

物 理・化 学 問 題

2018年度

〈H30120017〉

注 意 事 項

1. この問題冊子には、物理および化学の問題が印刷されています。
受験票に記載されている理科解答パターンの問題のみを解答してください。

解答 パターン	物 理	化 学	生物 (別冊配付)
A	○	○	×
B	○	×	○
C	×	○	○

2. この試験では、解答パターンがAの受験生には、この問題冊子、記述解答用紙およびマーク解答用紙を配付します。
解答パターンがBおよびCの受験生には、これらに加え「生物」の問題冊子および記述解答用紙（生物その1、生物その2）を配付します。
3. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないでください。
4. 物理の問題は2～8ページ、化学の問題は10～19ページに記載されています。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせてください。
5. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入してください。
6. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入してください。
 - (2) マーク欄にははっきりとマークしてください。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消してください。

マークする時	● 良い	○ 悪い	○ 悪い
マークを消す時	○ 良い	○ 悪い	○ 悪い

7. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入してください。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入してください。

数 字 見 本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないでください。

	万	千	百	十	一
(例) 3825番⇒		3	8	2	5

8. 解答はすべて所定の解答欄に記入してください。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
9. 下書きは問題冊子の余白を使用してください。
10. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにしてください。
11. 問題冊子は持ち帰ってください。
12. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出してください。

必要ならば、以下の数値を用いなさい。

H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Al=27.0, Cl=35.5,

K=39.1, Ca=40.1, Mn=54.9, Zn=65.4, Ag=107.9, I=126.9

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

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

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

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

化学（マーク解答問題）

〔I〕 つぎの（1）～（10）の文中，（ A ），（ B ），（ C ）にもっとも適合するものを，それぞれA群，B群，C群の（イ）～（ホ）から選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（1） 14族の元素（ A ）の水素化合物は，（ B ）であるため無極性分子であり，周期表で下の元素ほど水素化合物の沸点が高いのは，（ C ）が強くなるためである。

A：（イ） 酸素，硫黄，セレン

（ロ） 炭素，ケイ素，ゲルマニウム

（ハ） 窒素，リン，ヒ素

（ニ） フッ素，塩素，臭素

（ホ） ホウ素，アルミニウム，ガリウム

B：（イ） 正四面体形

（ロ） 直線形

（ハ） 正三角形

（ニ） 正方形

（ホ） 正八面体形

C：（イ） イオン結合

（ロ） 共有結合

（ハ） 水素結合

（ニ） 配位結合

（ホ） ファンデルワールス力

（2） （ A ）は同族体，（ B ）は同素体の関係にある。同素体の関係にある物質は互いに異なる性質を示す。たとえば黄リンは空気中で自然発火し，（ C ）を生じるが，赤リンは空気中で自然発火しない。

A：（イ） 水素とヘリウム

（ロ） アセチレンとエチレン

（ハ） メタンとエタン

（ニ） ネオンとアルゴン

（ホ） 黒鉛とダイヤモンド

B：（イ） 酸素とオゾン

（ロ） 水と氷

（ハ） 水素と重水素

（ニ） 石英と二酸化ケイ素

（ホ） 塩化鉄(Ⅱ)と塩化鉄(Ⅲ)

C：（イ） P_2N_3

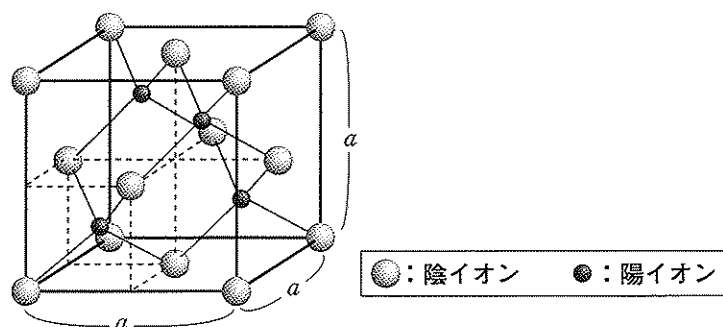
（ロ） P_2O_3

（ハ） P_3N_5

（ニ） P_4O_6

（ホ） P_4O_{10}

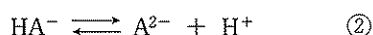
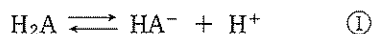
- (3) 下図は閃亜鉛鉱型の結晶構造の単位格子を表している。その陰イオンの配列は塩化ナトリウム型構造における陰イオンの配列と同じであり、さらに四つの陰イオンに囲まれた空間の一つおきに陽イオンが入っている。このとき、陰イオンの配位数は (A) である。単位格子の一边の長さを a とすると、隣り合う陽イオンと陰イオンの中心間の距離は (B) と表される。陽イオンと陰イオンを互いに接する球と見なし、かつ陽イオンの半径 r と陰イオンの半径 R の比 r/R が 0.40 であるとする、これらの球が単位格子中に占める体積の割合は (C) % となる。



