

基礎からのジャンプアップノート

無機・有機化学

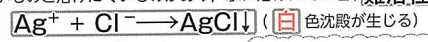
[化学基礎・化学]

暗記ドリル

別冊解答

1 沈殿 (金属イオンの分離と確認)

Ag⁺の水溶液に希塩酸HClを加えると**白**色の水に溶けにくい塩**AgCl**が生じる。塩には、水に溶けやすいものと溶けにくいものがあり、水に溶けにくい塩(難溶性塩)を**沈殿**という。



【1】Cl⁻と沈殿する金属イオン

「**現** **ナマ** **で** **着** **剪** **する**」と覚える!

イオン式を覚えて → **Ag⁺**, **Pb²⁺** など ← **Ag⁺**, **Pb²⁺**, **Cl⁻**

$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$ (白色沈殿)
 $Pb^{2+} + 2Cl^- \rightarrow PbCl_2 \downarrow$ (白色沈殿)

【補足】熱水にAgClは溶け**ない**が、PbCl₂は溶け**る**。

【2】SO₄²⁻と沈殿する金属イオン

「**バ** **カ** **な**」と覚える!

イオン式を覚えて → **Ba²⁺**, **Ca²⁺**, **Pb²⁺** など ← **Ba²⁺**, **Ca²⁺**, **Pb²⁺**, **SO₄²⁻**

どれも**白**色沈殿が生じる

【3】CO₃²⁻と沈殿する金属イオン

「**バ** **カ** **な**」と覚える!

イオン式を覚えて → **Ba²⁺**, **Ca²⁺** など ← **Ba²⁺**, **Ca²⁺**, **CO₃²⁻**

どちらも**白**色沈殿が生じる

☑ 1 次の沈殿の表を完成させよ。

金属イオン	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Pb ²⁺	Ag ⁺
Cl ⁻ を加える		生じる沈殿の化学式を覚えて 沈殿の色を覚えて	PbCl₂↓ 白色	AgCl↓ 白色
SO ₄ ²⁻ を加える	BaSO₄↓ 白色	CaSO₄↓ 白色	PbSO₄↓ 白色	
CO ₃ ²⁻ を加える	BaCO₃↓ 白色	CaCO₃↓ 白色		

☑ 2 CrO₄²⁻と沈殿する金属イオン

「**バ** **ナ** **を** **銀** **管** **で** **試** **たら** **着** **剪** **した**」と覚える!

イオン式を覚えて → **Ba²⁺**, **Pb²⁺**, **Ag⁺** など ← **Ba²⁺**, **Pb²⁺**, **Ag⁺**, **CrO₄²⁻**

どちらも**黄**色沈殿 **赤褐**色沈殿

$Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4 \downarrow$ (黄色)
 $Pb^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow PbCrO_4 \downarrow$ (黄色)
 $Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow$ (赤褐色)

2 イオン化傾向と沈殿

●イオン化傾向の大きなものから順に元素記号を書け。

リ カ バ カ ナ マ グ ア ア テ ニ ス ナ ヒ ド ス び る 銀 金
Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H₂ Cu Hg Ag Pt Au

●水酸化ナトリウムNaOHやアンモニアNH₃が水溶液中で電離するようすをそれぞれ表せ。

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

☑ 1 NaOH水溶液やNH₃水などの塩基を加えると、イオン化傾向がNaよりも小さな金属イオンがOH⁻と**水酸化物**の沈殿を生じる。ただし、Hg²⁺とAg⁺は**酸化物**が沈殿する。

イオン式を覚えて	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺
OH ⁻ との沈殿	Mg(OH)₂	Al(OH)₃	Zn(OH)₂	Fe(OH)₂	Fe(OH)₃	Ni(OH)₂	Sn(OH)₂	Pb(OH)₂	Cu(OH)₂	HgO	Ag₂O
沈殿の色	白	白	白	緑白	赤褐	緑	白	白	青白	黄	褐

水酸化物が沈殿する 酸化物が沈殿する

(1) 上の表の水酸化物や酸化物の沈殿のうち、①過剰のNaOH水溶液や②過剰のNH₃水に溶けるものを化学式で答えよ。

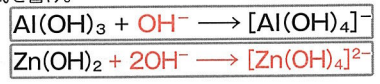
「**あ** **あ** **すん** **なり** **と** **溶** **ける**」と覚える!

① 過剰のNaOH水溶液に溶ける沈殿
Al(OH)₃, **Zn(OH)₂**, **Sn(OH)₂**, **Pb(OH)₂**

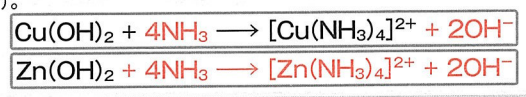
② 過剰のNH₃水に溶ける沈殿
Cu(OH)₂, **Zn(OH)₂**, Ni(OH)₂, **Ag₂O**

「**空** **藤** **さん** **の** **あ** **に** **は** **銀** **行** **買**」と覚える!
 NH₃ **Cu²⁺** **Zn²⁺** **Ni²⁺** **Ag⁺** が溶ける

☑ 2 Al(OH)₃やZn(OH)₂は、過剰のNaOH水溶液を加えると溶ける。このときのイオン反応式を書け。



☑ 3 Cu(OH)₂やZn(OH)₂は、過剰のNH₃水を加えると溶ける。このときのイオン反応式を書け。

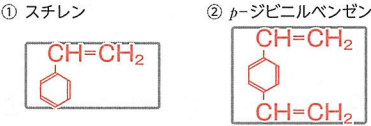


81 イオン交換樹脂

学習日
月
日

溶液中のイオンを、他のイオンと交換するはたらきをもつ合成樹脂を **イオン交換樹脂** といふ。
陽イオン交換樹脂 や **陰イオン交換樹脂** がある。

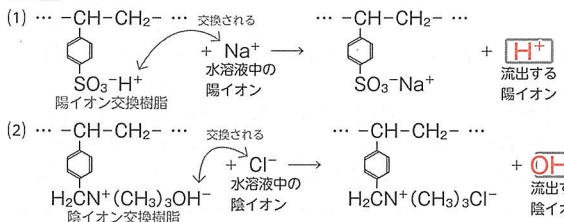
(1) 次の有機化合物の構造式を書け。



(2) 次のイオン交換樹脂は、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂のいずれか答えよ。

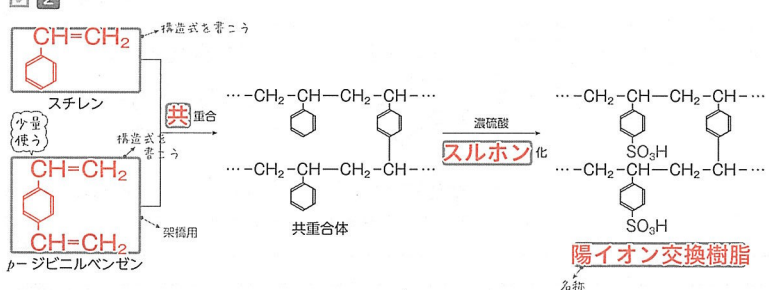


1 次の反応式を完成させよ。



補足 (1), (2)の反応はいずれも可逆反応なので、イオン交換樹脂は元の状態に戻すことができる。

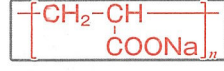
2



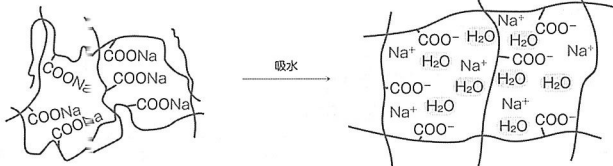
82 機能性高分子

学習日
月
日

アクリル酸ナトリウム $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COONa}$ の付加重合体をポリアクリル酸ナトリウムという。ポリアクリル酸ナトリウムの構造式を書け。



ポリアクリル酸ナトリウムの網目のすき間に水がとり込まれると、 $-\text{COONa}$ が電離して、親水基の $-\text{COO}^-$ 同士が反発して、網目のすき間が拡大する。この網目のすき間に多量の水が入り、水は $-\text{COO}^-$ や Na^+ に水和することで網目構造に吸収・保持される。

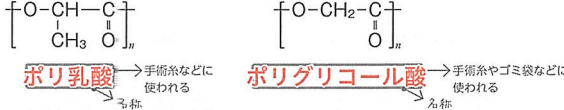


このように多量の水を吸収し、保持する機能をもつ高分子を **吸水性高分子** または **高吸水性樹脂** といふ。紙おむつなどに利用される。

1 ふつうのプラスチックは電気を通さず、絶縁体として用いられる。ところが、アセチレンの付加重合により得られるポリアセチレンは、少量のヨウ素を加えると、金属並の電気伝導性を示す。これを **導電性高分子** または **導電性樹脂** といふ。



2 ポリ乳酸やポリグリコール酸などは、生体内や自然環境の中で分解される高分子で、**生分解性高分子** といふ。



3 硫化物の沈殿、ハロゲン化銀、鉄イオンの反応

学習日
月
日

硫化物の沈殿 金属イオンの水溶液に硫化水素 H_2S を通じると、水溶液の液性(酸性、中性、塩基性)によって、硫化物の沈殿を生じる場合・生じない場合がある。

1 イオン化傾向が $\text{Zn} \sim \text{Ni}$ の金属イオンを含む水溶液 $\text{Zn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ni}^{2+}$ の水溶液は、**中性** や **塩基** 性 のとき、 H_2S を通じると硫化物の沈殿を生じる。

金属イオン	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Fe^{3+} は H_2S により還元されて Fe^{2+} になるので FeS の黒色沈殿を生じる。
中性～塩基性で H_2S を通じる	$\text{ZnS} \downarrow$ (白)	$\text{FeS} \downarrow$ (黒)	$\text{FeS} \downarrow$ (黒)	$\text{NiS} \downarrow$ (黒)	

補足 これらの金属イオンは、水溶液が酸性のときに H_2S を通じても沈殿が生じない。

2 イオン化傾向が $\text{Sn} \sim \text{Ag}$ の金属イオンを含む水溶液 $\text{Sn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Ag}^+$ の水溶液は、**酸性**、**中性**、**塩基** 性のいずれであっても、 H_2S を通じると硫化物の沈殿を生じる。

金属イオン	Sn^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Ag^+
中性～塩基性で H_2S を通じる	$\text{SnS} \downarrow$ (黒)	$\text{PbS} \downarrow$ (黒)	$\text{CuS} \downarrow$ (黒)	$\text{HgS} \downarrow$ (黒)	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)
酸性で H_2S を通じる	$\text{SnS} \downarrow$ (黒)	$\text{PbS} \downarrow$ (黒)	$\text{CuS} \downarrow$ (黒)	$\text{HgS} \downarrow$ (黒)	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)

1 次の硫化物の沈殿の色を答えよ。
 ZnS , FeS , NiS , SnS , PbS , CuS , HgS , Ag_2S
 白色 どれも黒色

2 次の表を完成させよ。沈殿を生じる場合は「沈殿の化学式と色」を答え、沈殿を生じない場合は「沈殿しない」と答えよ。

金属イオン	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Ag^+
H_2S を通じる酸性	沈殿しない	沈殿しない	沈殿しない	沈殿しない	$\text{PbS} \downarrow$ (黒)	$\text{CuS} \downarrow$ (黒)	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)
H_2S を通じる中性～塩基性	$\text{ZnS} \downarrow$ (白)	$\text{FeS} \downarrow$ (黒)	$\text{FeS} \downarrow$ (黒)	$\text{NiS} \downarrow$ (黒)	$\text{PbS} \downarrow$ (黒)	$\text{CuS} \downarrow$ (黒)	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)

ハロゲン化銀

Cl^- , Br^- , I^- は、 Ag^+ と沈殿を生じるが、 F^- は Ag^+ と沈殿を生じない。
 AgCl は白色沈殿で、 NH_3 水に溶ける。
 AgBr は淡黄色沈殿で、 NH_3 水にわずかに溶ける。
 AgI は黄色沈殿で、 NH_3 水に溶けない。

AgCl などのハロゲン化銀の沈殿には感光性があり、光を当てると分解し、 Ag が析出することで黒くなる。
 $2\text{AgCl} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{Ag} + \text{Cl}_2$

3 次の表を完成させよ。

	AgF	AgCl	AgBr	AgI
水に溶ける	—	白色沈殿	淡黄色沈殿	黄色沈殿
NH_3 水を加える	—	溶ける	わずかに溶ける	溶けない

4 AgCl に NH_3 水を加えると溶ける。このときのイオン反応式を書け。
 $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$

5 AgCl に光を当てると、しだいに黒くなる。このときの化学反応式を書け。
 $2\text{AgCl} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cl}_2$

鉄イオンの反応

Fe^{2+} に6個の CN^- が配位結合した錯イオンは $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ となる。
 Fe^{3+} に6個の CN^- が配位結合した錯イオンは $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ となる。

6 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ のような錯イオンを含む塩を **錯塩** といふ。
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ と K^+ からなる錯塩の化学式は $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ となる。
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ と K^+ からなる錯塩の化学式は $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ となる。

7 Fe^{2+} を含む水溶液に、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ と K^+ からなる錯塩の水溶液を加えると濃青色沈殿を生じる。
 Fe^{3+} を含む水溶液に、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ と K^+ からなる錯塩の水溶液を加えると濃青色沈殿を生じる。
 Fe^{3+} を含む水溶液に、 KSCN 水溶液を加えると血赤色溶液になる。

4 イオンや沈殿の色

学習日
月
日

[1] 水溶液中のイオンの色
ほとんどの水溶液が無色。Li⁺, K⁺, Ba²⁺, Ca²⁺, Pb²⁺, ...
Fe²⁺: 淡緑色 Fe³⁺: 黄褐色 Cu²⁺: 青色 Ni²⁺: 緑色
CrO₄²⁻: 黄色 Cr₂O₇²⁻: 赤褐色 MnO₄⁻: 赤紫色 [Cu(NH₃)₄]²⁺: 深青色 (濃青もOK)

[2] 沈殿の色など
① Cl⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻ の沈殿はすべて白色
② CrO₄²⁻ の沈殿は, BaCrO₄: 黄色 PbCrO₄: 黄色 Ag₂CrO₄: 赤褐色
③ OH⁻ の沈殿は白色が多いので, 白色以外を覚える。
Fe(OH)₂: 緑白色 Fe(OH)₃: 赤褐色 Cu(OH)₂: 青白色 Ni(OH)₂: 緑色
④ 酸化物は以下を覚える。
CuO: 黒色 Cu₂O: 赤色 Ag₂O: 褐色 MnO₂: 黒色
Fe₃O₄: 黒色 Fe₂O₃: 赤褐色 ZnO: 白色 HgO: 黄色
⑤ S²⁻ の沈殿は黒色が多いので, 黒色以外を覚える。
ZnS: 白色

☑ 1 Li, Na, K (アルカリ金属) や Ca, Sr, Ba (アルカリ土類金属), Cu などの元素を含んだ化合物やその水溶液を炎の中に入れて, それぞれの元素に特有の色を示す。これを炎色反応という。

☑ 2 炎色反応における炎の色を答えよ。
アルカリ金属: Li 赤, Na 黄, K 紫
アルカリ土類金属: Ca 橙赤, Sr 紅, Ba 黄緑, Cu 青緑

☑ 3 水溶液や沈殿の色, 沈殿の化学式を答えよ。

加える試薬	水溶液・色	Fe ²⁺ 淡緑色	Fe ³⁺ 黄褐色
NaOH 水溶液		Fe(OH) ₂ ↓ 緑白色	Fe(OH) ₃ ↓ 赤褐色
ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム K ₄ [Fe(CN) ₆] 水溶液	化学式	青白色沈殿	化学式 濃青色沈殿
ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム K ₃ [Fe(CN) ₆] 水溶液		濃青色沈殿	褐色溶液
チオシアン酸カリウム KSCN 水溶液	化学式	変化なし	化学式 血赤色溶液
中性~塩基性で H ₂ S を通じる		FeS ↓ 黒色	FeS ↓ 黒色

☑ 4 次の沈殿や錯イオンの化学式・色を答えよ。

① Ca²⁺ (無色の水溶液) SO₄²⁻ → CaSO₄ ↓ (白色沈殿) CO₃²⁻ → CaCO₃ ↓ (白色沈殿)

② Ba²⁺ (無色の水溶液) SO₄²⁻ → BaSO₄ ↓ (白色沈殿) CO₃²⁻ → BaCO₃ ↓ (白色沈殿)

③ Al³⁺ (無色の水溶液) NaOH 水溶液 または NH₃ 水 → Al(OH)₃ ↓ (白色沈殿) → NaOH 水溶液 過剰 → [Al(OH)₄]⁻ (無色溶液)

④ Zn²⁺ (無色の水溶液) NaOH 水溶液 または NH₃ 水 → Zn(OH)₂ ↓ (白色沈殿) → NaOH 水溶液 過剰 → [Zn(OH)₄]²⁻ (無色溶液) → NH₃ 水 過剰 → [Zn(NH₃)₄]²⁺ (無色溶液)

⑤ Pb²⁺ (無色の水溶液) NaOH 水溶液 または NH₃ 水 → Pb(OH)₂ ↓ (白色沈殿) → NaOH 水溶液 過剰 → [Pb(OH)₄]²⁻ (無色溶液) → 熱水 に溶ける (冷水 or 熱水)
Cl⁻ → PbCl₂ ↓ (白色沈殿)
SO₄²⁻ → PbSO₄ ↓ (白色沈殿)
H₂S → PbS ↓ (黒色沈殿)
CrO₄²⁻ (黄色の水溶液) → PbCrO₄ ↓ (黄色沈殿)

⑥ Cu²⁺ (青色の水溶液) NaOH 水溶液 または NH₃ 水 → Cu(OH)₂ ↓ (青色沈殿) → NH₃ 水 過剰 → [Cu(NH₃)₄]²⁺ (深青色溶液)
H₂S → CuS ↓ (黒色沈殿)

⑦ Ag⁺ (無色の水溶液) NaOH 水溶液 または NH₃ 水 → Ag₂O ↓ (褐色沈殿) → NH₃ 水 過剰 → [Ag(NH₃)₂]⁺ (無色溶液)
Cl⁻ → AgCl ↓ (白色沈殿)
Br⁻ → AgBr ↓ (淡黄色沈殿)
I⁻ → AgI ↓ (黄色沈殿)

80 ゴム

学習日
月
日

天然ゴム
ゴムの木の樹皮に傷をつけて得られる白い粘性のある液体をラテックスといひ, これを集めて酸を加えて固めたものを天然ゴムまたは生ゴムという。
新たに二重結合が生じる
CH₂=C(CH₃)-CH=CH₂ (イソプレン) → ...-CH₂-C(CH₃)=CH-CH₂-... (ポリイソプレン)

天然ゴムはポリイソプレンであり, ポリイソプレンはイソプレンが付加重合した構造をもつ。ポリイソプレンはC=C結合のところでシス形やトランス形をとることができ, 天然ゴムはシス形である。
トランス形のポリイソプレンはグッタペルカとよばれ, ゴム弾性がなく硬い。ゴルフボールの外皮などに使われる。

☑ 1 天然ゴムは, イソプレンが付加重合したシス形の構造をもつポリイソプレンであり, ゴム特有の弾性(ゴム弾性)が小さい。そこで, 硫黄を数%加えて加熱すると, Sによる架橋構造が生じてゴム弾性が向上した弾性ゴムになる。この操作を加硫という。架かけもOK

☑ 2 □ にシス・トランス・天然ゴム・グッタペルカ のいずれかを入れよ。
(1) CH₃-C(CH₃)=CH-CH₂-CH₂-C(CH₃)=CH-CH₂-CH₃ → シス形の天然ゴム
(2) CH₃-C(CH₃)=CH-CH₂-CH₂-C(CH₃)=CH-CH₂-H → トランス形のグッタペルカ

☑ 3 天然ゴム(生ゴム)に30~40%の硫黄Sを加えて長時間加熱すると生じる黒色の硬い物質を何というか。エポナイト

☑ 4 イソプレンの構造式を書け。
つまり, C=C 結合より, CH₂=C(CH₃)-CH=CH₂ と覚えるといひ 解答のようになる

☑ 5 イソプレンのようにC=C結合を2個もつ化合物をジエン化合物といひ, イソプレン以外に次のようなものもある。
CH₂=CH-CH=CH₂ → 1,3-ブタジエン
CH₂=C(CH₃)-CH=CH₂ → クロロプレン → 2-クロロ-1,3-ブタジエンともいひ

合成ゴム
イソプレンに似た構造の化合物を付加重合させると, 合成ゴムをつくることができる。
[1] ブタジエン(ポリブタジエン) ⇒ 1,3-ブタジエンを付加重合させて得る。
CH₂=CH-CH=CH₂ → [CH₂-CH=CH-CH₂]_n → 中々部はC=C結合が残る
[2] クロロプレン(ポリクロロプレン) ⇒ クロロプレンを付加重合させて得る。
CH₂=C(CH₂Cl)-CH=CH₂ → [CH₂-C(CH₂Cl)=CH-CH₂]_n → 中々部はC=C結合が残る

☑ 6 2種類以上の単量体(モノマー)を混合して重合させることを共重合という。合成ゴムの中には, 共重合でつくられるものがある。
(1) スチレンブタジエンゴム ⇒ 1,3-ブタジエンとスチレンを共重合させて得る。
n CH₂=CH-CH=CH₂ + ny CH₂=CH-CH=CH₂ (スチレン) → 共重合 → 共重合体
スチレンブタジエンゴム(SBR) 自動車タイヤや鞋底などに使われている

(2) アクリロニトリルブタジエンゴム
n CH₂=CH-CH=CH₂ + ny CH₂=CH-CN (アクリロニトリル) → 共重合 → 共重合体
アクリロニトリルブタジエンゴム(NBR) 石油のゴムホースなどに使われている

☑ 7 次の有機化合物の構造式を書け。
(1) 1,3-ブタジエン: CH₂=CH-CH=CH₂
(2) スチレン: CH₂=CH-CH=CH₂ (ベンゼン環)
(3) クロロプレン: CH₂=C(CH₂Cl)-CH=CH₂
(4) アクリロニトリル: CH₂=CH-CN

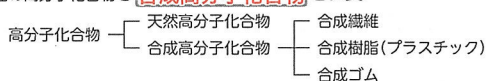
☑ 8 次の合成ゴムの名称を書け。
(1) 共重合体 → スチレンブタジエンゴム (SBRもOK)
(2) 共重合体 → アクリロニトリルブタジエンゴム (NBRもOK)

79 合成樹脂

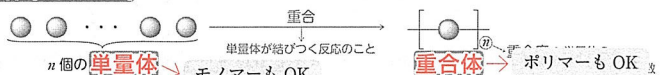
学習日
月
日

合成樹脂

分子量が1万をこえる化合物を**高分子化合物**という。デンプン・セルロース・タンパク質など天然に存在する高分子化合物を**天然高分子化合物**、ナイロン・ポリエステルなど原料が石油の高分子化合物を**合成高分子化合物**という。

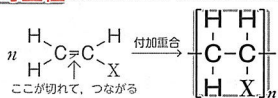


高分子化合物の原料となる小さな分子を**単量体(モノマー)**、これが多数結合したものを**重合体(ポリマー)**という。



加熱すると軟らかくなり、冷やすと固まる性質をもつプラスチックを**熱可塑性樹脂**、加熱すると硬くなる性質をもつプラスチックを**熱硬化性樹脂**という。

1 CH₂=CH-**ビニル**基や >C=C< をもつ化合物は、**付加**重合により**鎖状構造**をもつ**熱可塑性**樹脂になる。次の表を完成させよ。



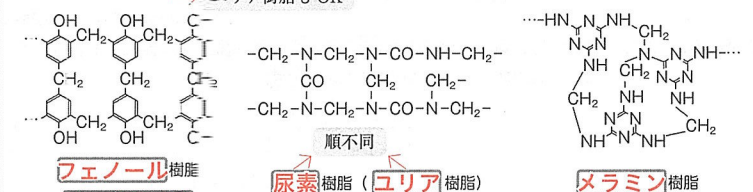
樹脂名	低密度ポリエチレン 高压でつくり、すきまが多い	高密度ポリエチレン 低压でつくり、すきまが少ない	ポリスチレン	ポリ酢酸ビニル [Ⓢ]
単量体の構造式	CH ₂ =CH ₂	CH ₂ =CH ₂	CH ₂ =CH C ₆ H ₅	CH ₂ =CH COOCH ₃
重合体の構造式	[CH ₂ -CH ₂] _n	[CH ₂ -CH ₂] _n	[CH ₂ -CH C ₆ H ₅] _n	[CH ₂ -CH COOCH ₃] _n
用途	ポリ袋	ポリ容器	発泡ポリスチレン	接着剤
樹脂名	ポリプロピレン	ポリ塩化ビニル	メタクリル樹脂 [Ⓢ] ポリメタクリル酸メチル	
単量体の構造式	CH ₂ =CH CH ₃	CH ₂ =CH Cl	CH ₂ =C CH ₃ COOCH ₃	
重合体の構造式	[CH ₂ -CH CH ₃] _n	[CH ₂ -CH Cl] _n	[CH ₂ -C CH ₃ COOCH ₃] _n	
用途	容器	パイプ、消しゴム	光ファイバー	

