g 中に含まれるヒドラジン ( $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ ) の物質量は  $\frac{2.5 \times 0.08}{32.0}$  mol であるから、必要な

ヒドラジン一水和物 ( $\text{NH}_2\text{-NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) の質量は  $\frac{2.5 \times 0.08}{32.0} \times 50.0 = 0.3125 \approx 0.313$  g.

- (b) 燃焼に十分な空気(酸素)が供給されている場合、ガスバーナーの炎は青色となる。

(注)  $\text{Na}^+$  イオンが炎に触れると炎色反応により黄色い炎となるので「試験管がよく洗えておらず表面に  $\text{Na}^+$  イオンが付着しており、炎色反応により黄色い炎となった」などの解答例も不正解とは言いつれないが、本問では試験管の洗浄操作や  $\text{Na}^+$  イオンの存在について一切記載がないため、最適解ではないと判断した。

- (c) 溶媒に水のみを使用したとすると、水溶液の温度を  $100^\circ\text{C}$  強までしか上げることができないが、溶媒にトリエチレングリコールを使用することでより高温で反応させることができる。トリエチレングリコールの沸点が  $287^\circ\text{C}$  であることや、「ガスバーナーで  $220^\circ\text{C}$  に加熱して」反応させたといった記述を解答の手がかりにしたい。

- (d) ろ過の際は、ろうとの足を受器の内壁に接するように配置する。ろ液を飛び散らせることなくろ過でき、またろ液が途絶えることなく流れるためろ過速度を速くすることができるためである。

- (e) 図1よりヒドラジン一水和物と3-ニトロフタル酸が1:1で反応し、それと等モルのルミノールが生成することが分かる。反応に用いたヒドラジン一水和物は  $\frac{2.5 \times 0.08}{32.0} = 0.00625$  mol、3-ニトロフタ

ル酸(分子量 211.0)は  $\frac{1.055}{211.0} = 0.005000$  mol であるから、ルミノール(分子量 177.0)の最大収量は  $0.005000 \times 177.0 = 0.8850 \approx 0.885$  g.

- (f) 化学反応の際に物質が光を発する現象を、化学発光または化学ルミネセンスという。本問の題材となったルミノール反応はその代表例の1つである。血液中に存在する鉄イオンを含むヘモグロビンが触媒となってルミノールが過酸化水素により酸化される際に、発光が観察される。

講評

- I 問(1) [ソルバー法(アンモニアソーダ法)](やや易) ソルバー法の反応式を書く問題なので、準備してきた受験生には易しかっただろう。総合反応式まで書けないと最後の計算ができないので、代表的反応式を書けるよう準備してきたかどうか問われた。
- 問(2) [電気化学](やや易) (a)(b)はボルタ電池、鉛蓄電池であり、電池の基本がわかっているならば正解できる。(c)の変則的な電池に関してはどのような現象が起こるかを考えすぎてしまい混乱した受験生もいたかもしれないが、基本に立ち返って考えることで答えにたどり着きたい。電気分解に関しては平易な内容で満点を目指したい。
- II 問(1) [気体の法則](標準) 気体の状態方程式を駆使すれば解ける問題だが、問題設定が見慣れない形式なので戸惑った受験生もいるだろう。この反応がアルケンに対するハロゲンの付加反応だと気づけばあとは難しくない。正答を出すには正確な計算力も必要である。
- 問(2) [熱化学](標準) ベンゼンとシクロヘキサトリエンのエネルギーの差を計算させる問題。テーマに触れたことがあれば熱化学方程式を足したり引いたりするだけで解答できるため、時間を掛けずにクリアできただろう。
- III 問(1) [芳香族化合物の異性体](やや難) 分子式  $C_9H_{12}$  とその誘導体に関する異性体の問題。(b)は基本的な知識問題なので落とせない。(a)を間違えるとほぼ自動的に(c)と(d)を正しく検証できなくなるので、そういった意味では取り組みづらかったかもしれない。なお、2020年度前期入試において分子式  $C_9H_{12}O$  の異性体の数え上げの必要な問題が出題されている。過去問演習に十分に取り組んでいたかどうかでも差がつかうだろう。
- 問(2) [ルミノールの合成](標準) 血痕の検出に利用されることで知られるルミノールの合成に関する問題。取り上げられた化合物の構造式はいずれも馴染みのないものであったと思われるが、問われている内容の多くは標準的。(c)は問題文中にトリエチレングリコールの沸点や反応温度が明記されていることをヒントに記述したい。

2022年度から形式面での変化はなかったが、全体的な難易度は下がった。実験操作に関する問題や計算量が多い問題も出題されており、それらに落ち着いて取り組む必要があった。一次合格の目標としては60%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 ☎0120-146-156 <a href="https://www.mebio.co.jp/">https://www.mebio.co.jp/</a>	 医学部専門予備校 heart of medicine ☎03-3370-0410 <a href="https://yms.ne.jp/">https://yms.ne.jp/</a>	 医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校 ☎0120-192-215 <a href="https://www.mebio-eishinkan.com/">https://www.mebio-eishinkan.com/</a>	 登録はこちらから
---	---	---	---

医学部受験相談会		医学部受験の悩みを講師が回答します(予約優先)
東京	2.1(水)	9:00 ~ 12:00 ビジョンセンター西新宿
金沢	1.30(月)・31(火)	9:00 ~ 12:00 ANA クラウンプラザ金沢
名古屋	2.5(日)	11:00 ~ 16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
大阪	1.30(月)・31(火)	9:00 ~ 12:00 ホテルフクラシア大阪ベイ
福岡	2.2(木)	9:00 ~ 12:00 TKPガーデンシティPREMIUM天神スカイホール
久留米	2.1(水)	9:00 ~ 12:00 久留米ホテルエスプリ

**関西医科大学 後期模試**  
 大阪・福岡会場 2.22(水) 9:30 ~ 16:05  
 エル・おおさか 英進館メビオ校舎

**関西医科大学後期攻略講座**  
 大阪会場 2.20(月)・3.2(木) 9:30 ~ 17:15  
 医学部進学予備校メビオ校舎

**近畿大学医学部後期攻略講座**  
 大阪会場 2.18(土)・23(木) 9:30 ~ 17:15  
 医学部進学予備校メビオ校舎

詳しくは Web またはお電話で