- A : (イ) 4 (ロ) 6 (ハ) 8 (ニ) 10 (ホ) 12
- B : (イ) $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ (ロ) $\frac{a}{4}$ (ハ) $\frac{\sqrt{2}a}{4}$ (ニ) $\frac{\sqrt{3}a}{4}$ (ホ) $\frac{\sqrt{6}a}{6}$
- C : (イ) 40 (ロ) 53 (ハ) 68 (ニ) 74 (ホ) 79
- (4) 水溶液中の過酸化水素 H_2O_2 は、常温では非常にゆっくりと分解するが、これに少量の酸化マンガン(IV) MnO_2 を不均一系触媒として加えると、(A) ため反応速度が大きくなる。1.0 mol/L の H_2O_2 水溶液 100 mL に少量の MnO_2 を加え、一定温度で H_2O_2 を分解すると、1 分間で 1.0×10^{-2} mol の酸素 O_2 が発生した。この間に H_2O_2 が分解するときの平均の反応速度は (B) mol/(L·s) となる。 MnO_2 は、(C) 際にも触媒として用いられる。

- A : (イ) 反応熱が小さくなる
(ロ) 反応経路が変わる
(ハ) 活性化エネルギーが大きくなる
(ニ) 生成物の結合エネルギーが低下する
(ホ) 反応物の運動エネルギーが大きくなる
- B : (イ) 1.7×10^{-4} (ロ) 3.3×10^{-4} (ハ) 1.7×10^{-3}
(ニ) 3.3×10^{-3} (ホ) 1.3×10^{-2}
- C : (イ) オストワルト法によりアンモニアから一酸化窒素を製造する
(ロ) ハーバー・ボッシュ法により窒素と水素からアンモニアを製造する
(ハ) 塩素酸カリウムから酸素を発生させる
(ニ) 濃塩酸から塩素を発生させる
(ホ) 接触法により二酸化硫黄から硫酸を製造する

- (5) マレイン酸は2価の酸であり、水溶液中で2段階に電離する。マレイン酸を H_2A とすると、電離平衡は次のように表される。



①式の電離定数 K_1 は、②式の電離定数 $K_2 = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ に比べて著しく大きい。0.24 mol/L のマレイン酸水溶液中では、マレイン酸 H_2A の34%が電離し、 HA^- になっている。したがって、マレイン酸の1段目の電離定数 K_1 は (A) mol/L である。このマレイン酸水溶液 20.0 mL を完全に中和するのに、0.30 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 (B) mL を要する。一方、このマレイン酸水溶液 10.0 mL に 0.24 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 16.0 mL を加えた水溶液には緩衝作用がある。緩衝液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は以下の式で表される。したがって、この緩衝液の $[H^+]$ は (C) mol/L となる。

$$[H^+] = \frac{[HA^-]}{[A^{2-}]} K_2$$

- A : (イ) 8.2×10^{-3} (ロ) 2.8×10^{-2} (ハ) 4.2×10^{-2}
 (ニ) 8.2×10^{-2} (ホ) 1.2×10^{-1}
 B : (イ) 10.9 (ロ) 16.0 (ハ) 24.0 (ニ) 32.0 (ホ) 40.0
 C : (イ) 1.2×10^{-7} (ロ) 8.0×10^{-7} (ハ) 1.8×10^{-6}
 (ニ) 8.0×10^{-6} (ホ) 1.8×10^{-5}

- (6) ハロゲンの単体はいずれも電子を奪う力が大きいので酸化力が強い。その酸化作用の強さは (A) の順であるため (B) は反応する。一方で、アルカリ金属の単体は強い還元作用を示し、ハロゲンの単体と反応して塩を生じる。その反応は (C) の順に激しくなる。

