เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับตัวทำละลายอินทรีย์

คมสัน ตันยืนยงค์

ตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เป็นสารเคมีที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมต่างๆ อาจใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต หรือเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งใช้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ เช่น ห้องปฏิบัติการทางเคมี ทางชีววิทยา ตัวทำละลายอินทรีย์แบ่งออกได้หลายชนิดตามองค์ประกอบทางเคมี แต่ละชนิดก็มีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันออกไป ถึงแม้ตัวทำละลายอินทรีย์มีประโยชน์มาก แต่ก็มีพิษภัยต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมมากเช่นเดียวกัน ดังนั้นการนำตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้งานจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ถ้ามีกระบวนการอื่นที่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ หรือใช้ให้น้อยที่สุด ก็ควรเลือกกระบวนการนั้นแทน

ความหมายของตัวทำละลายอินทรีย์

ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก และอาจมีธาตุตัวอื่นๆ เป็นองค์ประกอบรอง คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ คลอรีน โบรมีน เป็นต้น

ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นของเหลวในภาวะอุณหภูมิห้อง และที่ความดันบรรยากาศปกติ สามารถละลายสารอื่นๆ ที่อยู่ในรูปของของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ โดยที่ไม่เกิดปฏิกริยาทางเคมี ของผสมที่ได้เรียกว่า สารละลาย (solution) และสารที่ถูกละลายเรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute)

ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ดีควรมีสมบัติดังนี้

1. เป็นสารละลายใส ไม่มีสี
2. ไม่มีสารตกค้างหลังการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์
3. มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
4. เป็นสารที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยาทางเคมี
5. เป็นสารที่มีกลิ่นไม่รุนแรงหรือฉุนน้อย
6. ต้องไม่มีน้ำหรือมีในปริมาณน้อยที่สุด
7. มีสมบัติทางกายภาพคงที่ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด
8. มีความเป็นพิษน้อย
9. สามารถถูกย่อยสลายได้ในธรรมชาติ
10. มีราคาไม่แพง

ประเภทของตัวทำละลายอินทรีย์

ตัวทำละลายอินทรีย์แบ่งออกตามโครงสร้างทางเคมีเป็น 9 ประเภท ได้แก่

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbons) ไซโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (cycloaliphatic hydrocarbons) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbons) คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbons) แอลกอฮอล์ (alcohols) คีโตน (ketones) เอสเทอร์ (esters) อีเธอร์(ethers) และไกลคอลอีเธอร์ (glycol ethers)

สมบัติการทำละลายของตัวทำละลายอินทรีย์ (ตัวอย่าง)

1. อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไม่มีขั้ว (non polar) ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนที่จัดเรียงตัวแบบเส้นตรง หรือแขนง โดยไม่มีฟังก์ชันนาลกรุ๊ป (functional group) ในโครงสร้าง ได้แก่ ไวต์สปิริต ก๊าซโซลีน แนพทา พาราฟิน ปิโตรเลียมอีเธอร์ เพนเทน เฮกเซน เฮพเทน เป็นต้น ใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับ mineral oil ไขมัน (fatty matter) น้ำมัน (oil) ไข (wax) และพาราฟิน (paraffin) นอกจากนี้ยังละลายยาง (rubber) โพลิไอโซ บิวเทน (polyisobutane) โพลิบิวทิลเมธาคริเลทเหลว (Molten polybutyl methacrylate) โพลิบิวทิลอะคริเลท (poly[butyl acrylate]) โพลิเมธาคริวเลท (Poly[butyl methacrylate]) และ โพลิไวนิลอีเธอร์ (poly[vinyl ether]) แต่ไม่ละลายสารพวกโพลิเมอร์ (polymer) โพลาร์เรซิน (polar resin) อนุพันธ์ของเซลลูโลส (cellulose derivative) และ ไบน์เดอร์ (binder) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี ส่วนไวต์สปิริต (white spirite) ใช้ในอุตสาหกรรมสี เป็นตัวทำละลาย หรือ ตัวเจือจางสำหรับสีน้ำมัน สีแอลขีดเรซิน (alkyd resin) สีคลอริเนตรับเบอร์ (chlorinated rubber) และสีไวนิลคลอไรด์โคโพลิเมอร์ (vinyl chloride copolymer) บางตัวสำหรับแนพทา (naphtha) ที่มีช่วงการกลั่น 100-150 °ซ ใช้เป็นตัวเจือจางในผลิตภัณฑ์วาร์นิช และสี

2. ไซโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

ไซโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไม่มีขั้ว ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนที่จัดเรียงตัวแบบวงแหวน (ring) โดยไม่มีฟังก์ชันนาลกรุ๊ป (functional group) ในโมเลกุล ได้แก่ ไซโคลเฮกเซน (cyclohexane) เมทิลไซโคลเฮกเซน (methylcyclohexane) เอทิลไซโคลเฮกเซน (ethylcyclohexane) เททราไฮโดรแนพธา-ลีน (tetrahydro

(decahydronaphthalene) เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายอยู่ระหว่างอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับไขมัน (fat) น้ำมัน (oil) ออยล์โมดิฟาย์แอลขีดเรซิน (oil-modified alkyd resin) บิทูเมน (bitumen) ยาง สไตรีนโม-ดิไฟด์ออยล์ (styrene-modified oil) สไตรีนโมดิไฟด์แอลขีดเรซิน (styrene-modified alkyd resin) และ โพลิเมอร์ตัวอื่นๆ แต่ไม่ละลายสารพวกโพลาร์เรซิน เช่น ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (urea-formaldehyde) เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (melamine-formaldehyde) ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) และสารพวกเซลลูโลสเอสเตอร์ (cellulose ester) ตัวอย่างตัวทำละลายประเภทนี้ เช่น

ไซโคล์เฮกเซน (cyclohexane, hexanaphthene) มีสูตรโมเลกุล C_6H_{12} น้ำหนักโมเลกุล 84.16 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลไซโคล์เฮกเซน (methyl cyclohexane) มีสูตรโมเลกุล C_7H_{14} น้ำหนักโมเลกุล 98.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

3. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มอะโรมาติก หรือฟีนิล (phenyl group) อยู่ในโครงสร้าง เป็นสารที่มีขั้วเล็กน้อยทำให้ประสิทธิภาพการละลายดีกว่าอะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน คือ สามารถละลายสารพวก oil, castor oil, oil-modified alkyd resin, saturated poly ester resin, polystyrene, poly(vinyl ether), polyacrylate ester, polymethacrylate ester, poly(vinyl acetate), copolymer ของ vinyl acetate กับ vinyl chloride และเรซินที่มีขั้วเล็กน้อย (low polarity resin)

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนใช้เป็นตัวเจือจางสำหรับสารละลายของ เซลลูโลสไนเตรท (cellulose nitrate) เซลลูโลสเอสเตอร์ (cellulose esters) เซลลูโลสอีเธอร์ (cellulose ether) ที่มีตัวทำละลายประเภทเอสเตอร์ หรือ คีโทนเป็นตัวทำละลายแท้ (true solvent) สามารถละลายสารพวกยาง โพลิไอโซบิวทีน (polyisobutene) โพลิเอทิลีนเหลว (molten polyethylene) แต่ไม่ละลายสารพวกโพลิไวนิลคลอไรด์ โพลิเอทิลีน โพลิเอมีด (polyamide) และชแล็ค (shellac)

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีอยู่หลายชนิด เช่น

เบนซีน (benzene) มีสูตรโมเลกุล C_6H_6 โครงสร้างทางเคมี น้ำหนักโมเลกุล 78.11 เป็นของเหลวไม่มีสี เป็นตัวทำละลายที่ไม่นิยมใช้เป็นตัวทำละลายเนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง

โทลูอีน (toluene, methyl benzene, phenyl methane) มีสูตรโมเลกุล C_7H_8 โครงสร้างทางเคมี C_6H_5-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 92.13 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้มากในอุตสาหกรรมสีและพลาสติก เช่น แลกเกอร์ใส ไนโตรเซลลูโลส สีแลกเกอร์ ไนโตรเซลลูโลส สีอบยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (urea-formaldehyde resin) เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (melamine-formaldehyde resin) หรือ ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (phenol-formaldehyde resin) สีแอลขีดเรซิน (alkyd resin) สีคลอริเนตรับเบอร์ (chlorinated rubber) โพลิสไตรีน (polystyrene) โพลิอะคริเลท (polyacrylate) หรือ โพลิไวนิลอะซิเตรท (poly [vinyl acetate])

ไซลีน (xylene, dimethyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี CH_3-C_6H_4-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 106.16 เป็นของเหลวไม่มีสี มี 3 ไอโซเมอร์(isomer) คือ เมต้าไซลีน (m-xylene) ออโทไซลีน(O-xylene) และ พาราไซลีน (p-xylene) ไซลีนที่ใช้ในอุตสาหกรรมจะมีเอทิลเบนซีนผสมอยู่ในปริมาณที่มาก และมีโทลูอีนในปริมาณที่น้อย เป็นตัวทำละลายที่สำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี มีคุณสมบัติการละลายเหมือนโทลูอีน สามารถละลายโพลิไวนิลอะซีเตรทได้เมื่อผสมกับตัวทำละลายเอสเตอร์หรือไกลคอลอีเธอร์

เอทิลเบนซีน (ethyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี C_6H_5-CH_2-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 106.16 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมสี

คูมีน (cumene, isopropyl benzene, 1-methyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_9H_{12} C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี CH_3-(C_6H_5)CH-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 120.19 เป็นของเหลวไม่มีสี

สไตรีน (styrene, vinyl benzene, phenyl ethylene, cinnamene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_8 C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี C_6H_5 CH =CH_2 น้ำหนักโมเลกุล 104.14 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับโพลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated polyester resin)

4. คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน

คลอริเนตไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มคลอรีนอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเป็นสารที่มีขั้ว (polar) ดังนั้นจึงมีความสามารถในการละลายดีกว่าตัวทำละลายที่ไม่มีคลอรีน ผสมเป็นเนื้อเดียวกับตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ ได้ แต่ไม่ผสมรวมตัวกับน้ำ สามารถละลายสารพวกเรซินต่างๆ โพลิเมอร์ ยาง ไข แอสฟัลท์ และบิทูเมน ถ้ามีคลอรีนมากขึ้นในโครงสร้างจะทำให้ไม่ติดไฟ และเพิ่มความสามารถในการละลาย แต่ก็เป็นการเพิ่มความเป็นพิษมากขึ้นด้วย

คลอริเนตไฮโดรคาร์บอนทุกชนิดสลายตัวได้เมื่อถูกแสง ความร้อน อากาศ และน้ำ อัตราการสลายตัวจะลดลงได้ โดยการเติมสารสเตบิไลเซอร์ (stabilizer) คลอริเนตไฮโดรคาร์บอนบางตัว เช่น tetrachloromethane, tetrachloroethane และ pentachloroethane เป็นสารที่มีอันตรายต่อร่างกายจึงไม่นิยมใช้เป็นตัวทำละลาย dichloromethane, trichloroethylene, perchloroethylene และ 1,1,1-trichloroethane เป็นตัวทำละลายที่มีการใช้น้อย โดยใช้ตัวทำละลายประเภทอื่นแทน เนื่องมาจากปัญหาของสุขภาพในโรงงาน และการป้องกันสิ่งแวดล้อม

คลอริเนตไฮโดรคาร์บอนมีอยู่หลายตัว คือ

ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane, methylene chloride, methylene dichloride) มีสูตรโมเลกุล CH_2Cl_2 น้ำหนักโมเลกุล 84.94 เป็นของเหลวไม่มีสี

เอทิลคลอไรด์ (ethyl chloride, chloroethane) มีสูตรโมเลกุล C_2H_5Cl โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-Cl น้ำหนักโมเลกุล 64.52 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซโพรพิลคลอไรด์ (isopropyl chloride, 2-chloropropane) มีสูตรโมเลกุล

