

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16    Na : 23

S : 32    Cl : 35.5    K : 39    I : 127    Pb : 207

ファラデー定数  $9.65 \times 10^4$  C/mol

水のイオン積 (25°C)  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup>

$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 5 = 0.70$ ,  $\log_{10} 7 = 0.85$

5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

炭素、水素、酸素からなる有機化合物 A がある。有機化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、溶液を酸性にしたところ、有機化合物 B と有機化合物 C のみが等物質量ずつ生じた。有機化合物 C は塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒として、エチレンを水中で酸化しても合成できる。

また、炭素、水素、酸素からなる有機化合物 D があり、13.2 mg の有機化合物 D を燃焼させたところ、二酸化炭素が 33.0 mg、水が 16.2 mg 生じた。有機化合物 D に金属ナトリウムを加えたところ、水素が発生した。有機化合物 D に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱したところ、黄色の沈殿物と有機化合物 B のナトリウム塩が生じた。有機化合物 B の炭素骨格を調べると、枝分かれの構造をもっていた。

問1 有機化合物 C を検出する試薬と、それを用いたときに見られる変化の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	試薬	変化
①	塩化鉄(Ⅲ)水溶液	溶液が紫色になる。
②	塩化鉄(Ⅲ)水溶液	溶液が青色になる。
③	ニンヒドリン溶液	溶液が赤紫色になる。
④	ニンヒドリン溶液	溶液が青紫色になる。
⑤	さらし粉水溶液	溶液が赤紫色になる。
⑥	さらし粉水溶液	溶液が青紫色になる。
⑦	フェーリング液	赤色沈殿が生じる。
⑧	フェーリング液	青色沈殿が生じる。

問2 有機化合物 D の異性体のうち、適当な酸化剤で酸化すると、分子量が 14.0 増加するものは何種類あるか。最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。ただし、光学異性体も区別するものとする。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 10

問3 文中の下線部の反応が完全に進行すると仮定したとき、17.6 g の有機化合物 D から得られる黄色の沈殿物の質量の値として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  g

- ① 28.4    ② 56.8    ③ 78.8    ④ 85.2    ⑤ 156    ⑥ 233

問4 有機化合物 A の分子式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

- ①  $C_6H_{10}O_2$     ②  $C_6H_{10}O_3$     ③  $C_6H_{12}O_2$     ④  $C_7H_{12}O_2$   
⑤  $C_7H_{12}O_3$     ⑥  $C_7H_{14}O_2$     ⑦  $C_8H_{14}O_2$     ⑧  $C_8H_{14}O_3$   
⑨  $C_8H_{16}O_2$     ⑩  $C_8H_{16}O_3$

問5 有機化合物 A の性質について述べた次の文章(a)～(e)のうち、正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。 5

- (a) 幾何異性体が存在する。
- (b) 不斉炭素原子が存在する。
- (c) ビニル基が存在する。
- (d) 臭素を付加すると、不斉炭素原子が新たに1つ生じる。
- (e) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が生じる。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
①	正	正	正	誤	誤
②	正	誤	正	誤	誤
③	正	誤	正	正	正
④	正	誤	誤	正	正
⑤	正	誤	誤	誤	誤
⑥	誤	正	正	誤	誤
⑦	誤	正	正	誤	正
⑧	誤	正	誤	正	正
⑨	誤	誤	正	正	誤
⑩	誤	誤	誤	正	正

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

$\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ ,  $\log_{10}5 = 0.70$ ,  $\log_{10}7 = 0.85$

$\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

染料や香料の原料として用いられる芳香族化合物 A について、次の実験を行った。

実験1 A の元素分析値は質量百分率で炭素 79.2%、水素 5.6%、窒素 7.1%、酸素 8.1%であり、分子量は 197 であった。

実験2 A を希塩酸で加水分解し、反応混合物にジエチルエーテルを加えて分離操作を行い、エーテル層と水層に分けた。エーテル層を濃縮したところ、芳香族化合物 B が得られた。一方、水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にしたところ、芳香族化合物 C が得られた。

