Methane and derivatives

Thitiphan Chimsook

Methane

- องค์ประกอบหลักอยู่ในก๊าซธรรมชาติ
- สามารถนำไปใช้ได้เลยเมื่อแยกก๊าซชนิดอื่น ๆ ออกจากก๊าซธรรมชาติ
- เป็นสารเคมีอินทรีย์ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุด แต่สามารถนำไปผลิตสารปิโตรเคมีต่าง ๆ ได้มากมาย
- มีเทนใช้ในการผลิตแก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)
- แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas) เป็นวัสดุในการผลิตสารตั้งต้นที่สำคัญ เช่น เมทานอล และแอมโมเนีย

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

- ก๊าซผสมระหว่าง CO และ H_2
- Water gas, crack gas, oxo gas, methanol synthesis gas

$$CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$$

- กระบวนการที่ใช้ผลิตก๊าซสังเคราะห์โดยมีวัสดุปูอนทำปฏิกิริยากับไอน้ำ เรียกว่า steam reforming
- วัสดุปูอนอาจใช้แนฟทาแทนมีเทนได้ ปฏิกิริยาจะซับซ้อนมากกว่า

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

- อัตราส่วนของไฮโดรเจนต่อคาร์บอนเป็น 2.1:1 ดังสมการแสดงปฏิกิริยารีฟอร์มมิงด้วยไอน้ำของแนฟทา

$$CH_{2.1} + H_2O \rightleftharpoons CO + 2.05H_2$$

แนฟทา

- การผลิตแก๊ซสังเคราะห์ จะมีก๊าซ CO_2 เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต โดยเกิดจากปฏิกิริยาชิฟต์ (shift reaction)

$$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

- ปฏิกิริยาการผลิตก๊าซสังเคราะห์ยังพบปฏิกิริยาข้างเคียงที่เกิดเป็นคาร์บอนได้ โดยเฉพาะกรณีใช้แนฟทาเป็นวัสดุตั้งต้น

$$CO + H_2 \rightleftharpoons C + H_2O$$

$$2CO \rightleftharpoons C + CO_2$$

$$CH_4 \rightleftharpoons C + 2H_2$$

- ตัวเร่งปฏิกิริยาพวกนิกเกิลที่มีโปแตสเซียมออกไซด์ผสมอยู่ใช้ช่วยให้ปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับไอน้ำในกระบวนการรีฟอร์มมิงด้วยไอน้ำเกิดได้ดี เพื่อกำจัดคาร์บอน

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

- ก๊าซสังเคราะห์สามารถผลิตจากถ่านหินและกากปิโตรเลียมได้ โดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบไม่สมบูรณ์ (partial oxidation) คือ ให้ทำปฏิกิริยากับอากาศหรือก๊าซออกซิเจน แต่ต้องควบคุมไม่ให้เกิดออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์

$$CH_4 + 1/2\ O_2 \longrightarrow CO + 2H_2$$

- วิธีออกซิเดชันแบบไม่สมบูรณ์นี้มักใช้กับวัสดุป้อนหนัก ตั้งแต่แนฟทาลงไปจนถึงน้ำมันเชื้อเพลิงหนัก และมักใช้วิธีการนี้ในพื้นที่ที่ไม่มีก๊าซธรรมชาติ

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

- การนำเอาก๊าซสังเคราะห์ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ก๊าซสังเคราะห์ที่มีสัดส่วนของ CO และ H_2 ค่าหนึ่งซึ่งแตกต่างกันไปแล้วแต่กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับสัดส่วนขององค์ประกอบในก๊าซสังเคราะห์ให้มีค่าตรงตามต้องการก่อนป้อนเข้ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ
- กรณีการลดสัดส่วนของ CO ในก๊าซสังเคราะห์ทำได้โดยใช้ปฏิกิริยาชิฟต์ คือ ให้ก๊าซสังเคราะห์ทำปฏิกิริยากับไอน้ำ โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ด้วย CO เท่านั้นที่จะทำปฏิกิริยากับน้ำดังสมการ