Ⓢ エステル結合の向きに注意しておさえること

熱硬化性樹脂

熱硬化性樹脂は、**付加**反応と**縮合**反応をくり返す**付加縮合**により合成されるものが多く、**立体網目状**の構造をもつ。

フェノールとホルムアルデヒドの付加縮合で生じる**フェノール樹脂**、尿素とホルムアルデヒドの付加縮合で生じる**尿素樹脂**、メラミンとホルムアルデヒドの付加縮合で生じる**メラミン樹脂**などがある。

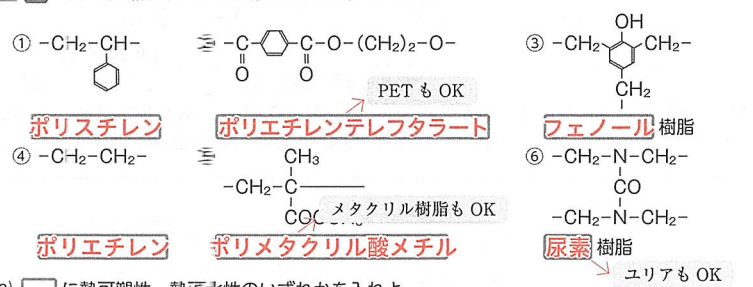


フェノール樹脂 (ベークライト): 世界初の合成樹脂。電気絶縁性に優れ、電気器具などに使われる。
尿素樹脂 (ユリア樹脂): 電気器具や家庭用品などの材料や接着剤などに使われる。
メラミン樹脂: 食器などに使われる。

2 次の表を完成させよ。

名称	フェノール樹脂	尿素樹脂	メラミン樹脂
単量体の構造式	フェノール	尿素	メラミン
用途	電気部品など	接着剤など	食器など

3 (1) 次の構造をもつ合成高分子の名称を答えよ。



(2) □ に熱可塑性・熱硬化性のいずれかを入れよ。

③と⑥は**熱硬化性**樹脂、①、②、④、⑤は**熱可塑性**樹脂である。

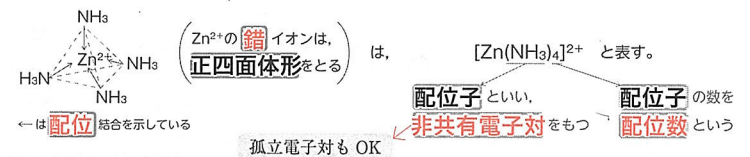
熱硬化性樹脂は立体網目状の高分子で、熱可塑性樹脂は鎖状の高分子になる。

5 錯イオン

学習日
月
日

錯イオン

[Zn(NH₃)₄]²⁺、[Zn(OH)₄]²⁻ のようなイオンを**錯イオン**という。
[Zn(NH₃)₄]²⁺ や [Zn(OH)₄]²⁻ は、Zn²⁺ に**非共有電子対**をもつ NH₃ や OH⁻ が**配位**結合してできている。
Zn²⁺ (中心の金属陽イオン、中心イオン) と**配位**結合を形成する NH₃ や OH⁻ などの分子や陰イオンを**配位子**、その数を**配位数**という。



1 次の表を完成させよ。

錯イオンのようす (配位結合を表す)	H ₃ N → Ag ⁺ ← N H ₃	N H ₃ Zn ²⁺ N H ₃	H ₃ N → NH ₃ → Cu ²⁺ → NH ₃ → N H ₃	CN ⁻ → Fe ²⁺ → CN ⁻ → Fe ²⁺ → CN ⁻ → Fe ²⁺ → CN ⁻	CN ⁻ → Fe ³⁺ → CN ⁻ → Fe ³⁺ → CN ⁻ → Fe ³⁺ → CN ⁻
化学式	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	[Fe(CN) ₆] ³⁻
中心イオン	Ag ⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
配位数	2	4	4	6	6
形	直線形	正四面体形	正方形	正八面体形	正八面体形

錯イオンの形は、中心金属イオンの種類と配位数で決まる。

2 錯イオンの名前をつけるとき、配位数はギリシャ語の数詞で表す。次の表を完成させよ。

数字	1	2	3	4	5	6
数詞	モノ	ジ	トリ	テトラ	ペンタ	ヘキサ

3 錯イオンの名前をつけるとき、配位子名は、次の表のように表す。表を完成させよ。

配位子	NH ₃	H ₂ O	OH ⁻	CN ⁻
名称	アンミン	アクア	ヒドロキシド	シアニド

4 次の錯イオンの形、配位数、配位子名を答えよ。ただし、配位数はギリシャ語の数詞で答えよ。

[Cu(NH₃)₄]²⁺ の形は**正方形**で、配位数は**四**、NH₃ の配位子名は**アンミン**になる。
[Fe(CN)₆]³⁻ の形は**正八面体形**で、配位数は**六**、CN⁻ の配位子名は**シアニド**になる。

錯イオンの名前

錯イオンの名前は、
配位数 → 配位子名 → 中心金属イオンの名前 → イオン
とこの順につける。ただし、[Fe(CN)₆]⁴⁻ や [Fe(CN)₆]³⁻ のような**陰イオン**の場合、「イオン」ではなく**酸イオン**とする。よって、
[Zn(NH₃)₄]²⁺ は**テトラアンミン亜鉛(II)イオン**となり、
[Cu(NH₃)₄]²⁺ は**テトラアンミン銅(II)イオン**となる。
また、
[Fe(CN)₆]⁴⁻ は、陰イオンであることに注意すると**ヘキサシアニド鉄(II)酸イオン**となる。

5 次の錯イオンの名と形、またその水溶液の色を答えよ。

化学式	名称	形	水溶液の色
[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	ジアンミン銀(I)イオン	直線形	無色
[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	テトラアンミン銅(II)イオン	正方形	深青色
[Fe(CN) ₆] ³⁻	ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン	正八面体形	黄色

6 次の□ に沈殿イオンの化学式、色を答えよ。

6 おもな気体の発生方法 (弱酸・弱塩基の遊離, 濃硫酸)

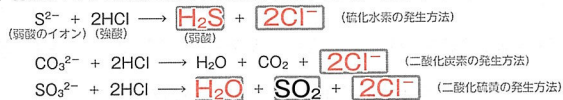
学習日
月
日

弱酸の遊離 (H₂S, CO₂, SO₂)

【1】 次の酸は、強酸・弱酸のどちらになるか答えよ。



【2】 弱酸のイオンに強酸を加えると弱酸が遊離する。次の反応式を完成させよ。



☑ 1 (1)~(4)の化学反応式を書け。

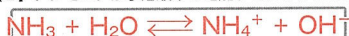
- (1) 硫化鉄 (II) に塩酸を加えると、硫化水素が発生する。 (弱酸の遊離)
 $FeS + 2HCl \rightarrow H_2S + FeCl_2$
- (2) 硫化鉄 (II) に希硫酸を加える。 (弱酸の遊離)
 $FeS + H_2SO_4 \rightarrow H_2S + FeSO_4$
- (3) 石灰石 (主成分 CaCO₃) に塩酸を加えると、二酸化炭素が発生する。 (弱酸の遊離)
 $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow H_2O + CO_2 + CaCl_2$
- (4) 亜硫酸ナトリウム Na₂SO₃ に希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。 (弱酸の遊離)
 $Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + SO_2 + Na_2SO_4$

弱塩基の遊離 (NH₃)

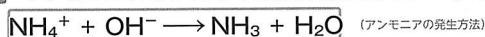
【1】 次の塩基は、強塩基・弱塩基のどちらになるか答えよ。



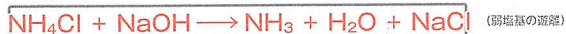
【2】 アンモニアが水溶液中で電離するようすをイオン反応式で表せ。



☑ 2 アンモニウムイオン NH₄⁺ に強塩基を加えると、NH₃ が遊離する。

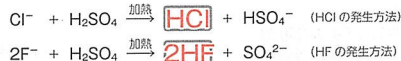


このイオン反応式を利用し、「塩化アンモニウム NH₄Cl に水酸化ナトリウムを混合し加熱した」ときの化学反応式を書け。



濃硫酸の不揮発性 (HCl, HF)

濃硫酸は沸点が約 340℃ と高く、**不揮発性**の酸である。濃硫酸に比べて、塩化水素 HCl やフッ化水素 HF は **揮発性**の酸になる。**揮発性**の酸である HCl や HF のイオン Cl⁻ や F⁻ を含む塩を、**不揮発性**の酸である濃硫酸 H₂SO₄ とともに **加熱** すると、HCl や HF を発生させることができる。次の反応式を完成させよ。



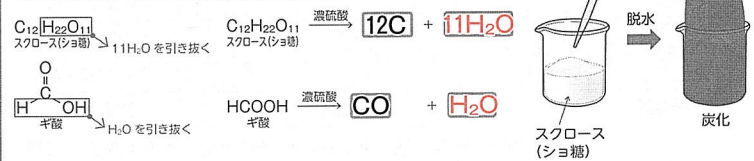
☑ 3 (1), (2)の化学反応式を書け。

- (1) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて **加熱** する。
 $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$
- (2) ホタル石 (主成分フッ化カルシウム CaF₂) に濃硫酸を加えて **加熱** する。
 $CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$

濃硫酸の脱水作用 (CO)

炭素原子を骨格とする化合物である有機化合物に対し、濃硫酸は **脱水作用** (H₂O の形で引き抜く作用) がある。

〈脱水作用の例〉 次の化学反応式を完成させよ。



☑ 4 酢酸 HCOOH に濃硫酸を加えて **加熱** すると、一酸化炭素が発生する。このときの化学反応式を書け。



☑ 5 (1)~(3)の化学反応式を書け。

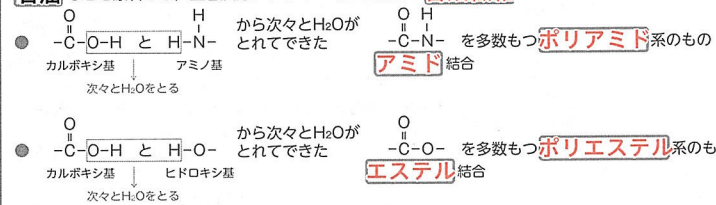
- (1) 大理石 (主成分炭酸カルシウム) に塩酸を反応させる。
 $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow H_2O + CO_2 + CaCl_2$
- (2) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を **加熱** する。
 $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$
- (3) フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて **加熱** する。
 $CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HF + CaSO_4$

78 合成繊維

学習日
月
日

合成繊維

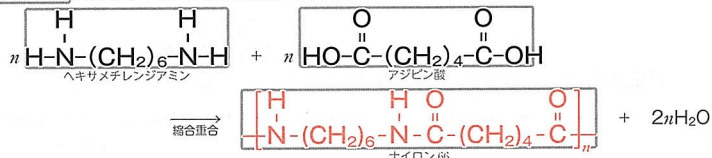
石油などを原料とし、重合反応によってつくった繊維を **合成繊維** という。合成繊維には、



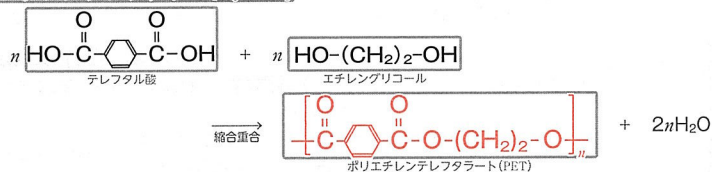
などがある。このように、H₂O のような簡単な分子がとれる **縮合** 反応によって、次々と結びつく重合反応を **縮合重合** という。

☑ 1 縮合重合によりつくられる合成繊維には、ポリアミド系のナイロン 66 やポリエステル系のポリエチレンテレフタレートなどがある。次の(1), (2)の反応式を完成させよ。

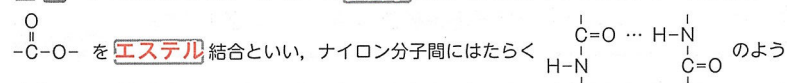
(1) ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合により合成される合成繊維を **ナイロン 66** といい、くつ下などに用いられる。



(2) テレフタル酸とエチレングリコールの縮合重合により合成される合成繊維を **ポリエチレンテレフタレート (PET)** といい、ワイシャツなどに用いられる。

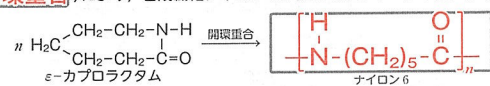


☑ 2 ナイロン 66 のもつ $-C(=O)-N-$ を **アミド** 結合、ポリエチレンテレフタレートのもつ $-C(=O)-O-$ を **エステル** 結合といい、ナイロン分子間にはたらく



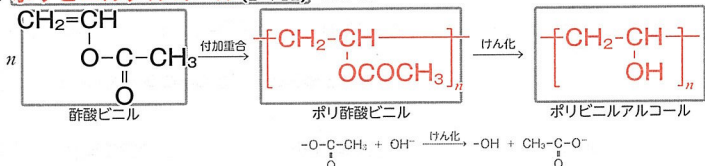
ナイロン

環構造をもつアミドの ϵ -カプロラクタムに、少量の水を加えて加熱すると、**開環** を伴う重合反応 (**開環重合**) により、合成繊維ナイロン 6 が生じる。ナイロン 6 は、ナイロン 66 と性質が似ている。

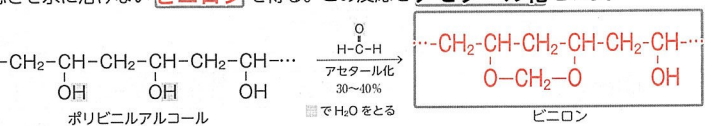


☑ 3 ビニロンは、日本初の合成繊維で **綿** に似た性質がある。ビニロンは次のようにつくる。

手順 1 酢酸ビニルを付加重合させて **ポリ酢酸ビニル** とし、これを NaOH 水溶液でけん化して **ポリビニルアルコール (PVA)** を得る。

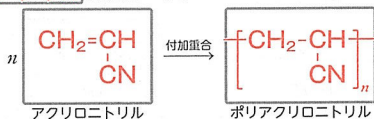


手順 2 ポリビニルアルコールは -OH を多くもち、水に溶けやすいので、ホルムアルデヒドを反応させ水に溶けない **ビニロン** を得る。この反応を **アセタール化** という。



ビニロンは、親水基である -OH が多く残っているため、**吸湿** 性をもつ。

☑ 4 アクリロニトリルを付加重合させて得られる **ポリアクリロニトリル** が主成分の繊維は **アクリル** 繊維という。



羊毛に似た肌触りで、セーターなどに用いられる。アクリル繊維を高温で熱処理すると **炭素繊維** が得られる。軽く強いので、スポーツ用品や航空機の翼などに用いられる。

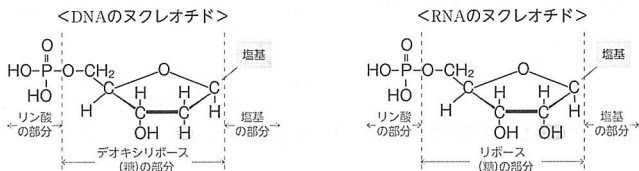
カーボンファイバーも OK

76 核酸

学習日
月
日

生物の細胞には、**核酸**という高分子化合物が存在し、その生物のもつ**遺伝**情報を次の世代に伝えたり、**タンパク質合成**にかかわるなどの役割を果たしている。

核酸には、**デオキシリボ核酸(DNA)**と**リボ核酸(RNA)**の2種類がある。デオキシリボ核酸やリボ核酸は、いずれも**ヌクレオチド**が縮合重合した**ポリヌクレオチド**である。



DNAとRNAのヌクレオチドは、糖の部分が**デオキシリボース**か**リボース**かの違い、塩基の部分が**チミン(T)**か**ウラシル(U)**かの違いがある。

1 次の表を完成させよ。

核酸	所在	構造	役割
デオキシリボ核酸(DNA)	細胞の 核 に存在	二重らせん 構造	遺伝情報 を保持し伝える
リボ核酸(RNA)	細胞の 核 と 細胞質 に存在	ふつう 1本鎖 構造	タンパク質合成 に関わる

核酸	構成	糖の部分	塩基
デオキシリボ核酸(DNA)	ポリヌクレオチド	デオキシリボース	A・G・C・T アデニン グアニン シトシン チミン
リボ核酸(RNA)	ポリヌクレオチド	リボース	A・G・C・U アデニン グアニン シトシン ウラシル

2 DNAやRNAをつくっている塩基の名称を書け。

DNA ⇒ **アデニン(A)**、**グアニン(G)**、**シトシン(C)**、**チミン(T)**

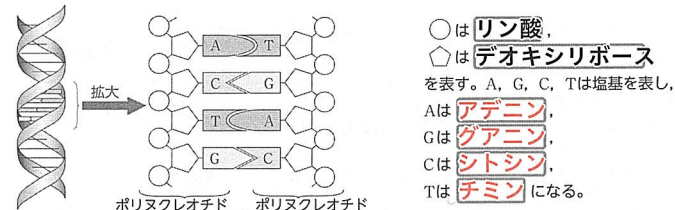
RNA ⇒ **アデニン(A)**、**グアニン(G)**、**シトシン(C)**、**ウラシル(U)**

DNAでは**チミン(T)**であるところが、RNAでは**ウラシル(U)**になる。

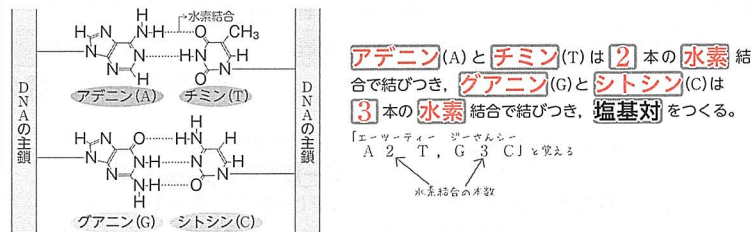
77 DNA(デオキシリボ核酸)

学習日
月
日

DNAは下の図のような**二重らせん**構造を形成している。

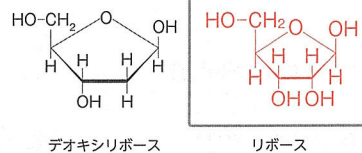


DNAの**二重らせん**構造は、塩基間の**水素**結合により保たれている。



1 「核酸」の構成単位は、「リン酸」と「糖」と「Nを含む環状構造の塩基(核酸塩基)」が結合した**ヌクレオチド**とよばれる物質である。核酸は、この**ヌクレオチド**どうしが糖部分の-OHと、リン酸部分の-OHの間で**縮合重合**した**ポリヌクレオチド**である。

2 右図は、DNAを構成するデオキシリボースの構造式である。この構造式の表し方にしたがって、RNAを構成するリボースの構造式を書け。



3 2本鎖DNAの塩基組成を調べたところ、Aの割合は40%であった。このDNAのG, T, Cの割合を整数で答えよ。

G: **10**% T: **40**% C: **10**%

A2T, G3C より、A=T=40%となる。ここで、G=C=x[%] とおくと、
 $40 + 40 + x + x = 100$ よって、 $G=C=x=10\%$

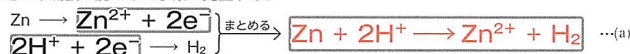
7 おもな気体の発生方法(酸化還元反応)

学習日
月
日

酸化還元反応(H₂)

水素よりもイオン化傾向が**大きい**金属であるZnやFeは、希硫酸H₂SO₄や塩酸HClから電離して生じるH⁺と酸化還元反応により**H₂**を発生する。このとき、Znは**Zn²⁺**、Feは**Fe²⁺**へと変化する。次の[1]、[2]の化学反応式を書け。

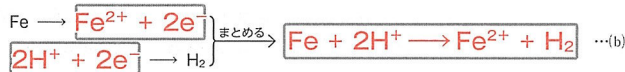
[1] 亜鉛に希硫酸を加えると水素が発生する。



(a)式の両辺にSO₄²⁻を加えると完成する。



[2] 鉄に希硫酸を加える。



(b)式の両辺に2Cl⁻を加えると完成する。

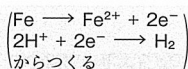
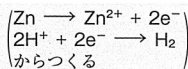


1 (1)、(2)の化学反応式を書け。

(1) 亜鉛に希硫酸を加える。



(2) 鉄に希硫酸を加える。



酸化還元反応(SO₂, NO, NO₂)

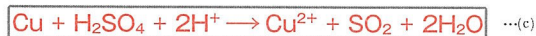
イオン化傾向がAg以上の金属であるCuやAgは、熱濃硫酸(加熱した濃硫酸)や硝酸(希硝酸や濃硝酸)のような**酸化力**の強い酸と反応する。このとき、熱濃硫酸からは**SO₂**、希硝酸からは**NO**、濃硝酸からは**NO₂**がそれぞれ発生する。

次の[1]~[3]の化学反応式を書け。

[1] 銅を熱濃硫酸に溶かすと、SO₂が発生する。



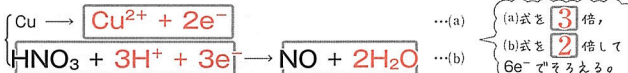
(a)式、(b)式ともに2e⁻なので、(a)+(b)を行う。



(c)式の両辺にSO₄²⁻を加えると完成する。



[2] 銅と希硝酸を反応させると、NOが発生する。



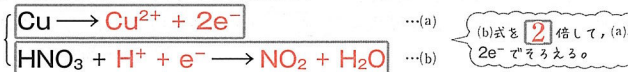
(a)×**3**+(b)×**2**から、



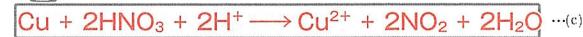
(c)式の両辺に6NO₃⁻を加えると完成する。



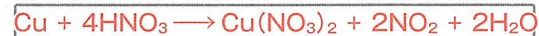
[3] 銅と濃硝酸を反応させると、NO₂が発生する。



(a)+(b)×**2**から、



(c)式の両辺に2NO₃⁻を加えると完成する。



2 鉛Pbは、希硫酸や塩酸とは、水に溶けにくい塩を生じて被膜をつくるために、ほとんど反応しない。この塩の化学式を答えよ。



PbSO₄やPbCl₂がPbの表面をおおうので、ほとんど反応しない。

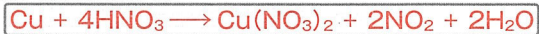
3 Fe, Ni, Alは、濃硝酸に入れてもほとんど反応しない。これは、それぞれの表面に**緻密な酸化物の被膜**ができることで内部を保護するためである。このような状態を**不動態**という。

4 (1)~(3)の反応を化学反応式で書け。

(1) 銅に濃硫酸を加えて**加熱**する。



(2) 銅に濃硝酸を加える。



(3) 銅に希硝酸を加える。



8 おもな気体の発生方法(熱分解反応)

熱分解反応(O₂, N₂)

塩素酸カリウム KClO₃ に、触媒として MnO₂ を加え **加熱** すると、O₂ が発生する。このときの化学反応式は次のようになる。

$$2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$$

(KClO₃ を KCl と O₂ に分解する)

亜硝酸アンモニウム NH₄NO₂ を含む水溶液を **加熱** すると、N₂ が発生する。このときの化学反応式は次のようになる。

$$\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

(NH₄NO₂ を N₂ と H₂O に分解する)

- ☑ 1 硫酸 H₂SO₄ や硝酸 HNO₃ のように、分子中に **酸素** 原子を含む酸を **オキシ酸** または **酸素酸** という。
- 次の **オキシ酸** の化学式を答えよ。 O が 2 つ少ない
- (1) 過塩素酸 酸の強さ 塩素酸 亜塩素酸 次亜塩素酸
- $$\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$$
- O が 1 つ多い O が 1 つ少ない O が 1 つ少ない
- (2) 硫酸 酸の強さ 亜硫酸
- $$\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3$$
- O が 1 つ少ない
- (3) 硝酸 酸の強さ 亜硝酸
- $$\text{HNO}_3 > \text{HNO}_2$$
- O が 1 つ少ない
- ☑ 2 1 の酸の強さから、同一元素 (Cl, S, N) のオキシ酸では、Cl, S, N に結合する **酸素** 原子の数が **多い** ほど酸性が **強く** なることがわかる。
- ☑ 3 次の化学式を答えよ。
- (1) 塩素酸は **HClO₃**、塩素酸イオンは **ClO₃⁻**、塩素酸カリウムは **KClO₃** となる。
- (2) 亜硝酸は **HNO₂**、亜硝酸イオンは **NO₂⁻**、亜硝酸ナトリウムは **NaNO₂**、亜硝酸アンモニウムは **NH₄NO₂** となる。
- ☑ 4 (1), (2) の化学反応式を書け。
- (1) 塩素酸カリウムに、触媒として酸化マンガン(IV)を加えて **加熱** する。
- $$2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$$
- (2) 亜硝酸アンモニウム水溶液を **加熱** する。
- $$\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

酸化還元反応(O₂)

過酸化水素 H₂O₂ は、反応する相手により、酸化剤や還元剤としてはたらく。酸性条件で酸化剤としてはたらくときには **H₂O** に、還元剤としてはたらくときには **O₂** になる。