実験3 B は炭酸水素ナトリウム水溶液に気泡を発生して溶解した。

実験4 A にヨウ化メチルを作用させたところ、アミド結合の水素原子がメチル基に置換する反応が起こり、芳香族化合物 D が得られた。A と D はいずれも幾何異性体が存在する。A はすべてトランス形であったが、D はシス形とトランス形の混合物であり、ほとんどがシス形であった。

問1 A の分子式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- ①  $C_{12}H_{11}NO$       ②  $C_{12}H_{12}NO$       ③  $C_{13}H_{11}NO$       ④  $C_{13}H_{12}NO$   
 ⑤  $C_{12}H_{11}NO_2$     ⑥  $C_{12}H_{12}NO_2$     ⑦  $C_{13}H_{11}NO_2$     ⑧  $C_{13}H_{12}NO_2$

問2 A, B, C の反応に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても、いずれも反応しなかった。  
 ② さらし粉水溶液を加えると、C のみが赤紫色を呈した。  
 ③ 臭素水を加えると、C のみが脱色した。  
 ④ 無水酢酸を加えて加熱すると、C のみが反応した。  
 ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱しても、いずれも反応しなかった。

問3 AおよびDのベンゼン環の水素原子を一つ、塩素原子で置換した。それぞれについて生成する構造異性体の種類の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

	A	D
①	3種類	6種類
②	3種類	12種類
③	5種類	10種類
④	5種類	14種類
⑤	6種類	10種類
⑥	6種類	12種類
⑦	7種類	10種類
⑧	7種類	14種類

問4 Cに氷冷下で亜硝酸ナトリウムと希塩酸を作用させると芳香族化合物Eが得られた。氷冷下、Bを水酸化ナトリウム水溶液に溶かした溶液に、Eの水溶液を加えると、芳香族化合物Fのナトリウム塩が生成した。Fの構造式を次の図のように表すとき、X、Yにあてはまる構造の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。4

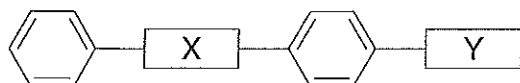


図 芳香族化合物Fの構造式

	X	Y
①	—N=N—	—COOH
②	—N=N—	—CHO
③	—N≡N—	—OH
④	—N≡N—	—CH <sub>2</sub> OH
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{—N—} \end{array}$	—OH
⑥	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{—N—} \end{array}$	—CH <sub>2</sub> OH
⑦	$\begin{array}{c} \text{—N=N—N—} \\   \\ \text{H} \end{array}$	—COOH
⑧	$\begin{array}{c} \text{—N=N—N—} \\   \\ \text{H} \end{array}$	—CHO



# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16    Fe : 56

水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

$\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ ,  $\log_{10}5 = 0.70$ ,  $\sqrt{5.21} = 2.28$

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

向精神薬の原料として用いられる芳香族化合物 A がある。A は炭素、水素、窒素、酸素からなり、芳香族化合物 B と脂肪族化合物 C のエステルである。

B は次のように合成できる。トルエンをニトロ化すると分子量 137 の芳香族化合物 D と E が得られる。ベンゼン環のひとつの水素原子を臭素で置換すると、D からは 4 種類、E からは 2 種類の異性体得られる。D に鉄と塩酸を加えて加熱すると、芳香族化合物 F の塩酸塩が得られる。F に無水酢酸を作用させると、芳香族化合物 G が得られる。G に過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、芳香族化合物 H のカリウム塩が得られる。H を加水分解して pH を調節すると、B が得られる。

一方、C は、酸化亜鉛と酸化銅(II)を触媒として、一酸化炭素と水素から合成される。

問1 A の分子式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ①  $C_7H_7NO_2$     ②  $C_7H_9NO_2$     ③  $C_8H_9NO_2$     ④  $C_8H_{11}NO_2$   
 ⑤  $C_9H_{11}NO_2$     ⑥  $C_9H_{13}NO_2$

問2 下線部について、137 g の D を完全に反応させるために必要な鉄の質量として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、この反応で生成する鉄の塩化物は、すべて塩化鉄(III)とする。  g