แก๊ซสังเคราะห์ (synthesis gas)

$$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

- ทำให้ปริมาณ CO ลดลงได้ และ H_2 จะเพิ่มขึ้น
- การเพิ่ม CO จะทำโดยการเติม CO_2 ในวัสดุป้อนเช่น มีเทน ตั้งแต่แรกซึ่งจะได้ CO และ H_2O ในลักษณะไอน้ำ และน้ำที่เกิดจะสามารถทำปฏิกิริยากับมีเทนต่อไปได้เป็น CO และ H_2

$$CH_4 + 3CO_2 \rightleftharpoons 4CO + 2H_2O$$

การใช้ประโยชน์

- ก๊าซสังเคราะห์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในลักษณะที่เป็นก๊าซผสม หรือแยกใช้เฉพาะก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์ และ CO บริสุทธิ์ เช่น ถ้าเป็น H_2 บริสุทธิ์จะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน เพื่อผลิตเป็นแอมโมเนีย ในกรณีใช้ก๊าซผสมจะต้องปรับอัตราส่วนของ CO และ H_2 ให้เหมาะสม

สัดส่วนของก๊าซผสม	การใช้ประโยชน์
H_2	กระบวนการบำบัดด้วยไฮโดรเจนและกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจนในโรงกลั่นน้ำมัน
$3H_2 : 1N_2$	วัสดุป้อนในโรงงานผลิตแอมโมเนีย
$1H_2 : 1CO$	ผลิตอัลดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ต่าง ๆ
$CO + H_2O$	ผลิตกรดต่าง ๆ
$2H_2 : 1CO$	วัสดุป้อนโรงงานผลิตเมทานอล
$2H_2 : 1CO$	ผลิตโอเลฟินต่าง ๆ
$2H_2 : 1CO$	ผลิตไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ

methanol

- ของเหลวไม่มีสี ระเหยง่าย จุดติดไฟอย่างรวดเร็ว ละลายได้ในน้ำ เอทานอล และอีเทอร์
- สมัยแรกผลิตจากการกลั่นไม้ ปัจจุบันผลิตจากก๊าซธรรมชาติเมทานอล
- เมทานอลสามารถผลิตจากแก๊ซสังเคราะห์และทำที่ความดันต่ำ

กระบวนการผลิตเมทานอล

- ผลิตก๊าซสังเคราะห์คือ CO และ H_2 จากมีเทนที่กำจัดสารประกอบกำมะถันแล้ว โดยอัตราส่วนของ CO และ H_2 คือ 1:2

$$CH_4 + H_2O \rightleftharpoons 3H_2 + CO$$

$$CH_4 + 1/_2\, O_2 \rightleftharpoons 2H_2 + CO$$

- ก๊าซสังเคราะห์ถูกส่งเข้าเตาปฏิกรณ์ที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ด้วย และจะถูกเปลี่ยนเป็นเมทานอล และกลั่นให้บริสุทธิ์

การใช้ประโยชน์ของเมทานอล

- ครึ่งหนึ่งถูกนำไปเปลี่ยนเป็น formaldehyde เพราะจะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารเคมีต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น phenolic resin (กาวสำหรับอุตสาหกรรมผลิตไม้อัด)
- Formaldehyde ยังสามารถนำไปผลิต hexamethylene tetramine ใช้ผลิตพลาสติกที่ใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์
- Formaldehyde ยังสามารถนำไปผลิต pentaerythritol ใช้ในงานเคลือบผิวหน้า ขัดพื้น ทำน้ำหมึก
- Formaldehyde สามารถใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ คือ เป็นสารหน่วงการติดไฟ สารต่อต้านเชื้อรา และสารช่วยให้ผ้าคงสภาพอย่างถาวร

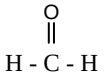
การใช้ประโยชน์ของเมทานอล

- เมทานอลสามารถนำไปผลิต dimethyl terephthalate (DMT) สำหรับผลิตเส้นใยโพลิเอสเทอร์
- เมทานอลสามารถนำไปผลิต methyl methacrylate สำหรับผลิตพลาสติก
- เมทานอลสามารถนำไปผลิต acetic acid เป็นสารตั้งต้นอุตสาหกรรมเคมีต่าง ๆ
- เมทานอลสามารถนำไปผลิต methyl chloride ใช้ผลิตยางซิลิโคน และรวมถึงสารอุดรูรั่วที่แข็งตัวได้บรรยากาศปกติ