[1] H₂O₂ が酸化剤としてはたらくときの e⁻ を含むイオン反応式を書け。

$$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \dots(a)$$

[2] H₂O₂ が還元剤としてはたらくときの e⁻ を含むイオン反応式を書け。

$$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \dots(b)$$

[3] 過酸化水素水に、触媒として酸化マンガン(IV)MnO₂ を加えると、酸素が発生する。このときの化学反応式は、(a)+(b)からつくることができる。この化学反応式を書け。

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

- ☑ 5 酸化マンガン(IV)MnO₂ に濃塩酸 HCl を加えて **加熱** すると、塩素が発生する。この反応では、MnO₂ は **酸化剤** としてはたらく **Mn²⁺** へと変化する。また、濃塩酸に含まれている Cl⁻ は **還元剤** としてはたらく **Cl₂** が発生する。この反応の化学反応式は、以下のようにつくることができる。
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \dots(a)$$
- $$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \dots(b)$$
- ともに 2e⁻ なので、(a)+(b)を行う。
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \dots(c)$$
- (c)式の両辺に 2Cl⁻ を加えると完成する。
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- ☑ 6 (1)~(3)の化学反応式や e⁻ を含むイオン反応式を書け。
- (1) 過酸化水素水に酸化マンガン(IV) (触媒)を加えたときの化学反応式。
- $$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$
- (2) 酸化マンガン(IV)が酸性条件で酸化剤としてはたらくときのイオン反応式。
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- (3) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて **加熱** したときの化学反応式。
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

75 酵素

生体内ではたらく **触媒** を **酵素** といい、その主成分は **タンパク質** である。

過酸化水素 H₂O₂ の分解反応

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$

では、MnO₂ やカタラーゼなどが **触媒** としてはたらく。MnO₂ は無機 **触媒** であり、カタラーゼは **酵素** になる。

酵素が触媒として作用する物質を **基質**、基質と立体的に結合する部位を **活性部位** または **活性中心** という。

- ☑ 1 酵素には、無機触媒にはない次の(1)~(3)の特徴がある。
- (1) 酵素は決まった基質にしか作用しない。このような酵素の性質を **基質特異性** という。
- 例 肝臓片などに含まれている **カタラーゼ** は、過酸化水素の分解反応には作用するが、他の物質には作用しない。
- (2) 酵素が最もよくはたらく温度を **最適温度** といい、ふつう 35~40℃ になる。酵素が作用する反応では、**最適温度** までは反応速度は大きくなるが、それ以上の温度になると酵素をつくるタンパク質が **変性** し、その活性を失う。これを **酵素の失活** という。
- (3) 酵素が最もよくはたらく pH を **最適 pH** といい、中性付近で最もよくはたらく酵素が多い。
- ☑ 2 デンプンは、アミラーゼやマルターゼなどの酵素により加水分解されて、最終的にグルコースになる。空欄に酵素名を入れよ。
-
- ☑ 3 セルロースは、セルラーゼやセロビアーゼなどの酵素により加水分解されて、最終的にグルコースになる。空欄に酵素名を入れよ。
-

☑ 4 セルロース(C₆H₁₀O₅)_n の再生繊維は **レーヨン** とよばれ、木材パルプがおもな原料として用いられる。

Cu(OH)₂ に濃 NH₃ 水を加えると、**[Cu(NH₃)₄]²⁺** を含む **深青** 色の溶液を得ることができる。この溶液を **シュバイツァー試薬** という。

次の図を完成させよ。

☑ 5 セルロース [C₆H₇O₂(OH)₃]_n のもつ -OH の一部を変化させ、紡糸すると、長い繊維が得られる。これを **半合成繊維** という。

-OH を無水酢酸 (CH₃CO)₂O で **アセチル化** して得られるものには、次のようなものがある。

-OH + (CH₃CO)₂O $\xrightarrow{\text{アセチル化}}$ -OCOCH₃ + CH₃COOH

[C₆H₇O₂(OCOCH₃)₃]_n [C₆H₇O₂(OH)(OCOCH₃)₂]_n

トリアセチルセルロース **ジアセチルセルロース**

⇒ 写真フィルムなど ⇒ **アセテート** 繊維

☑ 6 次の表を完成させよ。

呈色反応名	操作	色	検出するもの
ビウレット 反応	NaOH 水溶液を加えた後、 CuSO₄ 水溶液を加える	赤紫 色	トリペプチド 以上のペプチドやタンパク質
キサントプロテイン 反応	濃硝酸 を加えて加熱する 冷却後、 NH₃ 水を加える	黄 色 橙黄 色	ベンゼン環 をもつ α-アミノ酸やタンパク質
ニンヒドリン 反応	ニンヒドリン 溶液を加えて温める。	赤紫~青紫 色	-NH₂ をもつ α-アミノ酸やタンパク質
硫黄 S の検出反応	NaOH を加えて加熱し、 [(CH₃COO)₂Pb] を加える	PbS ↓ 黒 色沈殿	S を含む α-アミノ酸やタンパク質

アミノ基も OK ↓ 硫黄も OK ↓

11 酸化物の反応

学習日
月
日

金属の酸化物

Na₂O, CaO, Al₂O₃, CO₂, SO₃のような酸素の化合物を**酸化物**といい、Na₂O, CaO, Al₂O₃のような金属の**酸化物**や、CO₂, SO₃のような非金属の**酸化物**がある。
↳ Na, Ca, Al など ↳ C, S など

金属の**酸化物**であるNa₂Oは、水と反応して**塩基**を生じる。
 $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$ $O^{2-} + H_2O \rightarrow 2OH^-$ からつくる

また、Na₂Oは、酸と反応して**塩**を生じる。
 $Na_2O + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O$ $O^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O$ からつくる

そのため、Na₂Oなどの金属の酸化物は**塩基性酸化物**とよばれる。
ただし、Al₂O₃, ZnOなどは金属の**酸化物**ではあるが、酸だけでなく強塩基とも反応し**塩**を生じる。そのためAl₂O₃, ZnOなどは**両性酸化物**とよばれる。
また、Al, Zn, Sn, Pbなどは**両性元素**という。

1 次の金属の酸化物を塩基性酸化物と両性酸化物に分類せよ。

MgO, CaO, Al₂O₃, Na₂O, Fe₂O₃, ZnO
塩基性酸化物 ⇒ **MgO, CaO, Na₂O, Fe₂O₃**
両性酸化物 ⇒ **Al₂O₃, ZnO**

2 次の化学反応式を書け。

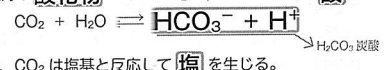
(1) 酸化カルシウムCaOに水を加えると、**発熱**しながら反応して、水酸化カルシウムCa(OH)₂になる。
 $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $O^{2-} + H_2O \rightarrow 2OH^-$ からつくる

(2) 酸化カルシウムCaOに塩酸を加える。
 $CaO + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$ $O^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O$ からつくる

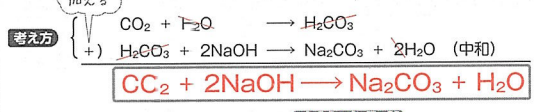
(3) 酸化アルミニウムAl₂O₃は、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応する。
 $Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$ $3O^{2-} + 6H^+ \rightarrow 3H_2O$ からつくる
 $Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4]$

非金属の酸化物とその反応

非金属の**酸化物**であるCO₂は、水と反応して**酸**を生じる。



また、CO₂は塩基と反応して**塩**を生じる。



そのため、CO₂など非金属の酸化物は**酸性酸化物**とよばれる。

3 次のイオン反応式や化学反応式を書け。

(1) 二酸化硫黄SO₂が水に溶けると、亜硫酸H₂SO₃を生じ、弱い酸性を示す。
 $SO_2 + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + H^+$ $H_2SO_3 \rightleftharpoons HSO_3^- + H^+$ OK

(2) 二酸化硫黄SO₂と水酸化ナトリウムとの反応。
考え方
+ $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$
+ $H_2SO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + 2H_2O$ (中和)
 $SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

(3) 三酸化硫黄SO₃と水が反応すると硫酸H₂SO₄を生じる。
 $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

(4) 十酸化四リンP₄O₁₀に水を加えて加熱すると、リン酸H₃PO₄が生じる。
 $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

4 次の□に酸性・中性・塩基性・両性のいずれかを入れよ。



72 アミノ酸(等電点)

学習日
月
日

アミノ酸の水溶液を電気泳動させると、pHにより、陽極側や陰極側に移動する。
pHが小さい(酸性)と陽イオンの割合が多い ⇒ 陰極側に移動する
pHが大きい(塩基性)と陰イオンの割合が多い ⇒ 陽極側に移動する

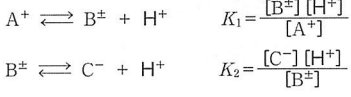
特定のpHになると、どちらの極にも移動しない。このときのpHを**等電点**といい、このとき、アミノ酸の平衡混合物の電荷が全体として**0**となっている。

名称(略号)	簡略構造式(*は不斉炭素原子)	等電点
グリシン(Gly)	H-CH(NH ₂)-COOH	6.0(中性付近)
アラニン(Ala)	CH ₃ -CH(NH ₂)-COOH	6.0(中性付近)
グルタミン酸(Glu)	HOOC-(CH ₂) ₂ -CH(NH ₂)-COOH	3.2(酸性)
リシン(Lys)	H ₂ N-(CH ₂) ₄ -CH(NH ₂)-COOH	9.7(塩基性)

表のように、中性アミノ酸の等電点は中性付近、酸性アミノ酸の等電点は**酸性**性側、塩基性アミノ酸の等電点は**塩基性**性側になる。

1 アミノ酸の水溶液では、等電点において、アミノ酸分子のほとんどが**両性**イオンになっている。また、このとき、陽イオンと陰イオンは少なく、その濃度は等しくなっている。

グリシンは水溶液中で3種類のイオンA⁺, B[±], C⁻として存在し、次のような平衡状態にある。



(1) グリシンの陽イオンA⁺、両性イオンB[±]、陰イオンC⁻の構造式を書け。
A⁺ ⇒ **H₃N⁺-CH₂-COOH** B[±] ⇒ **H₃N⁺-CH₂-COO⁻** C⁻ ⇒ **H₂N-CH₂-COO⁻**

(2) 等電点では、[A⁺] = [C⁻] となる。グリシンの等電点のときの[H⁺]を、K₁とK₂を使って表せ。考え方(1) K₁×K₂を求めてみよう。両性イオンどうしなので消去できる

$$K_1 \times K_2 = \frac{[B^\pm][H^+]}{[A^+]} \times \frac{[C^-][H^+]}{[B^\pm]} = [H^+]^2$$

等電点では[A⁺] = [C⁻]が成り立つので、消去できる

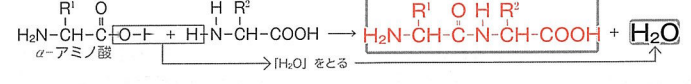
$$[H^+] = \sqrt{K_1 K_2}$$

よって、**[H⁺]² = K₁K₂** より、**[H⁺] = √(K₁K₂)**

73 ペプチド

学習日
月
日

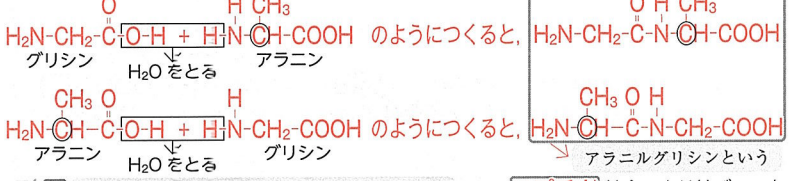
α-アミノ酸2分子が-COOHと-NH₂の間で**脱水縮合**して生じる化合物を**ジペプチド**という。次の反応式を完成させよ。



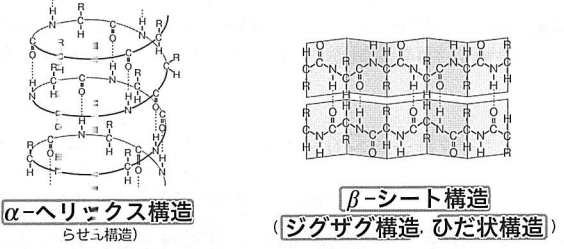
この反応で生じる -C(=O)-NH- は**アミド**結合というが、アミノ酸どうしから生じる -C(=O)-NH- は特に**ペプチド**結合という。

2分子のα-アミノ酸の縮合で生じたペプチドは**ジペプチド**
3分子のα-アミノ酸の縮合で生じたペプチドは**トリペプチド**
という。また、多数α-アミノ酸の縮合で生じたペプチドは**ポリペプチド**という。

1 グリシン1分子とアラニン1分子からできるジペプチドの構造式をすべて書き、すべての不斉炭素原子に○をつけよ。グリシルアラニンという



2 2種類の構造異性体が存在する**ペプチド**結合により結びついたものである。タンパク質は、離れたペプチド結合の間で >C=O...H-N< のような**水素**結合をつくり安定化している。タンパク質の基本構造には、次のようなものがある。



多くのタンパク質は、α-ヘリックス構造やβ-シート構造を合わせもったり、側鎖(R-)どうしの相互作用(**水素**結合、**ファンデルワールス力**、イオン結合)や**ジスルフィド**結合(-S-S-)などにより、折りたたまれた特有の構造をとっている。

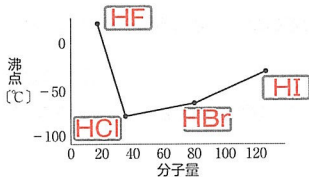
14 ハロゲン化水素

学習日
月
日

[1] 次の表を完成させよ。

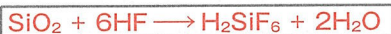
ハロゲン化水素	分子式	色	常温での状態	水溶液の名称	酸の強さ
フッ化水素	HF	無色	気体	フッ化水素酸	弱酸
塩化水素	HCl	無色	気体	塩酸	強酸
臭化水素	HBr	無色	気体	臭化水素酸	強酸
ヨウ化水素	HI	無色	気体	ヨウ化水素酸	強酸

[2] □ に HF, HCl, HBr, HI のいずれかを入れよ。



☑ 1 HF は分子間で **水素** 結合を形成するため、他のハロゲン化水素に比べて沸点が **高い**。HF の水溶液を **フッ化水素酸** とよび、他のハロゲン化水素の水溶液と異なり **弱** 酸性を示す。

☑ 2 フッ化水素酸は、ガラスの主成分である **二酸化ケイ素** を溶かし、ヘキサフルオロケイ酸 H_2SiF_6 を生じる。そのため、フッ化水素酸は **ポリエチレン** の容器に保存される。 SiO_2 とフッ化水素酸の化学反応式を書け。

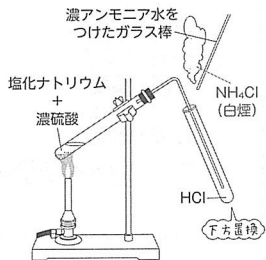


☑ 3 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱したところ、気体が発生した。このときの化学反応式を書け。



この気体は、**無色・刺激** 臭で、アンモニアと中和反応して塩化アンモニウム NH_4Cl の **白煙** を生じる。

補足 NH_4Cl の微小な結晶が生じるので、**白** 煙となる。この反応は HCl と NH_3 の相互の **検出** に使われる。



15 16族(酸素)

学習日
月
日

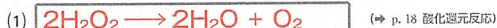
次の表を完成させよ。

●酸素の **同素体** → 同素体 or 同位体

単体	酸素	オゾン
分子式	O_2	O_3
分子の形	直線形	折れ線形
気体の色・臭い	無色・無臭	淡青色・特異臭

地上 20~40km 上空には **オゾン** 層があり、地表の生物にとって有害な **紫外線** の大部分を吸収している。

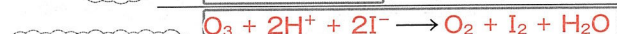
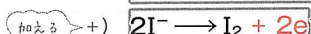
☑ 1 酸素分子は、空気中に体積で約 **21%** 存在する。実験室では、(1)過酸化水素水に触媒として **酸化マンガン(IV)** を加えて発生させたり、(2)塩素酸カリウムに触媒として **酸化マンガン(IV)** を加えて加熱すると発生させることができる。上述の(1), (2)の化学反応式を書け。



☑ 2 酸素中で **無声放電** を行うか、強い **紫外線** を酸素に当てると、オゾン O_3 が生じる。このときの化学反応式を書け。



☑ 3 オゾンで水を湿らせたヨウ化カリウム KI デンプン紙にふきつけると、**青紫** 色に変色する。このときの化学反応式を書け。



☑ 4 O_3 は **淡青** 色・**特異** 臭であり、**無色・無臭** の O_2 中で **無声** 放電を行うか、強い **紫外線** を当てると生じる。

70 多糖

学習日
月
日

デンプン

加水分解により多数の単糖が生じる糖を **多糖類** といひ、分子式は $(C_6H_{10}O_5)_n$ になる。

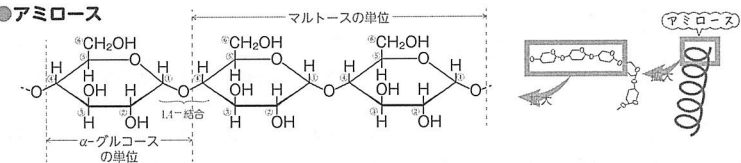
多糖には、米やイモの主成分である **デンプン**、植物の細胞壁の主成分である **セルロース**、動物デンプンともよばれる **グリコーゲン** がある。

デンプンは 80℃ くらいの温水中に溶ける成分 **アミロース** と、溶けにくい成分 **アミロペクチン** とからできている。

☑ 1 デンプンは、その分子式が $(C_6H_{10}O_5)_n$ であり、植物の **光合成** により作られる。デンプンは **α-グルコース** が **縮合重合** したもので、約 80℃ の温水中に溶けやすい

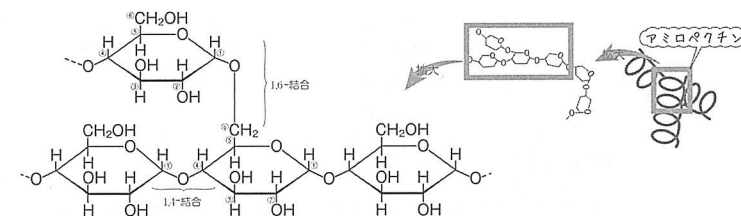
アミロース と、温水中に溶けにくい **アミロペクチン** に分けることができる。

●アミロース



アミロースは、多くの α-グルコースが **1** 位と **4** 位の -OH 間で **鎖状** に結合した構造をとる。α-グルコース 6 個で 1 回転するような **らせん構造** をとり、分子内に **水素** 結合がはたらいっている。ヨウ素デンプン反応は **濃青** 色を示す。

●アミロペクチン



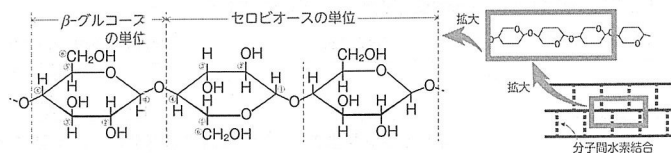
アミロペクチンは、α-グルコースの **1** 位と **4** 位の -OH 間で **鎖状** に結合した構造に加え、α-グルコースの **1** 位と **6** 位の -OH 間で **枝分れ** に結合した構造を含む。ヨウ素デンプン反応は **赤紫** 色を示し、**もち米** にはほぼ 100% で含まれている。

☑ 2 グリコーゲン $(C_6H_{10}O_5)_n$ は、動物の肝臓や筋肉に多く含まれ、動物体内でグルコースから合成される。**動物デンプン** ともよばれ、アミロペクチンに似た構造をもち、枝分れがさらに多く、ヨウ素デンプン反応は **赤褐** 色になる。

セルロース

セルロース $(C_6H_{10}O_5)_n$ は、植物の **細胞壁** の主成分で、熱水や有機溶媒にも溶け **にくい**。

セルロースは、多数の **β-グルコース** が縮合重合してできた天然高分子化合物で、**直鎖** 状であり、分子間の **水素** 結合によって平行に並び、繊維をつくっている。



セルロースは、多くの β-グルコースが **1** 位と **4** 位の -OH 間で **直鎖** 状に結合した構造をとる。

セルロース $(C_6H_{10}O_5)_n$ を構成するグルコース単位には -OH が **3** 個あるので、セルロースは $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ と表すこともある。ヨウ素デンプン反応は示 **さない**。

☑ 3 次の表を完成させよ。

		名称	分子式	構成単糖類	温水・熱水への溶解	I ₂ との反応
多糖類	デンプン	アミロース	$(C_6H_{10}O_5)_n$	α-グルコース 1,4-結合のみ	温水中に 溶ける	I ₂ で 濃青色 に呈色する
		アミロペクチン	$(C_6H_{10}O_5)_n$	α-グルコース 1,4-結合のほか 1,6-結合もある	温水中に 溶けない	I ₂ で 赤紫色 に呈色する
	セルロース	$(C_6H_{10}O_5)_n$	β-グルコース 1,4-結合のみ	熱水中に 溶けない	I ₂ で呈色しない	
	グリコーゲン	$(C_6H_{10}O_5)_n$	α-グルコース	温水中に 溶ける	I ₂ で 赤褐色 に呈色する	

☑ 4 木材から得られるパルプの主成分は **セルロース** である。これをシュバイツァー試薬 $(Cu(OH)_2 + 濃 N-H_2O)$ や NaOH 水溶液などの溶液に溶かし、繊維状に再生したものを **レーヨン** (再生繊維) という。試薬として、シュバイツァー試薬を利用したときには **銅アンモニアルレーヨン**、NaOH 水溶液を利用したときには **ビスコースレーヨン** とよぶ。また、繊維状でなく薄膜状に再生することもあり、このときはビスコースレーヨンとはよばず **セロハン** とよぶ。

キュブラも OK

18 15族(窒素)

- [1] 窒素 N₂は、**無色・無臭**の気体で、空気中に体積で約78%含まれている。工業的には**液体空気**の**分留**で得られる。**液体窒素**は**冷却**剤として利用されている。
- [2] アンモニア NH₃は、**無色・刺激臭**の気体で空気よりも**軽く**、実験室では**上方**置換で捕集する。水に溶け**やすく**、その水溶液は弱い**塩基**性を示す。
- [3] アンモニア水の電離するようすをイオン反応式で書け。

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$
- [4] アンモニアに濃硫酸をつけたガラス棒を近づけると**白煙**を生じる。この反応はアンモニアや塩化水素の**検出**に用いられる。このときの化学反応式を書け。

$$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$$
 (⇨ p. 26 中和反応)
- [5] アンモニアは、工業的には四酸化三鉄 Fe₃O₄ を主成分とした触媒を用いて、N₂とH₂から合成される。これを**ハーバー・ボッシュ法**という。このときの化学反応式を書け。

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$$

- ☑ 1 アンモニアは、実験室では塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱して発生させる。このときの化学反応式を書け。(⇨ p. 14 弱塩基の遊離)

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$$
- ☑ 2 アンモニアは、工業的には窒素と水素から鉄の酸化物を利用して合成される。
 (1) このアンモニアの工業的製法を何というか。
ハーバー・ボッシュ法 → ハーバー法も OK
 (2) 鉄の酸化物の役割と、その化学式を答えよ。
触媒として用いており、その化学式は **Fe₃O₄** になる。
 (3) この工業的製法で起こる反応を化学反応式で表せ。

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$$
- ☑ 3 塩化アンモニウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱したときに起こる反応を化学反応式で書け。(⇨ p. 14 弱塩基の遊離)

$$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$$

濃硫酸の性質と反応

- 濃硫酸は濃度約98%、**無色**で密度が**大きく**、粘性の**大きな液体**であり、次のような性質がある。
- [1] 濃硫酸は沸点が**高く**、**不揮発**性の酸である。
 例) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると次の反応が起こり、気体が発生する。この気体の捕集方法と化学反応式を書け。
 捕集方法：**下方置換**

$$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{NaHSO}_4$$
 (⇨ p. 15 不揮発性)
- [2] 濃硫酸は**吸湿**性が強く、酸性気体や中性気体の**乾燥**剤に用いる。
- [補足] NO、CO、H₂、O₂、N₂、CH₄、C₂H₄、C₂H₆は、**水上**置換で捕集する**中性**気体であり、H₂S、Cl₂、HF、HCl、CO₂、NO₂、SO₂は**下方**置換で捕集する**酸性**気体である。
- [3] 濃硫酸には、有機化合物からH₂Oの形で引き抜く作用(**脱水**作用)がある。
 例) スクロース(ショ糖)C₁₂H₂₂O₁₁に濃硫酸を加えると**炭化**する。このときの化学反応式を書け。

$$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \rightarrow 12\text{C} + 11\text{H}_2\text{O}$$
 (⇨ p. 15 脱水作用)
- [4] 加熱した濃硫酸を**熱濃硫酸**という。この**熱濃硫酸**には強い**酸化**作用があり、イオン化傾向がAg以上の金属であるCuやAgなどと反応し、**SO₂**が発生する。
 例) 銅に熱濃硫酸を作用させたときの化学反応式を書け。

$$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
 (⇨ p. 16 酸化還元反応)
- [5] 濃硫酸は水をほとんど含まず**電離**しない。

