

## 医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

### ◎注意事項

1. 生物、物理、化学の3科目から2科目を選択し、解答してください。
2. 解答用紙は、生物1枚(マークシート)、物理1枚(マークシート)、化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには、右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの2科目を選択したか、不明確な場合はすべて無効となります。また、選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

|                   |
|-------------------|
| 受験番号 0001 氏名 東邦太郎 |
| /                 |

4. 「止め」の合図があったら、上から生物、物理、化学の順に解答用マークシートを重ねて置き、その右側に問題冊子を置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

### ◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子、全ての解答用マークシートに、それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し、解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し、濃く正しくマークしてください。  
記入マーク例：良い例 ●  
悪い例 ○ ○ ○ ○
3. マークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してください。
4. 所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり、汚したりしないでください。

| 受 験 番 号 |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| 千       | 百 | 十 | 一 |
| 0       | 0 | 7 | 2 |

| 受 験 番 号 |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| 千       | 百 | 十 | 一 |
| ●       | ● | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ● | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ● |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ |

受験番号

氏 名

- ・生物の問題は、 1 ページから 19 ページまでです。
- ・物理の問題は、 20 ページから 30 ページまでです。
- ・化学の問題は、 31 ページから 42 ページまでです。

# 化 学

1. 2. 3. の各問に答えよ。必要であれば、以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0；C = 12.0；N = 14.0；O = 16.0；S = 32.1；Pb = 207.2

酸の電離定数： $K_a$ (酢酸) =  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L

ファラデー定数( $F$ )： $F = 9.65 \times 10^4$  C/mol

1. 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

問 1 次の文で、下線部が単体の意味で用いられているのはどれか。

- a. 空気には酸素が含まれている。
- b. 水は水素と酸素からできている。
- c. 骨にはカルシウムが含まれている。
- d. タンパク質には窒素が含まれている。
- e. 二酸化炭素は炭素と酸素からできている。

問 2 冷凍庫に氷を長い間入れておいたら氷が小さくなった。この状態変化はどれか。

- a. 凝 固      b. 凝 縮      c. 昇 華      d. 蒸 発      e. 融 解

問 3 還元剤として最も強いのはどれか。

- a.  $\text{Br}^-$       b.  $\text{Cl}^-$       c.  $\text{F}^-$       d.  $\text{H}^+$       e.  $\text{I}^-$

問 4 異なった電子配置をもつのはどれか。

- a.  $\text{Ca}^{2+}$       b.  $\text{Cl}^-$       c.  $\text{K}^+$       d.  $\text{Mg}^{2+}$       e.  $\text{S}^{2-}$

問 5 最も酸化数大きい硫黄原子を含むのはどれか。

- a.  $\text{H}_2\text{S}$       b.  $\text{H}_2\text{SO}_4$       c.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$       d. S      e.  $\text{SO}_2$

問 6 融点が最も低いのはどれか。ただし、原子半径は  $\text{Na} < \text{K} < \text{Rb}$ 、価電子数は  $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al}$  である。

- a. Al      b. K      c. Mg      d. Na      e. Rb

問 7 分子式  $C_6H_{14}$  で表される構造異性体の数はどれか。

- a. 4                      b. 5                      c. 6                      d. 7                      e. 8

問 8 ルビーとサファイアは見た目が大きく違うが、いずれも同一の結晶に微量の重金属イオンが混入して出来たものである。この結晶として、適当なのはどれか。

- a.  $Al_2O_3$               b.  $Na_2SiO_3$               c.  $SiO_2$                       d.  $TiO_2$                       e.  $ZnO$

問 9 炭素の同素体について、黒鉛に当てはまるのはどれか。

- a. 電気伝導性を示す。  
 b. 昇華しやすい物質である。  
 c. 共有結合によって結びついた、硬い結晶である。  
 d.  $C_{60}$  と表せるサッカーボール状の分子が代表的である。  
 e. 多数の炭素原子からなり、1つの円筒からなる単層のものと、多層のものがある。