การใช้ประโยชน์ของเมทานอล

- เมทานอลสามารถนำไปผลิต methyl amines ซึ่งมี 3 ชนิด คือ monomethylamine (สารฆ่าแมลง และผลิตยาต่าง ๆ), dimethylamine (สารตั้งต้นในการผลิตตัวทำละลายที่ใช้ผลิตเส้นใยแอคริลิก และโพลิยูรีเทน) และ trimethylamine

Formaldehyde



- ก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ไม่มีสี กลิ่นฉุนทำให้แสบจมูก ถ้าทำให้เย็นจะเป็นของเหลว
- เกิดเป็นโพลิเมอร์อย่างรวดเร็วถ้ามี แอลคาไล กรด และน้ำ
- ละลายได้ในน้ำ และ ethyl alcohol สามารถละลายได้บ้างในเบนซีน acetone ether
- สารละลาย formaldehyde ในน้ำเรียกว่า formalin
- ของแข็งของ formaldehyde เรียกว่าพวก paraformaldehyde และ trioxane

การผลิต formaldehyde

- การผลิตในเชิงการค้าจะผลิตจากเมทานอลและมี 2 วิธี คือ

1. การออกซิเดชัน-ดีไฮโดรจิเนชันโดยใช้อากาศ และตัวเร่งปฏิกิริยาซิลเวอร์ วิธีนี้เป็นที่นิยมมากกว่า
2. กระบวนการฟอร์มอกซ์ (Formox process) เป็นการออกซิเดชันแบบสมบูรณ์ด้วยอากาศปริมาณเกินพอ และมีโลหะออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำและตัวเร่งที่ราคาถูก

การผลิต formaldehyde

- Formaldehyde สามารถผลิตได้จากมีเทน แต่มี byproduct มากมายและยุ่งยากต่อการแยกของผสม
- บางครั้ง formaldehyde เป็นผลพลอยได้จากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของแนฟทา เป็นกรดอะซิติก

การผลิต formaldehyde

- ปฏิกิริยาดีไฮโดรเจเนชัน เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ซึ่งเป็นผลดีเพราะความร้อนช่วยรักษาคุณภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา และช่วยผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนเมทานอลไปเป็นฟอร์มาดีไฮด์ได้มากขึ้น

$$CH_3OH \rightleftharpoons HCHO + H_2$$

$$H_2 + 1/_2O_2 \longrightarrow H_2O$$

$$CH_3OH + 1/_2O_2 \longrightarrow HCHO + H_2O$$

สรุปการผลิต formaldehyde

- การผลิตฟอร์มาลดีไฮด์จากเมทานอลที่นิยมทำกันมากสุด คือ ออกซิเดชันของเมทานอล ทำได้โดยใช้ไอของของผสมของอากาศ กับ เมทานอล ผ่านไปยังตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความดันบรรยากาศ แล้วจึงดูดซับผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไว้ในน้ำ ดังปฏิกิริยาคือ

$$CH_3OH + O_2 \longrightarrow HCHO + H_2O$$

การใช้ประโยชน์ของ formaldehyde

- ใช้ทำกาว (ใช้ในการผลิตไม้อัด) และเรซิน (ใช้เป็นสารประสานในงานหล่อแผ่นรองเบรค)
- เป็นสารขั้นกลางในการผลิตสารเคมีอื่น ๆ ผลิตเรซินโพลิเอสเทอร์ สารเคลือบผิว โพลียูรีเทนเรซิน
- ใช้เป็นสารป้องกันการกัดกร่อนในอุตสาหกรรมโลหะ

