

1. 解答

- (2)
- (1) A は水素なので非金属元素である。C には金属元素のアルミニウムを含む。D は希ガスなのですべて非金属元素である。誤
- (2) B はすべて金属元素である。E は遷移元素ですべて金属元素である。正
- (3) 第4周期, 17族の元素である臭素が液体である。誤
- (4) D は希ガスですべて単原子分子である。誤

エクセル 3～11族の元素を遷移元素とよぶ。
遷移元素はすべて金属元素である。

2. 解答

- (1) 水素(ウ), 硫化水素(オ), 塩化水素(ア), 二酸化硫黄(キ), 塩素(エ)
- (2) ① FeS ② NaCl ③ Na₂SO₃ ④ MnO₂
- (3) 硫化水素: $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$
塩素: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- (4) (b) 理由: 塩素は水に溶け, 空気より重い気体のため。

解説

- (1) (イ) は NO である。空気に触れると $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ となり赤褐色の気体 NO₂ (カ) になる。NO₂ は水と反応して $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ となり硝酸を生成する。

エクセル

気体の捕集法の選択: 水に溶けるか溶けないか。
→ 空気より重いか軽いか。
気体の乾燥法の選択: 気体と反応しない乾燥剤を使用。

● 気体の捕集

- まず水に溶けるかどうか。
溶けにくい場合
→ 水上置換
溶けやすい場合
→ 空気より重い → 下方置換
→ 空気より軽い → 上方置換

3. 解答

- (1) (ア) 典型 (イ) 両性
- (2)(a) $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
(b) $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$

解説

亜鉛は12族の元素で2個の価電子をもち, 2価の陽イオンになりやすい。単体は青白色で融点が低く, 合金の原料にも利用される。両性元素に属し, 酸とも塩基とも反応する。

エクセル

亜鉛は両性元素なので, 単体 Zn, 酸化物 ZnO, 水酸化物 Zn(OH)₂ は酸とも塩基とも反応する。

● 両性元素

- 単体や酸化物, 水酸化物が酸や塩基と反応する元素。
Al, Zn, Sn, Pb

4. 解答 解説 (ア) ⑦ (イ) ⑨ (ウ) ⑫ (エ) ②

遷移元素は3～11族の元素で、すべて金属元素である。遷移元素は周期表の隣り合う元素どうしの性質が似ているが、それは最外殻電子が1個または2個で、あまり変化しないためである。

エクセル 典型元素：1, 2と12～18族 縦の周期性がある。
遷移元素：3～11族 横に並ぶ元素の性質が似ている。

5. 解答 解説 (1) ① 8 ② アルミニウム ③ 濃青

(2) (ア) Fe_2O_3 (イ) Fe_3O_4 (ウ) Fe^{2+} (エ) Fe^{3+}
(オ) KSCN (カ) Fe^{3+}

(3) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}^+$

鉄は8族に属する元素で、地殻中ではアルミニウムについて多い金属元素である。酸化物には FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 が存在する。鉄の単体は酸と反応して Fe^{2+} になりながら H_2 を発生して溶けるが、濃硝酸とは不動態になって溶けない。 Fe^{2+} は酸化されて Fe^{3+} になりやすく、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ には Fe^{2+} が、 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ には Fe^{3+} が反応して濃青色沈殿を生じる。また Fe^{3+} は KSCN と反応して血赤色溶液になる。

エクセル

水溶液中	Fe^{2+} (淡緑色)	Fe^{3+} (黄～黄褐色)
OH^-	緑白色沈殿	赤褐色沈殿
$\text{NaOH} \cdot \text{NH}_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	濃青色沈殿	—
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	—	濃青色沈殿
KSCN	—	血赤色溶液

● 遷移元素の原子

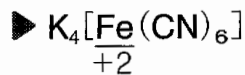
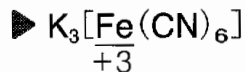
原子番号が増えても、内側の電子殻で電子が増加していき、最外殻電子は1または2個になる。

● クラーク数

地殻から10マイル(16km)下までの岩石圏に含まれる元素の存在比率で多い順に O, Si, Al, Fe, Ca, Na

● 鉄の酸化物

- ・ FeO ：酸化鉄(Ⅱ) 黒色
 - ・ Fe_2O_3 ：酸化鉄(Ⅲ) 赤褐色 赤さび、ベンガラ、赤鉄鉱
 - ・ Fe_3O_4 ：四酸化三鉄 黒色 黒さび、磁鉄鉱
- FeO と Fe_2O_3 を含んだものの。



6.

解答

- (1) A ① B ⑨ C ⑦ D ⑤ E ⑥
 F ② G ⑩
 (2) a ② b ③ c ④
 (3) (ア) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ (イ) PbCrO_4 (ウ) HgO
 (4) H_2S で還元された Fe^{2+} を Fe^{3+} に戻すため。