- A : (イ) $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ (ロ) $Br_2 > Cl_2 > F_2 > I_2$ (ハ) $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$
 (ニ) $Cl_2 > Br_2 > I_2 > F_2$ (ホ) $F_2 > Br_2 > Cl_2 > I_2$
 B : (イ) Cl_2 と KBr (ロ) Cl_2 と KF (ハ) Br_2 と KCl
 (ニ) Br_2 と KF (ホ) I_2 と KBr
 C : (イ) $Li > Na > K > Rb$ (ロ) $Li > K > Na > Rb$ (ハ) $Na > K > Rb > Li$
 (ニ) $Rb > Na > K > Li$ (ホ) $Rb > K > Na > Li$

- (7) 以下の①～⑤のうち、水素を発生する反応は (A) 個ある。また、酸化還元反応は (B) 個ある。下線部の物質 1 mol をすべて反応させたとき、発生する単体の気体の物質質量がもっとも多いものは (C) である。

- ① 亜鉛を希硫酸と反応させる
 ② 融解させたフェノールをナトリウムと反応させる
 ③ 酸化マンガン(IV)を濃塩酸に加え、加熱して反応させる
 ④ 安息香酸を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えて反応させる
 ⑤ アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に加えて反応させる

- A : (イ) 1 (ロ) 2 (ハ) 3 (ニ) 4 (ホ) 5
 B : (イ) 1 (ロ) 2 (ハ) 3 (ニ) 4 (ホ) 5
 C : (イ) ① (ロ) ② (ハ) ③ (ニ) ④ (ホ) ⑤

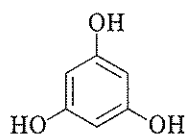
- (8) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される有機化合物は、鏡像異性体も含めて数えると (A) 種類である。また、そのうち無水酢酸と反応して酢酸エステルとなるものは (B) 種類であり、ヨウ素と炭酸ナトリウム水溶液を加えて反応させたとき、特異臭をもつ黄色沈殿が生じるものは (C) 種類である。

A : (イ) 5 (ロ) 6 (ハ) 7 (ニ) 8 (ホ) 9
 B : (イ) 1 (ロ) 2 (ハ) 3 (ニ) 4 (ホ) 5
 C : (イ) 1 (ロ) 2 (ハ) 3 (ニ) 4 (ホ) 5

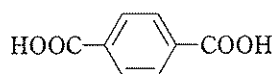
- (9) 油脂に水酸化カリウム水溶液を加えて熱すると、油脂はけん化されて、脂肪酸のカリウム塩とグリセリン(1,2,3-プロパントリオール)が生じる。けん化価とは、油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量 (mg 単位、式量 $KOH = 56$) の数値をいい、油脂の分子量の目安となる。また、ヨウ素価とは、油脂に含まれる不飽和脂肪酸の $C=C$ 結合にヨウ素を完全に付加させた時、油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 (g 単位) の数値をいう。平均分子量 (A) の油脂 W のけん化価は 191、ヨウ素価は 174 である。このとき、油脂 1 分子中に含まれる $C=C$ 結合の数は平均 (B) 個である。油脂 W が一種類の不飽和脂肪酸だけで構成されている場合、この不飽和脂肪酸の分子式は (C) である。

A : (イ) 794 (ロ) 800 (ハ) 878 (ニ) 902 (ホ) 960
 B : (イ) 2 (ロ) 3 (ハ) 6 (ニ) 9 (ホ) 12
 C : (イ) $C_{16}H_{28}O_2$ (ロ) $C_{16}H_{30}O_2$ (ハ) $C_{18}H_{30}O_2$
 (ニ) $C_{18}H_{32}O_2$ (ホ) $C_{18}H_{34}O_2$

- (10) 以下に示す化合物 X と Y を反応させ、X のすべてのヒドロキシ基をエステル結合に変換し、重合体を合成した。ベンゼン環以外の環構造を持たない重合体が 1 分子あたり n 個の X からなるとき、その分子は (A) 個の Y からなる。 $n = 100$ の重合体 Z (B) g を酸で完全に加水分解すると、3.11 g の X が得られる。また、(B) g の Z に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加水分解と中和を完全に行うためには、(C) g の水酸化ナトリウムが必要となる。



X
分子量 126



Y
分子量 166

A : (イ) $n + 2$ (ロ) $2n + 1$ (ハ) $2n + 2$
 (ニ) $3n - 1$ (ホ) $3n$
 B : (イ) 1.00×10^1 (ロ) 1.13×10^1 (ハ) 1.41×10^1
 (ニ) 1.00×10^3 (ホ) 1.13×10^3
 C : (イ) 2.15 (ロ) 2.96 (ハ) 3.97 (ニ) 5.92 (ホ) 6.93