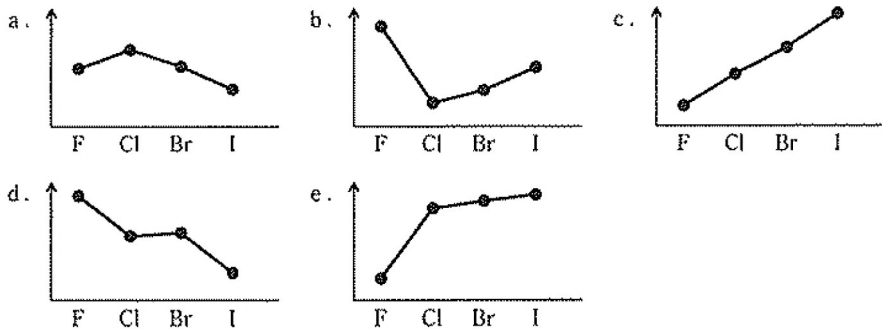
問10 水に最も溶けにくいのはどれか。

- a. 1,2-エタンジオール    b. 1-ブタノール  
 c. 1-プロパノール    d. 1,2,3-プロパントリオール  
 e. メタノール

問11 水に対する尿素の溶解度(g/100 g 水)の値は 20℃で 108、60℃で 251 である。60℃の尿素の飽和水溶液 500 g を 20℃まで冷却するとき、析出する尿素の量(g)として最も近いのはどれか。

- a. 100                      b. 150                      c. 200                      d. 250                      e. 300

問12 ハロゲン化水素の沸点を示したグラフはどれか。ただし、横軸はハロゲンの元素記号で示されている。



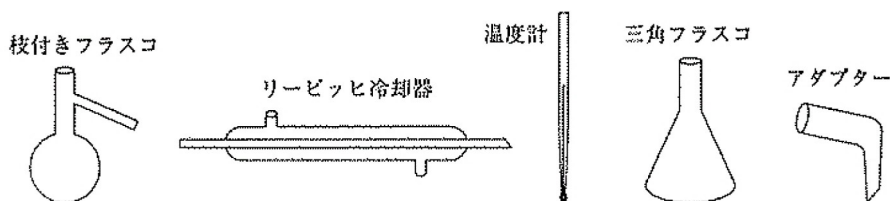
問13 触媒を必要としないのはどれか。

- a. アンモニアソーダ法(ソルベー法)による炭酸ナトリウムの生成
- b. オストワルト法による硝酸の生成
- c. クメン法によるフェノールとアセトンの生成
- d. 接触法による硫酸の生成
- e. ハーバー・ボッシュ法によるアンモニアの生成

問14 0.1 mol/Lの酢酸水溶液 100 mLと、0.1 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液 90 mLを混合した。この水溶液の水素イオン濃度(mol/L)として最も近いのはどれか。ただしこの水溶液中では、酢酸ナトリウムは完全に電離するが、酢酸の電離による酢酸イオンの量は無視できるものとする。

- a.  $1.0 \times 10^{-5}$
- b.  $2.0 \times 10^{-5}$
- c.  $3.0 \times 10^{-5}$
- d.  $2.0 \times 10^{-4}$
- e.  $1.2 \times 10^{-3}$

問15 下図の器具を用いた蒸留操作に関する記述で正しいのはどれか。必要に応じてコルク栓などを用いてもよい。



- a. 温度計の球部は、液面につける。
- b. 枝付きフラスコ内には、溶液以外は何も入れない。
- c. 冷却水は、リービッヒ冷却器の下から上に向かって流す。
- d. 溶液の液量は、枝付きフラスコを完全に満たすようにする。
- e. リービッヒ冷却器の出口にはアダプターを付け、アダプターと三角フラスコの間は密閉する。

問16 片側を閉じた長いガラス管に水銀を満たし、水銀の入った容器の中で倒立させ、下端から少量の液体を加えた。25℃で気液平衡に達したとき最も水銀柱が低くなるのはどれか。

- a. エタノール
- b. 酢酸
- c. ジエチルエーテル
- d. 水
- e. メタノール

問17 容積2Lの容器Aと容積3Lの容器Bがコックを介して連結されている。容器Aに  $1.5 \times 10^5$  Paの窒素を、容器Bに  $2.5 \times 10^5$  Paのヘリウムを入れ、コックを開いて混合した。混合気体の全圧(Pa)として最も近いのはどれか。