解説

試料溶液に HCl を加えると、2つのイオン Ag^+ と Pb^{2+} が AgCl (白色) と PbCl_2 (白色) になって沈殿する。これらの沈殿に熱湯を注ぐと、 AgCl は変化しないが、 PbCl_2 は溶ける (Pb^{2+} は Cl^- で完全に沈殿にさせることはできないため、あとで Pb^{2+} が沈殿として出てきてしまう)。ここにクロム酸カリウムを入れると、 PbCrO_4 (黄色) の沈殿を生じる。 Cl^- で沈殿を生じなかったイオンに H_2S を吹き込むと、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Hg^{2+} と沈殿しきれなかった Pb^{2+} が沈殿する。できた沈殿のなかで硝酸を加えても溶けないのは HgS で、この沈殿は王水に溶け、水溶液を塩基性にするると $\text{Hg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{HgO} + \text{H}_2\text{O}$ になる (銀イオンと似ている、 HgO は黄色)。ろ液に SO_4^{2-} を加えると、沈殿しきれなかった Pb^{2+} が PbSO_4 として沈殿する。ろ液は中和したあと Na_2S を加えると、 CuS (黒色) が沈殿する。酸性で H_2S を吹き込んでも沈殿しなかつたろ液は、煮沸して H_2S を完全に除去し、 H_2S で還元されていた Fe^{2+} を HNO_3 で煮沸して Fe^{3+} に戻したあと、十分なアンモニア水を加えると $\text{Fe}(\text{OH})_3$ と $\text{Al}(\text{OH})_3$ が沈殿し、 Zn^{2+} が $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ になって溶解する。ここで H_2S を吹き込むと、 ZnS (白色) になって沈殿 G ができる。また $\text{Fe}(\text{OH})_3$ と $\text{Al}(\text{OH})_3$ は、過剰の NaOH を加えると、両性水酸化物である $\text{Al}(\text{OH})_3$ は溶解し、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ は沈殿のまま残る。一度溶けた Al^{3+} は、十分な量のアンモニア水で再び $\text{Al}(\text{OH})_3$ になって沈殿する。なお Fe^{2+} のままだと NaOH を加えると $\text{Fe}(\text{OH})_2$ が沈殿するが、空気中の酸素と水と反応して次第に $\text{Fe}(\text{OH})_3$ に変化するため、沈殿は混合物になってしまう。

エクセル

Cl^- で沈殿： Ag^+ 、 Pb^{2+} (熱水に溶解)

OH^- で沈殿：イオン化傾向 $\text{Mg}^{2+} \sim \text{Cu}^{2+}$ (Ag^+ は酸化物が沈殿)

過剰の OH^- で溶解：両性金属のイオン Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Pb^{2+} の水酸化物沈殿

過剰の NH_3 で溶解： Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Zn^{2+} の水酸化物沈殿 (Ag^+ は酸化物沈殿)

7.

解答

(A) SO_4^{2-} (B) CO_3^{2-} (C) I^- (D) CrO_4^{2-}
 (E) S^{2-} (F) MnO_4^- (G) SCN^- (H) NO_3^-

解説

実験1 Ba^{2+} , Pb^{2+} と白色沈殿を生じるのは CO_3^{2-} と SO_4^{2-} が考えられるが、実験2と合わせると SO_4^{2-} と決まる。

実験2 Ba^{2+} , Pb^{2+} , Ca^{2+} と白色沈殿をつくり、 Ca^{2+} との白色沈殿に CO_2 を吹き込むと沈殿が溶解するという事は CO_3^{2-} である。

実験3 Ag^+ との沈殿が黄色で、光で分解することから I^- である。

実験4 Ba^{2+} , Pb^{2+} との沈殿が黄色で Ag^+ との沈殿が赤褐色であることから CrO_4^{2-} である。

実験5 硫化水素水の中に含まれる陰イオンは S^{2-} であり、 PbS , Ag_2S は黒色沈殿である。

実験6 硫酸酸性で赤紫色で Fe^{2+} と反応して色が消えるところから水溶液に含まれていた陰イオンは MnO_4^- で、 Fe^{2+} と酸化還元反応したため色が消えた。

実験7 Fe^{3+} と反応して血赤色溶液になるのは SCN^- である。

実験8 沈殿をつくらぬのは NO_3^- である。

▶ SO_4^{2-} との沈殿
 BaSO_4 (白色沈殿)
 PbSO_4 (白色沈殿)

▶ CaCO_3 と CO_2 の反応
 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 (水溶液)

▶ 沈殿を生じないイオン
 NO_3^- , NH_4^+

エクセル 長い問題文も整理しながら読み進もう。あとに続く問題文に前の問題を解く手がかりがある場合も多い。

8.

解答

$n = 5$

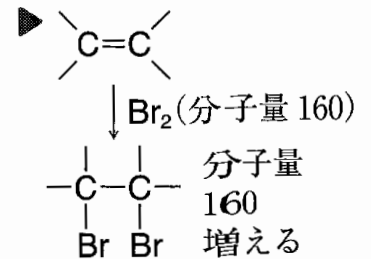
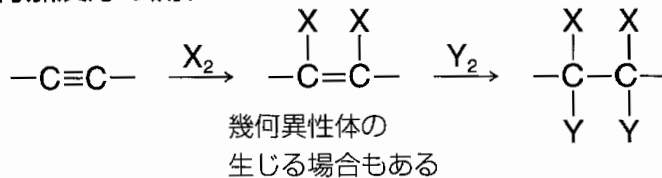
解説

もとのアルケンの分子量は $12n + 2n = 14n$ である。臭素を付加させたあとの分子量は $14n + 160$ で、これがもとのアルケンの3.3倍の分子量をもつことから、

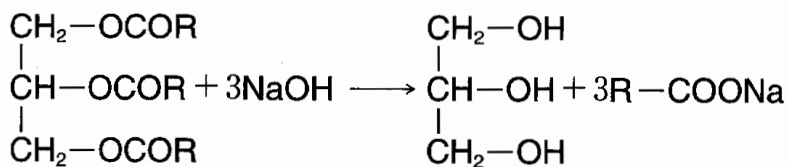
$$14n : (14n + 160) = 1 : 3.3$$

$$n = 5$$

エクセル 付加反応の流れ



(iii) セッケン…脂肪酸のナトリウム塩



油脂 1 mol から, 3 mol のセッケンが得られる。

セッケンの分子量は $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ より, 306。

したがって, 油脂 1 kg = $\frac{1000}{890}$ mol より得られるセッケンは

$$\frac{1000}{890} \times 3 \times 306 \div 1.03 \times 10^3 \text{ g} = 1.03 \text{ kg} \text{ と求まる。}$$