- ① 14    ② 28    ③ 56    ④ 84    ⑤ 112    ⑥ 140

問3 Cの性質に関する次の①～⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

3

- ① 室温で液体である。
- ② ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ③ 無水酢酸を加えて加熱すると、エステルが生成する。
- ④ 濃硫酸を加えて加熱して得られる有機化合物は、臭素水を脱色する。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱しても反応しない。
- ⑥ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱しても反応しない。

問4 Bに氷冷下で亜硝酸ナトリウムと塩酸を作用させてから加熱すると、芳香族化合物Iが得られた。Iに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

- ① 室温で液体である。
- ② 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても、変色が起こらない。
- ③ さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気泡が発生する。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、銀が生成する。
- ⑥ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、白色沈殿が生成する。

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16    Cl : 35.5

水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

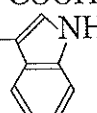

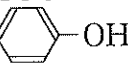
$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\sqrt{2} = 1.4$ ,  $\sqrt{17} = 4.1$

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

多数の $\alpha$ -アミノ酸の縮合重合で生じたペプチドをポリペプチドといい、特に4分子のアミノ酸からなるペプチドをテトラペプチドという。ペプチドの一方の末端にはアミノ基が存在し、もう一方の末端にはカルボキシ基が存在する。これらをそれぞれ、ペプチドのN末端およびC末端と呼ぶ。

ペプチドはタンパク質と同様に、固有の生理機能をもつものが多く存在する。例えば、ヒトの体には約15種類のオピオイドペプチドと呼ばれるペプチドがあり、鎮痛作用などの生理機能をもつことが知られている。ほとんどのオピオイドペプチドは、N末端側の4つのアミノ酸配列が共通している。いま、この共通配列で構成されるテトラペプチドをAとすると、このAには、次の(a)～(f)の特徴および実験結果がある。

- (a) Aは、次ページの表にある $\alpha$ -アミノ酸のうち、3種類からなり、そのうち1種類は旋光性を示さない。
- (b) Aの4つのアミノ酸配列のうち、中央の2つは同じアミノ酸である。
- (c) Aを、ベンゼン環をもつアミノ酸の、アミノ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する作用をもつ酵素Pを用いて加水分解すると、トリペプチドBと芳香族アミノ酸Cが得られた。
- (d) Bを、ベンゼン環をもつアミノ酸の、カルボキシ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する作用をもつ酵素Qを用いて加水分解すると、ジペプチドDと芳香族アミノ酸Eが得られた。
- (e) CとEをそれぞれ含む水溶液に、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を滴下したところ、Eだけが紫色に呈色した。
- (f) CとEの分子量の差は16であった。

	アミノ酸名	構造式
①	グリシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$
②	アラニン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
③	トリプトファン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}_5\text{H}_4\text{NH} \end{array}$ 
④	フェニルアラニン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 
⑤	チロシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \end{array}$ 

問1 上の表の①～⑤の $\alpha$ -アミノ酸のうち、旋光性を示さないものを一つ選びなさい。

問2 次の①～⑤の記述のうち、テトラペプチドAの検出に適さないものを一つ選びなさい。

- ① Aの水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱する。
- ② Aの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- ③ Aの水溶液にフェーリング液を加えて加熱する。
- ④ Aの水溶液に濃硝酸を加えて加熱した後、さらにアンモニア水を加える。
- ⑤ Aの水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、生じる気体に赤色リトマス紙を近づける。

問3 テトラペプチドAのアミノ酸配列を次のように表したとき、アミノ酸の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

(N末端) ア — イ — ウ — エ (C末端)

	ア	イ	ウ	エ
①	フェニルアラニン	グリシン	グリシン	チロシン
②	フェニルアラニン	グリシン	グリシン	トリプトファン
③	フェニルアラニン	アラニン	アラニン	チロシン
④	フェニルアラニン	アラニン	アラニン	トリプトファン
⑤	チロシン	グリシン	グリシン	フェニルアラニン
⑥	チロシン	グリシン	グリシン	トリプトファン
⑦	チロシン	アラニン	アラニン	フェニルアラニン
⑧	チロシン	アラニン	アラニン	トリプトファン