- a.  $1.7 \times 10^5$                       b.  $2.1 \times 10^5$                       c.  $2.5 \times 10^5$   
d.  $3.1 \times 10^5$                       e.  $4.0 \times 10^5$

問18 エタンと水素の混合気体を標準状態で67.2Lとり、完全に燃焼させると3408 kJの熱が発生した。この混合気体のエタンの物質量(mol)として最も近いのはどれか。ただし、エタンの燃焼熱は1561 kJ/mol、水の生成熱は286 kJ/molとする。

- a. 1.2                      b. 1.5                      c. 2.0                      d. 2.5                      e. 3.0

問19 塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色しないのはどれか。

- a. 安息香酸                      b. *o*-クレゾール                      c. サリチル酸  
d. 1-ナフトール                      e. フェノール

問20  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CHO}$ (2-ヒドロキシプロパナル)について誤っているのはどれか。

- a. 銀鏡反応を示す。  
b. 光学活性を示す。  
c. ヨードホルム反応を示す。  
d. 金属ナトリウムと反応して水素を発生する。  
e. 炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生する。

問21 還元性を示す二糖類はどれか。

- a. アミロース                      b. スクロース                      c. トレハロース  
d. フルクトース                      e. ラクトース

問22 アラニン(Alaと略記、等電点6.0)を緩衝溶液でpH 6.0に保った。溶液中に存在するアラニンの電荷状態に関して正しいのはどれか。例えば、 $\text{Ala}^{+/(2-)}$ は分子内に正の電荷を一つと負の電荷を二つ持つアラニンを表すものとする。

- a. すべて  $\text{Ala}^{+/-}$  である。  
b.  $\text{Ala}^+$  と  $\text{Ala}^{+/(2-)}$  の濃度が等しい。  
c.  $\text{Ala}^{(2+)/-}$  と  $\text{Ala}^-$  の濃度が等しい。  
d.  $\text{Ala}^+$ 、 $\text{Ala}^{+/-}$ 、 $\text{Ala}^-$  の濃度が全て等しい。  
e.  $\text{Ala}^{+/-}$  が最も多く、 $\text{Ala}^+$  と  $\text{Ala}^-$  も等量かつ少量存在する。

問23 タンパク質におけるペプチド結合を検出する方法はどれか。

- a. 濃硝酸を加えて加熱する。
- b. ニンヒドリン水溶液を加えて温める。
- c. 水酸化ナトリウム(固体)を加えて加熱する。
- d. 水酸化ナトリウム水溶液を加え、次に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- e. 水酸化ナトリウム(固体)を加えて熱し、硝酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。

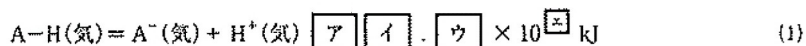
2 (A), (B) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) 気相における分子の酸性度について考える。

問 1 C, H, O を含む電荷を持たない化学種で、全電子数が 26 で炭素原子数が 2 個のもの ( $C_2H_xO_y$ ) は全部で何種類あるか。

- a. 1      b. 2      c. 3      d. 4      e. 5      f. 6

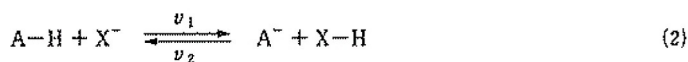
問 2 上の化合物のうち水素結合を示すものを A-H とする。気相における解離反応  $A-H(\text{気}) \rightarrow \cdot A(\text{気}) + H$  の反応熱を  $-435 \text{ kJ/mol}$ 、 $\cdot A$  の電子親和力を  $165 \text{ kJ/mol}$ 、H のイオン化エネルギーを  $1312 \text{ kJ/mol}$  とする。ここで  $\cdot A$  の電子親和力は原子の電子親和力と同様に定義する。次の反応熱を有効数字 2 桁で表し熱化学方程式を完成させよ。



ア, イ, ウ, エに適する符号, 数値をそれぞれ選び記号で答えよ。

- ア a. +      b. -
- イ a. 1      b. 2      c. 3      d. 4      e. 5  
f. 6      g. 7      h. 8      i. 9
- ウ a. 1      b. 2      c. 3      d. 4      e. 5  
f. 6      g. 7      h. 8      i. 9      j. 0
- エ a. 1      b. 2      c. 3      d. 4      e. 5  
f. 6      g. 7      h. 8      i. 9      j. 0