(2) ある油脂から生じたセッケンを RCOONa とする。分子量が 278 であることより, R の式量は $-\text{COONa}$ の 67 を引き, 211 である。炭素数を n , 二重結合の数を m として $\text{R}-$ を示すと $\text{C}_n\text{H}_{2n+1-2m}$ で表される。式量 211 より, $n < 16$ となり, n が 14 以下になると, 二重結合の数が 7 以上になってしまうため, $n = 15$ である。

$12 \times 15 + 31 - 2m = 211$ より, $m = 0$ となるため, セッケン分子は $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ となる。

11.

解答
解説



カルボン酸 5.80 mg 中の C , H , O の質量を求める。

炭素 : $13.2 \times \frac{12}{44} = 3.60 \text{ mg}$

水素 : $5.40 \times \frac{2.0}{18} = 0.60 \text{ mg}$

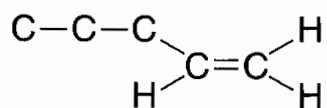
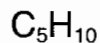
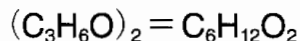
酸素 : $5.80 - (3.60 + 0.60) = 1.60 \text{ mg}$

組成式を $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ とすると,

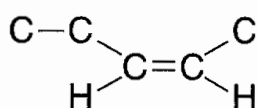
$$x : y : z = \frac{3.6}{12} : \frac{0.6}{1.0} : \frac{1.6}{16} = 3 : 6 : 1$$

組成式は $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ である。

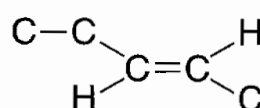
1 価カルボン酸は, O 原子を 2 つもつので, 分子式は



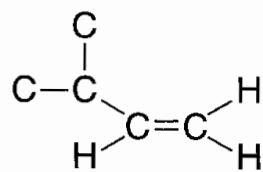
1-ペンテン



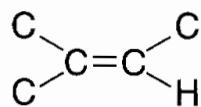
シス-2-ペンテン



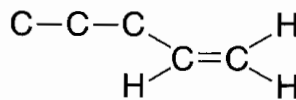
トランス-2-ペンテン



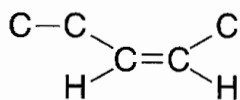
3-メチル-1-ブテン



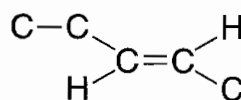
2-メチル-2-ブテン



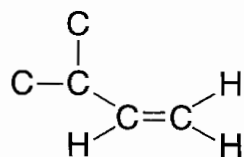
1-ペンテン



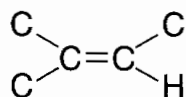
シス-2-ペンテン



トランス-2-ペンテン



3-メチル-1-ブテン



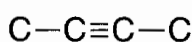
2-メチル-2-ブテン

③ アルキンの場合

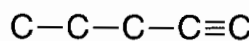
炭素原子の並び方，三重結合の位置を考慮する。



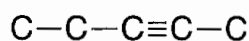
1-ブチン



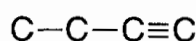
2-ブチン



1-ペンチン



2-ペンチン

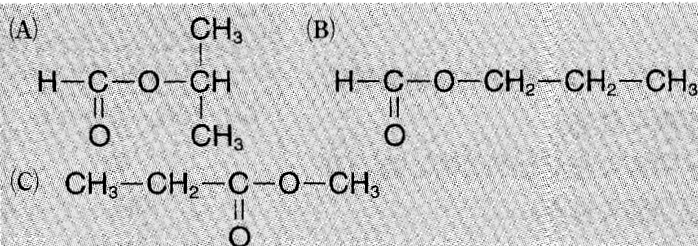


3-メチル-1-ブチン

エクセル 有機化合物の命名法を把握しておく，構造決定の問題の際などに心強い。

13.

解答



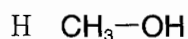
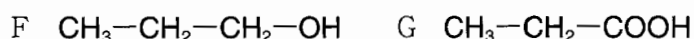
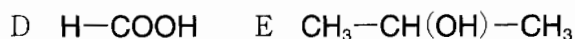
解説

A～Cは水に溶けにくく，水酸化ナトリウムでけん化されることから，いずれもエステルである。問題文より，D，Gはカルボン酸で，E，F，Hはアルコールである。

エステル		カルボン酸		アルコール
A	→	D	+	E
B	→	D	+	F
C	→	G	+	H

Dは銀鏡反応を示したからギ酸である。ここで，A～Cは炭素数4のエステルで，Dは炭素数1のギ酸であるから，アルコールE，Fは炭素数3のアルコールとわかる。Eはヨードホルム反応を示したので，2-プロパノールと決まり，ここからFが1-プロパノールとなる。

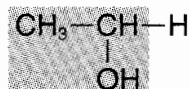
次にG，Hを決める。まず，アルコールHだが，上の説明よりプロパノールではない。Hが炭素数2のエタノールだとすると，ヨードホルム反応を示すため，問題文の条件と矛盾する。よって，Hは炭素数1のメタノールで，Gはプロピオン酸となる。以上から構造式をかく。