Acetic acid

$CH_3C(=O)-OH$

- ของเหลวไม่มีสี กลิ่นฉุนรุนแรง มีรสเปรี้ยว กัดกร่อน ติดไฟง่าย ละลายน้ำและตัวทำละลายเกือบทั้งหมด ไม่ละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์
- กระบวนการผลิตกรดอะซิติก ใช้ปฏิกิริยาคาร์บอนิเลชันของเมทานอล

$$CH_3OH + CO \longrightarrow CH_3C(=O)-OH$$

- บริษัทมอนซานโต ได้พัฒนาการผลิตโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ โรเดียมที่เสริมด้วยไอโอไดด์ มาช่วย $[Rh(CO)_2I_2]^-$

การใช้ประโยชน์กรดแอซิติก

- ถูกนำไปใช้ผลิตไวนิลแอซีเทต (สารตั้งต้นการผลิตโพลิไวนิลแอซีเทตและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสีและพลาสติก)
- ผลิตอนุพันธ์เอสเทอร์ต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสหกรรมเคลือบผิว หมึก เรซิน ยาง
- เป็นสารตั้งต้นผลิตแอซีติกแอนไฮไดรด์ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและผลิตแอสไพริน
- ใช้ผลิตกรดเทเรฟทาลิก (TPA)

Acetic Anhydride

$CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3$

- ของเหลวใส ไม่มีสี กลิ่นฉุน กัดกร่อน ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ละลายน้ำได้เล็กน้อย
- การผลิต acetic anhydride ผลิตจาก กรดแอซีติก โดยผ่าน 2 กระบวนการคือ การแตกตัวด้วยกรดแอซีติกเป็นคีทีน และปฏิกิริยาของคีทีนกับแอซิติก ตัวเร่งปฏิกิริยาคือไตรฟอสเฟต

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_2=C=O + H_2O$$

$$CH_2=C=O + CH_3COOH \longrightarrow (CH_3CO)_2O$$

Acetic anhydride

- อีกวิธีที่ใช้ผลิตคือ การทำออกซิเดชันของ อะซีทัลดีไฮด์

$$CH_3CHO + O_2 \longrightarrow CH_3COOOH$$

$$CH_3COOOH + CH_3CHO \longrightarrow (CH_3CO)_2O + 1/_2O_2$$

การใช้ประโยชน์ acetic anhydride

- ถูกใช้เป็น acetylating agent และสารช่วยดึงน้ำออก (dehydrating agent)
- ใช้ผลิตเซลลูโลสแอซีเทต เพื่อใช้ผลิตฟิล์ม เส้นใย พลาสติก ก้นกรองบุหรี่ และการเคลือบผิว
- ใช้ในงานการดูดซับแอมโมเนียที่เกิดขึ้นในกระบวนการการผลิตโฟมแข็งโพลิเมทิลแอคริลิมีด (polymethyl acrylimide)
- ใช้เป็นสารขั้นกลางในการผลิตยาต่าง ๆ โดยเฉพาะแอสไพริน และพาราเซตามอล
- ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ช่วยให้การละลายดีขึ้นและมีความใสมากขึ้น
- ใช้ผลิต EDTA ผสมในผงซักฟอก เพื่อช่วยการฟอกขาวในน้ำเย็น

Methyl chloride

CH_3Cl

- ก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ติดไฟง่าย ระเบิดได้
- การผลิตในอุตสาหกรรมทำได้ 2 วิธี คือ ไฮโดรคลอริเนชันของเมทานอล และวิธี คลอริเนชันของมีเทน วิธีแรกนิยมมากกว่า
- ข้อดีของการทำไฮโดรคลอริเนชันของเมทานอล มีการใช้ HCl เป็นวัตถุดิบหาง่าย ถูก มักเป็นผลพลอยได้จากปฏิกิริยาอื่น ๆ และสามารถแยกเมทิลคลอไรด์ออกจาก คลอริเนเทดไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ได้ง่าย

$$CH_3OH + HCl \longrightarrow CH_3Cl + H_2O$$

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$

Methyl chloride

- การผลิตโดยทำคลอริเนชันของมีเทน โดยการทำปฏิกิริยาของมีเทนกับคลอรีน มีข้อเสียเปรียบคือ คลอรีนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาจะกำจัดได้ยาก แต่ข้อดีคือ มีเทนและคลอรีนราคาถูก และกระบวนการได้ HCl เป็นผลพลอยได้ด้วย
- การนำไปใช้ประโยชน์ของเมทิลคลอไรด์ คือ ผลิตซิลิโคน ใช้ผลิตสารตะกั่วหรือเททราเมทิลเลด นอกจากนี้ใช้ผลิตยางบิวทิล ยาฆ่าวัชพืช เมทิลเซลลูโลส เป็นต้น