C_3H_7Cl โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH(Cl)-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 78.54 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-dichloroethane, ethylene dichloride, ethylene chloride, sym-dichloroethane) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_4Cl_2$ โครงสร้างทางเคมี Cl-CH_2-CH_2-Cl น้ำหนักโมเลกุล 98.96 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-trichloroethane) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_3Cl_3$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CCl_3 น้ำหนักโมเลกุล 133.42 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไตรคลอโรเอทิลลีน (trichloroethylene, trichloroethene, ethyl trichloride) มีสูตรโมเลกุล C_2HCl_3 โครงสร้างทางเคมี CCl_2=CHCl น้ำหนักโมเลกุล 131.40 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไตรคลอโรมีเทน (trichloromethane, chloroform) มีสูตรโมเลกุล $CHCl_3$ น้ำหนักโมเลกุล 119.39 เป็นของเหลวไม่มีสี

เปอร์คลอโรเอทิลลีน (perchloroethylene, tetrachloroethylene) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_2Cl_4$ โครงสร้างทางเคมี Cl_2-CH-CH-Cl_2 น้ำหนักโมเลกุล 98.96 เป็นของเหลวไม่มีสี

5. แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl group, - OH) อยู่ในโครงสร้าง เป็นสารที่มีขั้วที่แรง

เมทานอล (methanol) หรือ เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) มีสูตรโมเลกุล CH_4O โครงสร้างทางเคมี CH_3-OH น้ำหนักโมเลกุล 32.04 เป็นของเหลวไม่มีสี เมทานอลเป็นสารโพลาร์ที่ดี จึงละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน และสารโพลาร์อื่นๆ เช่น เซลลูโลสไนเตรท เอทิลเซลลูโลส ละลายได้บางส่วนในอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน แต่ละลายได้น้อยในสารพวกไขมัน น้ำมัน และ ไม่สามารถละลายสารพวก oil-modified alkyd resins, polyvinyl acetate, polyvinyl ether, polyvinyl pyrrolidone และ polymethacrylamide เมทานอลใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับเซลลูโลสไนเตรท colophony เชลแล็ก ยูเรียเรซิน ในอุตสาหกรรมวัตถุระเบิด และสี

เอทานอล (ethanol หรือ ethyl alcohol) มีสูตรโมเลกุล C_2H_6O โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 46.07 เป็นของเหลวไม่มีสี เอทานอลเป็นสารโพลาร์ที่ดี จึงละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน สามารถผสมรวมกับตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ ได้ดีเช่น ether, hydrocarbon, acids, ester, ketone, carbon disulfide, glycol และ alcohol ตัวอื่นๆ สามารถละลาย castor oil, cellulose nitrate ที่มีกลุ่มไนเตรทปริมาณน้อย และ polar resin เอทานอลใช้เป็นตัวทำละลายที่ดี ตัวเจือจาง และสารสกัดสำหรับสารพวกไขมัน น้ำมัน สี และสารจากธรรมชาติต่างๆ เช่น

โพรพานอล (propanol, n-propanol, 1-propanol)) มีสูตรโมเลกุล C_3H_8O โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 60.09 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซโพรพานอล (isopropanol, isopropyl alcohol, 2-propanol) มีสูตรโมเลกุล C_3H_8O โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2$-CH-OH น้ำหนักโมเลกุล 60.09 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทานอล (butanol, butyl alcohol, n-butanol, 1-butanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-$(CH_2)_3$-OH น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซบิวทานอล (isobutanol, isobutyl alcohol, 2-methyl-1-propanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2$-CH-CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

เซคันดาริบิวทานอล (sec-butanol, sec-butyl alcohol, 2-butanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

เทอเทียรีบิวทานอล (tert-butanol, tyert-butyl alcohol, 2-methyl-2-propanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_3$-C-OH น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol, 3-methyl-1-butanol, iso-pentyl alcohol) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{12}O$ สูตรโครงสร้างทางเคมี CH_3-C(CH_3)-CH_2--CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 88.15 เป็นของเหลวไม่มีสี