● エステルの構造決定

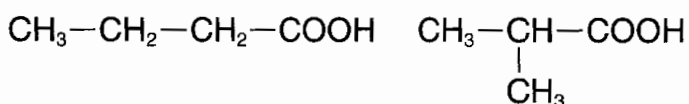
- ① エステルを加水分解してみる。生じるのはカルボン酸，アルコールである。
- ② カルボン酸，アルコールを文字でおく。
- ③ 各化合物について，検出反応，炭素数から，構造式を決定する。

▶ エタノールはヨードホルム反応を示す。

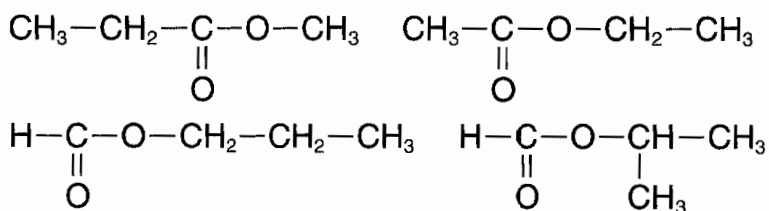


エクセル 分子式 $C_4H_8O_2$ のカルボン酸、エステルの構造異性体はか
けるようになっておこう。

カルボン酸

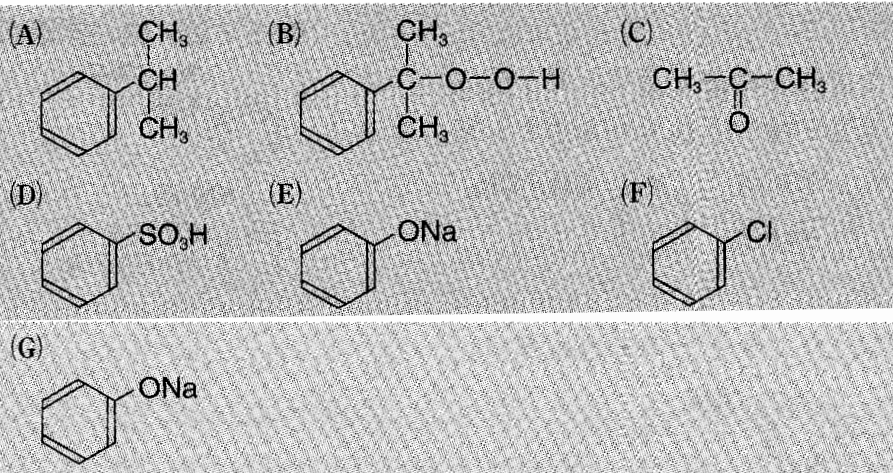


エステル



14.

解答

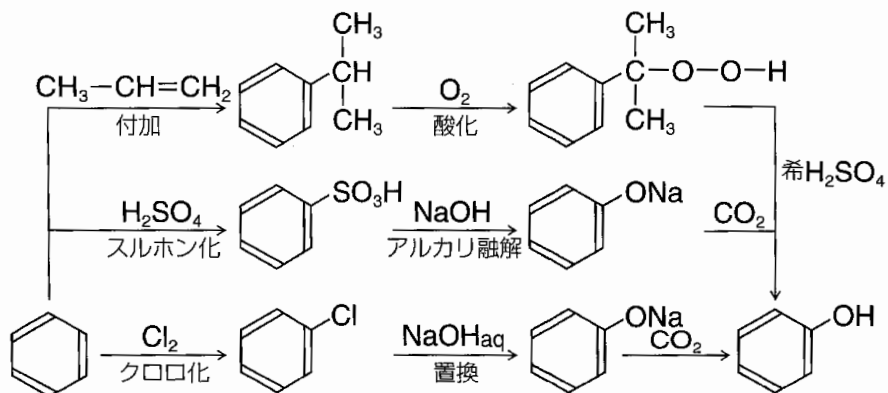


解説

ベンゼンから直接1段階でフェノールを合成することはできない。そのため、ベンゼンの水素原子を置換し、導入した官能基に対して反応を行うことで、フェノールを得ている。

エクセル フェノールの合成

- ①クメン法
- ②ベンゼンスルホン酸のアルカリ融解
- ③クロロベンゼンの置換



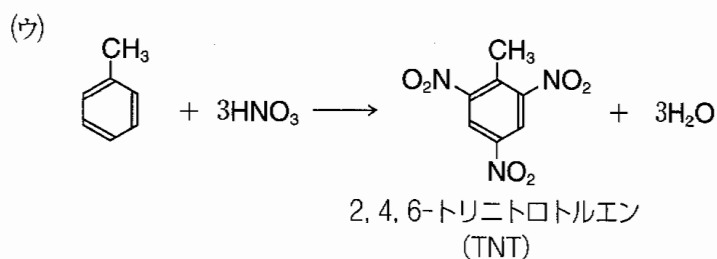
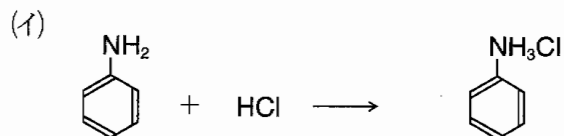
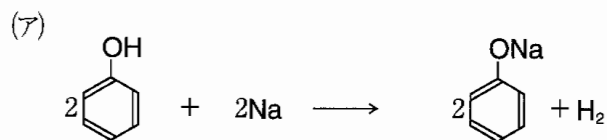
15.