Methylamine

- ทุกชนิดเป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย ติดไฟยาก
- ผลิตได้จากเมทานอล โดยให้ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย และทำให้เกิด เมทิลเอมีนได้ 3 ชนิด ตัวเร่งปฏิกิริยาคือพวก aluminium oxide , thorium oxide, chromium oxide ดังสมการ

$$CH_3OH + NH_3 \longrightarrow CH_3NH_2 + H_2O$$

monomethylamine

$$CH_3OH + CH_3NH_2 \longrightarrow (CH_3)_2NH + H_2O$$

dimethylamine

$$CH_3OH + (CH_3)_2NH \longrightarrow (CH_3)_3N + H_2O$$

trimethylamine

การใช้ประโยชน์

- Monomethylamine ใช้ผลิตยาฆ่าแมลง คือกลุ่ม 1-naphthyl-n-methylcarbamate นอกจากนี้ยังสามารถใช้กำจัดขนในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ใช้เป็นสารลดแรงตึงผิว ใช้ผลิตสารเคมีสำหรับน้ำยาล้างรูป ผลิตสีย้อมและยาชา
- Dimethylamine จะถูกเปลี่ยนเป็น dimethylacetamide และ dimethylformaide เพื่อใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับการปั่นเส้นใยแอคริลิก
- Dimethylamine ใช้ผลิต ลอริลไดเมทิลเอมีน ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวและสารช่วยเร่งปฏิกิริยาในการบ่มยาง
- Dimethylamine ใช้ผลิต dimethyl amino ethyl alcohol ใช้เป็น emulsifier และสารยับยั้งการกัดกร่อน
- Trimethylamine ใช้ผลิต choline chloride ใช้เป็นอาหารสัตว์

Ammonia

- ก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง ละลายได้ในน้ำ เอทานอล อีเทอร์
- ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปเป็นปุ๋ย ทั้งโดยการใช้โดยตรง คือการอัดไปในดินในลักษณะที่เป็นก๊าซ หรือใช้โดยทางอ้อม คือ เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นสารประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ammonium sulfate, urea, ammonium phosphate

การผลิตแอมโมเนีย

- วัตถุดิบที่สำคัญคือ ก๊าซธรรมชาติ นำมาผลิตไฮโดรเจน โดยทำ steam reforming
- แนฟทา และกากการกลั่นสามารถใช้แทนก๊าซธรรมชาติได้ แต่ต้องใช้วิธีออกซิเดชันแบบไม่สมบูรณ์ และมีข้อเสียคือ ต้องใช้ในปริมาณมาก และได้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหลายชนิด ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการแยกของผสมที่ได้

กระบวนการผลิตแอมโมเนีย

- ก๊าซไฮโดรเจน เป็นก๊าซสังเคราะห์ ได้มาจากมีเทนและไอน้ำในปฏิกิริยา steam reforming ส่วนไนโตรเจนได้จากอากาศ
- ในกระบวนการผลิตต้องกำจัดก๊าซ CO และ CO_2 ให้หมดเพื่อไม่ให้มีผลต่อการสังเคราะห์แอมโมเนีย
- ก๊าซ CO จะถูกเปลี่ยนให้เป็น CO_2 โดย การทำ shift reaction ทั้งที่อุณหภูมิสูง และต่ำ และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ไอรอนออกไซด์ และ คอปเปอร์ – ซิงค์