問 3 気相における A-H の酸性度は(1)式の反応熱の大きさに定義される。通常、解離反応(1)は直接には観測されないが、気相における酸性度が A-H に近いアセチレン分子(X-H)との間には酸塩基平衡が容易に確認できる。



正反応と逆反応の速度が反応速度定数  $k_1$ ,  $k_2$  によってそれぞれ  $v_1 = k_1[A-H][X^-]$ ,  $v_2 = k_2[A^-][X-H]$  で与えられるとき、(2)式の平衡定数  $K$  と等しいのはどれか。

- a.  $k_1 - k_2$       b.  $k_2 - k_1$       c.  $k_1/k_2$
- d.  $k_2/k_1$       e.  $\frac{k_1 - k_2}{2}$       f.  $\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}$



問 4 A-Hとアセチレン分子の系に対して一定温度で $k_1$ ,  $k_2$ を測定した。他の分子E-H, G-Hについてもアセチレンに対して同様の測定を行った。気相におけるA-H, E-H, G-Hを酸性度の大きい順に並べたのはどれか。ここで $k_1$ (L/(mol·s)),  $k_2$ (L/(mol·s))は相対値である。

|     | X-H     | $k_1$ | $k_2$ |
|-----|---------|-------|-------|
| A-H | H-C≡C-H | 1     | 14    |
| E-H | H-C≡C-H | 5     | 5     |
| G-H | H-C≡C-H | 0.6   | 0.4   |

- a. A-H > E-H > G-H    b. A-H > G-H > E-H    c. E-H > A-H > G-H  
d. E-H > G-H > A-H    e. G-H > A-H > E-H    f. G-H > E-H > A-H

(B) ボルタ電池は図1の構造を持つが、電流を流すと分極が起こり、すぐに起電力が低下するとい  
う欠点がある。一方、鉛蓄電池は図2の構造を持ち、電流を流すとやはり起電力が低下するが、  
外部電源を使って逆向きの電流を流すことで起電力を回復させることができる。  
 (b)

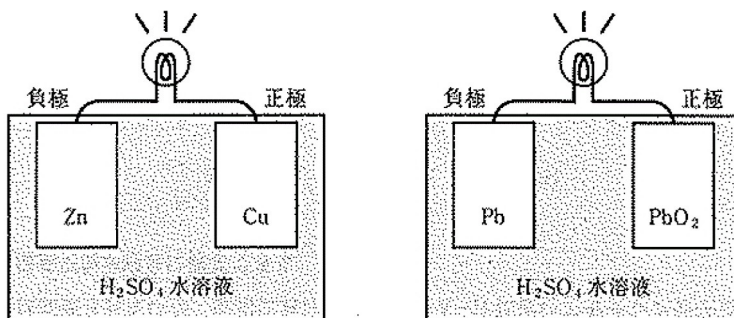


図1 ボルタ電池

図2 鉛蓄電池

問5 ボルタ電池について、(1)正極をCuからPtに変えた場合、および(2)負極をZnからFeに変えた場合を考える。電極反応に関わる物質のイオン化傾向の差に基づいて起電力を考えると、起電力の変化について正しい組合せはどれか。

- |    | (1)   | (2)   |
|----|-------|-------|
| a. | 増加する  | 増加する  |
| b. | 増加する  | 低下する  |
| c. | 低下する  | 変化しない |
| d. | 低下する  | 増加する  |
| e. | 変化しない | 低下する  |
| f. | 変化しない | 変化しない |

問6 下線(a)について、分極が起こる原因が電極周囲に $H_2$ が付着して電流を流れにくくするためと考えれば、酸化剤を加えることで解消できる。(1) $H_2$ が付着する電極、(2)酸化剤として適切な物質、の組合せとして正しいのはどれか。

- |    | (1) | (2)     |
|----|-----|---------|
| a. | 正極  | シュウ酸    |
| b. | 負極  | シュウ酸    |
| c. | 正極  | 過酸化水素   |
| d. | 負極  | 過酸化水素   |
| e. | 正極  | 塩化ナトリウム |
| f. | 負極  | 塩化ナトリウム |