解答

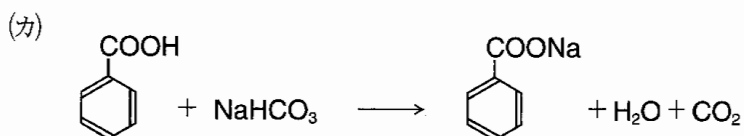
- (1) トルエン (ウ) (2) 安息香酸 (カ)
 (3) フェノール (ア) (4) ニトロベンゼン (オ)
 (5) アニリン (イ) (6) ベンゼンスルホン酸 (キ)
 (7) スチレン (エ)

解説

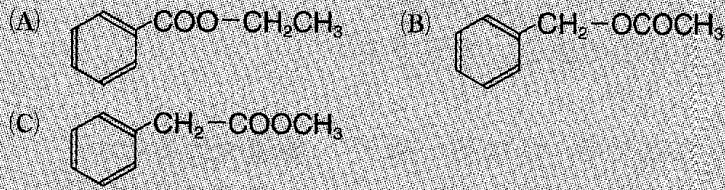
芳香族化合物は、化合物の名称から官能基がイメージしにくいので、繰り返し解くこと。名称から構造式をかく練習もするとよい。



(エ) スチレンは発泡スチロールなどのプラスチック製品の原料となる。

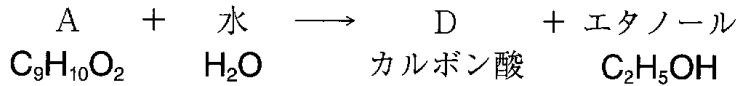


エクセル 官能基の名称と性質、主要な化合物は把握しておこう。
 (本冊 7章エクササイズ p.350 参照)



A ~ C のそれぞれについて考える。

(ア) A を加水分解すると、D とエタノールになる。



D の分子式は、 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} - \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$

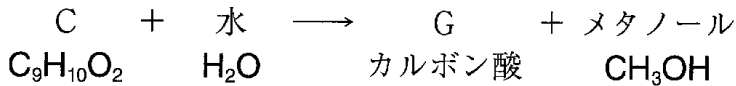
該当するカルボン酸は安息香酸である。

(イ) B を加水分解すると、E と F になる。

問題文より、E はエタノールの酸化で得られる酢酸である。

したがって、F は炭素原子を7個もつアルコールである。F を酸化すると安息香酸になることから、F はベンジルアルコール($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$)である。

(ウ) C を加水分解すると、G とメタノールになる。



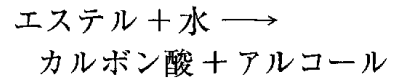
G の分子式は、 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} - \text{CH}_4\text{O} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$

G はベンゼンの一置換体で、カルボン酸なので、解答のように決まる。

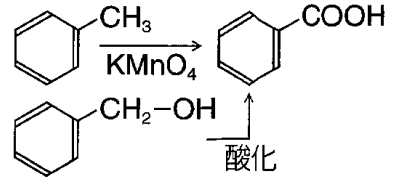
エクセル エステルの加水分解でカルボン酸とアルコールが得られる。加水分解生成物からもとのエステルを推測する。

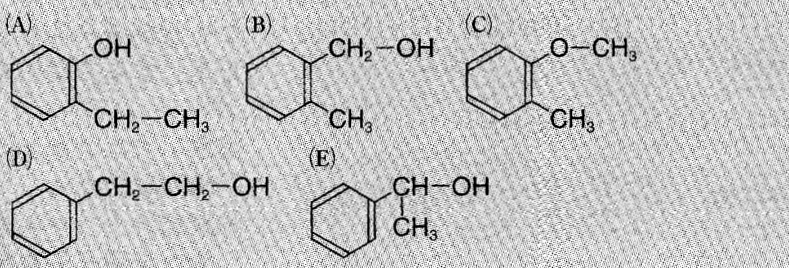
▶ 加水分解生成物から、もとのエステルを決定していく。

● エステルの加水分解



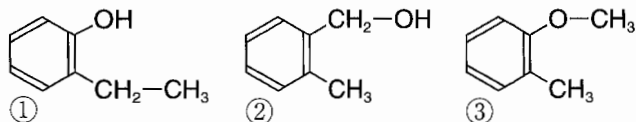
● 安息香酸の合成



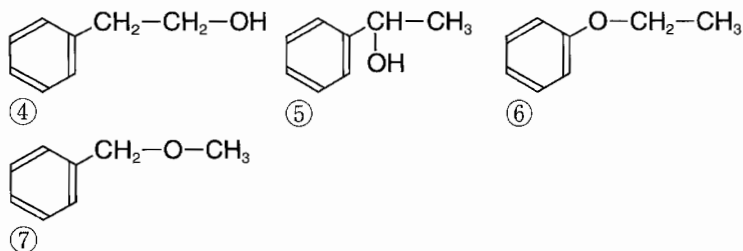


条件を満たすものをかきだしてみるとよい。

分子式 $C_8H_{10}O$ の芳香族化合物のオルト二置換体



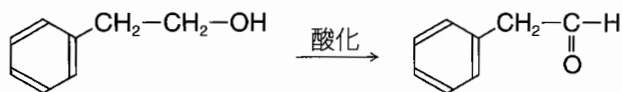
分子式 $C_8H_{10}O$ の芳香族化合物の一置換体



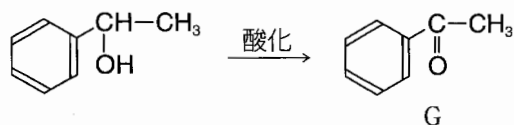
ここで、A、Bは金属ナトリウムと反応するのでヒドロキシ基をもつ。Aを酸化するとサリチル酸になるのでAは①である。Bを酸化するとフタル酸になるのでBは②である。未反応のCはエーテル結合をもつ③となる。