กระบวนการผลิตแอมโมเนีย

- มีกระบวนการกำจัดก๊าซ CO_2 โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลาย K_2CO_3 หรือ $H_2NCH_2CH_2OH$ (เอทานอลเอมีน)

$$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2KHCO_3$$

$$CO_2 + H_2O + H_2NCH_2CH_2OH \rightleftharpoons HCO_3^-H_3N^+CH_2CH_2OH$$

- สารละลายที่ได้จะถูกส่งต่อไปทำให้ร้อนเพื่อคายก๊าซ CO_2 ออกไปและนำสารละลายมาใช้ใหม่
- เพื่อให้แน่ใจว่าก๊าซ CO_2 และก๊าซ CO ไม่หลงเลือในก๊าซผสม จะนำไปผ่านกระบวนการทำ methanation ซึ่งมีตัวเร่งปฏิกิริยาคือ นิกเกิล ปฏิกิริยานี้ก๊าซทั้งสองชนิดจะทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน และถูกเปลี่ยนเป็น มีเทนและน้ำ ซึ่งไม่มีผลต่อการสังเคราะห์แอมโมเนีย

กระบวนการผลิตแอมโมเนีย

$$CO + 3H_2 \longrightarrow CH_4 + 3H_2$$

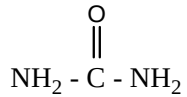
$$CO_2 + 4H_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

- ก๊าซสังเคราห์ประกอบด้วย N_2 และ H_2 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 จะถูกอัดให้มีความดัน 150-350 atm และอุณหภูมิ 450-600 C ตัวเร่งปฏิกิริยาคือ ไอรอนออกไซด์เสริมด้วยอะลูมิเนียมและ ออกไซด์ของโปแตสเซียม

การใช้ประโยชน์ของแอมโมเนีย

- ใช้ทำปุ๋ย โดยเปลี่ยนให้เป็นยูเรียและแอมโมเนียมไนเทรต หรือใช้ในรูปแอมโมเนียมเหลว เพื่ออัดลงไปในดิน
- ใช้ผสมในอาหารสัตว์ ใช้ผลิตกาว พลาสติก เรซินต่าง ๆ
- แอมโมเนียเป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดไนตริก (เพื่อใช้สำหรับผลิตแอมโมเนียมไนเทรต)
- แอมโมเนียเป็นวัตถุดิบในการผลิตไฮดราซีน (เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงจรวด และผลิตวัตถุระเบิด)
- ใช้เป็นรีเอเจนต์ในการเปลี่ยนหมู่ไนโตรเป็นหมู่อะมิโน
- ใช้เป็นสารให้ความเย็นในโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ และในอุปกรณ์ทำความเย็น
- ใช้ในการผลิต caprolactam, hexamethylenediamine methylamine acrylonitirle
- ใช้ผลิตแอมโมเนียมคอปเปอร์ออกไซด์เพื่อใช้ผลิตผ้าเรยอน

Urea



- เป็นผงสีขาว ดูดความชื้น ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นจาง ๆ ของแอมโมเนีย ละลายในน้ำ เอทิลแอลกอฮอล์ และเบนซีน
- กระบวนการผลิตยูเรียจะผลิตจากแอมโมเนียและก๊าซ CO_2 โดยใช้เทคโนโลยีความดันสูง กระบวนการผลิตมี 2 ขั้นตอนเริ่มด้วยปฏิกิริยาการรวมตัว ได้เป็นแอมโมเนียมคาบาเบต และตามด้วยปฏิกิริยาการกำจัดน้ำ

$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow NH_4COONH_2$$

$$NH_4COONH_2 \longrightarrow NH_2CONH_2 + H_2O$$

การใช้ประโยชน์ของยูเรีย

- ใช้ทำปุ๋ยโดยผสมเป็นเม็ดเล็ก ๆ และยังทำเป็นสารละลายน้ำ เพื่อปรับปรุงดินโดยตรง
- ใช้ผลิตยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน ซึ่งใช้ทำกาวสำหรับกระดาษ กระดานไม้อัด การเคลือบผิว
- ใช้ในขั้นตอนการผลิตสิ่งทอ
- เป็นส่วนผสมสำหรับอาหารสัตว์
- ใช้ผลิตเป็นโพลียูรีเทน ยา ยาสีฟัน เครื่องสำอาง สารหน่วงไฟ กรดซัลฟามิก และน้ำยาปรับผ้านุ่ม