- ☑ 4 水に濃硫酸を加えると、多量の**熱**が発生し**希硫酸**になる。希硫酸は強い**酸性**性を示し、水素よりもイオン化傾向の大きなFeなどと反応して**H₂**が発生する。このときの化学反応式を書け。(⇨ p. 16 酸化還元反応)

$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$$

☑ 5 右図は濃硫酸を希釈して希硫酸をつくるようすを表している。
 に濃硫酸・水のいずれかを入れよ。

水に濃硫酸をゆっくり加える。
 濃硫酸に水を加えると水が沸騰し、濃硫酸が飛び散る可能性がある。

68 単糖

炭水化物は糖類ともよばれる。糖類は、**単糖類**(最小単位の糖)、**二糖類**(単糖2分子が結合した形をもつ糖)、**多糖類**(単糖が多数結合した形をもつ糖)に分類できる。

[補足] 加水分解により、それ以上簡単な糖を生じないものが**単糖**。六炭糖も OK
 → 炭素原子が6個の単糖を**ヘキソース**という [例] は「ヘキサ」
 → グルコース、フルクトース、ガラクトース
 → 炭素原子が5個の単糖を**ペントース**という [例] は「ペンタ」
 → リボース 五炭糖も OK

☑ 1 グルコース C₆H₁₂O₆ はブドウ糖ともよばれ、果実などに含まれ、生物体のエネルギー源になる。
 結晶は、C **5** 個と O **1** 個が環状につながった **六員環構造**をとる。

●グルコースの**六員環構造**

図の①の構造を**α**-グルコース、②の構造を**β**-グルコースといい、**立体**異性体の関係にある。通常のグルコースの結晶は①の**α**-グルコースになる。

α-グルコースの結晶を水に溶かし水溶液にすると、α-グルコースのもつ部分で環が開き **アルデヒド**基を生じる。そのため、グルコースの水溶液には**還元**性があり、フェーリング液を**還元**し、銀鏡反応を**示す**。

水溶液中でグルコースは、α-グルコース、アルデヒド型(鎖状構造)、β-グルコースの3種の異性体が**平衡状態**になる。それぞれのグルコースの構造式を書け。

フルクトース

フルクトース C₆H₁₂O₆ は果糖ともよばれ、糖類の中で**最も**甘く、果実やちみつなどに含まれている。フルクトースの水溶液は**還元**性があり、フェーリング液を**還元**し、銀鏡反応を**示す**。

水溶液中でフルクトースは、次のような**平衡状態**になる。

鎖状構造の中にある **ケトン基**の部分が、アルデヒド基と同じように酸化されやすく、フルクトースの水溶液は**還元**性を示す。

- ☑ 2 グルコースやフルクトースのような単糖類は、酵母によるアルコール発酵でエタノールと二酸化炭素に分解される。
 (1) グルコースとフルクトースの分子式を答えよ。
 グルコース ⇒ **C₆H₁₂O₆** フルクトース ⇒ **C₆H₁₂O₆**
 (2) 次のグルコース水溶液の平衡状態を構造式で書け。

 (3) β-フルクトースの五員環構造の構造式を書け。
- (4) アルコール発酵の化学反応式を完成させよ。

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$$

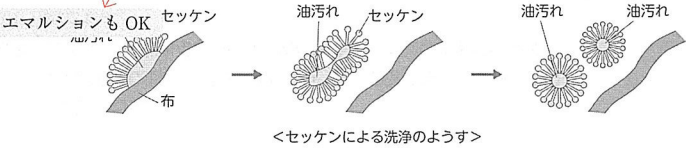
 グルコースやフルクトース

☑ 3 右の表で、還元性を示す場合は○、還元性を示さない場合は×をつけよ。
 単糖の水溶液は、いずれも還元性を示す。

種類	名称	還元性	所在
単糖類 C ₆ H ₁₂ O ₆	グルコース	○	果実、ハチミツ
	フルクトース	○	果実、ハチミツ
	ガラクトース	○	寒天

洗浄のようす

セッケン水に油污れのついた布を入れると、セッケンのもつ **疎水** 基の部分が油污れと引き合うことで、油污れは布の表面からはがされる。セッケンは油污れのまわりをとり囲み、**親水** 基の部分は外側を向き、微粒子となる。この微粒子は水中に **分散** する。セッケンのこのような作用を **乳化** 作用といい、得られる溶液を **乳濁液** という。



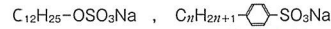
3 油脂 $(RCOO)_3C_3H_5$ にエタノールと水酸化ナトリウム水溶液を加え、湯浴中で加熱し、セッケン $RCOONa$ をつくった。



- このとき起こった反応の化学反応式を書け。
 $(RCOO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$
- この反応を何というか。 ← **けん化** (加水分解も OK)
- セッケンの水溶液は何性を示すか。 (弱)アルカリ性も OK ← **(弱)塩基性**
- 水溶液中のセッケンは、コロイド粒子として存在する。この集団を特に何というか。 ← **ミセル**
- セッケン $RCOONa$ は Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む水溶液では泡立ちが悪くなる。この水溶液を **硬水** といい、生じる沈殿の化学式は $(RCOO)_2Ca$ や $(RCOO)_2Mg$ となる。
- 油污れがセッケン $RCOONa$ と出会うと、疎水基と油污れが引き合い、油污れがセッケンに引き寄せられ、水中に分散する。この現象を何作用というか。 ← **乳化作用**

67 合成洗剤の性質

石油を原料として合成される



などは、セッケンと似た作用をもち **合成洗剤** とよぶ。

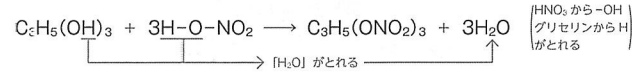
合成洗剤 は「強酸と強塩基からなる **正塩**」で、その水溶液は加水分解せずに **中** 性になる。

また、合成洗剤は、硬水中でよ水に溶け **やすい** 塩をつくるので、洗浄力を保つ。

1 次の表を完成させよ。

	水溶液の性質	Ca^{2+} 水溶液を加える	Mg^{2+} 水溶液を加える	油污れを加える
セッケン $RCOONa$	弱塩基 性になる	$(RCOO)_2Ca$ の沈殿を生じる	$(RCOO)_2Mg$ の沈殿を生じる	乳化作用を示す
合成洗剤	中 性になる	変化しない	変化しない	乳化作用を示す

2 グリセリンに、濃硫酸と濃硝酸の混合物(混酸)を作用させると、硝酸エステルである **ニトログリセリン** が生じる。



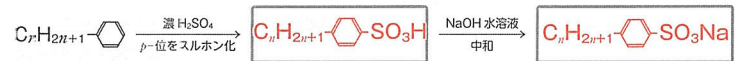
このように、硝酸 HNO_3 や硫酸 H_2SO_4 などのオキシ酸もエステルをつくる。例えば、1-ドデカノール $C_{12}H_{25}-OH$ と濃硫酸を反応させると、硫酸エステルが生じる。この反応の化学反応式を上記の反応を参考に完成させよ。



この反応で生じた硫酸エステルを $NaOH$ 水溶液で中和すると、合成洗剤の主成分である硫酸ドデシルナトリウムが生じる。この反応の化学反応式を完成させよ。



3 変化素基であるアルキル基 $C_nH_{2n+1}-$ が結合したベンゼン(アルキルベンゼン)の **ortho** 位を **スルホン** 化したものを、 $NaOH$ 水溶液で中和することで、合成洗剤の主成分であるアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムをつくることことができる。□ に構造式を書け。



19 硝酸 HNO_3

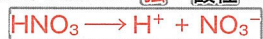
硝酸の性質と反応

濃硝酸は、濃度約 60%以上の **無** 色の **液** 体である。

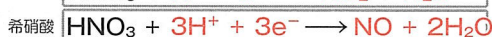
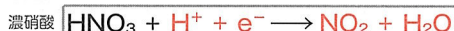
希硝酸は、濃硝酸を水でうすめてつくることできる。

濃硝酸や希硝酸には、次のような性質がある。

1 濃硝酸、希硝酸ともに **強い酸性** を示す。硝酸が水溶液中で電離するようすをイオン反応式で書け。



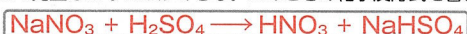
2 濃硝酸、希硝酸ともに強い **酸化** 剤であり、 Ag 以上のイオン化傾向をもつ金属である Cu や Ag などと反応する。このとき濃硝酸では NO_2 、希硝酸では NO が発生する。これを e^- を含んだイオン反応式で表すと次のようになる。



3 濃硝酸には、 Fe 、 Ni 、 Al などは溶けない。これは金属の表面に密な **酸化被膜** が生じて、内部が保護されるためである。この状態を **不動態** という。

4 硝酸は **光** や **熱** で分解しやすいので、**褐色** のびんに入れて **冷暗所** に保存する。

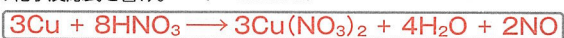
1 硝酸は **揮発** 性で、実験室では硝酸ナトリウム $NaNO_3$ に濃硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱することで発生させることができる。このときの化学反応式を書け。(⇒ p. 15 濃硫酸の不揮発性)



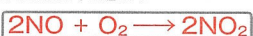
2 二酸化窒素 NO_2 は **刺激** 臭をもつ **赤褐色** の **有** 毒な気体で、銅に濃硝酸を加えて発生させることができる。このときの化学反応式を書け。(⇒ p. 17 酸化還元反応)



3 一酸化窒素 NO は **無** 色の気体で、銅に希硝酸を加えて発生させることができる。このときの化学反応式を書け。(⇒ p. 17 酸化還元反応)



4 **無** 色の NO は、空気中の酸素によりすぐに酸化され、**赤褐色** の NO_2 になる。このときの化学反応式を書け。



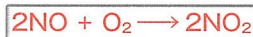
硝酸の工業的製法

硝酸 HNO_3 は、工業的にはアンモニア NH_3 の **酸化** によりつくられる。この硝酸の工業的製法は **オストワルト法** とよばれ、次のようにしてつくられる。

1 NH_3 を空気と混合し、 $800^\circ C$ で白金触媒を用いて酸化し、 NO と H_2O をつくる。このときの化学反応式を書け。



2 冷却し、 NO を空気中の O_2 で酸化して NO_2 とする。このときの化学反応式を書け。

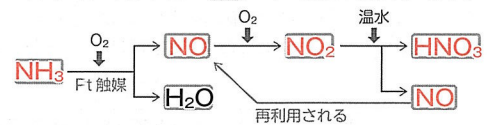


3 NO_2 を温水と反応させて HNO_3 と NO とする。このときの化学反応式を書け。

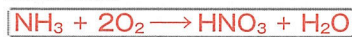


係数をつけにくいので、この3を覚えておくとよい。

5 オストワルト法を図に表す。図の□の中に適当な化学式を書け。

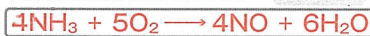


5 オストワルト法全体では、 NH_3 と O_2 から HNO_3 と H_2O が生じる。オストワルト法全体の化学反応式を書け。

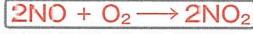


7 硝酸は、工業的には **オストワルト** 法によって大量に製造されている。**オストワルト** 法では、**白金** を触媒として、アンモニアを酸素と反応させて一酸化窒素とし、これをさらに酸化して二酸化窒素にしてから、温水に吸収させて、硝酸を製造する。

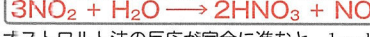
(1) 下線部(i)の化学反応式を書け。PtもOK



(2) 下線部(ii)の化学反応式を書け。



(3) 下線部(iii)の化学反応式を書け。



(4) オストワルト法の反応が完全に進むと、1 mol のアンモニアから何 mol の硝酸が得られるか。整数値で答えよ。

全体の反応式 $NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$ を見ると、1 mol の NH_3 から 1 mol の HNO_3 が得られることがわかる。

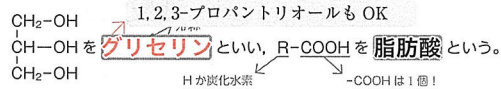
64 油脂

学習日
月
日

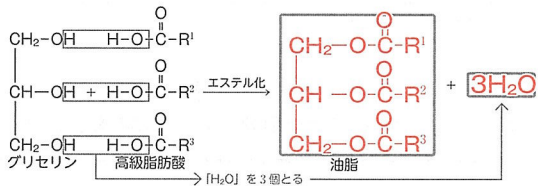
油脂の種類と構造

牛脂やゴマ油のような脂肪や油をまとめて**油脂**という。特に、牛脂や豚脂(ラード)のように常温で**固**体の油脂を**脂肪**、ゴマ油やオリーブ油のように常温で**液**体の油脂を**脂肪油**という。

C=C結合を多く含んでいる油脂は、融点が**低**く常温で**液**体となり、C=C結合が少ない油脂は融点が**高**く常温で**固**体となる。



油脂は、グリセリンと炭素数の多い脂肪酸(高級脂肪酸)との**エステル**である。
次の反応式を完成させよ。



☑ 1 天然の油脂を構成する脂肪酸 R-COOH の例には、次のようなものがある。R-に C=C結合をもたないものを**飽和脂肪酸**、C=C結合をもつものを**不飽和脂肪酸**という。次の表を完成させよ。

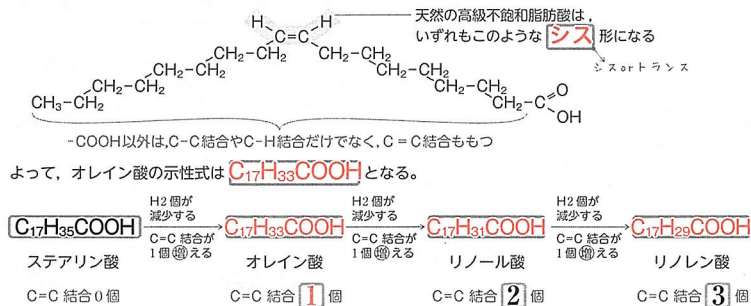
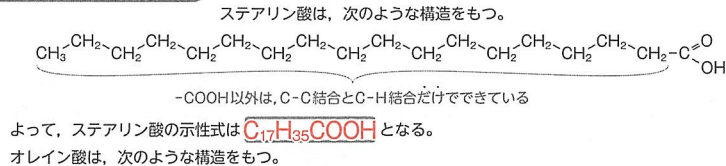
	示性式	名称	常温での状態	炭素数	C=C結合の数
飽和脂肪酸	C ₁₅ H ₃₁ COOH	パルミチン酸	固体	16	0
	C ₁₇ H ₃₅ COOH	ステアリン酸	固体	18	0
不飽和脂肪酸	C ₁₇ H ₃₃ COOH	オレイン酸	液体	18	1
	C ₁₇ H ₃₁ COOH	リノール酸	液体	18	2
	C ₁₇ H ₂₉ COOH	リノレン酸	液体	18	3

C_nH_{2n+1}の型は、C-C結合とC-H結合だけだから、C=C結合をもたない

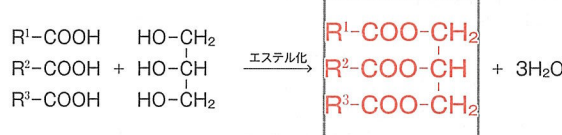
Hが2個減ると、その都度C=C結合が1個増える

「パル・ステ・オ・リ・レン」と覚える

油脂を構成する脂肪酸



☑ 2 油脂はグリセリンと高級脂肪酸とのエステルである。次の反応式を完成させよ。



まとめて、
3R-COOH + C₃H₅(OH)₃ → (R-COO)₃C₃H₅ + 3H₂O
と書くこともある。

☑ 3 (1) □ に脂肪・脂肪油・多・少な のいずれかを入れよ。

油脂 常温で

- 固体のもの → **脂肪** といい、C=C結合は**少ない**
例 牛脂、豚脂
- 液体のもの → **脂肪油** といい、C=C結合は**多い**
例 ゴマ油、オリーブ油

(2) 油脂を構成する脂肪酸の示性式を書け。

常温で固体 C=C結合なし		常温で液体		
① パルミチン酸	② ステアリン酸	③ オレイン酸	④ リノール酸	⑤ リノレン酸
C₁₅H₃₁COOH	C₁₇H₃₅COOH	C₁₇H₃₃COOH	C₁₇H₃₁COOH	C₁₇H₂₉COOH

22 ケイ素の製法とケイ素の化合物

学習日
月
日

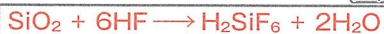
ケイ素の製法・ケイ素化合物の性質

ケイ素の単体は天然には存在**しない**ため、二酸化ケイ素 SiO₂ を炭素 C で**還元**してつくる。このとき、Siに加えてCOが発生する。この反応を化学反応式で書け。



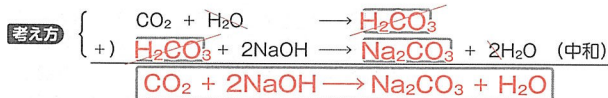
SiO₂は**シリカ**ともよばれ、天然には**石英**(岩石中)・**水晶**(大きな結晶)・**ケイ砂**(砂状)などとして存在している。

SiO₂は**酸性**化合物なので、塩酸 HCl などには溶け**ない**が、フッ化水素酸には例外的に溶ける。ガラスの主成分である SiO₂ とフッ化水素 HF の水溶液である**フッ化水素酸**との化学反応式を書け。



この反応で生じる H₂SiF₆ は**ヘキサフルオロケイ酸**という。このようにフッ化水素酸はガラスを溶かすため、**ボリエチレン**の容器に保存する。

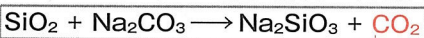
☑ 1 非金属の酸化物である CO₂ は水に少し溶けて**炭酸水**をつくり、弱**酸性**を示す酸化物なので、**酸性**酸化物とよばれる。この CO₂ と水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で書け。



☑ 2 酸性酸化物である SiO₂ を塩基である NaOH とともに加熱すると起こる反応の化学反応式を、1 でつづいた化学反応式を参考にして書け。☞ CO₂ を SiO₂ におきかえて考えよう



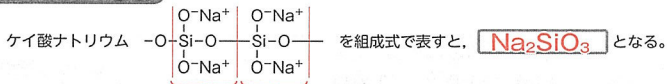
☑ 3 2 の反応で生じる Na₂SiO₃ を**ケイ酸ナトリウム**といい、酸性酸化物である SiO₂ と炭酸ナトリウム Na₂CO₃ などの塩基を反応させても生じる。このときの化学反応式を書け。



☑ 4 ケイ酸ナトリウム Na₂SiO₃ に水を加えて長時間加熱すると、粘性の大きな液体が得られる。これを何というか。

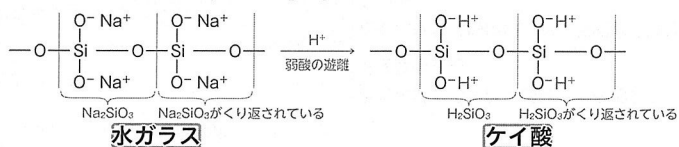
水ガラス

シリカゲルの製法



Na₂SiO₃ Na₂SiO₃ がくり返されている

ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると、粘性の大きな液体である**水ガラス**になる。これに塩酸 HCl を加えると弱酸の遊離が起こり、ケイ酸 H₂SiO₃ が生じる。



水ガラスに塩酸を加えたときの化学反応式を、上の図を参照しながら完成させよ。



このケイ酸を、加熱し乾燥したものが**シリカゲル**であり、**乾燥剤**や**吸着剤**などに用いられる。



☑ 5 次の(1), (2)の化学反応式を書け。

(1) 二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱する。



(2) 水ガラスに塩酸を加えると、ケイ酸 H₂SiO₃ を生じる。(⇒弱酸の遊離)



☑ 6 ケイ酸を加熱し乾燥した固体は**乾燥剤**や**吸着剤**などに用いられる。この固体を何というか。

シリカゲル

☑ 7 シリカゲルは小さなすきまが多くあるので、その表面積がきわめて**大き**く、気体や色素などを**吸着**することができる。また、表面に**親水性**の-OHの構造があるので、**水蒸気**を**吸着**する力が強い。

☑ 8 シリカゲルは、小さなすきまを多くもつ**多孔質**の固体で、**乾燥剤**や**吸着剤**などとして広く用いられる。

順不同
脱臭も OK

23 アルカリ金属 (水素H以外の1族元素)

学習日
月 / 日

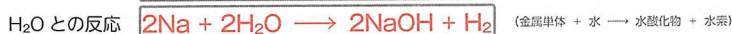
水素以外の1族元素を**アルカリ金属**といい、その単体はいずれも**銀白**色でやわらかい。
1族元素の原子は、いずれも価電子を**1**個もち、**1**価の**陽**イオンになりやすい。
次の表を完成させよ。

名称	元素記号	イオン式	密度	融点	反応性	炎色反応
リチウム	Li	Li ⁺	水より 小さい	高い	低い	赤 リアパー
ナトリウム	Na	Na ⁺	水より 小さい	↑	↓	黄 なぎ
カリウム	K	K ⁺	水より 小さい			赤紫 くり
ルビジウム	Rb	Rb ⁺	水より 大きい	↓	↑	赤
セシウム	Cs	Cs ⁺	水より 大きい			青

☑ 1 アルカリ金属の単体の(1)密度、(2)融点、(3)反応性 の順は、それぞれ次のようになる。不等号を入れて完成させよ。

- (1) 密度 ⇒ Li < Na < K < Rb < Cs
 (2) 融点 ⇒ Li > Na > K > Rb > Cs
 (3) 反応性 ⇒ Li < Na < K < Rb < Cs

☑ 2 アルカリ金属の単体は強い**還元剤**であり、空気中の酸素に速やかに酸化され、常温の水と激しく反応して水素を発生し、水酸化物になる。NaとO₂との化学反応式と、Naと常温の水との化学反応式をそれぞれ書け。



☑ 3 アルカリ金属の単体は、空気中の酸素や水と反応しやすいため**石油**中に保存する。
灯油もOK

☑ 4 Naは冷水と反応して水素を発生し、水酸化ナトリウムを生じる。このときの化学反応式を書け。



☑ 5 水酸化ナトリウムNaOHは、白色の固体で、空気中に放置すると空気中の水分を吸収して溶ける。この現象を何というか。**潮解**

☑ 6 炭酸ナトリウム十水合物Na₂CO₃・10H₂Oの結晶を空気中に放置すると、水和水の一部を失って白色粉末になる。この現象を何というか。**風解**

24 2族元素

学習日
月 / 日

2族元素はすべて**金属**元素であり、そのうち、Be、Mgを除くCa、Sr、Ba、Raの4種類の元素は**アルカリ土類金属**という。
2族元素の原子は、いずれも価電子を**2**個もち、**2**価の**陽**イオンになりやすい。
次の表を完成させよ。

名称	元素記号	イオン式	反応性	水との反応条件	炎色反応
ベリリウム	Be	Be ²⁺	低い	熱水と反応してH ₂ を発生し、Mg(OH) ₂ になる。	示さない
マグネシウム	Mg	Mg ²⁺	↑		常温の水と反応してH ₂ を発生し、Ca(OH) ₂ になる。化学式
カルシウム	Ca	Ca ²⁺		橙赤 積りるとう	
ストロンチウム	Sr	Sr ²⁺		常温の水と反応してH ₂ を発生し、Sr(OH) ₂ になる。	紅 するもくれない
バリウム	Ba	Ba ²⁺		常温の水と反応してH ₂ を発生し、Ba(OH) ₂ になる。	黄緑 馬カ

☑ 1 マグネシウムと熱水との反応を化学反応式で書け。



☑ 2 アルカリ土類金属の単体は、いずれも**常温**の水と反応して**水酸化物**と**水素**を生じる。Caと常温の水との反応を化学反応式で書け。



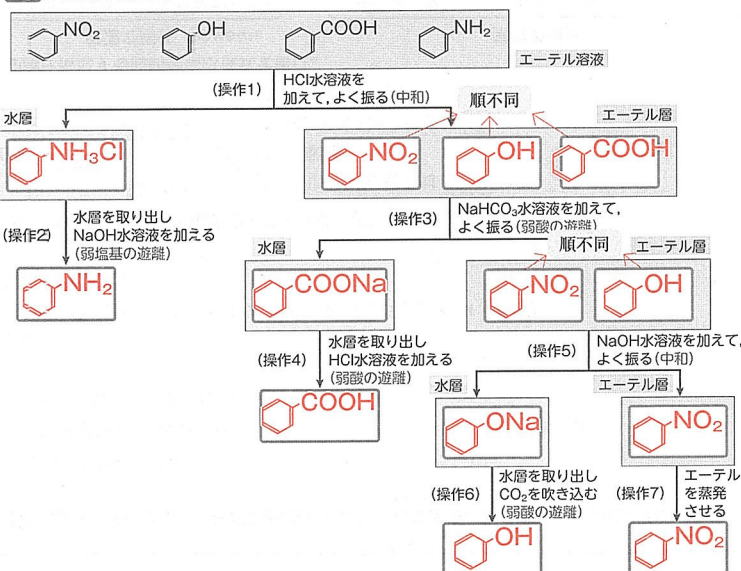
この反応で生じる水酸化カルシウムは**消石灰**ともよばれ、その飽和水溶液が**石灰水**である。