化学（記述解答問題）

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、問1～問10の答えを記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

先生：身近にある物質として食塩を考えてみましょう。

W君：食塩の主成分は塩化ナトリウム NaCl ですね。虫眼鏡で見るとサイコロの形をしており、イオン結晶と習いました。(問1)

先生： NaCl は水に溶けやすいですが、この溶けるということをいくつかの段階に分けて考えましょう。はじめに結晶が気体状態のばらばらのイオンになる段階。それから各イオンが水分子に取り囲まれる段階（水和）。この2段階のエネルギー変化から溶解熱が計算できます。(問2)

W君： NaCl の水溶液は導電性があります。これを電気分解するとナトリウム Na が得られますか。

先生： NaCl の水溶液を電気分解してもナトリウムは得られません。融解塩電解といって NaCl を高温で液体にして、電気分解することでナトリウムを得ています。(問3) (問4)

W君：食塩は海水を直接煮詰めて作っているのですか。

先生：現在は主に、イオン交換膜分離で海水を約6倍に濃縮したあと、蒸発濃縮して結晶を取り出す方法をとっています。(問5)

W君：自宅でアイスクリームをつくるときに、氷に NaCl をかけると温度が 0°C より下がりました。温度が下がったのはなぜですか。(問6)

先生：溶解熱と融解熱、それと凝固点降下から説明できます。この方法だとマイナス 21°C 程度まで冷やすことができますよ。(問7)

W君：うちの父が食べ物の塩分を気にしています。正確な測定法はありませんか。

先生：モール法という塩分測定法があります。これは、塩化物イオンを硝酸銀標準溶液で滴定するもので、クロム酸カリウムを指示薬として用います。(問8)

W君： NaCl は食品として使う以外に、何か用途はありますか。

先生：日本の NaCl の全消費量のうち約80%は工業用です。主に、 NaCl 水溶液をイオン交換膜法により電気分解して、塩素や水酸化ナトリウムを製造することに利用されています。また、アンモニアソーダ法でも原料として利用され、炭酸ナトリウムを製造しています。これらの化学物質は、紙、化学繊維、プラスチック、半導体、ガラス製品、洗剤などの製造に利用されています。(問9) (問10)

W君：身近な物質でも化学の視点でとらえるととても面白いですね。

問1 イオン結晶を主に含む物質を（ア）～（カ）から一つ選び、記号で答えなさい。

（ア） 水晶

（イ） ドライアイス

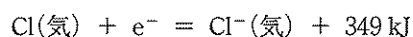
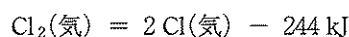
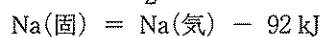
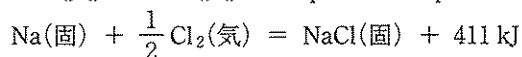
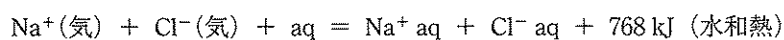
（ウ） 氷

（エ） 大理石

（オ） 真ちゅう

（カ） ダイヤモンド

問2 以下の熱化学方程式を用いて NaCl の溶解熱 [kJ/mol] を求めなさい。なお、イオン結晶を気体状態のばらばらのイオンにするのに必要なエネルギーを格子エネルギー [kJ/mol] といい、気体状態のイオンが水和するときに発生する熱量を水和熱 [kJ/mol] とすると、水和熱から格子エネルギーを差し引いたものが溶解熱となる。