อนุพันธ์อื่น ๆ จากมีเทน

- ไฮโดรเจนไซยาไนด์ HCN โดยให้มีเทนทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียและออกซิเจนในอากาศ ดังปฏิกิริยา

$$2CH_4 + 2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HCN + 6H_2O$$

- ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิดได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน

$$CH_4 + NH_3 \longrightarrow HCN + 3H_2$$

ประโยชน์ของ HCN

- เป็นสารตั้งต้นในการผลิตแอคริโลไนตริล (CH_2=CHCN) โดยให้ทำปฏิกิริยากับ acetylene แต่ปัจจุบันจะใช้สารตั้งต้นเป็นโพรพิลีน แทน HCN เพราะ HCN เป็นก๊าซพิษที่ร้ายแรงมาก
- โรงงานที่ได้ผลิตผลพลอยได้เป็น HCN มักเชื่อมโยงการผลิตเข้ากับโรงงานอื่น ๆ ที่ได้ใช้ เช่นผลิตต่อเป็น methyl methacrylate, adiponitrile, NaCN เป็นต้น

Carbon disulfide S=C=S

- แต่เดิมเคยผลิตได้จากปฏิกิริยาระหว่างถ่านหินกับกำมะถัน
- ปัจจุบันจะผลิตจากปฏิกิริยาระหว่างมีเทนกับกำมะถันแทน และเตาปฏิกิริยาต้องเป็นเหล็กกล้าที่เคลือบด้วยโครเมียมเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ กระบวนการผลิตแบ่งเป็นสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกจะได้ CS_2 และ H_2S ขั้นที่สองเป็นการแยกกำมะถันซึ่งเป็นองค์ประกอบใน H_2S กลับมาใช้ผลิต CS_2

การผลิตคาร์บอนไดซัลไฟด์

first step

$$CH_4 + 4S \longrightarrow CS_2 + 2H_2S$$

second step

$$CH_4 + 2S + O_2 \longrightarrow CS_2 + 2H_2S$$

- ประโยชน์ของ CS_2 คือ ใช้ในการผลิตเรยอน (rayon) และ cellophane

ประโยชน์คาร์บอนไดซัลไฟด์

- ใช้ผลิต carbontetrachloride (CCl_4) โดยให้ทำปฏิกิริยากับคลอรีน และจะได้ซัลเฟอร์โมโนคลอไรด์เป็นผลพลอยได้

$$CS_2 + 3Cl_2 \longrightarrow CCL_4 + S_2CL_2$$

- เพื่อให้ได้ CCl_4 เพิ่มขึ้น สามารถนำซัลเฟอร์โมโนคลอไรด์ (S_2Cl_2) ทำปฏิกิริยากับ คาร์บอนไดซัลไฟด์ และยังทำให้ได้กำมะถันกลับคืนมาใช้ในการผลิตคาร์บอนไดซัลไฟด์ได้อีก

$$2S_2Cl_2 + CS_2 \longrightarrow CCl_4 + 6S$$

ประโยชน์คาร์บอนไดซัลไฟด์

- ใช้ผลิตแอมโมเนียมไธโอไซยาเนต (NH_4SCN) เป็นสารป้องกันการกัดกร่อนเนื่องจากแอมโมเนีย
- ใช้ผลิต เปอร์คลอโรเมทิลเมอร์แคปแทน (Cl_3CSCl) เป็นสารขั้นกลางในการผลิตเชื้อรา
- ใช้ผลิตสารพวก แซนเทต ($ROCOSNa$) ซึ่งเป็นสารช่วยให้แร่ลอย