Dを酸化するとアルデヒドFが得られるので、Dは第一級アルコールの④である。

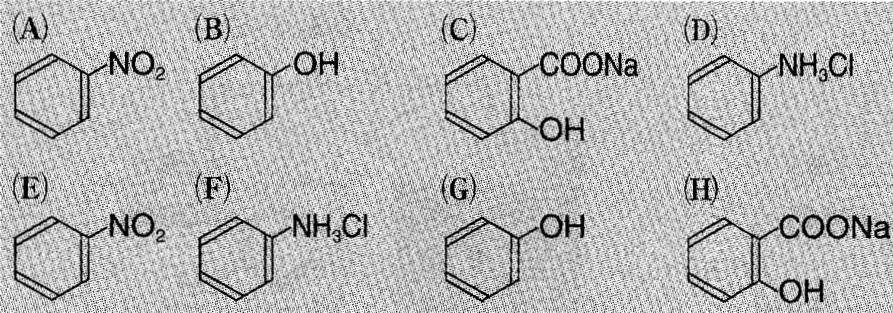
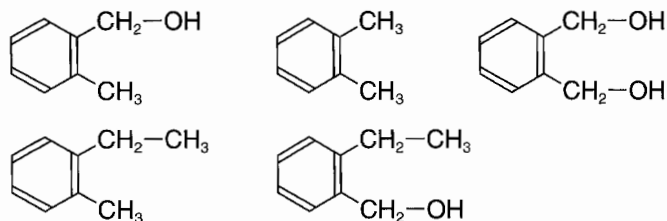
▶還元性を示す。
=アルデヒド基