☑ 3 次の表を完成させよ。

名称	化学式	生石灰 or 消石灰
酸化カルシウム	CaO	生石灰 ともよばれる白色の固体。水を加えると、多量の 熱 を発生する。
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	消石灰 ともよばれる白色の粉末。飽和水溶液は 石灰水 という。
炭酸水素カルシウム	Ca(HCO ₃) ₂	水にCa ²⁺ と HCO₃⁻ に電離して溶ける。
炭酸カルシウム	CaCO ₃	石灰石 、 大理石 、 貝殻 などの主成分。水にほとんど溶け ない 。(沈殿)

☑ 5 ニトロベンゼン、フェノール、安息香酸、アニリンを溶かしたエーテル溶液を、下図のように分離した。

(1) □に適切な構造式を書け。



(2) (操作1)～(操作6)の化学反応式を書け。

- (操作1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$
 (操作2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
 (操作3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (操作4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaCl}$
 (操作5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$
 (操作6) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaHCO}_3$

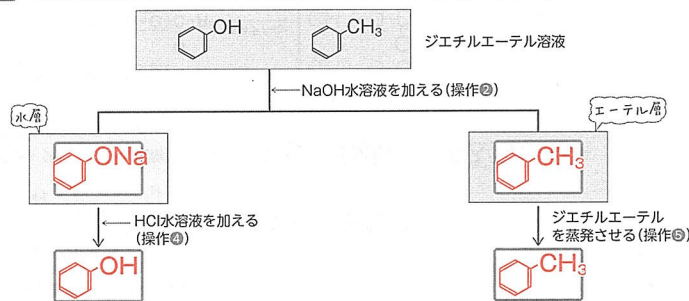
分液ろうどの使い方

NO₂ や CH₃ は、
ニトロベンゼン (ニトロ化合物) トルエン (炭化水素)
酸や塩基と反応しない**中**性物質である。

芳香族化合物に、次の①～⑤のような分離操作を行う。

- フェノールとトルエンを含むジエチルエーテル溶液を**分液ろうど**に入れる。
ガラス器具の名前
- ①に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜる。
- フェノールが水酸化ナトリウムにより中和され、水層に移る。
- 水層をとり出し、塩酸を加えて**フェノール**を得る。
化合物名
- 分液ろうどに残ったジエチルエーテル層をとり出して、ジエチルエーテルを蒸発させて**トルエン**を得る。
化合物名

☑ 4 上記の分離操作①～⑤は、次の図のように示す。□に適切な構造式を書け。



63 芳香族化合物の分離

学習日
月
日

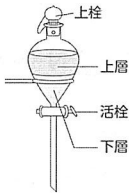
有機化合物の多くは、ジエチルエーテルなどの有機溶媒に溶けやすく、水に溶けにくい。ただし、有機化合物も塩になると水に溶けやすく、有機溶媒に溶けにくい。

次の表を完成させよ。また、溶媒についてはジエチルエーテル・水のどちらに溶けやすいか答えよ。

名称	アニリン	アニリン塩酸塩	フェノール	サリチル酸	サリチル酸ナトリウム
構造式	<chem>Nc1ccccc1</chem>	<chem>Nc1ccccc1.[Cl-]</chem>	<chem>Oc1ccccc1</chem>	<chem>O=C(O)c1ccccc1</chem>	<chem>[O-]C(=O)c1ccccc1.[Na+]</chem>
溶けやすい溶媒	ジエチルエーテル	水	ジエチルエーテル	ジエチルエーテル	水

ジエチルエーテル or 水

芳香族化合物の分離に使われる右のガラス器具を分液ろうどという。活栓を閉じておき、上栓をとり、ジエチルエーテルと水を入れると、上層はジエチルエーテル、下層は水となる。



1 次の中和反応の化学反応式を書け。

(1) 安息香酸と水酸化ナトリウムの中和反応



(2) フェノールと水酸化ナトリウムの中和反応



(3) アニリンと塩酸の中和反応



酸の強さと弱酸の遊離

酸の強さは、

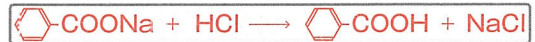


の順になり、弱い酸の塩に強い酸を加えると、次の反応が起こる。

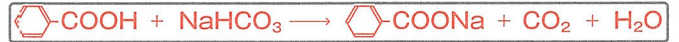


この反応を参考に、次の(1)~(3)の化学反応式を書け。

(1) 安息香酸ナトリウムと塩酸 弱酸の遊離



(2) 安息香酸と炭酸水素ナトリウム 弱酸の遊離



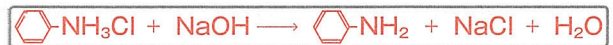
(3) ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素 弱酸の遊離



2 塩基の強さは、NaOH > C₆H₅NH₂ の順になり、弱い塩基の塩に強い塩基を加えると、次の反応が起こる。



この反応を参考に、アニリン塩酸塩と水酸化ナトリウムとの反応の化学反応式を書け。



3 酸の強さの順を利用し、次の反応の化学反応式を書け。ただし、反応が起こらないときは「反応しない」と書け。

(1) ナトリウムフェノキシドと塩酸 弱酸の遊離



(2) フェノールと炭酸水素ナトリウム 酸の強さが、CO₂ + H₂O > C₆H₅OH の順なので、反応しない。

反応しない

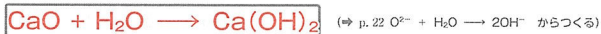
(3) 安息香酸ナトリウムと塩酸 弱酸の遊離



25 カルシウムの化合物

学習日
月
日

酸化カルシウム CaO は生石灰ともよばれる白色の固体で、水を加えると、多量の熱を発生しながら反応する。このときの化学反応式を書け。

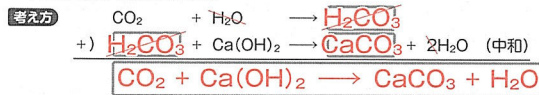


CaO は乾燥剤や発熱剤などに用いられる。

酸化カルシウムは、石灰石(主成分 CaCO₃)を強熱してつくる。このときの化学反応式を書け。

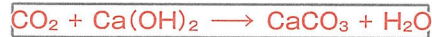


水酸化カルシウム Ca(OH)₂ は消石灰ともよばれる白色の粉末で、水に少し溶けて強い塩基性を示す。この飽和水溶液を石灰水といい、CO₂を通じると炭酸カルシウムの白色沈殿を生じる。このときの化学反応式を書け。

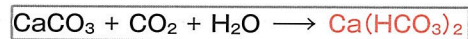


1 次の(1)~(3)の化学反応式を書け。

(1) 石灰水に二酸化炭素を通じると、白色沈殿を生じた。



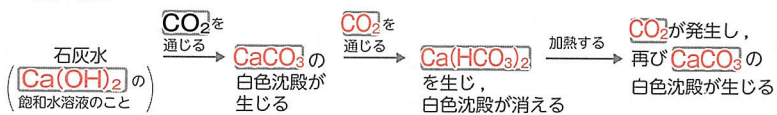
(2) (1)の水溶液に二酸化炭素を通じ続けると、炭酸水素カルシウム Ca(HCO₃)₂を生じた。Ca(HCO₃)₂は水に電離して溶けるので、白色沈殿が消えた。



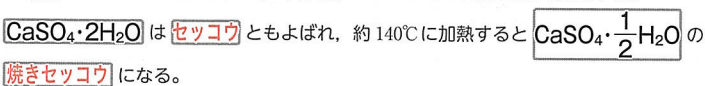
(3) (2)の白色沈殿が消えた水溶液を加熱すると、CO₂を発生し再び CaCO₃の白色沈殿が生じた。



2 適切な化学式を入れよ。



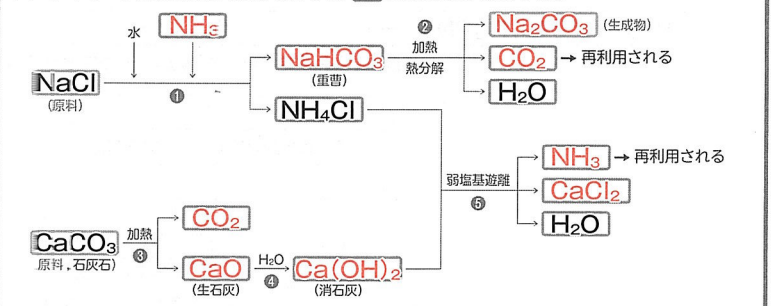
3 硫酸カルシウム CaSO₄ は、天然には CaSO₄・2H₂O として産出する。



26 アンモニアソーダ法

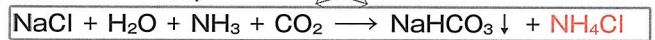
学習日
月
日

炭酸ナトリウム Na₂CO₃ はソーダ灰ともよばれ、ガラスやセッケンの製造原料などに用いられる。Na₂CO₃の工業的製法をアンモニアソーダ法という。ソルベー法も OK。アンモニアソーダ法の工程は、次のようになる。適切な化学式を入れよ。

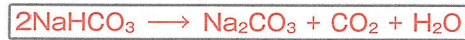


アンモニアソーダ法の工程(上の図)を見ながら、工程①~⑤の化学反応式を書け。

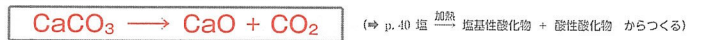
① NaClの飽和水溶液にNH₃を十分に溶かし、これにCO₂を吹き込むと、溶解度の小さいNaHCO₃が沈殿する。



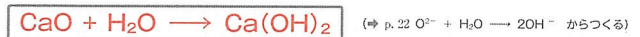
② ①で沈殿したNaHCO₃を加熱すると、炭酸ナトリウム、二酸化炭素、水に分解する。



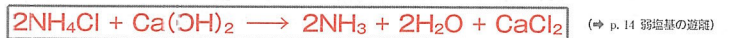
③ 石灰石(主成分 CaCO₃)を加熱する。



④ ③で生じたCaOを水に溶かす。



⑤ ①で生じたNH₄Clと④で生じたCa(OH)₂を反応させる。生じたNH₃は再利用される。



アンモニアソーダ法全体では、原料としてNaClとCaCO₃を用いてNa₂CO₃とCaCl₂を生成物として得る。このときの化学反応式を書け。

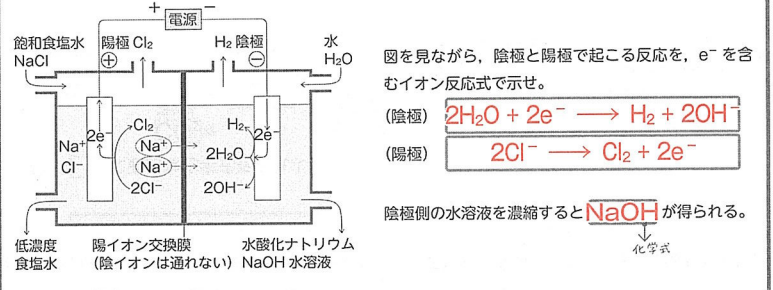


係数に注意

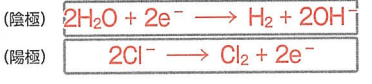
27 NaOHの工業的製法など

学習日
月
日

水酸化ナトリウム NaOH と塩素 Cl₂ は、工業的には陽イオンだけを通す膜(陽イオン交換膜)を用いて、塩化ナトリウム NaCl 水溶液を電気分解するイオン交換膜法で製造される。

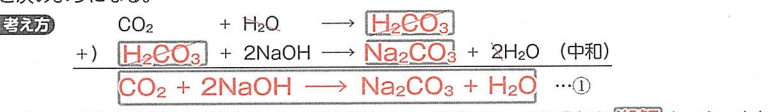


図を見ながら、陰極と陽極で起こる反応を、e⁻を含むイオン反応式で示せ。



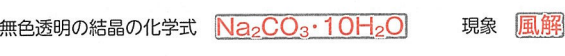
陰極側の水溶液を濃縮すると NaOH が得られる。

酸性酸化物である二酸化炭素と水酸化ナトリウム水溶液との反応を、化学反応式で書くようになる。

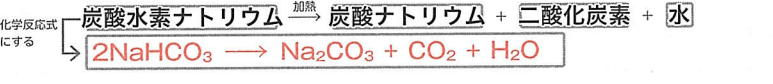


NaOHの固体を空気に放置すると、水蒸気を吸収して溶ける。この現象を潮解という。また、NaOHは空気中のCO₂を吸収し、①の反応を起こし炭酸ナトリウム Na₂CO₃を生じる。

炭酸ナトリウムの濃い水溶液を放置すると、水分が蒸発し無色透明の結晶が得られる。この結晶を空気に放置しておく、水和水の一部を失って、炭酸ナトリウム一水和物 Na₂CO₃・H₂O の白色粉末になる。無色透明の結晶の化学式と白色粉末になる現象の名称を答えよ。



炭酸水素ナトリウムは重曹ともよばれ、ベーキングパウダーや発泡入浴剤などに含まれている。炭酸水素ナトリウムを加熱すると分解し、炭酸ナトリウム、二酸化炭素、水を生じる。このときの化学反応式を書け。



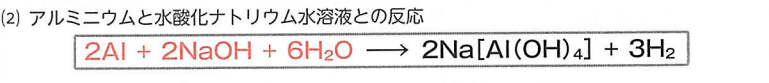
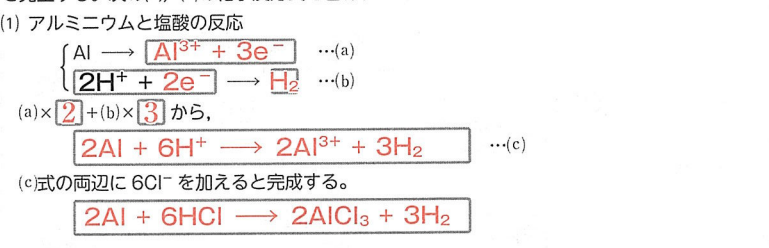
28 13族(アルミニウム)

学習日
月
日

アルミニウム(13族)

- [1] アルミニウム原子の原子番号、電子配置、価電子の数を答えよ。
原子番号は13。その電子配置はK(2)L(8)M(3)となり、価電子の数は3個である。
- [2] 地殻中の元素の存在比(質量%)の順は、O>Si>Al>Fe...の順になる。
- [3] 単体のアルミニウムは銀白色の軽くてやわらかい金属であり、ボーキサイト(原料鉱石)から得られる酸化アルミニウム Al₂O₃(アルミナ)の融解塩電解または溶融塩電解によりつくられる。
補足1 金属単体の色は、銅 Cu が赤色、金 Au が黄色であり、残りの金属単体のほとんどは銀白色・灰白色などと表される。
補足2 密度が 4~5 g/cm³ 以下の金属を軽金属、4~5 g/cm³ より大きな金属を重金属という。
アルカリ金属・アルカリ土類金属・Al は軽金属、ほとんどの遷移金属は重金属になる。
- [4] 高温で融解し、電気分解することを融解塩電解または溶融塩電解という。
- [5] 金属単体の電気伝導度・熱伝導度の順は、Ag>Cu>Au>Al...の順になる。
- [6] アルミニウムは、濃硝酸中では不動態となり、ほとんど反応が進まない。

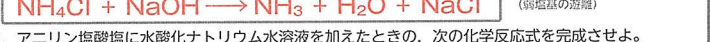
アルミニウムは両性元素であり、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶けて水素を発生する。次の(1)、(2)の化学反応式を書け。



アルミニウムは、空気中では表面に Al₂O₃ の緻密な酸化被膜を生じて内部まで酸化されず、濃硝酸にも溶けない。このような状態をどちらも不動態という。

アニリンの製法

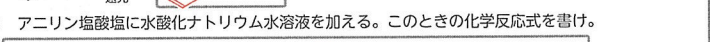
弱塩基の塩に強塩基を加えると、弱塩基の遊離が起こる。塩化アンモニウム NH₄Cl 水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えると起こる化学反応式を書け。



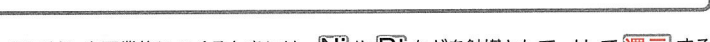
同様に、アニリン塩酸塩に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの、次の化学反応式を完成させよ。



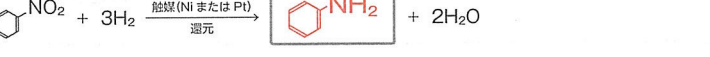
実験室では、アニリンは次のようにつくる。手順1 ニトロベンゼンを Sn(または Fe) と濃塩酸 HCl で還元し、アニリン塩酸塩とする。



手順2 アニリン塩酸塩に水酸化ナトリウム水溶液を加える。このときの化学反応式を書け。



アニリンを工業的につくる際には、Ni や Pt を触媒として、H₂ で還元する。次の化学反応式を完成させよ。



次の表を完成させよ。p-フェニルアゾフェノールも OK

名称	アニリン	アセトアニリド	塩化ベンゼンジアゾニウム	p-ヒドロキシアゾベンゼン
構造式				

アセトアニリドのもつ -N-C- 結合をアミド結合といい、この結合をもつ化合物はアミドという。アセトアニリドの構造式を書け。



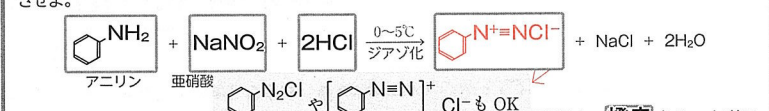
橙赤色で染料や色素などとして用いられている p-ヒドロキシアゾベンゼン(p-フェニルアゾフェノール)のもつ -N=N- をアゾ基という。p-ヒドロキシアゾベンゼンの構造式を書け。



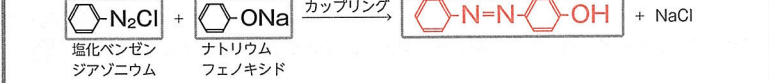
62 ジアゾ化, ジアゾカップリング

学習日
月
日

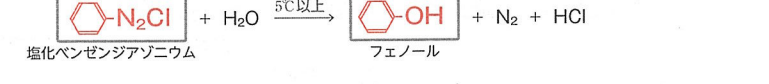
アニリンを希塩酸 HCl に溶かし 5℃ 以下に冷やしながらか、亜硝酸ナトリウム NaNO₂ 水溶液を加えると塩化ベンゼンジアゾニウムが生じる。この反応をジアゾ化という。次の化学反応式を完成させよ。



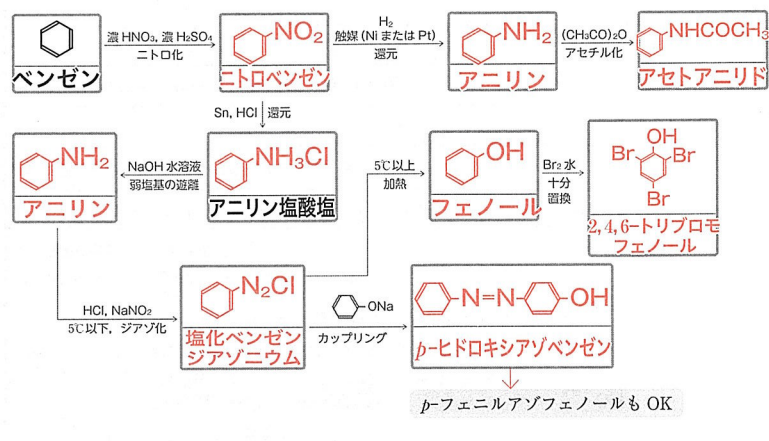
塩化ベンゼンジアゾニウムの Cl⁻ も OK 加えると、橙赤色の p-ヒドロキシアゾベンゼン(p-フェニルアゾフェノール)が生じる。-N=N- をアゾ基といい、この反応をカップリングまたはジアゾカップリングという。次の化学反応式を完成させよ。



塩化ベンゼンジアゾニウムは 5℃ 以下の低温では安定だが、その水溶液を温め 5℃ 以上にする、N₂ を発生し、フェノールを生じる。次の化学反応式を完成させよ。



該当する芳香族化合物の構造式や名称を記せ。



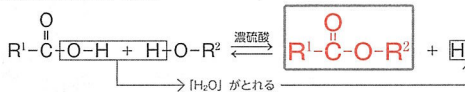
60 サリチル酸とその誘導体

学習日
月
日

次の表を完成させよ。また、塩化鉄(III) FeCl₃ で呈色するものには○, 呈色しないものには×をつけよ。

名称	サリチル酸	サリチル酸メチル	アセチルサリチル酸
構造式			
用途など	無色の結晶で、水に少し溶ける	無色の液体 消炎鎮痛剤(湿布薬)	無色の結晶 解熱鎮痛剤(飲み薬) アスピリンともいう
FeCl ₃ による呈色	○ → O or X	○	×

① カルボン酸 R¹-COOH とアルコール R²-OH の混合物に、濃 H₂SO₄ (触媒) を加えて加熱すると水分子がとれ、エステルが生じる。このエステルの生成反応を **エステル化** という。次の反応式を完成させよ。

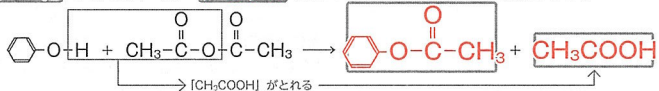


この反応を参考にして、サリチル酸とメタノールの混合物に濃 H₂SO₄ (触媒) を加えて加熱したときの化学反応式を書け。

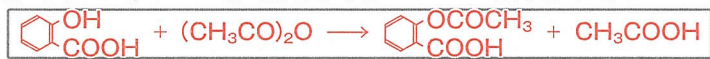


この反応で生じる芳香族化合物を **サリチル酸メチル** といい、**消炎** 鎮痛剤 (**湿布** 薬) として用いられる。

② フェノールと無水酢酸を反応させると、**酢酸フェニル** が生じる。この反応は **エステル化** であるが、特に **アセチル化** という。次の反応式を完成させよ。



この反応を参考にして、サリチル酸に無水酢酸を反応させたときの化学反応式を書け。



③ に構造式や名称を記せ。



61 アニリンの性質と製法

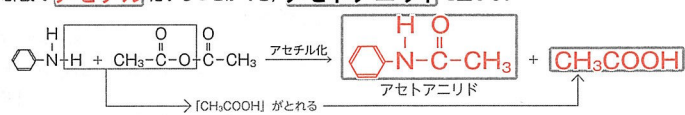
学習日
月
日

アニリンの性質

アンモニア H-N-H の H を炭化水素基 R- で置き換えた R-N-H のような化合物を **アミン** という。ベンゼン環の C 原子に -NH₂ が直接結合した化合物は **芳香族アミン** といい、代表的なものには $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ **アニリン** がある。

●アニリンの性質

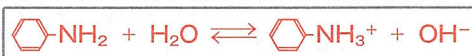
- ① 特有のにおいをもつ **無色の液体** で、**有毒**。
- ② ジエチルエーテルなどの有機溶媒によく溶ける。水にわずかに溶けて弱 **塩基** 性を示す。
- ③ 酸化され **やすい**。→ やすい or にくい
 - 例1 空气中に放置すると、徐々に **酸化** されて **赤褐色** になる。
 - 例2 さらし粉 (**酸化** 剤) の水溶液を加えると **酸化** され、**赤紫** 色を呈する。
 - 例3 ニクロム酸カリウム K₂Cr₂O₇ (**酸化** 剤) の硫酸酸性水溶液を加えると **酸化** され、水に溶けにくい **黒** 色物質を生じる。この物質は、**アニリンブラック** とよばれ、染料として用いられる。
- ④ 無水酢酸で **アセチル** 化することができ、**アセトアニリド** を生じる。



① アンモニアは、水によく溶けて電離し弱 **塩基** 性を示す。アンモニア水の電離するようすをイオン反応式で書け。



アニリンは水にわずかに溶けて電離し弱 **塩基** 性を示す。アンモニア水の電離のイオン反応式を参考に、アニリンの電離するようすをイオン反応式で書け。



② アンモニアと塩酸の中和反応の化学反応式を書け。



上の反応を参考にして、アニリンと塩酸の中和反応の化学反応式を書け。



アルミニウムの単体・化合物

アルミニウムを強熱すると、多量の **熱** や強い **光** を発生し、酸化アルミニウムになる。このときの化学反応式を書け。



また、アルミニウムの粉末と酸化鉄(III) Fe₂O₃ の粉末を混合して点火すると、激しく反応し、融解した鉄 Fe が得られる。この反応を **テルミット** 反応といい、**レールの溶接** などに利用されている。このときの化学反応式を書け。



アルミニウム表面に人工的に密な酸化被膜をつけた製品を **アルマイト** という。



アルミニウムの単体は、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも水素を発生して溶ける **両性** 元素であるが、濃硝酸には **不動態** となり溶けない。