問 7 鉛蓄電池では両極のどちらにおいても硫酸イオンが消費され、硫酸鉛が付着する。この電池で 2.00 A の定電流を 16 分 5 秒流したとき、正極の質量変化の値(g)として最も近いのはどれか。

- a.  $6.4 \times 10^{-1}$                       b.  $9.6 \times 10^{-1}$                       c.  $1.3 \times 10^0$   
d.  $1.9 \times 10^0$                       e.  $2.1 \times 10^0$                       f.  $3.0 \times 10^0$

問 8 下線(b)について、問 7 で放電した鉛蓄電池に対して必要以上に充電を続けたため、電解質溶液の分解が始まり気体が発生して容器が膨張してしまった。栓を開けて気体をすべて放出した後の鉛蓄電池は、質量が 3.60 g 減少していた。このとき生じた気体の標準状態における体積(L)として最も近いのはどれか。ただし、生じた気体は電解質溶液に溶解せず、また気体発生以外の反応は起こらないものとする。

- a. 1.0              b. 1.5              c. 2.2              d. 4.5              e. 6.7              f. 8.9

3 (A), (B) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) 未知の化合物 A について以下の実験を行った。ただし、化合物 A の電離定数  $K_a$  は  $5.1 \times 10^{-7}$  mol/L である。

**実験 1** フェノールと濃硫酸をフラスコに入れ、濃硝酸を加えた。反応後、水を加えてろ過すると、分子量 190 以上の固体の化合物 A が得られた。

**実験 2** 化合物 A とフェノールをジエチルエーテルに溶かして分液ロートに入れ、図 3 のような抽出操作を行った。

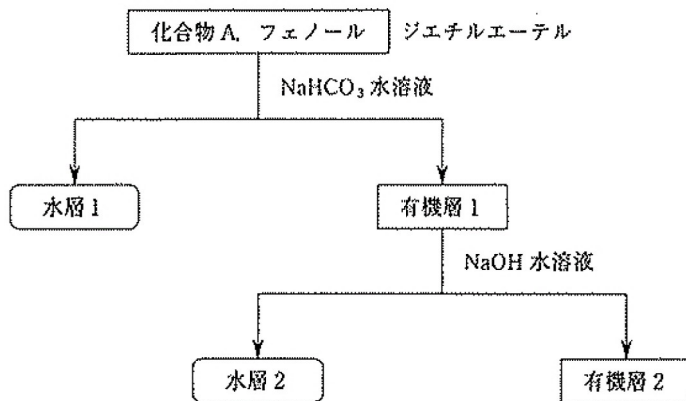


図 3 溶媒抽出操作

**実験 3** フェノールと希硝酸を反応させると、化合物 A と同じ置換基を持つがその数が少ない化合物 B、および化合物 B の構造異性体である化合物 C が生成した。化合物 B は分子間で水素結合を形成する。一方、化合物 C は分子内で水素結合を形成する。

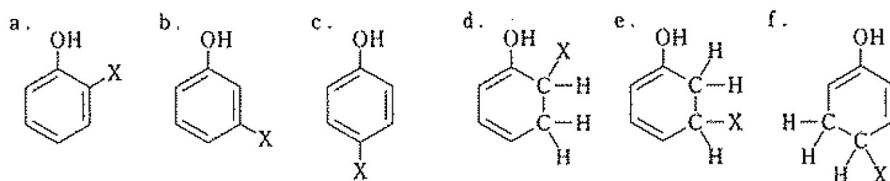
問 1 電離しない状態で化合物 A の分子量は    で表される。ア、イ、ウに適する数字をそれぞれ選び記号で答えよ。

- |   |      |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|------|-------|
| ア | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 | ..... |
|   | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 |      |       |
| イ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |       |
|   | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |       |
| ウ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |       |
|   | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |       |