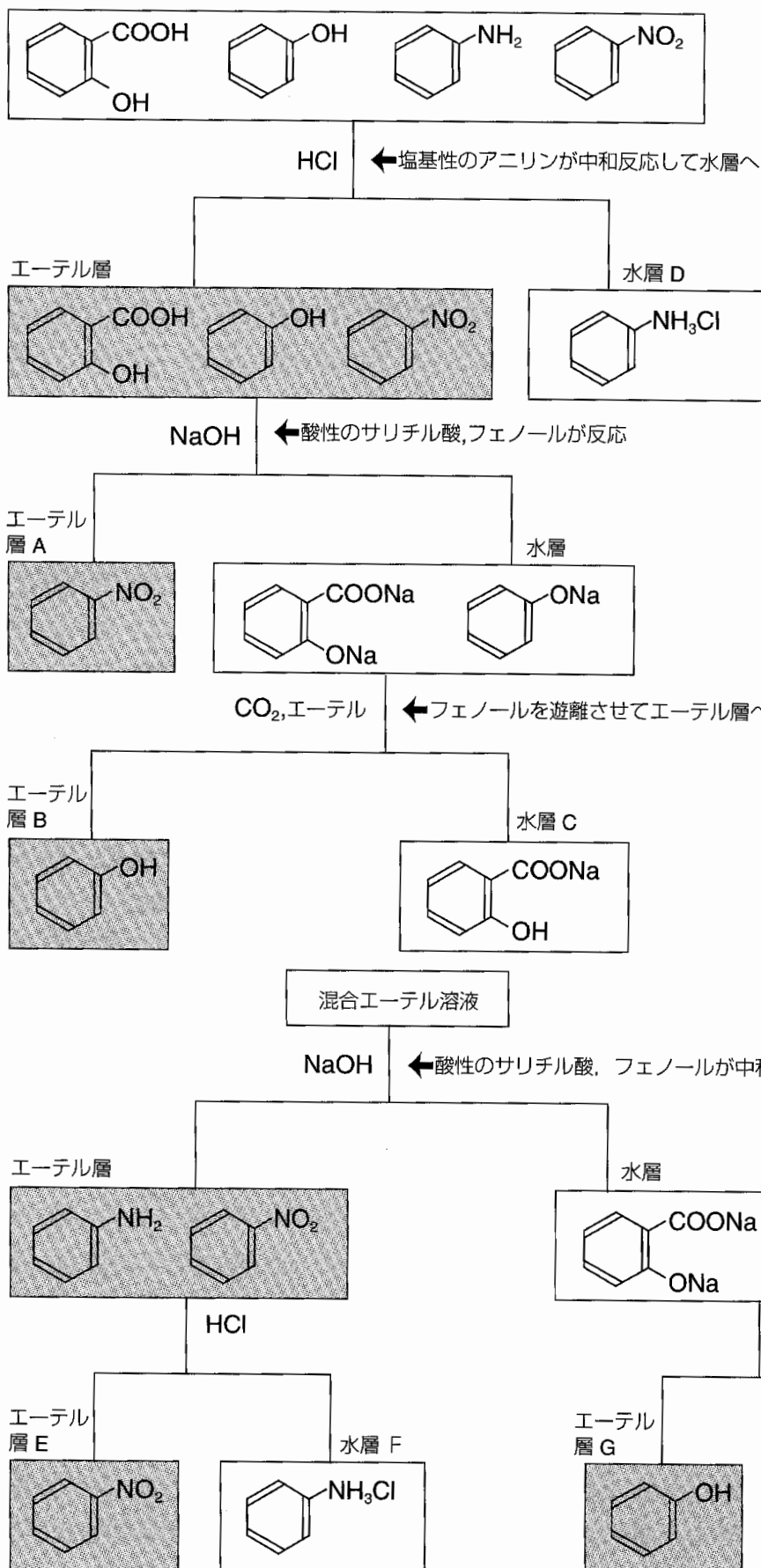
Eは不斉炭素原子をもつので⑤であり、酸化するとGになる。



エクセル 下の化合物を過マンガン酸カリウムで酸化すると、いずれもフタル酸になる。

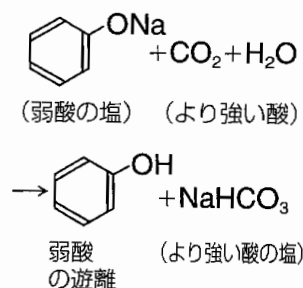


それぞれの分離操作について考えてみよう。試薬を加えて反応しない物質がエーテル層に残り、塩になると水層に移動する。



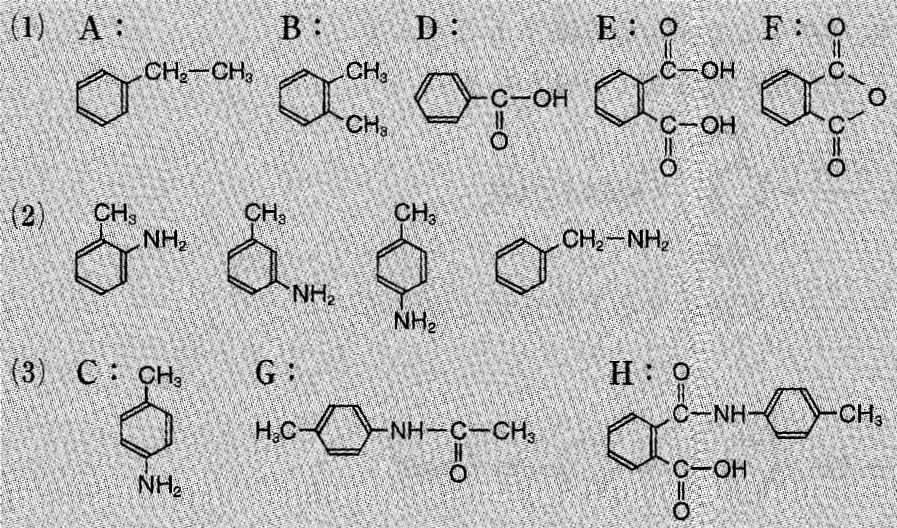
●芳香族化合物の分離

一般に芳香族化合物は水に溶けにくいですが、中和反応により塩になると、水に溶けやすくなる。この点を利用している。

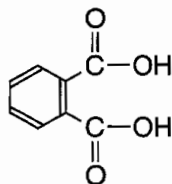


エクセル 有機化合物の系統分離によく用いられる水溶液と反応する官能基

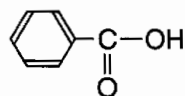
酸に溶ける	アミン(-NH ₂)…塩基性の化合物
水酸化ナトリウム水溶液に溶ける	スルホン酸(-SO ₃ H), カルボン酸(-COOH) フェノール類()…酸性の化合物
炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けて二酸化炭素を発生	スルホン酸(-SO ₃ H), カルボン酸(-COOH) …炭酸より強い酸



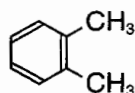
(1) Fの分子式が $C_8H_4O_3$ より、脱水する前のEの分子式は $C_8H_6O_4$ である。ベンゼン環をもち、脱水反応が起こることから、Eは



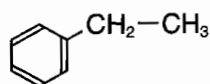
また、DはEより炭素数が1つ少ないので、Dは



Eの酸化する前がBより、Bは



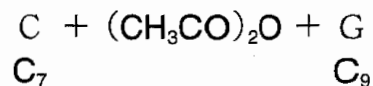
AはBと炭素数が同じでDの酸化する前なので、Aは

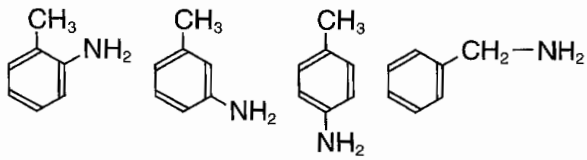


(2) Gの分子式が $C_9H_{11}NO$ より、無水酢酸によりアセチル化される前のCの分子式は

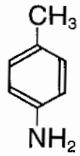
$C_9H_{11}NO + H - C_2H_3O = C_7H_9N$ である。アセチル化することから $-NH_2$ が存在し、ベンゼン環をもつことからCの構造式は以下のものが考えられる。

▶炭素数に注目する。

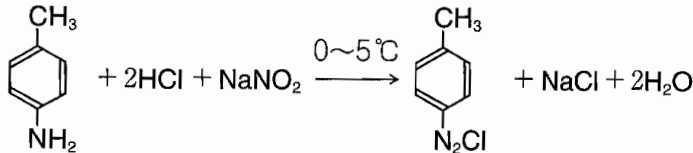




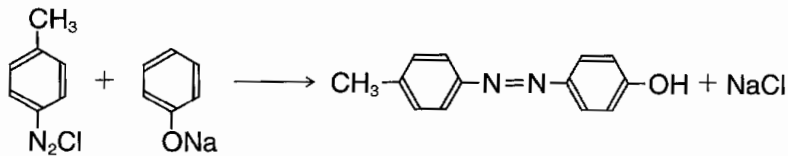
(3) *p* 位にメチル基があることから, C は



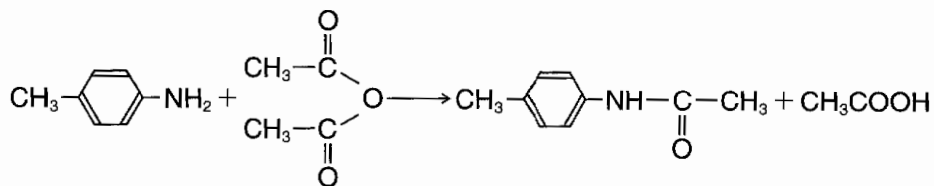
C を希塩酸に溶解し, 氷で冷やしながら亜硝酸ナトリウムを加えたところ, ジアゾニウム塩の化合物 I が得られる。