問4 0.010 mol のテトラペプチドAを、反応に最低限必要な量の無水酢酸を用いてアセチル化した。用いた無水酢酸の質量として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、このアセチル化は無水酢酸によってのみおこるものとする。 4 g

- ① 0.60    ② 1.0    ③ 1.2    ④ 1.8    ⑤ 2.0    ⑥ 2.4  
 ⑦ 3.0    ⑧ 3.6

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16    Al : 27

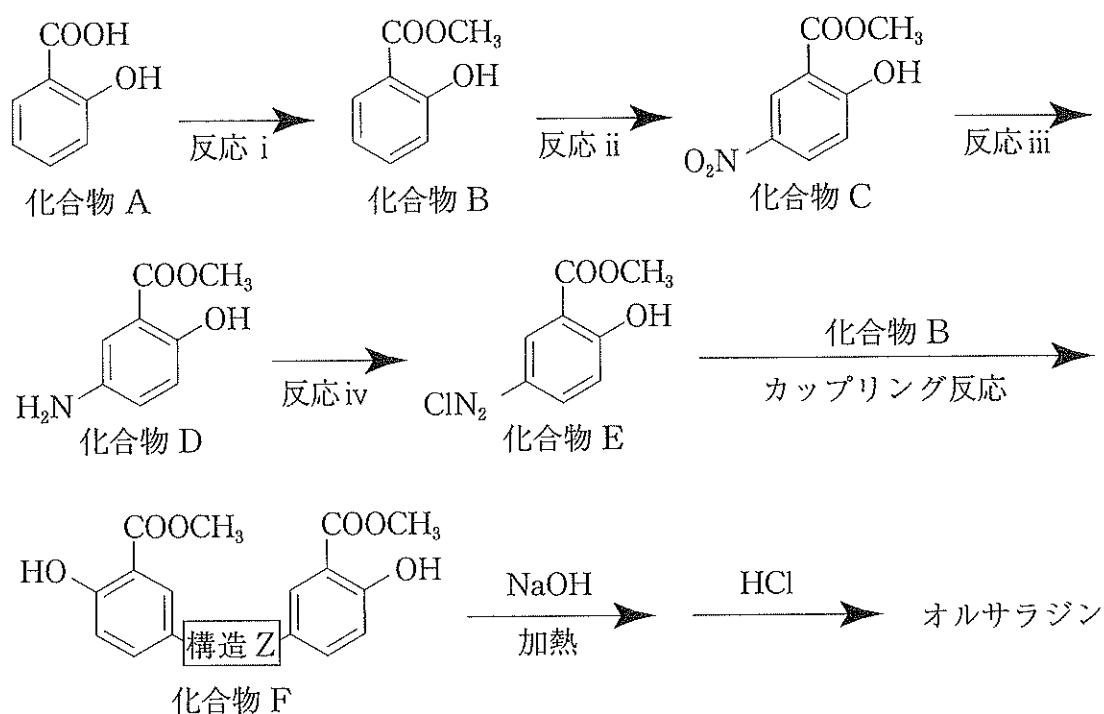
水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$



5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

潰瘍性大腸炎やクローン病の治療に用いられるオルサラジンは、低分子の有機化合物である。下記にその合成例を示す。



オルサラジンについては次のような特徴がある。

- (a) 構造的に二量体（ダイマー）である。
- (b) 立体的にはほぼ平面状の構造であり、二つの芳香環はトランス形に配置されている。
- (c) そのままでは体内で薬効を示さないが、腸内細菌によって単量体（モノマー）に分解されることで薬効を現す医薬品である。このような医薬品をプロドラッグという。

問1 化合物 A に関する次の①～⑤の記述のうち、最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① 常温では特有の芳香をもつ無色の液体である。
- ② 冷水でもよく溶ける。
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色する。
- ④ 水溶液はフェノールと同程度の弱い酸性を示す。
- ⑤ *o*-キシレンを高温・高圧下で酸化させることで得られる。