เฮกซานอล (hexanol, 1-hexanol, n-hexyl alcohol, leaf alcohol) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-$(CH_2)_4$-CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

6. คีโทน

คีโทนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มคาร์บอนิว (carbonyl group) อยู่ในโมเลกุล จึงเป็นตัวรับไฮโดรเจนที่ดี และมีความสามารถในการละลายที่ดี คีโทนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถละลายเรซินที่มีขั้ว ไขมัน น้ำมัน และสารที่มีขั้วที่มีค่าน้อยได้ คีโทนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีลักษณะของไฮโดรคาร์บอนที่เด่นขึ้นทำให้เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับสารพวกที่ไม่มีขั้วประเภทเรซิน โพลิเมอร์ และโคโพลิเมอร์

อะซีโทน (acetone) มีสูตรโมเลกุล C_3H_6O โครงสร้างทางเคมี CH_3-CO-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 58.08 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลเอทิลคีโทน (methyl ethyl ketone, 2-butanone) มีสูตรโมเลกุล C_4H_8O น้ำหนักโมเลกุล 72.10 โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-CO-CH_3 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลโพรพิลคีโทน (methyl propyl ketone, 2-pentanone) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{10}O$ น้ำหนักโมเลกุล 86.13 โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_3 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลบิวทิลคีโทน (methyl butyl ketone, 2-hexanone) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O$ น้ำหนักโมเลกุล 100.16 โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดไอโซ.บิวทิลคีโทน (diisobutyl ketone, 2,6-dimethyl-4-heptanone) มีสูตรโมเลกุล $C_9H_{18}O$ น้ำหนักโมเลกุล 100.16 โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2$-CH-CH_2-CO-CH_2-CH-$(CH_3)_2$ เป็นของเหลวไม่มีสี

7. เอสเทอร์

เอสเทอร์ คือ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มเอสเตอร์ (ester group, -CO-R) อยู่ในโมเลกุล เป็นสารประกอบที่เป็นกลาง และมีสถานะเสถียร แต่สามารถถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่างเข้มข้นขณะร้อนได้ มีค่าความ

เป็นขั้วน้อยกว่าแอลกอฮอล์ เอสเทอร์จึงเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับสารที่มีขั้ว และถ้าจำนวนธาตุคาร์บอนในโครงสร้างเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายสารที่มีขั้วลดลง แต่ความสามารถในการละลายสารไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น สารประกอบอะซีเตรทเป็นตัวทำละลายที่สำคัญในอุตสาหกรรมสี ขณะที่สารประกอบฟอร์เมตมีการใช้น้อยเพราะว่าถูกไฮโดรไรซ์ได้ง่าย ส่วนสารประกอบพวกโพรพิโอเนต บิวทายเรต และไอโซบิวไทเรตก็มีความสำคัญน้อยเนื่องจากมีกลิ่นที่แรง

เอทิลอะซีเตท (ethyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_6O_2$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-O-CO-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 88.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลอะซีเตท (butyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_2$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-$(CH_2)_3$-O-CO-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 116.16 เป็นของเหลวไม่มีสี

เอทิลไกลคอลอะซีเตท (ethyl glycol acetate, 2-ethoxy ethyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_3$ โครงสร้างทางเคมี C_2H_5-O-$(CH_2)_2$-O-CO-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 132.16 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลไกลคอลอะซีเตท (butyl glycol acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{16}O_3$ โครงสร้างทางเคมี C_4H_9-O-$(CH_2)_2$-O-CO-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 160.21 เป็นของเหลวไม่มีสี

8. อีเธอร์

อีเธอร์ คือ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มแอลคอกซี (alkoxy group, "-OR") อยู่ในโมเลกุล อะลิฟาติกอีเธอร์เป็นของเหลวโปร่งใสไม่มีสีที่ระเหยได้ง่าย ดังนั้นจึงเป็นตัวทำละลายที่ใช้กันน้อยในอุตสาหกรรมสี นิยมใช้เป็นสารสกัดสำหรับแยกสารจากพืชสมุนไพร หรือในการสังเคราะห์สารเคมี ส่วนไซโคล์อะลิฟาติก-อีเธอร์เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับไบน์เดอร์ (Binder) ทำให้นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมสี ได้แก่