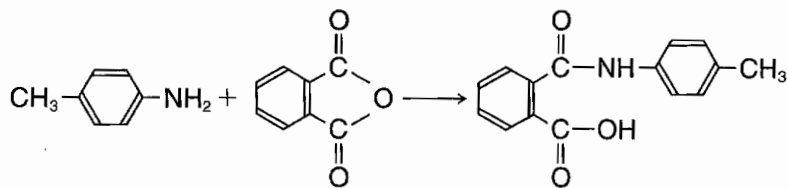
I をナトリウムフェノキシドと反応させると化合物 J が得られる。



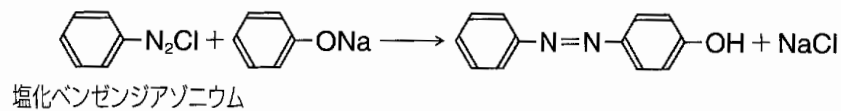
C と無水酢酸を反応させると G が得られる。



C と F を反応させると H が得られる。



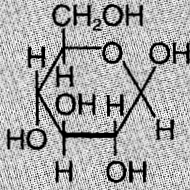
エクセル カップリング反応



21.

解答

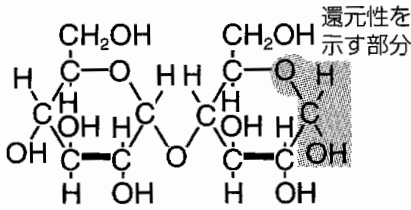
- (1) (ア) $C_6H_{12}O_6$ (イ) フェーリング (ウ) 酸化銅(I)
 (エ) 1 (オ) フルクトース
 (2) β -グルコース (3) (d)



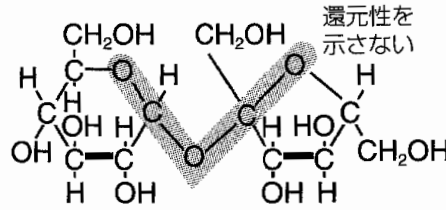
解説

α -, β -グルコースの構造式はかけるようになっておこう。グルコースなどの単糖類の鎖状構造にはアルデヒド基があるため、還元性を示す。二糖類では、マルトースには還元性があるが、スクロース(ショ糖)には還元性がないことに注意。

▶スクロースでは還元性を示す部分が結合に使われている。



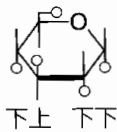
マルトース



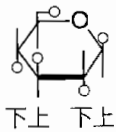
スクロース

エクセル グルコースのかき方

α -グルコース



β -グルコース



C原子は省略, ○は-OHを表す。

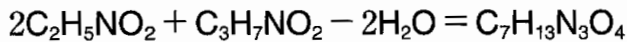
22.

解答

- (1) $C_7H_{13}N_3O_4$ (2) $(M-18)X+18$

解説

(1) グリシンの分子式は $C_2H_5NO_2$, アラニンの分子式は $C_3H_7NO_2$ である。アミノ酸3分子が縮合すると、水分子が2分子抜けるので、分子式は

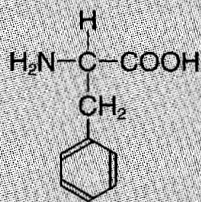


(2) アミノ酸 X 個の縮合で $(X-1)$ 個の水分子が抜けるので、

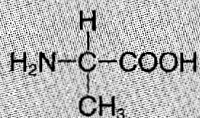
$$MX - 18(X-1) = (M-18)X + 18$$

(1) 293

(2) アミノ酸 B



アミノ酸 C



解説

(1) トリペプチド X は末端にカルボキシ基をもつため、1 価の酸として考える。トリペプチド X の分子量を M_x とすると、中和滴定の量的関係より、

$$1 \times \frac{0.0586 \text{ g}}{M_x [\text{g/mol}]} = 1 \times 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{2.00}{1000} \text{ L}$$

$$M_x = 293$$

(2) 不斉炭素原子をもたないアミノ酸 A はグリシンで分子量は 75 である。アミノ酸 B の側鎖部分の分子量は、 $165 - 45 - 16 - 12 - 1 = 91$ である。フェニル基は 77 であるので、残りの分子量は 14 である。アミノ酸 B として、フェニルアラニンとフェニル基にメチル基が置換したものが考えられるが、メチル基はもたないので、フェニルアラニンである。

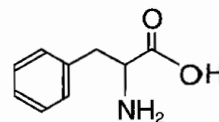
アミノ酸 C の分子量 M_c は

$$75 + 165 + M_c - 18 \times 2 = 293$$

$$M_c = 89$$

アミノ酸の側鎖部分の分子量は $89 - 45 - 16 - 12 - 1 = 15$ であり、メチル基が結合したアラニンと決まる。

▶ フェニルアラニン



エクセル アミノ酸の側鎖部分の分子量

$$= \text{アミノ酸の分子量} - 74$$

(ここで、74 とは $\text{NH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ 部分の式量を表している)