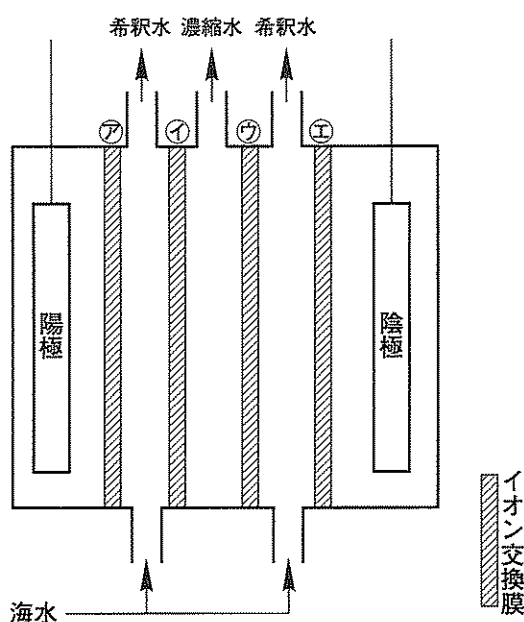


問3 陽極に炭素を使って NaCl 水溶液の電気分解を行う。このとき観察される現象として正しいものを以下の (ア) ~ (エ) の選択肢よりすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 陰極に炭素を使うと、陰極で水素が発生する。
- (イ) 陰極に銅を使うと、陰極で塩素が発生する。
- (ウ) 陰極に鉄を使うと、陰極付近で溶液がアルカリ性になる。
- (エ) 陰極に白金を使うと、陰極で酸素が発生する。

問4 NaCl の融解塩電解で 13.8 g のナトリウムの単体を得るには、60.0 A の電流を何秒間流す必要があるか求めなさい。また、このとき発生する気体は標準状態において何 L か求めなさい。なお、通じた電流はすべて電気分解に使われたものとする。

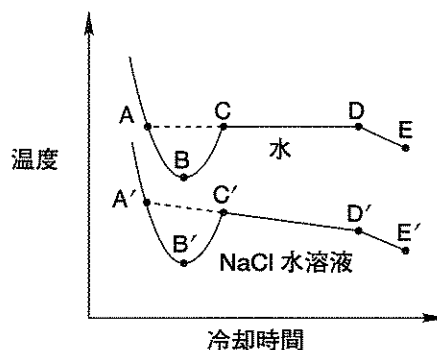
問5 以下の図は、陽イオン交換膜と陰イオン交換膜と電極を用いて海水（約 3.5 % の NaCl 水溶液）を濃縮する装置を表したものである。図中には㉠~㉤の4つのイオン交換膜が示してあるが、このうち陽イオン交換膜に該当するものをすべて選び、記号で答えなさい。



問6 この現象を説明した以下の(ア)～(オ)の文章の中で正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) NaClが大気中の水分を吸収し、浸透圧が上がることで周囲の熱が吸収された。
 (イ) 氷の周りにある水にNaClが溶解することで周囲の熱が吸収された。
 (ウ) NaCl水溶液になることで凝固点降下が起こり、氷が水になることで周囲の熱が吸収された。
 (エ) NaClの周りで水が氷に凝固し、周囲の熱が吸収された。
 (オ) NaClの融解が起こり、周囲の熱が吸収された。

問7 右図は、NaCl水溶液と水をそれぞれ冷却した時の冷却時間と温度の関係を示した概念図である。水溶液の凝固点降下の大きさは図中のどの部分で表されるか、(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えなさい。また、CからDでは温度が一定であるが、C'からD'では温度が低下している。その理由を25字以内で記述しなさい。



- (ア) A-A' (イ) B-B' (ウ) C-C' (エ) D-D' (オ) E-E'

問8 みそ汁の塩分濃度をモール法で測定する。みそ汁をろ過し固形分を除去したものを測定試料Aとする。測定試料Aを蒸留水により10倍に薄め滴定試料Bとする。滴定試料B 10.0 mLに、指示薬として0.5%クロム酸カリウム水溶液2 mLを加え、0.100 mol/Lの硝酸銀水溶液を滴下する。クロム酸銀の溶解度が塩化銀の溶解度より大きいため、はじめに塩化銀の白色沈殿が生じる。塩化銀の沈殿生成が完了したときにクロム酸銀の赤褐色沈殿を生じ、これを終点とする。硝酸銀水溶液の滴下量が2.02 mLで終点となった場合、測定試料Aの塩分濃度を質量パーセント濃度で答えなさい。ただし、測定試料Aの密度は1.01とし、測定された塩化物イオンはすべてNaCl由来のものとする。

問9 イオン交換膜法における陽極での反応と陰極での反応をそれぞれ化学反応式で表しなさい。

問10 アンモニアソーダ法では、まずNaClとCO₂とNH₃を水中で反応させることで炭酸水素ナトリウムをつくる。このとき、原料を水に溶解させる順番として最も効率の良いものを(ア)～(カ)から一つ選び、記号で答えなさい。また、炭酸ナトリウム318 kgを得るためには、NaClは少なくとも何kg必要か求めなさい。