ไดเอทิลอีเธอร์ (diethyl ether, ethyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดไอโซโพรพิวอีเธอร์ (diisopropyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2$-CH-O-CH-$(CH_3)_2$ น้ำหนักโมเลกุล 102.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดบิวทิลอีเธอร์ (dibutyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{18}O$ โครงสร้างทางเคมี C_4H_9-O-C_4H_9 น้ำหนักโมเลกุล 130.22 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเธอร์ (methyl tert-butyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{12}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_3$C-O-CH_3 น้ำหนักโมเลกุล 88.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

เททราไฮโดรฟูแรน (tetrahydrofuran) มีสูตรโมเลกุล C_4H_8O โครงสร้างทางเคมีเป็นแบบวงแหวน 5 เหลี่ยม น้ำหนักโมเลกุล 72.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,4-ไดออกเซน (1,4-dioxane) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_8O_2$ โครงสร้างทางเคมีเป็นแบบวงแหวน 6 เหลี่ยม น้ำหนักโมเลกุล 88.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

9. ไกลคอลอีเธอร์

ไกลคอลอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มไฮดรอกซิ (hydroxy group, "-OH") และกลุ่มแอลคอกซิ (alkoxy group, "-OR") อยู่ในโมเลกุล

เอทิลไกลคอล (ethyl glycol, 2-ethoxyethanol, ethylene glycol monoethyl ether, cellosolve) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O_2$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-O-$(CH_2)_2$-OH น้ำหนักโมเลกุล 90.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลไกลคอล (butyl glycol, 2-butoxyethanol, ethylene glycolmonobutyl ether, butyl cellosolve) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O_2$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-$(CH_2)_3$-O-$(CH_2)_2$-OH น้ำหนักโมเลกุล 118.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้กำหนดคุณภาพความบริสุทธิ์ และชี้บ่งชนิดของตัวทำละลาย ได้แก่

1. จุดเดือด (boiling point) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงอุณหภูมิที่ความดันไอของสารที่เป็นของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ สารที่มีจุดเดือดแคบมากก็จะมีความบริสุทธิ์สูง สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงก็จะมีจุดเดือดสูงกว่าสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และสารที่มีพันธะแบบไฮโดรเจนบอนด์ก็จะมีจุดเดือดสูงขึ้น

2. Hygroscopicity คือ ความสามารถของสารบางชนิดในการดูดความชื้นจากอากาศ โดยเฉพาะสารที่มีกลุ่มไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุล

3. ความหนาแน่น (density) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของน้ำหนักสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น กรัมต่อ 1 ลบ.ซม. หรือ กิโลกรัมต่อ 1 ลิตร เป็นต้น ส่วนใหญ่ตัวทำละลายจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า 1 แต่ถ้ามากกว่า 1 แสดงว่าตัวทำละลายนั้นมีธาตุคลอรีน โบรมีน หรือ ซัลเฟอร์ อยู่ในโมเลกุล

4. ดัชนีหักเห (refractive index) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงค่าการหักเหของแสงที่ผ่านเข้าไปในสาร

5. ความหนืด (viscosity) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงความข้นเหลวของสาร สารที่มีโมเลกุลใหญ่หรือมีพันธะแบบไฮโดรเจนบอนด์ก็จะมีความหนืดสูงกว่าสารที่ไม่มี เป็นต้น

6. ความดันไอ (vapor pressure) คือ ความดัน (หน่วยกิโลปาสกาล) ของไอของสารที่อุณหภูมิที่กำหนดอยู่ในภาวะสมดุลกับภาวะของเหลวหรือของแข็งของสารนั้น

7. จุดวาบไฟ (flash point) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึง อุณหภูมิที่ไอของสารมากพอ และผสมกับอากาศสามารถจุดติดไฟด้วยเปลวไฟ สารที่มีจุดวาบไฟต่ำก็จะไวไฟ การใช้งานจะต้องระวัง ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียสถูกจัดเป็นสารไวไฟ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 23-66 องศาเซลเซียสถูกจัดเป็นสารติดไฟ