Chlorinated methane

- คลอริเนเทตมีเทน มีอยู่ 4 แบบ แตกต่างกันตามจำนวนอะตอมของคลอรีนในโมเลกุล
- 1. CH_3Cl เมทิลคลอไรด์ หรือ คลอโรมีเทน
- 2. CH_2Cl_2 เมทิลีนคลอไรด์ หรือ ไดคลอโรมีเทน
- 3. $CHCl_3$ คลอโรฟอร์ม หรือ ไตรคลอโรมีเทน
- 4. CCl_4 คาร์บอนเททราคลอไรด์ หรือ เททราคลอโรมีเทน

Chlorinated methane

- คลอริเนเทตมีเทนผลิตได้จากมีเทน โดยนำมาเติมคลอรีน และใช้ความร้อนหรือแสงในปฏิกิริยา
- เมื่อมีเทนทำปฏิกิริยากับคลอรีน จะได้สารประกอบที่มีคลอรีนอยู่ 1 โมเลกุล เรียกว่า เมทิลคลอไรด์ และสารประกอบนี้จะทำปฏิกิริยากับคลอรีนต่อไปอีก ทำให้ได้สารประกอบที่มีจำนวนอะตอมของคลอรีนเพิ่มขึ้นตามลำดับ

Chlorinated methane

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \longrightarrow CHCl_3 + HCl$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + HCl$$

- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นของผสมของทั้ง 4 แบบ แต่สามารถควบคุมสัดส่วนผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามต้องการ เช่น ถ้าอัตราส่วนมีเทน ต่อ คลอรีน เป็น 10 ต่อ 1 จะได้ เมทิลคลอไรด์ 80 % ถ้าใช้คลอรีนในอัตราส่วนที่สูงขึ้นก็จะได้ คาร์บอนเททราคลอไรด์เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ประโยชน์ของสารกลุ่ม Chlorinated methane

- 1. methyl chloride เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีต่าง ๆ เป็นสารช่วยพ่นฝอย สารช่วยพองตัวในยูรีเทนโฟม สารช่วยชำระล้างไขมัน สารช่วยลอกสีทาบ้าน
- 2. chloroform เป็นสารตั้งต้นในการผลิต คลอโรไดฟลูออโรมีเทน ($CHClF_2$) ซึ่งเป็นสารช่วยทำให้เย็นสำหรับใช้ในตู้เย็น และเป็นสารช่วยพ่นฝอย นอกจากนี้ chloroform ยังเป็นสารตั้งต้นผลิต tetrafluoroethylene ($CF_2 = CF_2$) หรือเรียกว่า ทีเอฟอี

ประโยชน์ของสารกลุ่ม Chlorinated methane

$$CHCl_3 + 2HF \longrightarrow CHClF_2 + 2HCl$$

$$2CHClF_2 \longrightarrow CF_2 = CF_2 + 2HCl$$

- ถ้า ทีเอฟอี ถูกโพลีเมอร์ไรซ์ แล้วจะได้โพลิลเมอร์ที่มีสมบัติทนความร้อนสูง และทนต่อสารเคมี

ประโยชน์ของสารกลุ่ม Chlorinated methane

- 3. carbontetrachloride เป็นสารตั้งต้นในการผลิต ไตรคลอโรฟลูออโรมีเทน (CCl_3F) และไดคลอโรไดฟลูออโรมีเทน (CCl_2F_2) ซึ่งใช้เป็นสารพ่นฝอย

Single cell protein , SCP

- ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น อาหารเลี้ยงปลา
- ผลิตจากวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น เมทานอล หรือ แอลกอฮอล์อื่น ๆ และมีเทนหรือพาราฟินอื่น ๆ โดยใช้ยีสต์และแบคทีเรียสังเคราะห์โปรตีนจากวัสดุเหล่านี้ซึ่งผสมอยู่ในสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีสารประกอบพวกซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนอยู่ด้วย
- ยีสและแบคทีเรียจะทำให้โมเลกุลของวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบแตกออกเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงทีละน้อยจนกลายเป็น CO_2 ขณะเดียวกันจะได้วัสดุที่มีเซลลูลาร์สูงใช้เป็นอาหารสัตว์ได้
- วัสดุที่นำมาผลิต SCP ได้ดีสุดคือ เมทานอล เพราะทำให้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนปริมาณมากในการผลิต

Thank a lot and Good luck naka