③ (1) アルミニウム Al に **Cu** や **Mg** などを添加した合金を何というか。

ジュラルミン

(2) ルビーやサファイアの主成分の化学式を答えよ。

Al₂O₃

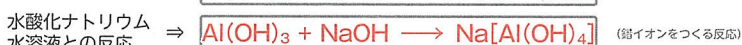
(3) ミョウバンのような複数の塩が結合した塩を何というか。また、ミョウバンの化学式を答えよ。

複塩 化学式: **AlK(SO₄)₂·12H₂O**

④ Al や Al₂O₃ は、いずれも酸や強塩基と反応して溶ける。このような元素や化合物をそれぞれ何というか。

元素: **両性** 元素 化合物: **両性** 化合物

⑤ Al(OH)₃ は両性水酸化物で、塩酸や水酸化ナトリウム水溶液と反応して溶ける。このときの化学反応式をそれぞれ書け。



⑥ Al は常温の水とは反応 **しない** が、**高温の水蒸気** とは反応し **水素** を発生する。

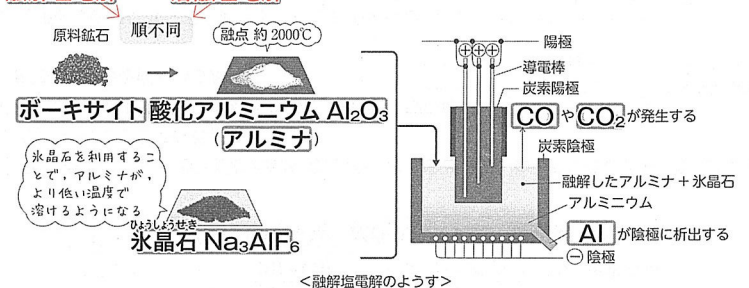
H₂ も OK

⑦ AlK(SO₄)₂·12H₂O は **ミョウバン** といい、**正八面体** 形の無色透明な結晶になる。この水溶液は弱い **酸性** を示す。

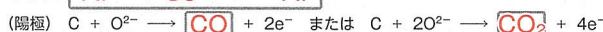
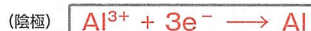
29 アルミニウムの精錬

学習日
月
日

イオン化傾向の大きな Al の単体は、Al³⁺ を含む水溶液の電気分解では得られ **ない**。そのため、アルミニウムの酸化物 **Al₂O₃** を融解し、液体とし、これを電気分解して Al をつくる。この操作を **融解塩電解** または **溶融塩電解** という。



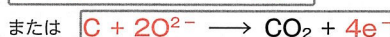
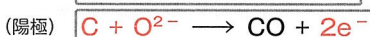
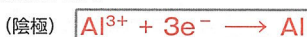
アルミニウムの鉱石である **ボーキサイト** Al₂O₃·nH₂O を精製して得られる酸化アルミニウム Al₂O₃ (**アルミナ** とよぶ) を **氷晶石** Na₃AlF₆ とともに、**炭素** 電極を用いて **融解塩** 電解することで Al を製造する。このとき、Al は **陰** 極に析出する。陰極と陽極で起こる e⁻ を含んだイオン反応式を完成させよ。



① アルミナ Al₂O₃ は融点が約 2000℃ と高いが、**氷晶石** Na₃AlF₆ を約 1000℃ に加熱し融解させたものには、次のように電離して溶解する。イオン反応式を完成させよ。



また、この溶液を炭素電極を用いて電気分解したときの、陰極と陽極の e⁻ を含んだイオン反応式を完成させよ。



30 亜鉛とその化合物

学習日
月
日

亜鉛 Zn, カドミウム Cd, 水銀 Hg は, 12 族に属する **典型元素** であり, 2 個の価電子をもち 2 個の陽イオンになりやすい。

亜鉛は, アルミニウム, スズ, 鉛と同じ **両性元素** であり, 酸や強塩基の水溶液と反応して **水素** を発生する。
 H_2 も OK
 両性元素 → Al, Zn, Sn, Pb, ...
 Zn は常温の水とは反応しないが, 高温の水蒸気とは反応し **水素** を発生する。

酸化亜鉛 ZnO は 白色の粉末で, 酸化アルミニウム Al_2O_3 と同じ **両性** 酸化物であり, 酸や強塩基の水溶液と反応して溶ける。ZnO は **亜鉛華** ともいわれ, 白色の絵の具や **医薬品** などに用いられる。

水酸化亜鉛 $Zn(OH)_2$ は, 水酸化アルミニウム $Al(OH)_3$ と同じ **両性** 水酸化物であり, 酸や強塩基の水溶液と反応して溶ける。

① Zn, ZnO, $Zn(OH)_2$ は, いずれも両性であり, 酸や強塩基の水溶液と反応する。次の化学反応をそれぞれ化学反応式で書け。

(1) $Zn(OH)_2$ の反応

① HCl 水溶液との反応 (中和反応)



② NaOH 水溶液との反応 (錯イオンをつくる反応)



(2) ZnO の反応

① HCl 水溶液との反応 (⇒ p. 22 $O^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O$ からつくる)



② NaOH 水溶液との反応 (錯イオンをつくる反応)



(3) Zn の反応

① HCl 水溶液との反応 (⇒ p. 16 Zn は Zn^{2+} へ, $2H^+$ は H_2 へと変化する)



② NaOH 水溶液との反応 (錯イオンをつくり, 水素を発生する)

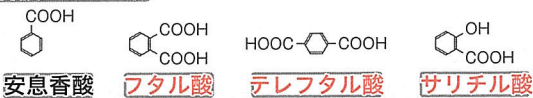


59 芳香族カルボン酸

学習日
月
日

芳香族カルボン酸の性質と反応

ベンゼン環の C 原子に直接 -COOH (カルボキシ) 基が結合した化合物を **芳香族カルボン酸** という。次の芳香族カルボン酸の名称を答えよ。



トルエンを中性～塩基性の $KMnO_4$ 水溶液と反応させると, ベンゼン環に結合した炭化水素基 -CH₃ (側鎖) が酸化され, 最終的にカルボキシ基 -COOH となる。



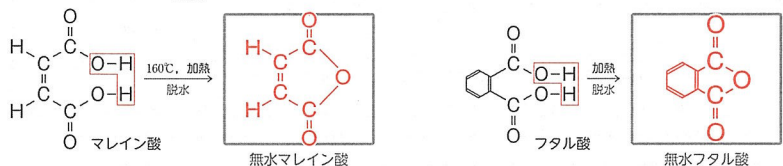
① ベンゼン環の側鎖は酸化されると, 炭素の数に関係なく -COOH に変化する。次の に構造式や名称を入れよ。

(1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\xrightarrow{KMnO_4, \text{酸化}}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (安息香酸) $\xrightarrow{HCl \text{ 水溶液, 弱酸の遊離}}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (安息香酸)

(2) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ (ortho) $\xrightarrow{KMnO_4, \text{酸化}}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ (ortho) (フタル酸) $\xrightarrow{\text{希 } H_2SO_4, \text{弱酸の遊離}}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ (ortho) (フタル酸)

(3) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ (para) $\xrightarrow{KMnO_4, \text{酸化}}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ (para) (テレフタル酸) $\xrightarrow{HCl \text{ 水溶液, 弱酸の遊離}}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ (para) (テレフタル酸)

② シス形のマレイン酸は -COOH 同士が近いので, 加熱すると分子内で脱水して, 酸無水物を生じる。同様に, フタル酸も -COOH 同士が近く, 加熱すると分子内で脱水して, 酸無水物を生じる。 に構造式を入れよ。



31 遷移元素

学習日
月
日

遷移元素は, 周期表の 3 ~ 11 族の元素をいい, すべて **金属** 元素である。
金属 or 非金属

●遷移元素の特徴

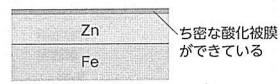
- [1] 最外殻電子の数を 2 個または 1 個に保ったまま, 内側の電子殻に電子が配置される。
- [2] 周期表で, たてに並んだ元素だけでなく, 横に並んだ元素どうしの性質も **似ている** ことが多い。
- [3] 単体は, 密度が **大き** く, 融点の **高** いものが多く, 電気や熱の伝導性も大きい。
(補足) 電気・熱伝導度の頂は, Ag > Cu > Au > Al > ...
- [4] 同一の元素が, 複数の **酸化数** をとることが多い。
- [5] イオンや化合物には, **青色** のものが多い。
例) Fe^{2+} 水溶液: 淡緑色 Fe^{3+} 水溶液: 黄褐色 CuO : 黒色 Cu_2O : 赤色

① ある金属と他の金属を融解し混ぜ合わせた後に固めたものを **合金** といい, 遷移元素やアルミニウムは合金をつくりやすい。次の表を完成させよ。

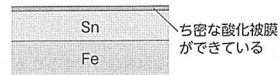
合金の名称	組成 (○は主成分)	特徴・用途
青銅	$Cu-Sn$	さびにくく加工しやすい。銅像, 鐘など
黄銅	$Cu-Zn$	加工しやすい。楽器, 5円硬貨など
白銅	$Cu-Ni$	加工しやすい。50円硬貨, 100円硬貨など
ステンレス鋼	$Fe-Cr-Ni$	さびにくい。刃物など
ニクロム	$Ni-Cr$	電気抵抗が 大き い。電熱線など
ジュラルミン	$Al-Cu-Mg-Mn$	軽くて丈夫。航空機など

② 金属の表面を別の金属でおおふ操作を, めっきという。めっきすることで, 金属の腐食(さび)を防ぐことができる。

(1) 鉄 Fe の表面に亜鉛 Zn をめっきして, Fe がさびるのを防いだものを何というか。



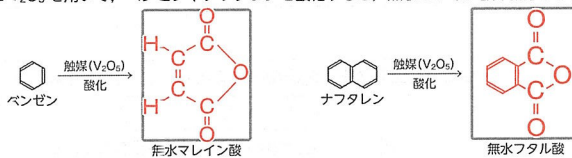
(2) 鉄 Fe の表面にスズ Sn をめっきしたものを何というか。



ベンゼン環の酸化

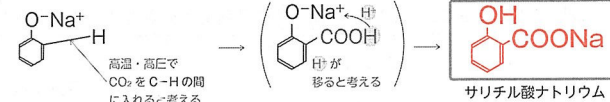
ベンゼン環は酸化されにくい。ただし, 触媒に酸化バナジウム(V) V_2O_5 を用いて高温にすると酸化される。次の に構造式を入れよ。

触媒に V_2O_5 を用いて, ベンゼンやナフタレンを酸化すると, 無水マレイン酸や無水フタル酸が生じる。

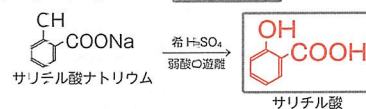


③ ナトリウムフェノキシドに **高温・高圧** のもとで CO_2 を反応させると **サリチル酸ナトリウム** が生じる。

考え方



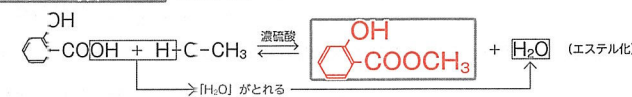
サリチル酸ナトリウムに サリチル酸のもつ -COOH (カルボキシ) 基よりも強い酸性を示す希 H_2SO_4 を加えると **サリチル酸** が遊離する。



④ サリチル酸は -COOH と -OH をもつので, カルボン酸とフェノール類の性質を示す。

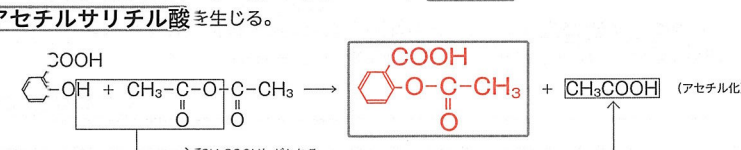
(1) カルボン酸としての反応

サリチル酸にメタノール CH_3OH と濃 H_2SO_4 (触媒) を作用させると, **エステル** 化により **サリチル酸メチル** を生じる。



(2) フェノール類としての反応

サリチル酸に無水酢酸 $(CH_3CO)_2O$ を作用させると, **アセチル** 化により **アセチルサリチル酸** を生じる。

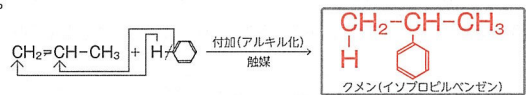


58 フェノールの合成

学習日
月
日

現在、日本では、フェノールはクメン法で合成される。

手順1 まず、触媒を用いて、ベンゼンとプロパンからクメン(イソプロピルベンゼン)をつくる。

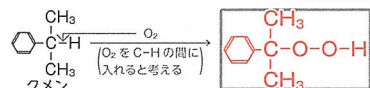


この反応はベンゼンにプロパンを付加させているため付加反応となるが、



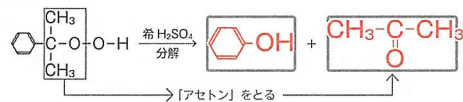
ベンゼンの-HがCH₃-CH-イソプロピル基に置き換わった化合物を生じるのでイソプロピル化、または、イソプロピル基はアルキル基なのでアルキル化ともいう。

手順2 次に、クメンを空気中のO₂で酸化して、クメンヒドロペルオキシドをつくる。



クメンヒドロペルオキシドは、-O-O-結合をもつ。-O-O-結合をもつものは、過酸化物という。

手順3 最後に、クメンヒドロペルオキシドに希硫酸H₂SO₄を加えて分解すると、フェノールとアセトンが生じる。



1 ベンゼンスルホン酸ナトリウムやクロロベンゼンから、フェノールを最終的に得る際には、「固体のNaOHと融解状態で反応させる」、「NaOH水溶液を高温・高圧で反応させる」などの特別な条件が必要になる。また、この条件で生じる化合物は、フェノールがNaOHで中和されたときに生じるナトリウムフェノキシドになる。

- (1) 下線の操作を何というか。アルカリ融解
- (2) □に構造式や名称を書け。

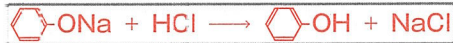


2 酸の強さは、H₂SO₄、HCl > R-COOH > CO₂ + H₂O > C₆H₅-OHの順になる。次の(1)と(2)の化学反応式を書け。

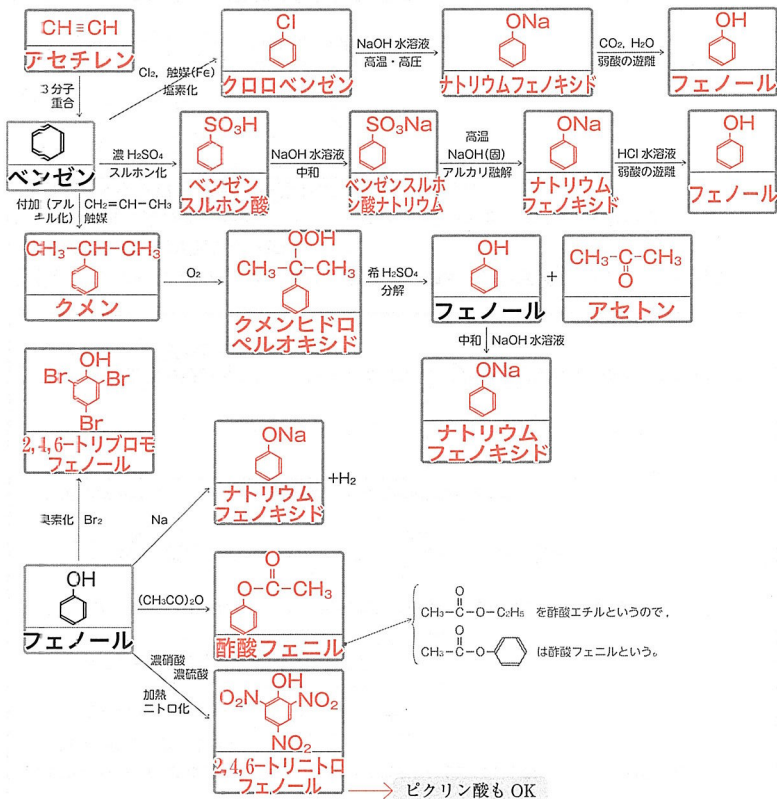
(1) ナトリウムフェノキシドの水溶液に、二酸化炭素を通じた。弱酸の遊離



(2) ナトリウムフェノキシドの水溶液に塩酸を加えた。弱酸の遊離



3 □に該当する化合物の構造式や名称を記せ。



32 銅 Cu

学習日
月
日

銅 Cu

黄銅鉱(主成分CuFeS₂)から得られる粗銅(純度約99%)を電解精錬によって純銅(純度約99.99%以上)にすることで、銅Cuの単体を得る。

●銅Cuの性質

- [1] 赤色のやわらかい金属で展性・延性に富み、電気や熱の伝導性が大きい。
 補足1 金属単体の色は、Cu:赤色, Au:黄(金)色。残りの金属単体のほとんどは銀白色・灰白色などと表される。
 補足2 金属単体の電気伝導度・熱伝導度の順は、Ag > Cu > Au > Al...の順。
- [2] 湿った空気中では徐々に酸化され、緑青とよばれる緑色のさびを生じる。
- [3] イオン化傾向は水素H₂より小さく、塩酸HClや希硫酸H₂SO₄とは反応しないが、希硝酸にはNO、濃硝酸にはNO₂、熱濃硫酸にはSO₂を発生して溶ける。
- [4] 銅と亜鉛の合金を黄銅、銅とスズの合金を青銅、銅とニッケルの合金を白銅という。

- 1 次の(1)~(9)の色を答えよ。
 (1) 銅単体:赤色 (2) Cu²⁺の水溶液:青色 (3) Cu(OH)₂:青白色
 (4) [Cu(NH₃)₄]²⁺:深青色 (5) CuS:黒色 (6) CuO:黒色
 (7) Cu₂O:赤色 (8) CuSO₄・5H₂O:青色 (9) CuSO₄:白色
 濃青もOK

2 湿った空気中で生じる銅のさびを何というか。緑青

3 次の(1), (2)の銅の合金の名称と組成を答えよ。ブロンズもOK

- (1) 銅像や鐘などに利用される合金:青銅, 組成はCu-Sn
- (2) 楽器や5円硬貨などに利用される合金:黄銅, 組成はCu-Zn

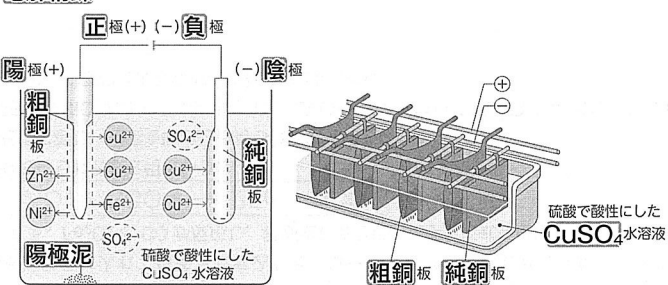
4 次の(1), (2)の□の中に化学式を入れよ。

- (1) 銅を空気中で加熱すると黒色のCuOになり、1000℃以上の高温で加熱すると赤色のCu₂Oになる。
- (2) 銅は熱濃硫酸にSO₂を発生して溶ける。この水溶液から析出させることのできる青色結晶のCuSO₄・5H₂Oを加熱すると、水和水をすべて失って、白色粉末状のCuSO₄になる。この白色の無水物は水に触れると再び青色結晶に戻るため氷の検出に使われる。

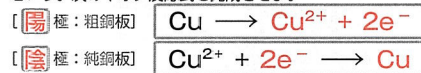
銅の電解精錬

黄銅鉱(化学式CuFeS₂)を製錬すると、粗銅(純度約99%)が得られる。

●銅の電解精錬のようす



粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、硫酸で酸性にしたCuSO₄の水溶液に入れ電気分解すると、粗銅板ではCuがCu²⁺となって溶け出し、純銅板上にCuが析出する。この操作を銅の電解精錬という。次のイオン反応式を完成させよ。



このとき、粗銅中に不純物として含まれている銅よりイオン化傾向の大きいZn, Fe, Niは、それぞれZn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺になって溶け出す。一方、銅よりイオン化傾向の小さいAu, Agは、陽イオンにならずに粗銅板からはがれ落ち、陽極の下に沈殿する。これを陽極泥という。

5 銅の電解精錬について□の中に適切な語句を入れよ。

陽極:粗銅板
陰極:純銅板

電解質水溶液は、硫酸で酸性にしたCuSO₄水溶液を用いる

<粗銅板のようす>

大 ← イオン化傾向 → 小

Zn > Fe > Ni > Cu > Ag > Au

2価の陽イオンとなって溶液中に溶け出す

陽極泥として沈殿する

6 塩基性酸化物である酸化銅(II)は、黒色で希硫酸H₂SO₄に溶ける。このときの化学反応式を書け。(⇒ p.22 O²⁻ + 2H⁺ → H₂O よりつくる)



7 CuSO₄・5H₂Oの青色結晶を150℃に加熱すると、結晶水を失って白色粉末になる。このときの化学反応式を書け。(白色粉末 ⇒ CuSO₄)



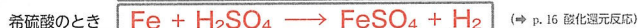
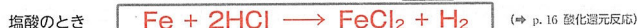
33 鉄 Fe

学習日
月
日

鉄 Fe

鉄は、地殻中に多く含まれている。地殻中に多く存在する元素の順は、
O > Si > Al > Fe の順になる。

Fe は灰白色の金属で、塩酸 HCl や希硫酸 H₂SO₄ と反応して Fe²⁺ になる。このときの化学反応式を書け。



Fe は濃硝酸には **不動態** となり、溶け **ない**。

鉄は湿った空气中で **酸化** され、酸化鉄(III) Fe₂O₃ (**赤褐色**) を含む **赤さび** を生じる。これに対して、鉄は空气中で強く熱すると **酸化** され、四酸化三鉄 Fe₃O₄ (**黒**) を生じる。Fe₃O₄ は **黒さび** の主成分である。

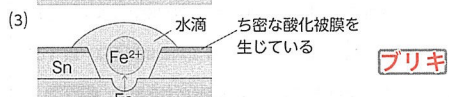
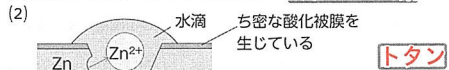
✓ 1 次の(1)~(8)の色を答えよ。

- (1) Fe²⁺ の水溶液: **淡緑** 色 (2) Fe³⁺ の水溶液: **黄褐** 色 (3) Fe(OH)₂: **緑白** 色
 (4) Fe(OH)₃: **赤褐** 色 (5) FeS: **黒** 色 (6) Fe₂O₃: **赤褐** 色
 (7) Fe₃O₄: **黒** 色 (8) FeSO₄·7H₂O: **淡緑** 色
 青緑も OK

✓ 2 次の合金やめっきした鋼板の名称を答えよ。

(ただし、(2)と(3)は、めっきした鋼板に傷がついて Fe が露出している。)

(1) 鉄とクロム、ニッケルの合金 **ステンレス鋼**



補足 Fe, Zn, Sn のイオン化傾向の順は、**Zn > Fe > Sn** の順であるため、**トタン** では傷がついて Fe が露出しても、イオン化傾向の大きい Zn が先に酸化され **Zn²⁺** になることで、Fe の腐食(さび)を防ぐことができる。

一方、**ブリキ** では、Fe が Sn よりもイオン化傾向が大きく、先に酸化され **Fe²⁺** になることで、Fe の腐食(さび)が進行してしまう。

✓ 3 Fe は高温の水蒸気と反応する。このときの化学反応式を書け。(四酸化三鉄を生じる)



鉄の製錬

鉄の製錬には、赤鉄鉱(主成分 Fe₂O₃)や磁鉄鉱(主成分 Fe₃O₄)などの鉄鉱石を用いる。

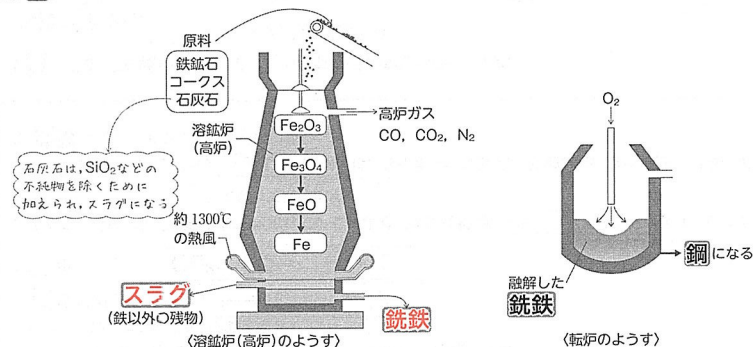
赤鉄鉱(主成分 Fe₂O₃)は、コークス C の燃焼で生じた CO によって溶鉱炉(高炉)内で次々と還元され、Fe になる。このときの化学反応式を書け。



溶鉱炉で得られる鉄に **銹鉄** とよばれ、約 4% の C を含み硬くて **もろく**、展性・延性に **とぼしい**。マンホールのふたなど **鑄物** に用いられる。

銹鉄 を転炉に移して O₂ を吹き込み、酸化により C の量を減らした鉄を **鋼** という。硬くて **粘り強い** ので、鉄骨やレールなど広く用いられる。

✓ 4 次の図は鉄の製錬のようすを表している。



(1) 原料として鉄鉱石、コークス、石灰石を利用する。これらの化学式を答えよ。

赤鉄鉱は **Fe₂O₃**、磁鉄鉱は **Fe₃O₄**、コークスは **C**、石灰石は **CaCO₃**

(2) 原料を溶鉱炉に入れて熱風を吹き込むと、コークス C から発生した CO が Fe₂O₃ などを **還元** する。Fe₂O₃ と CO が反応し、鉄が生じるときの化学反応式を書け。