問2 反応 i ~ iv の名称として最も適切な組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	反応 i	反応 ii	反応 iii	反応 iv
①	エステル化	ニトロ化	還元	ジアゾ化
②	エステル化	ニトロ化	酸化	ハロゲン化
③	エステル化	スルホン化	還元	ハロゲン化
④	エステル化	スルホン化	酸化	ジアゾ化
⑤	アセチル化	ニトロ化	還元	ジアゾ化
⑥	アセチル化	ニトロ化	酸化	ハロゲン化
⑦	アセチル化	スルホン化	還元	ハロゲン化
⑧	アセチル化	スルホン化	酸化	ジアゾ化

問3 構造Zとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

- ①  $-O-$       ②  $-O-O-$       ③  $\begin{array}{c} -C- \\ || \\ O \end{array}$       ④  $\begin{array}{c} -N- \\ | \\ H \end{array}$
- ⑤  $\begin{array}{c} -N-N- \\ | \quad | \\ H \quad H \end{array}$       ⑥  $-N\equiv N-$       ⑦  $-N=N-$       ⑧  $-N=N=N-$

問4 オルサラジンの分子式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 4

- ①  $C_{14}H_{10}N_2O_4$       ②  $C_{14}H_{10}N_2O_6$       ③  $C_{14}H_{12}N_2O_4$       ④  $C_{14}H_{12}N_3O_4$
- ⑤  $C_{16}H_{12}N_3O_4$       ⑥  $C_{16}H_{14}N_2O_4$       ⑦  $C_{16}H_{14}N_2O_6$       ⑧  $C_{16}H_{20}N_2O_6$

問5 オルサラジンが腸内細菌によって分解されて生成するモノマー成分を化合物Gとすると、この化合物Gは化合物Dを加水分解しても得られる。化合物Gに薬効があつてオルサラジンに薬効がない理由が置換基によるものと仮定したとき、これらの物質における構造の違いに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 化合物Gにはカルボキシ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ② オルサラジンにはカルボキシ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ③ 化合物Gにはヒドロキシ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ④ オルサラジンにはヒドロキシ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ⑤ 化合物Gにはアミノ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ⑥ オルサラジンにはアミノ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ⑦ 化合物Gにはメチル基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ⑧ オルサラジンにはメチル基が存在するが、化合物Gには存在しない。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

分子式が  $C_8H_8O_3$  で表される3つの有機化合物 A～C がある。A～C には、次のような特徴および実験結果がある。

- ・ A を過マンガン酸カリウムで酸化し、酸を加えるとフタル酸を生成し、これを加熱すると脱水して有機化合物 D を生じる。また、A を加熱すると脱水して有機化合物 E を生じる。
- ・ B を加水分解すると、酢酸と有機化合物 F を生じる。F のベンゼン環に結合する水素原子の1つを塩素原子に置換すると、3種類の化合物が得られる。
- ・ C は中性の化合物で、C を加水分解すると、還元性を示す酸と有機化合物 G を生じる。G を硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化するとサリチル酸を生成する。

問1 A, B, C を炭酸水素ナトリウム水溶液にそれぞれ加えて観察した。このとき、発泡がみられたものを○、明確な発泡が見られなかったものを×とした場合、正しいものの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	A	B	C
①	○	×	×
②	×	○	×
③	×	×	○
④	○	○	×
⑤	○	×	○
⑥	×	○	○
⑦	○	○	○
⑧	×	×	×

問2 A, B, Cを塩化鉄(Ⅲ)水溶液にそれぞれ加えて観察した。このとき、溶液が紫色へ変化したものを○, 明確な色の変化が見られなかったものを×とした場合、正しいものの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

2

	A	B	C
①	○	×	×
②	×	○	×
③	×	×	○
④	○	○	×
⑤	○	×	○
⑥	×	○	○
⑦	○	○	○
⑧	×	×	×

問3 有機化合物 D, E, F に関する次の記述(a)~(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- (a) D は酸無水物に分類される。
- (b) E は酸無水物に分類される。
- (c) F はメタ二置換体である。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