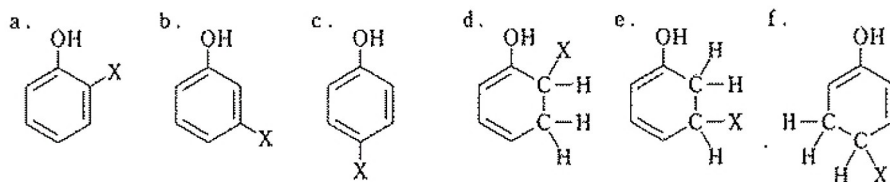
問 2 実験 2 の水層 1, 水層 2, および有機層 2 の中で, 化合物 A が最も多く含まれる層とフェノールが最も多く含まれる層の組合せはどれか。ただし, 化合物 A とフェノールはそれぞれ電離した状態も含めるものとする。

- | 化合物 A    | フェノール |
|----------|-------|
| a. 水層 1  | 水層 1  |
| b. 水層 1  | 水層 2  |
| c. 水層 2  | 水層 1  |
| d. 水層 2  | 水層 2  |
| e. 有機層 2 | 水層 1  |
| f. 有機層 2 | 水層 2  |

問 3 化合物 B はどれか。ただし, X は置換基であり, 二重結合部の C や H は省略されている。



問 4 化合物 C はどれか。ただし, X は置換基であり, 二重結合部の C や H は省略されている。



問 5 化合物 B と C について正しいのはどれか。

- 化合物 B も化合物 C もアミノ基を持つ。
- 化合物 B も化合物 C も不斉炭素原子を持つ。
- 化合物 B よりも化合物 C の方が融点が低い。
- 化合物 B よりも化合物 C の方が分子量は大きい。
- 化合物 B も化合物 C も水に溶かすと水溶液はアルカリ性を示す。
- 化合物 B も化合物 C も触媒や紫外線なしで  $\text{Br}_2$  と容易に付加反応をする。

(B) 高級脂肪酸とグリセリンのエステルである油脂に水酸化ナトリウムなどの強塩基の水溶液を加えて熱すると、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩すなわちセッケンを生じる。油脂の中には、常温で固体であり飽和脂肪酸を多く含む脂肪と、常温で液体であり不飽和脂肪酸を多く含む脂肪油がある。脂肪油にニッケルを触媒として水素を付加すると、構成成分の不飽和脂肪酸が飽和脂肪酸に変わり、固体の硬化油となる。なお、天然の不飽和脂肪酸における不飽和結合はすべて二重結合かつシス型であるが、水素付加の過程で不飽和脂肪酸の C=C 二重結合のいくつかはシス型からトランス型へ変化する副反応も起こる。ここで一つでもトランス型があればその脂肪酸はトランス脂肪酸である。最終的に生成するトランス脂肪酸は、健康へのリスクが指摘されているため規制が進められている。

問 6 下線(a)について、セッケンの特徴として誤っているのはどれか。

- a. 水溶液は弱塩基性を示す。
- b. 硬水中では洗浄力を失う。
- c. 水の表面張力を低下させる。
- d. 乳化作用により油污れを取り除く。
- e. 水中では親水基を内側に向けたミセルを形成する。
- f. 疎水性の炭化水素基と親水性のカルボキシ基を持つ。

問 7 天然の高級脂肪酸としてステアリン酸( $C_{17}H_{35}COOH$ )、リノール酸( $C_{17}H_{31}COOH$ )、リノレン酸( $C_{17}H_{29}COOH$ )を1分子ずつ含む油脂 A を作った。生じた油脂 A には光学異性体も考慮すると何種類あるか。なお、不飽和脂肪酸の二重結合位置およびシストランス配置はエステル化に際して保たれる。

- a. 3            b. 4            c. 5            d. 6            e. 7            f. 8

問 8 下線(b)に関連して、油脂から遊離したリノレン酸(分子量 278)100 mL に水素付加してステアリン酸に変換することを考える。その際に必要な水素分子の標準状態における体積(L)として最も近いのはどれか。ただし、リノレン酸の密度を  $0.914 \text{ g/cm}^3$  とする。

- a.  $7.4 \times 10^0$             b.  $9.8 \times 10^0$             c.  $1.5 \times 10^1$   
d.  $1.8 \times 10^1$             e.  $2.2 \times 10^1$             f.  $2.9 \times 10^1$

問 9 下線(c)に関連して、リノレン酸はすべてシス型配置であるからシス脂肪酸である。リノレン酸の二重結合が反転してできるトランス脂肪酸は何種類あるか。

- a. 3            b. 4            c. 5            d. 6            e. 7            f. 8