(3) 溶鉱炉で得られる鉄を何というか。 **銹鉄**

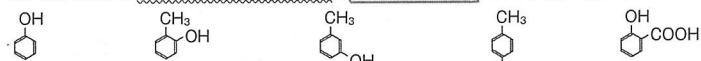
(4) (3)を転炉に移し、酸素を吹き込み得られる鉄を何というか。 **鋼**

(5) 鉄鉱石中の SiO₂ などの不純物は、CaCO₃ の熱分解で生じる **CaO** と反応し、CaSiO₃ などとなって、銹鉄の上に浮かぶ。これを何というか。 **スラグ**

56 フェノールの名称と性質

学習日
月
日

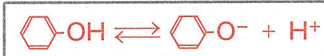
ベンゼン環の C 原子に -OH が直接結合した化合物を **フェノール類** という。次の名称を答えよ。



●フェノールの性質

① フェノールは、水に少し溶け、その水溶液は弱い **酸性** を示す。

フェノールが水溶液中で電離するようすをイオン反応式で表せ。

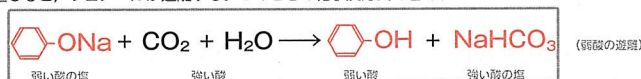


注意 同じ -OH **ヒドロキシ** 基をもっているが、アルコール R-OH の水溶液は **中性** になる。

また、酸の強さは、



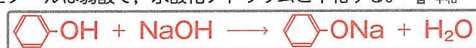
の順になるので、ナトリウムフェノキシド C₆H₅ONa の水溶液に、フェノールより **強い** 酸である CO₂ を通じると、フェノールが遊離する。このときの化学反応式を書け。



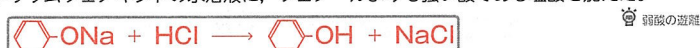
② 塩化鉄(III) FeCl₃ 水溶液を加えると **フェノール類** は **紫** 系の色になる。

✓ 1 次の(1)、(2)の化学反応式を書け。

(1) フェノールは弱酸で、水酸化ナトリウムと中和する。 **中和**



(2) ナトリウムフェノキシドの水溶液に、フェノールよりも強い酸である塩酸を加えた。



✓ 2 構造式を書き、塩化鉄(III) FeCl₃ で呈色するものに○、呈色しないものに×をつけよ。

名称	フェノール	o-クレゾール	サリチル酸	ベンジルアルコール	アセチルサリチル酸
構造式					
FeCl ₃	○	○	○	×	×

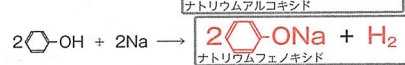
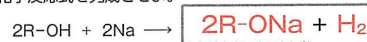
○-OH の形が必要なので×

57 フェノールの反応

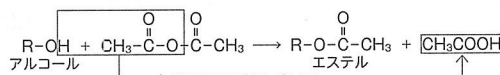
学習日
月
日

[1] フェノールは、アルコール R-OH と同じようにナトリウム Na と反応し、水素を発生する。

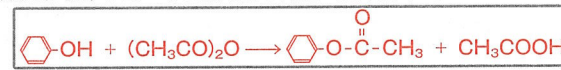
次の化学反応式を完成させよ。



[2] フェノールやアルコール R-OH は、無水酢酸 (CH₃CO)₂O と反応してエステルを生じる。



この反応を参考に、フェノールと無水酢酸との反応の化学反応式を書け。



この反応は **エステル化** だが、-OH の H が CH₃-C(=O) **アセチル** 基に置き換わった化合物を生じるので **アセチル** 化ともいう。

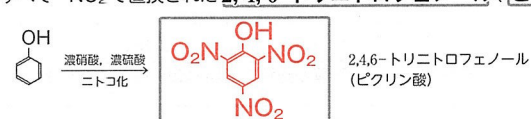
✓ 1 フェノールは、ベンゼンよりも置換反応が起こり **やすく**、特にベンゼン環の *o*、*p*-位置で置換反応が起こりやすい。

(1) フェノールに臭素水を十分加えると、*o*-位と *p*-位の H がすべて Br で置換された **2,4,6-トリブロモフェノール** の **白** 色沈殿が生じる。



この反応は、**フェノール** の検出に利用される。

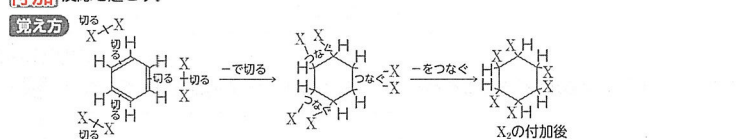
(2) フェノールに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えて加熱すると、最終的に *o*-位と *p*-位の H がすべて -NO₂ で置換された **2,4,6-トリニトロフェノール** (**ピクリン酸**)が生じる。



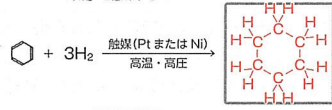
2,4,6-トリニトロフェノールは、**黄** 色の結晶で、**爆薬** の原料になる。その水溶液は強 **酸性** を示す。

55 ベンゼンの付加反応・まとめ

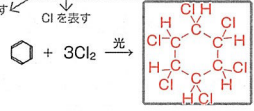
ベンゼン環の不飽和結合は安定で、アルケンなどのC=C結合に比べて付加反応を起こしにくい。しかし、特別な条件(触媒を用いて高温・高圧下で反応させる)、「光(紫外線)を当てる」など)のもとでは付加反応を起こす。



(1) ベンゼンに白金PtやニッケルNiを触媒として、高温・高圧のもとで水素H₂を反応させると付加反応が起こり、シクロヘキサンが生じる。



(2) ベンゼンに、光(紫外線)を当てながら塩素Cl₂を反応させると付加反応が起こり、ヘキサクロシクロヘキサン(ベンゼンヘキサクロリド(BHC))が生じる。

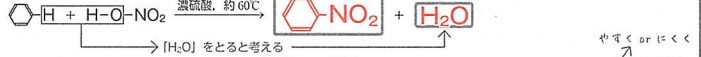


1 該当する化合物の構造式や名称を記せ。

ベンゼン環の反応性まとめ図。アセチレンの3分子重合でベンゼンが生成し、そこから様々な付加反応や置換反応が示されている。

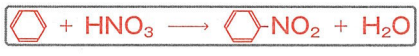
33 ニトロ化

ベンゼンに濃硝酸HNO₃と濃硫酸H₂SO₄の混合物(混酸)を加えて約60℃にすると、ベンゼン環の-Hが-NO₂により置換されたニトロベンゼンが生じる。H原子がニトロ基-NO₂で置換される反応をニトロ化という。このときの化学反応式を完成させよ。

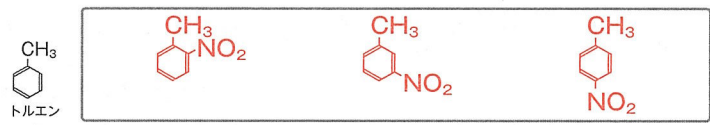


ニトロベンゼンは、特有においをもつ淡黄色の液体(純粋なものは無色)で、水に溶けにくく、水よりも重いため水に沈む。

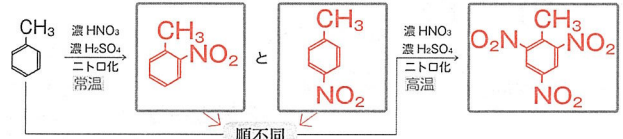
3 (1) ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加え、約60℃で反応させると、ニトロベンゼンが生じる。
(2) (1)の化学反応式を書け。



4 トルエンのもつベンゼン環のH原子1個をニトロ基で置換したすべての異性体を構造式で書け。



5 トルエンを常温で混酸を用いてニトロ化すると、主にo-ニトロトルエンとp-ニトロトルエンが生じる。トルエンを高温で混酸を用いてニトロ化すると、o-位とp-位のHがすべてニトロ基で置換された2,4,6-トリニトロトルエンが生じる。に構造式を書け。



6 2,4,6-トリニトロトルエン(略称TNT)という。黄色の結晶で火薬の原料になる。

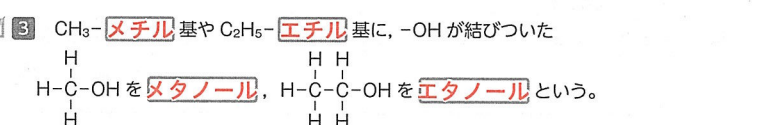
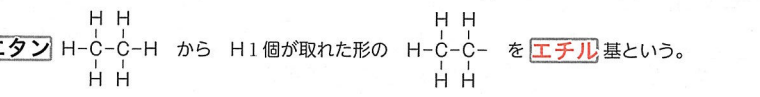
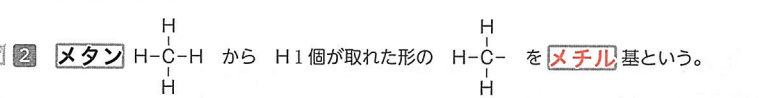


34 有機化合物の特徴

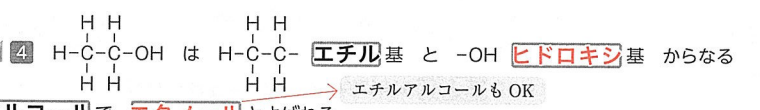
有機化合物…炭素原子を骨格とする化合物
無機化合物…有機化合物以外の化合物
ただし、COやCO₂(酸化物)、CaCO₃(炭酸塩)などの簡単な炭素化合物は、無機化合物として扱う。

有機化合物を構成する元素は、C, H, O, N, S, P, ハロゲンなどで、元素の種類は少ない。
有機化合物の特徴
[1] 分子でできた物質であり、融点と沸点が低いものが多い。
[2] 水には溶けにくい、ジエチルエーテルなどの有機溶媒に溶けやすいものが多い。

1 炭素と水素からできた化合物を炭化水素といい、炭素と水素からできている基を炭化水素基という。



このように有機化合物は、炭化水素基に-OHのような有機化合物の性質を示す官能基が結びついた構造をもつ。また、-OHをヒドロキシ基とよび、-OHをもつ化合物はアルコールとよばれる。



アルコールで、エタノールとよばれる。このように、原子の結合のようすを価標(-)を用いて表したものを構造式という。また、CH₃-CH₂-OHのように、水素の価標を省略した構造式は簡略構造式という。

35 官能基

有機化合物は、炭化水素基と官能基の構造をもつ。
メタノール、酢酸

次の官能基の表を完成させよ。

官能基の構造	官能基の名称	化合物の一般名	有機化合物の例
-OH	ヒドロキシ基	アルコール	C ₂ H ₅ -OH エタノール
		フェノール類	ベンゼン環-OH フェノール
-C(=O)H	アルデヒド基	アルデヒド	CH ₃ -CHO アセトアルデヒド
>C(=O)	ケトン基	ケトン	CH ₃ -C(=O)-CH ₃ アセトン
-C(=O)OH	カルボキシ基	カルボン酸	CH ₃ -C(=O)OH 酢酸
-C-O-C-	エーテル結合	エーテル	C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅ ジエチルエーテル
-NH ₂	アミノ基	アミン	ベンゼン環-NH ₂ アニリン
-C(=O)O-	エステル結合	エステル	CH ₃ -C(=O)O-C ₂ H ₅ 酢酸エチル
-NO ₂	ニトロ基	ニトロ化合物	ベンゼン環-NO ₂ ニトロベンゼン
-SO ₃ H	スルホ基	スルホン酸	ベンゼン環-SO ₃ H ベンゼンスルホン酸

アルデヒド基やケトン基のC=Oをまとめてカルボニル基という。

1 (1) CH₃-CH(OH)-COOH(乳酸)のもつCH₃-はメチル基、-OHはヒドロキシ基、-COOHはカルボキシ基という。

(2) H-C(=O)-OH(酢酸)のもつH-C(=O)-はアルデヒド基、-C(=O)OHはカルボキシ基という。

36 有機化合物の表し方

学習日
月 / 日

分子をつくっている原子の**種類**と**数**を表した化学式を**分子式**という。

分子式 $\{C_2H_4O\}$ から $\{-OH \text{ **ヒドロキシ**基}\}$ を抜き出し、 $\{CH_2OH\}$ のように表した化学式を**示性式**という。

$H-C-O-H$ のように、原子どうしの結合を価標(-)で表した化学式を**構造式**、 $CH_3-C(=O)-OH$ のように価標の一部(特にHの価標)を省略した構造式を**簡略構造式**という。

1 次の表を完成させよ。

官能基の構造と名称	化合物の一般名	官能基の構造と名称	化合物の一般名
-OH ヒドロキシ 基	アルコール	-O- エーテル 結合	エーテル
カルボニル基 $-CHO$ アルデヒド 基	アルデヒド	$-NH_2$ アミノ 基	アミン
>C=O ケトン 基	ケトン	$-COO-$ エステル 結合	エステル
$-COOH$ カルボキシ 基	カルボン酸	$-NO_2$ ニトロ 基	ニトロ化合物
		$-SO_3H$ スルホ 基	スルホン酸

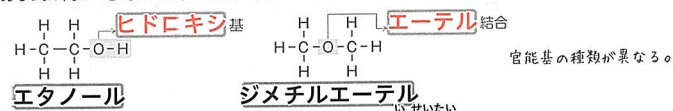
2 次の表を完成させよ。

構造式	化合物名	簡略構造式	示性式	分子式
	アセトアルデヒド	$CH_3-C(=O)-H$	CH_3CHO	C_2H_4O
	アセトン	$CH_3-C(=O)-CH_3$	CH_3COCH_3	C_3H_6O
	酢酸エチル	$CH_3-C(=O)-O-C_2H_5$	$CH_3COOC_2H_5$	$C_4H_8O_2$
	安息香酸		C_6H_5COOH	$C_7H_6O_2$

37 構造異性体

学習日
月 / 日

有機化合物には、分子式が同じでも、構造が異なる化合物が存在することがある。
例題 分子式は同じ C_2H_6O だが、2種類の化合物がある。



1 構造異性体には、①官能基の種類が異なるもの、②炭素骨格が異なるもの、③官能基の位置が異なるもの、④不飽和結合(C=CやC≡C)の位置が異なるものなどがある。次の表の□に①~④のいずれかを入れよ。

構造異性体が生じる原因	①	③	②	④
構造異性体の例	CH_3-CH_2-OH ヒドロキシ 基	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
	CH_3-O-CH_3 エーテル 結合	$CH_3-CH(OH)-CH_3$	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$	$CH_3-CH=CH-CH_3$

2 構造異性体を考えるときには、C骨格のパターンを覚えておくと便利である。□に考えられるC骨格のパターンをすべて書け。

- (1) 鎖状構造(環をもたない構造)
- $C_3 \Rightarrow$ $C-C-C$ のみの **1** 種
- $C_4 \Rightarrow$ $C-C-C-C$, $C-C(C)-C$ の **2** 種
- $C_5 \Rightarrow$ $C-C-C-C-C$, $C-C(C)-C-C$, $C-C(C)(C)-C$ の **3** 種
- (2) 環状構造
- $C_3 \Rightarrow$ $C-C-C$ (環) のみの **1** 種
- $C_4 \Rightarrow$ $C-C-C-C$ (環), $C-C(C)-C$ (環) の **2** 種

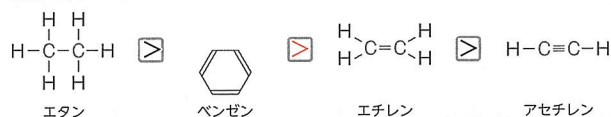
53 芳香族炭化水素

学習日
月 / 日

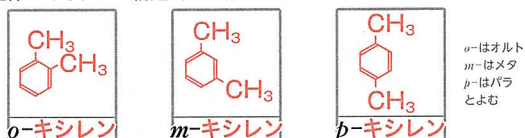
ベンゼンの性質や特徴

- 分子式は C_6H_6 で、**無**色で特有のにおいをもつ**液**体
 - 水に溶け**にく**く、**有**毒
 - 引火し**やす**く、空気中では多量の**すす**を出して燃焼する。
 - 炭素原子間の結合の長さや性質は、**C-C結合**と**C=C結合**の**中間**状態であり、いずれも等しく、6個の炭素原子は**正六角**形をつくっている。
 - すべての原子(C, H)は、**同一平面**上にある。
- (ベンゼンの構造) (ベンゼンの構造式) (ベンゼンの構造式(略記したもの))
-
- はC, ●はHを表す。
すべてのC, Hは**同一平面**上であり、
6個のCは**正六角**形をつくる。

1 炭素原子間の距離を不等号で表せ。



2 ベンゼンのもつH-2個をそれぞれメチル基 CH_3- に置き換えたものには、3種類の構造異性体がある。その構造式と名称を答えよ。



3 ベンゼン環をもつ炭化水素を**芳香族炭化水素**という。次の(1)~(5)の構造式を書け。

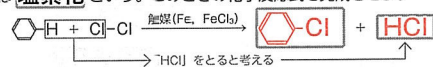
- (1) トルエン (2) エチルベンゼン (3) スチレン (4) m-キシレン (5) ナフタレン
-
- (メチルベンゼン)ともよぶ

54 ベンゼンの置換反応

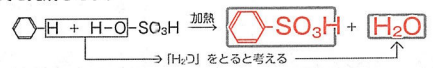
学習日
月 / 日

ベンゼンは、ベンゼン環に結合しているH原子(C_6H_6)が他の原子や原子団と置き換わる**置換反応**を起こしやすい。

【1】ハロゲン化
鉄粉Feまたは塩化鉄(III) $FeCl_3$ を**触媒**として、ベンゼンに塩素 Cl_2 を反応させると、 C_6H_6 の $-H$ が $-Cl$ により置換された C_6H_5Cl **クロロベンゼン** が生じる。H原子がハロゲン原子(Cl, Br, ...)で置換される反応は**ハロゲン化**といい、Cl原子の場合は**塩素化**という。このときの化学反応式を完成させよ。



【2】スルホン化
ベンゼンに濃硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱すると、 C_6H_6 の $-H$ が $-SO_3H$ により置換された $\text{C}_6\text{H}_5SO_3H$ **ベンゼンスルホン酸** が生じる。H原子が**スルホ**基 $-SO_3H$ で置換される反応を**スルホン化**という。このときの化学反応式を完成させよ。



1 鉄粉を用いて、ベンゼンに塩素や臭素を作用させると、置換反応が起こる。

- (1) 鉄粉の役割を漢字2文字で答えよ。 **触媒**
- (2) 塩素を作用させてクロロベンゼンが生じたときの化学反応式を書け。
- $\text{C}_6\text{H}_6 + Cl_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5Cl + HCl$
- (3) 臭素を作用させてプロモベンゼンが生じたときの化学反応式を書け。
- $\text{C}_6\text{H}_6 + Br_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5Br + HBr$

2 ベンゼンを濃硫酸とともに加熱すると、ベンゼンスルホン酸の固体を生じる。このときの化学反応式を書け。



52 エステル

学習日
月
日

エステルの名称と製法

$\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}^2$ を **エステル** 結合といい、 $\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}^2$ を **エステル** という。

$\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}^2$ の名称は、構成するカルボン酸 R^1COOH の名称に続けて、 R^2 の部分の名称を加える。次のエステルの名称を書け。

例 HCOOH は **ギ酸**、 CH_3COOH は **酢酸**、 CH_3- は **メチル** 基、 C_2H_5- は **エチル** 基であることを参考にして、次のエステルに名前をつけよう！

簡略構造式	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$
名称	酢酸メチル	酢酸エチル	酢酸メチル	酢酸エチル

カルボン酸 R^1-COOH とアルコール R^2-OH の混合物に、**触媒** として濃硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱すると水分子がとれ、**エステル** が生じる。エステルの生成反応は **エステル化** という。次の反応式を完成させよ。



カルボキシ基から **OH**、ヒドロキシ基から **H** がとれて H_2O が生じる。

1 次の化学反応式を書け。

(1) ギ酸 HCOOH とエタノールのエステル化



(2) 酢酸 CH_3COOH とメタノールのエステル化



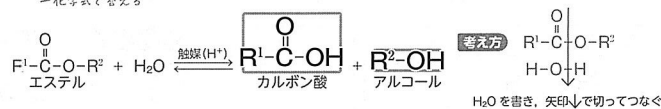
2 (1) 酢酸とエタノールの混合物に、触媒として濃硫酸を加えて加熱すると起こるエステル化の化学反応式を書け。



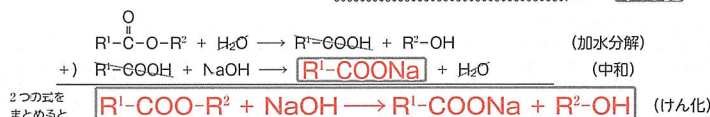
(2) (1)の反応で生じるエステルの名称は **酢酸エチル** であり、このエステルは、水に溶け **にくい** が有機溶媒には溶け **やすい**。酢酸エチルは、果実のような **芳香** をもつ液体で、**香料** や **接着剤** などに用いられる。

エステルの加水分解

エステル $\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}^2$ に、希塩酸 HCl や希硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱すると、酸の **H⁺** が触媒となり、エステル化の逆反応が進む。この反応をエステルの **加水分解** という。



エステル $\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}^2$ に、水酸化ナトリウム NaOH の水溶液を加えて加熱すると **加水分解** が起こり、生成したカルボン酸が続けて中和される。塩基を用いたエステルの加水分解は特に **けん化** という。



3 酢酸エチルを加水分解したときの化学反応式を書け。

(1) 希硫酸を用いたとき



(2) 水酸化ナトリウムを用いたとき

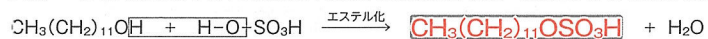


4 カルボン酸だけでなく、硝酸 HNO_3 や硫酸 H_2SO_4 などのオキシ酸(酸素酸)も、アルコールと硝酸エステルや硫酸エステルを生じる。次の に簡略構造式を書け。

(1) グリセリンに濃硫酸を触媒とし濃硝酸を反応させると、心臓病の薬や爆薬として用いられるニトログリセリンを生じる。



(2) 1-ドデカノール $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}$ と濃硫酸 H_2SO_4 を反応させると、硫酸エステルを生じる。



(1), (2)とも、オキシ酸の **OH** とアルコールの **H** から H_2O が生じる。

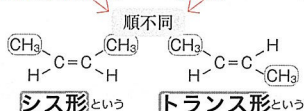
38 立体異性体

学習日
月
日

異性体には、分子の立体的な構造が異なるために生じる異性体があり、これを **立体異性体** という。

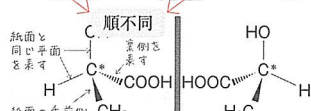
立体異性体には、
 { $\text{C}=\text{C}$ 結合が原因で生じる **シストランス異性体** (幾何異性体) と
 { **不斉炭素原子** が原因で生じる **鏡像異性体** (光学異性体) がある。

シストランス異性体(幾何異性体)の例

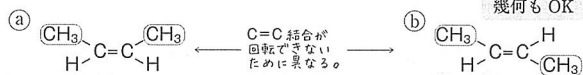


$\text{C}=\text{C}$ 結合が回転できないために生じる。

鏡像異性体(光学異性体)の例

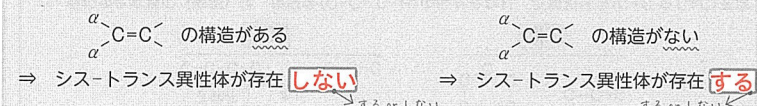


1 立体異性体には、 $\text{C}=\text{C}$ 結合が回転できないために生じる **シストランス** 異性体がある。

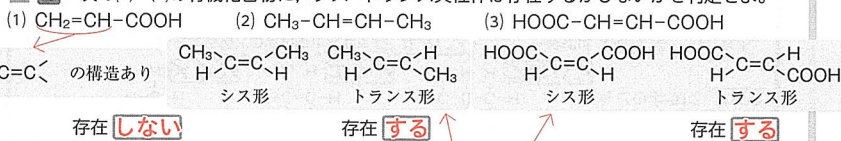


①のように、同じ原子(-H)や同じ原子の集団(-CH₃)が $\text{C}=\text{C}$ に対して同じ側にあるものを **シス** 形、②のように反対側にあるものを **トランス** 形という。

補足 シストランス異性体は、次のように探す。



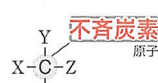
2 次の(1)~(3)の有機化合物に、シストランス異性体は存在するかどうかを判定せよ。



39 鏡像異性体(光学異性体)

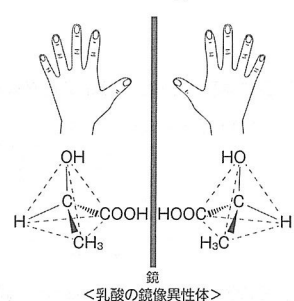
学習日
月
日

結合している原子や原子の集団が4つとも異なる炭素原子を **不斉炭素原子** という。
不斉炭素原子 は C^* のように書き、他の C 原子と区別することが多い。