- (ア) NaCl → CO₂ → NH₃ (イ) NaCl → NH₃ → CO₂ (ウ) CO₂ → NH₃ → NaCl
 (エ) CO₂ → NaCl → NH₃ (オ) NH₃ → NaCl → CO₂ (カ) NH₃ → CO₂ → NaCl

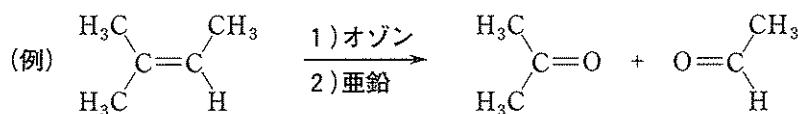
〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、問1～問10の答えを記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

- (1) 炭化カルシウムを水と反応させたところ、気体Aが発生した。 気体Aをアンモニア性硝酸銀水溶液に通じ、完全に反応させたところ、白色沈殿を生じた。 また、気体Aを赤熱した鉄の存在下で加熱すると化合物Bが得られた。 塩化アルミニウムを触媒として化合物Bに1-ブテンを作用させると化合物Cが生成した。 化合物Cを過マンガン酸カリウム水溶液と反応させると安息香酸が生成した。

炭素、水素、酸素からなる構造不明のアルコールDと安息香酸を脱水縮合させたところ、エステル結合を一つ含む分子量300以下の化合物Eが生じた。化合物Eに過マンガン酸カリウム水溶液を作用させても変化は観察されなかったが、濃硫酸を加え加熱したところ、化合物Eから水が脱離することが分かった。この反応で得られた化合物F 9.5 mgを完全燃焼させたところ、CO₂ 26.4 mgとH₂O 6.3 mgを得た。

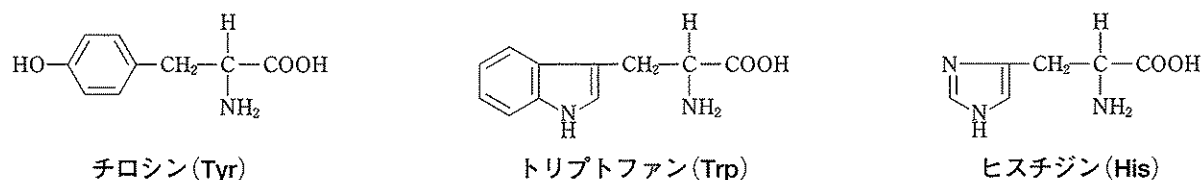
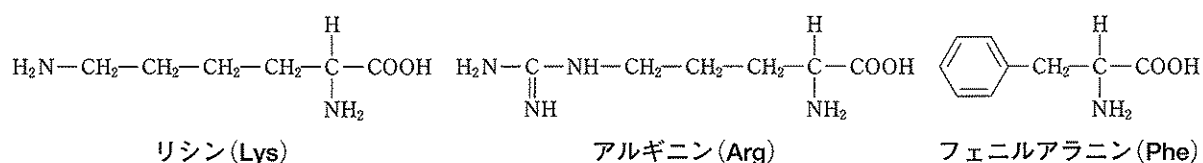
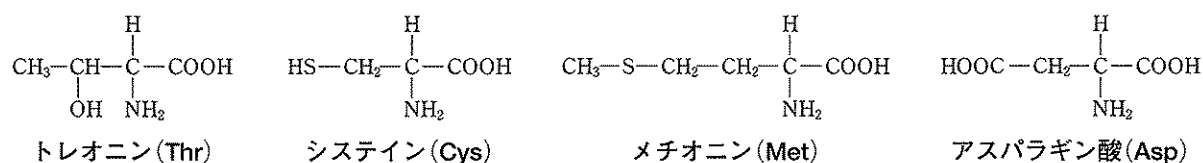
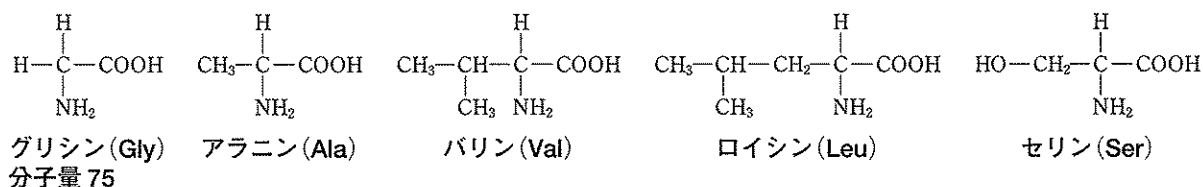
化合物Fをオゾンと反応させた後に亜鉛と反応させたところ、二種類の生成物からなる混合物が生じた。 この混合物に酸化剤を加えてよく混ぜた後、ジエチルエーテルと炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、分液ろうとうを用いて有機層Ⅰと水層Ⅱの2層に分離した。 有機層Ⅰは化合物Gを含んでいた。 化合物Gは分析の結果、酢酸カルシウムの乾留により得られる化合物と同じであった。 水層Ⅱに希塩酸を加えて中和し、得られた溶液を分液ろうとうを用いて有機層Ⅲと水層Ⅳに分離した。 有機層Ⅲは安息香酸とは異なる芳香族化合物Hを含んでいた。 一方、水層Ⅳは有機化合物を含んでいなかった。