การนำไปใช้ประโยชน์

ตัวทำละลายอินทรีย์นำไปใช้ในอุตสาหกรรมและกิจกรรมต่าง ๆ

1. ในอุตสาหกรรมสี ใช้เป็นตัวทำละลายในแลคเกอร์ สีแลคเกอร์ สีน้ำมัน สีอิมัลชัน

1. ในอุตสาหกรรมสี ใช้เป็นตัวทำละลายในแลคเกอร์ สีแลคเกอร์ สีน้ำมัน สีอิมัลชัน

2. อุตสาหกรรมน้ำยาลอกสี เป็นสารที่ใช้ละลายฟิล์มสี หรือ ทำให้ฟิล์มสีพองตัวขึ้น ตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่ ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) ไดเมทิลฟอร์มามีด (dimethylformamide) ไดเมทิลซัลฟอคไซด์ (dimethyl sulfoxide) โพรพิวลีนคาร์บอเนต (propyllene carbonate) เป็นต้น

3. อุตสาหกรรมหมึกพิมพ์

4. อุตสาหกรรมผลิตฟิล์ม เช่น การผลิตฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างไดเอทิลอีเธอร์ และเอทานอล

5. อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย

6. อุตสาหกรรมผลิตสารละลายของยางพลาสติก และเรซิน เช่น กาวยาง แอลซีดเรซิน วาร์นิช

7. อุตสาหกรรมซักแห้ง คือ ใช้อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนหรือคลอริเนตไฮโดรคาร์บอนสำหรับทำความสะอาดเส้นใย

8. ใช้กำจัดไขมัน (degreasing) บนผิวโลหะ ที่นิยมใช้ได้แก่ ตัวทำละลายคีโทน คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน เช่น ไตรคลอโรเอทิลลีน (trichloroethylene) เปอร์คลอโรเอทิลลีน (perchloroethylene) ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) เป็นต้น

9. อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันจากพืชและสัตว์ ใช้สกัด (extraction) สารออกจากสารผสม และ การสกัดแบบกลั่น (extractive distillation) เช่น กระบวนการทำให้น้ำมันพืชหรือสัตว์ให้บริสุทธิ์ โดยการสกัดด้วยโพรเพนที่เป็นของเหลว ส่วนใหญ่ตัวทำละลายที่ใช้เป็นพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย

10. ใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมี เช่น โดยใช้เป็นตัวโมบายเฟส (mobile phase) ในลิควิดโครมาโตกราฟ (liquid chromatograph) ใช้แยกสารผสมให้บริสุทธิ์ขึ้นหรือเพื่อในการวิเคราะห์หาปริมาณสารในสารผสม

11. อุตสาหกรรมผลิตสารเคมี โดยเป็นตัวทำละลายในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น และใช้สำหรับการตกผลึกเพื่อให้สารมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ซึ่งอาจจะต้องตกผลึกซ้ำหลายครั้ง

12. อุตสาหกรรมผลิตบรรจุภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์กระป๋องสเปรย์ และขวดฉีด

การเก็บรักษา

ตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นสารไวไฟหรือเป็นสารติดไฟฉะนั้นการเก็บจึงต้องระมัดระวัง เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดแก่บุคคล ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม วิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง คือ เก็บในภาชนะโลหะที่ปิดสนิท สถานที่เก็บควรมีอุณหภูมิต่ำ

มีการระบายอากาศที่ดี เก็บให้ห่างจากเปลวไฟ หรือแหล่งความร้อน และต้องป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตย์หรือ การเกิดประกายไฟในบริเวณเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

The Merck Index : an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals . 10th ed. Edited by Barbara Elvers. Rahway New Jersey : Merck, 1983

Ullman's encyclopedia of industrial chemistry 5th completely rev.ed. Vol. A24. In Dieter Stoye. Solvent S. Weinheim : VCH Verlagsgesellschaft, 1989. p. 437-505.