不斉炭素原子を1個もつ化合物には、2種類の立体異性体が存在する。

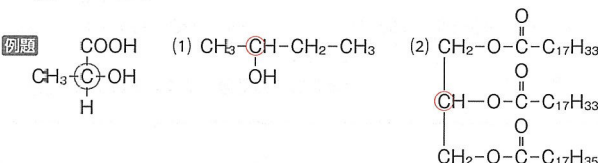
これらの分子は、右手と左手、または鏡に対する**実像**と**鏡像**(鏡に映った像)の関係にあるので、互いに**鏡像**異性体であるという。**鏡像**異性体は、光に対する性質が異なるので**光学**異性体ともよばれる。



鏡像異性体(光学異性体)は、生物に対する作用(味・におい・薬としての作用など)が異なることがある。

鏡像異性体は、物理的性質(融点、沸点など)や化学的性質(反応のようす)はほとんど**同じ**。⇒同じor異なる

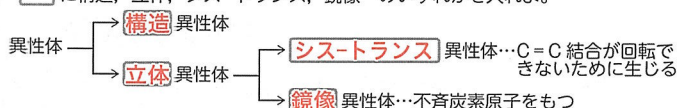
1 次の例題にしたがって、(1)~(4)の有機化合物のもつ不斉炭素原子に○をつけよ。



ここは CH_3 が2個結合しているため、不斉炭素原子にはならない

ここは H が2個結合しているため、不斉炭素原子にはならない

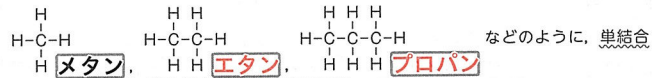
2 に構造、立体、シストランス、鏡像 のいずれかを入れよ。



40 アルカン

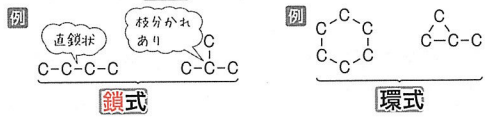
学習日
月
日

アルカン



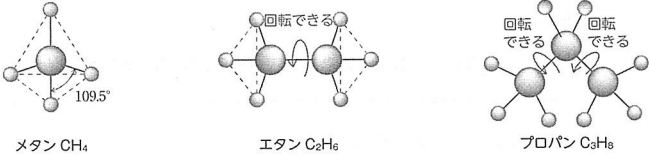
(C-H, C-C)だけからなる鎖状の飽和炭化水素をアルカンといい、一般式は C_nH_{2n+2} と表される。

補足 ①「鎖式」とは、炭素原子が鎖状に結合しているもの。環状に結合したものは「環式」。



② 飽和炭化水素の「飽和」は、単結合(C-C, C-H)のみからなり、不飽和結合(C=CやC≡C)を含まない。「炭化水素」とは、CとHだけでできている化合物のこと。

① メタンの立体構造は、正四面体形である。エタンは正四面体が2個連なった構造で、プロパンやブタン C_4H_{10} などCの数が多くなると正四面体が次々と連なった構造になる。



エタン C_2H_6 やプロパン C_3H_8 は、直鎖状のアルカンである。

② アルカンに名前をつけるときに、ギリシャ語の数詞を利用することがある。次の表を完成させよ。

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
数詞	モノ	ジ	トリ	テトラ	ペンタ	ヘキサ	ヘプタ	オクタ	ノナ	デカ

③ 直鎖状のアルカンの名前は、炭素数5以上ではギリシャ語の数詞の語尾を「ane」にする。次の表を完成させよ。

	モノ	ジ	トリ	テトラ	ペンタ	ヘキサ	ヘプタ	オクタ	ノナ	デカ
炭素数 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分子式 C_nH_{2n+2}	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
名前	メタン	エタン	プロパン	ブタン	ペンタン	ヘキサン	ヘプタン	オクタン	ノナン	デカン

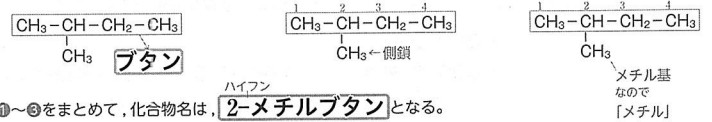
アルカンの名前

アルカン C_nH_{2n+2} から H1 個を除いてできる炭化水素基をアルキル基といい、

C_nH_{2n+1} で表される。
 CH_3- をメチル基, CH_3-CH_2- をエチル基, $CH_3-CH_2-CH_2-$ をプロピル基といい、
 CH_3
 CH_3-CH- をイソプロピル基という。

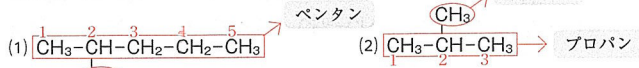
● 枝分かれのあるアルカンの名前のつけ方

- ① 最も長い炭素の鎖(主鎖)を探し、名前をつける。 → ② 枝の部分(側鎖)の位置がなるべく小さな番号になるように、主鎖に番号をつける。 → ③ 側鎖に名前をつける。



①~③をまとめて、化合物名は、2-メチルブタンとなる。

④ 次のアルカンの化合物名を答えよ。



慣用名は、イソブタンともいう

⑤ 分子式 C_4H_{10} のアルカンには、2種類の構造異性体が存在する。これらを簡略構造式で表し、それぞれの化合物名を答えよ。

簡略構造式	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$
化合物名	ブタン	2-メチルプロパン

慣用名イソブタンでもOK

⑥ 分子式 C_5H_{12} のアルカンには、3種類の構造異性体が存在する。これらを簡略構造式で表し、それぞれの化合物名を答えよ。

簡略構造式	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	$CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$
化合物名	ペンタン	2-メチルブタン	2,2-ジメチルプロパン

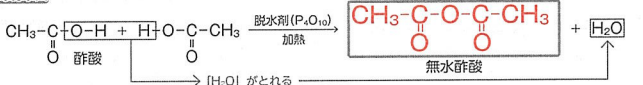
慣用名イソペンタンでもOK

慣用名ネオペンタンでもOK

51 酸無水物の生成

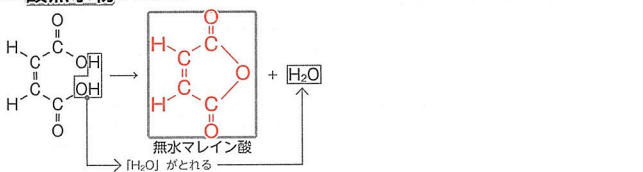
学習日
月
日

酢酸 CH_3COOH に P_2O_5 などの脱水剤を加えて加熱すると、酢酸2分子から水1分子がとれて、無水酢酸 $(CH_3CO)_2O$ を生じる。



無水酢酸のような化合物を酸無水物またはカルボン酸無水物という。

シス形のマレイン酸は-COOH 2つが近いため、加熱すると分子内で脱水して無水マレイン酸とよばれる酸無水物が生じる。

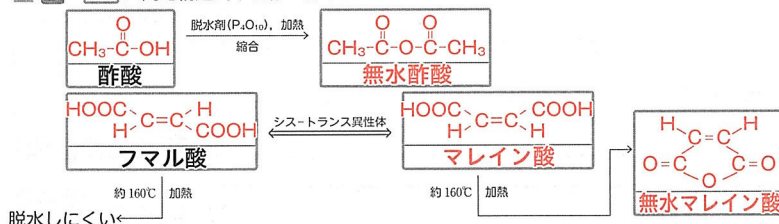


しかし、トランス形のフマル酸は-COOH 2つが離れているので加熱しても酸無水物を生じない。

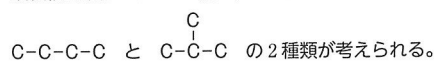
① 次の表を完成させよ。

分類	名称	示性式・簡略構造式	分類	名称	簡略構造式
飽和モノカルボン酸 (飽和脂肪酸)	ギ酸	$HCOOH$	不飽和	マレイン酸	$HOOC-CH=CH-COOH$
	酢酸	CH_3COOH		フマル酸	$HOOC-CH=CH-COOH$
不飽和モノカルボン酸 (不飽和脂肪酸)	メタクリル酸	$CH_2=C(CH_3)-COOH$	ジカルボン酸	フマル酸	$HOOC-CH=CH-COOH$
飽和ジカルボン酸	シュウ酸	$COOH-COOH$	ヒドロキシ酸	乳酸	$CH_3-CH(OH)-COOH$

② □ に簡略構造式や名称を書け。

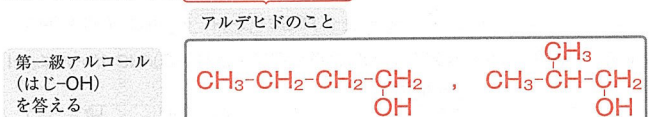


③ 鎖状構造(環をもたない構造)のC骨格のパターンは、炭素原子が4個の場合

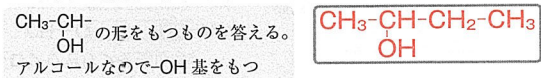


(1) 次の条件にあてはまる $C_4H_{10}O$ の構造異性体の簡略構造式を書け。

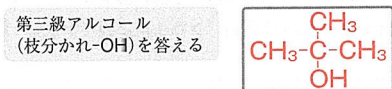
① おだやかに酸化すると銀鏡反応を示す化合物になるアルコール(2個)



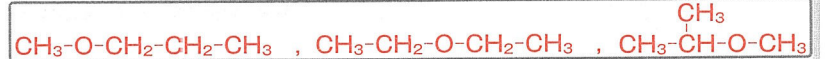
② ヨードホルム反応を示すアルコール(1個)



③ 酸化剤により酸化されないアルコール(1個)



④ エーテル(3個)



(2) $C_4H_{10}O$ の構造異性体は何種類になるか。 7種類

①の答より ②の答より ③の答より ④の答より
第一級 第二級 第三級 エーテル
アルコール

④ $C_4H_{10}O$ のアルコールで不斉炭素原子をもつものの簡略構造式を*をつけて。



ヨードホルム反応を示すのは $CH_3-CH(OH)-$ と $CH_3-C(OH)-$ で、
-■の部分にはH原子やC原子が直接結合している必要がある。
つまり、酢酸はヨードホルム反応を示さない。

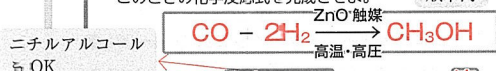
⑤ 次の表を完成させよ。

名称	エタノール	アセトアルデヒド	アセトン	ギ酸	酢酸
簡略構造式	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-C(=O)-H$	$CH_3-C(=O)-CH_3$	$H-C(=O)-OH$	$CH_3-C(=O)-OH$
銀鏡反応	示さない	示す	示さない	示す	示さない
フェーリング液を還元する反応	示さない	示す	示さない	—	示さない
ヨードホルム反応	示す	示す	示す	示さない	示さない

48 アルコールとエーテルのまとめ

メチルアルコールも OK

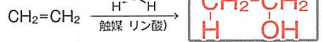
[1] CH₃OH は **メタノール** とい、無色の **有毒な液体** である。工業的には、触媒を用いて一酸化炭素 CO と水素 H₂ の混合気体 (**合成**) ガスまたは **水性** ガスという) から高温・高圧で合成する。このときの化学反応式を完成させよ。



[2] C₂H₅OH は **エタノール** とい、無色の **液体** であり、アルコール飲料(酒)の成分である。アルコール飲料(エタノール)は、酵母によるグルコース C₆H₁₂O₆ などの **アルコール** 発酵によりつくられる。このときの化学反応式を書け。



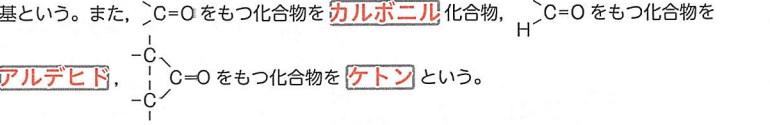
また、工業的には、リン酸 H₃PO₄ を触媒として、エチレンに H₂O を **付加** させてつくる。



[3] -C-O-C- を **エーテル** 結合とい、この結合をもつ化合物 R-O-R' は **エーテル** とい。C₂H₅-O-C₂H₅ を **ジエチルエーテル** とい、次の①~④の性質をもつ。

- ① 無色の **揮発性** 液体で、極めて **引火性** が強い。
- ② 構造異性体の関係にある **アルコール** に比べると沸点は **低い**。
- ③ 水より **軽**く、水に溶け **にくい**。
- ④ 多くの有機化合物をよく溶かし、有機溶媒として用いられ、**麻酔** 作用がある。

① >C=O を **カルボニル** 基とい、 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C} \end{array}$ を **アルデヒド** 基、 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} \end{array}$ を **ケトン** 基とい。また、>C=O をもつ化合物を **カルボニル** 化合物、 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C} \end{array}$ をもつ化合物を **アルデヒド**、 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} \end{array}$ をもつ化合物を **ケトン** とい。



アルコールの脱水

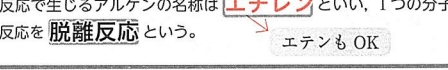
□ に適当 低い温度、化学反応式を完成させよ。

[1] エタノールと濃硫酸の混合物を 130~140℃ に加熱する。分子 **間** から脱 **水** 反応 (**分子間脱水**) が起こる。



この反応で生じるエーテルの名称は **ジエチルエーテル** とい、2つの分子から簡単な分子(今回は H₂O)が取れる反応を **縮合反応** 高い温度

[2] エタノールと濃硫酸の混合物を 160~170℃ に加熱する。分子 **内** から脱 **水** 反応 (**分子内脱水**) が起こる。



この反応で生じるアルケンの名称は **エチレン** とい、1つの分子から簡単な分子(今回は H₂O)が取れる反応を **脱離反応** とい。エテンも OK

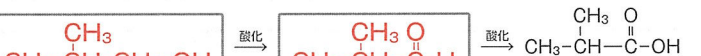
③ 鎖状構造(環をもたない構造)の C 骨格のパターンは、炭素原子が 3 個の場合、C-C-C だけである。次の条件にあてはまる C₃H₈O の構造異性体の簡略構造式と名称を書け。

① 第一級アルコール ② 第二級アルコール ③ エーテル

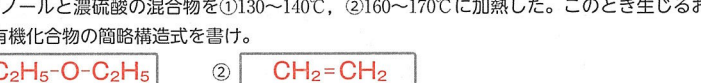
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \\ \text{1-プロパノール} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \\ \text{2-プロパノール} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \text{エチルメチルエーテル} \\ \text{ethyl C}_2\text{H}_5- \quad \text{methyl CH}_3- \end{array}$
---	---	---

④ 次の(1)~(3)について答えよ。

(1) メタノールがナトリウムと反応するときの化学反応式を書け。



(2) □ に簡略構造式を書け。



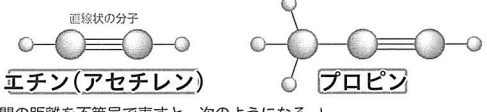
(3) エタノールと濃硫酸の混合物を ①130~140℃、②160~170℃ に加熱した。このとき生じるおもな有機化合物の簡略構造式を書け。



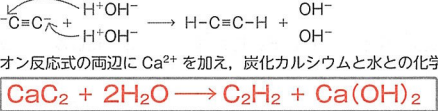
43 アルキン

アルキンの分類と製法

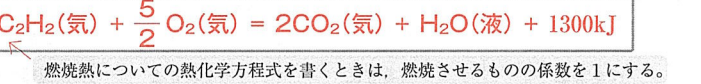
H-C≡C-H **エチン(アセチレン)** のように、C≡C 結合を 1 個もつ鎖状の不飽和炭化水素を **アルキン** とい、その一般式は **C_nH_{2n-2}** で表される。



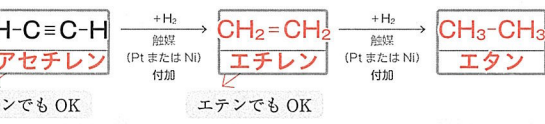
アセチレンは **無**色の **気**体で、実験室では "C≡C" を含む炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えて発生させる。



① アセチレンは、空気中では **すす** を発生して燃焼する。酸素 O₂ を十分に供給して完全燃焼させると、約 3000℃ の高温の炎 (**酸素アセチレン炎**) を生じ、金属の **切断** や **溶接** などに用いられる。アセチレン C₂H₂ の燃焼熱は 1300 kJ/mol である。これを熱化学方程式で表せ。ただし、生成する水は液体とする。

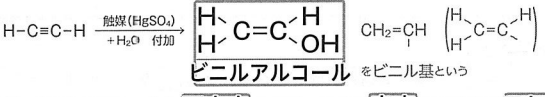


② アセチレンは C≡C 結合をもち、C=C 結合は C=C 結合をもつアルケンと同じように **付加** 反応を起こしやすい。例えば、Pt や Ni を触媒としてアセチレンに H₂ を付加させると、エチレンを経て、エタンを生じる。次の □ に簡略構造式・名称を書け。

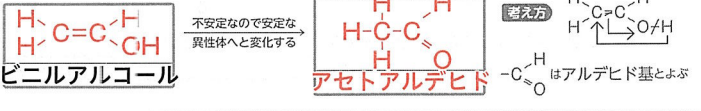


付加反応

アセチレンは、付加反応しやすい。アセチレンに硫酸水銀(II) HgSO₄ を **触媒** として、水を付加させると **ビニルアルコール** を生じる。



ところが、ビニルアルコールは **不安定** なので、すぐに **安定** な異性体の **アセトアルデヒド** に変化する。

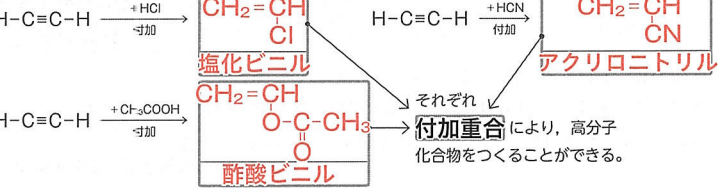


③ アセチレンは C≡C 結合をもち、ハロゲン単体 Br₂ などと **付加** 反応を起こす。次の □ に簡略構造式や色を書け。

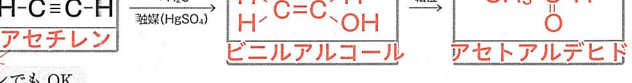


この反応は、Br₂ の **赤褐色** が消えるので、C=C 結合や C≡C 結合の検出に用いられる。

④ アセチレンに触媒を用いることで、さまざまな酸を付加することができる。次の □ に簡略構造式と名称を書け。



⑤ □ に簡略構造式と名称を書け。



⑥ アセチレンが **付加重合** すると **ポリアセチレン** が得られる。



44 炭化水素のまとめ

学習日
月
日

重合
アセチレンを赤熱した鉄に接触させると、アセチレン3分子が重合し、ベンゼンが生じる。

$$3 \text{ HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{Fe}} \text{C}_6\text{H}_6$$

① (1) 次の表を完成させよ。

種類	アルカン	アルケン	アルキン
一般式	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	C_nH_{2n}	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
化合物の例	CH_4 メタン CH_3-CH_3 エタン	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ エチレン	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ アセチレン

(2) 炭素原子間の距離を不等号で示すと次のようになる。
単結合 \square 二重結合 \square 三重結合 \square

② 下図の□に示性式・名称を書け。

メタン CH_4 → **クロロメタン** CH_3Cl → **ジクロロメタン** CH_2Cl_2 → **トリクロロメタン** CHCl_3 → **テトラクロロメタン** CCl_4

エタン CH_3-CH_3 → **エチレン** $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ → **1,2-ジブロモエタン** $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$

アセチレン $\text{CH}\equiv\text{CH}$ → **エチレン** $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ → **エタン** CH_3-CH_3

塩化ビニル $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ → **アセチレン** $\text{CH}\equiv\text{CH}$ → **エチレン** $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ → **アセトアルデヒド** $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$

アクリロニトリル $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ → **アセチレン** $\text{CH}\equiv\text{CH}$ → **酢酸ビニル** $\text{CH}_2=\text{CHOC}(=\text{O})\text{CH}_3$ → **ベンゼン** (3分子重合)

45 アルコールの構造と分類

学習日
月
日

アルコール

メタン $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ (H: メチル) → **メタノール** $\text{H}-\text{C}-\text{OH}$ (H: アルコールともいう)

エタン $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H}$ (H: エチル) → **エタノール** $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH}$ (H: アルコールもOK)

炭化水素の-Hを-OH(ヒドロキシ)基で置き換えた化合物を**アルコール**という。メタノールやエタノールのように-OH 1個のものを**1価アルコール**、-OH n個のものを**n価アルコール**という。

① 次のアルコールの名称と価数を答えよ。
名前をつけるには、-OHの位置番号が小さくなるようにC骨格に番号をつける

簡略構造式	1価アルコール	1価アルコール	1価アルコール	2価アルコール	3価アルコール
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_2-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$
エタノール	1-プロパノール	2-プロパノール	エチレングリコール	グリセリン	
分類	1価アルコール	1価アルコール	2価アルコール	3価アルコール	

② 1価アルコールでは、炭素原子の数が3個までは水によく溶ける。次の1価アルコールの名称と水への溶けやすさについて答えよ。

簡略構造式	メタノール	エタノール	1-プロパノール	1-ブタノール
名称	メタノール	エタノール	1-プロパノール	1-ブタノール
水への溶解度	∞	∞	∞	水に溶けにくい

アルコールの分類

-OHの結合しているCに、他のCが何個結合しているかで分類できる。

第1級アルコール: $\text{H}-\text{C}-\text{OH}$ (メタノールは、第1級アルコールに分類する)

第2級アルコール: $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH}$

第3級アルコール: $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH}$

③ $\text{CH}_3-\overset{2}{\text{C}}\text{H}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\text{OH}$ は**2-プロパノール**といい、第2級アルコールに分類される。

46 アルコールの級数と性質

学習日
月
日

アルコールの級数

アルコールの級数は、形でとらえると判定しやすい。

第1級アルコール: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ (C骨格のほかに-OHがついていると)

第2級アルコール: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ (C骨格の途中に-OHがついていると)

第3級アルコール: $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$ (C骨格の枝分かれ部分に-OHがついていると)

① 次のアルコールの名称と級数を答えよ。

簡略構造式	第1級アルコール	第2級アルコール	第3級アルコール
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$	
途中-OH	はじ-OH	枝分かれ-OH	
分類	第1級アルコール	第2級アルコール	第3級アルコール
名称	2-ブタノール	1-ブタノール	2-メチル-2-プロパノール

アルコールの性質

アルコールR-OHのもつ-OHは、水溶液中で電離しないため、アルコールの水溶液は中性になる。

沸点: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} > \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$

1-プロパノール OH エチルメチルエーテル

-OHの部分で、分子間の**水素結合**を形成するので、沸点が高い。

-O-エーテル結合をもつ**エーテル**である。分子間で水素結合は形成しない。

② アルコールR-OHはNaと反応し、 H_2 を発生する。この反応を化学反応式で書くと、 $2\text{R-OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{R-ONa} + \text{H}_2$ となる。この反応で生じるR-ONaを**ナトリウムアルコキシド**といい、この反応は**ヒドロキシ**基の検出に利用される。

(1) エタノールとナトリウムとの反応の化学反応式を書け。
 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$

(2) (1)の反応で生じる $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ は**ナトリウムエトキシド**という。
(補足) エタノールと構造異性体の関係にあるジメチルエーテル $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ はNaとは反応しない。

47 アルコールの酸化と脱水

学習日
月
日

アルコールの酸化

[1] 第1級アルコールをニクロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ などの酸化剤で酸化すると**アルデヒド**になり、さらに酸化すると**カルボン酸**になる。

第1級アルコール $\text{R}^1-\text{C}-\text{OH}$ → **アルデヒド** $\text{R}^1-\text{C}=\text{O}$ → **カルボン酸** $\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$

[2] 第2級アルコールを酸化すると**ケトン**になる。

第2級アルコール $\text{R}^1-\text{C}-\text{OH}$ → **ケトン** $\text{R}^1-\text{C}(=\text{O})-\text{R}^2$

[3] 第3級アルコールは酸化されにくい。

① 次のアルコールの級数と名称を書け。また、生成物の簡略構造式や名称も書け。

第1級アルコール: **エタノール** $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ → **アセトアルデヒド** $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ → **酢酸** $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$

第2級アルコール: **2-プロパノール** $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ → **アセトン** $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$

第3級アルコール: **2-メチル-2-プロパノール** $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$ (酸化されにくい)

② 濃硫酸は有機化合物に対し**脱水**作用(H_2O の形で引き抜く作用)がある。アルコールと濃硫酸の混合物を加熱すると、反応温度によりアルコールの**分子間**(低い温度のとき)や**分子内**(高い温度のとき)で脱水が起る。

● 130~140℃でエタノールを分子間で脱水すると生じるのは、**ジエチルエーテル**である。
 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{H}$ と $\text{H}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ からは $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ が生じる。

● 160~170℃でエタノールを分子内で脱水すると生じるのは、**エチレン**である。
 CH_2-CH_2 からは $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ が生じる。