注：アルケンを低温でオゾンと反応させた後に亜鉛と反応させると、カルボニル化合物が得られる。



- 問1 発生する気体Aを、空気と混ざらないように試験管に捕集したい。適切な捕集方法を示す図を描きなさい。
- 問2 捕集した気体Aの体積は、27.0℃、 1.01×10^5 Paにおいて25.6 mLであった。用いた炭化カルシウムが完全に水と反応した場合、反応した水は何mgか求めなさい。ただし、27.0℃の水の飽和蒸気圧は 3.60×10^3 Paとする。
- 問3 下線部の化学反応式を書きなさい。
- 問4 下線部の化学反応式を書きなさい。ただし、塩化アルミニウム以外は構造式で書きなさい。
- 問5 化合物Hの構造式を書きなさい。
- 問6 アルコールDの構造式を書きなさい。

- (2) ペプチドは、 α -アミノ酸が脱水縮合して生じた化合物で、縮合していないアミノ基のある方を N 末端、カルボキシ基がある方を C 末端といい、通常、ペプチド鎖は N 末端側を左側に、C 末端側を右側に書く。たとえば、リシンを N 末端、アラニンを C 末端側に、リシン、チロシン、アラニンの順序で連結されているペプチドのアミノ酸配列は、Lys-Tyr-Ala と略号で表記する。代表的な α -アミノ酸の名称（略号）と構造を以下に示す。



分子式が $\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{N}_4\text{O}_8\text{S}$ ($\text{S} = 32$ とした場合の分子量 470) で表される、4 個の α -アミノ酸からなる鎖状のテトラペプチドを酸で完全に加水分解したところ、上に示したアミノ酸の中から、A、B、C、D の 4 種類の α -アミノ酸が生成した。一方、部分的に加水分解を行い、特定の 1 カ所のペプチド結合を切断したところ、3 個の α -アミノ酸からなるトリペプチド P1 と α -アミノ酸 A が生成した。さらに、P1 の特定の 1 カ所のペプチド結合を加水分解により切断したところ、2 個の α -アミノ酸からなるジペプチド P2 と α -アミノ酸 B が生成した。また、テトラペプチドの 2 番目と 3 番目のアミノ酸の間のペプチド結合のみ加水分解したところ、P3 と P4 のジペプチドがそれぞれ生成した。また、P3 と P4 のうち、一方の分子量は 310 であった。P1、P2、P3、P4 のそれぞれに、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、P1、P2、P4 から黒色沈殿が生じた。また、P1、P2、P3、P4 のそれぞれに、濃硝酸を加えて熱し、さらにアンモニア水を加えて塩基性にすると P1、P2、P3 が橙黄色となった。A は不斉炭素原子を持たないアミノ酸で、テトラペプチドの C 末端側に位置している。B は 3 段階の電離平衡を示し、その等電点は 3.22 である。また、適切な条件でメタノールと完全に反応させると、84.0 mg の B が 100.0 mg のエステル化合物になった。

問7 Bの分子量と名称を答えなさい。

問8 Cは、この呈色反応の原因となるアミノ酸である。Cが複数含まれたペプチドは、Cどうしが共有結合をつくるため、ペプチドの立体構造が安定化する。この共有結合の名称を答えなさい。

問9 Dは、この呈色反応の原因となるアミノ酸である。Dの名称を答えなさい。

問10 テトラペプチドのアミノ酸配列を、Lys-Tyr-Alaのように略号を用いて書きなさい。

〔以 下 余 白〕

