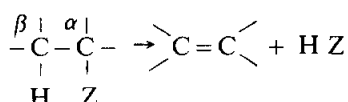


บทที่ 4

ปฏิกิริยาจัดออกของสารประกอบอินทรีย์ : การเตรียม Cyclohexene และ 3-Methyl-2-pentene

4.1 บทนำ

ปฏิกิริยาจัดออกเป็นปฏิกิริยาที่นิยมใช้ในการเตรียมอัลคีน ปฏิกิริยาประเภทนี้มักเกิดกับสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันนัลเกาะอยู่ โดยทั่วไปปฏิกิริยาเกิดจากการจัดหมู่ฟังก์ชันนัลซึ่งเป็น leaving group และไฮโดรเจนจากคาร์บอนที่อยู่ติดกันแล้วได้พันธะคู่เกิดขึ้นระหว่างคาร์บอนทั้งสองอะตอมนั้น ดังนี้

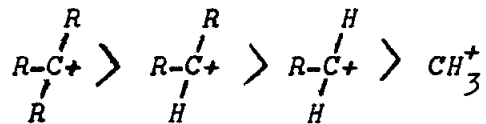


ปฏิกิริยานี้บางที่เรียกว่า β -elimination หรือ 1,2-elimination ทั้งนี้เพราะไฮโดรเจนที่คาร์บอนตำแหน่ง β กับ leaving group หรือที่เรียกว่า β -ไฮโดรเจนถูกดึงออกไป

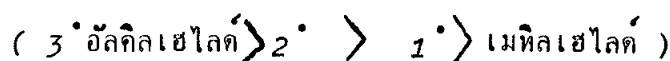
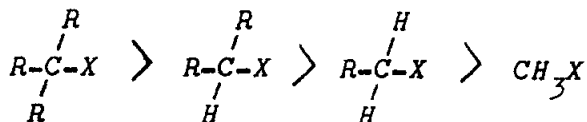
แม้ว่าสารประกอบอินทรีย์หลายชนิดจะเกิดการจัดออกของ leaving group และไฮโดรเจนให้อัลคีน แต่ปฏิกิริยาจัดออกที่นิยมใช้กันมากในการเตรียมอัลคีนในห้องปฏิบัติการมี 2 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์จากอัลคิลเฮไลด์ และปฏิกิริยาจัดน้ำจากแอลกอฮอล์ ในการทดลองนี้เป็นการเตรียม 3-methyl-2-pentene จากปฏิกิริยาจัดออกของ 3-chloro-3-methylpentane (ที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.3.1) หรือ 3-methyl-3-pentanol และการเตรียม cyclohexene จากปฏิกิริยาจัดออกของ cyclohexanol

ปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ออกจากอัลคิลเฮไลด์ (dehydrohalogenation of alkyl halides)

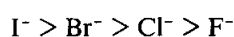
ปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์เป็นวิธีเตรียมอัลคีน โดยการจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ (HX) ออกจากอัลคิลเฮไลด์ด้วยเบสที่เหมาะสม เบสที่นิยมใช้กันมากคือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เพราะละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับอัลคิลเฮไลด์และผลผลิต (อัลคีน)



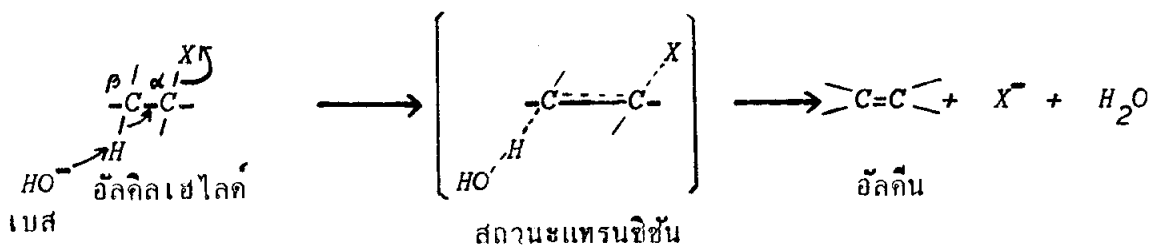
ดังนั้นลำดับความว่องไวของอัลคิลเฮไลต์ในปฏิกิริยาขจัดออกที่เกิดแบบ E1 มีดังนี้



ส่วนเฮโลเจนซึ่งเป็น leaving group ในปฏิกิริยานี้ จะมีลำดับการหลุดออกจากง่ายไปหายาก ดังนี้

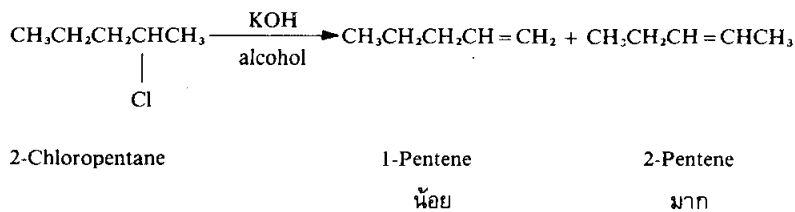


แบบ E2 เป็นปฏิกิริยาซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารทั้งสองที่ทำปฏิกิริยากัน กลไกของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี 1 ขั้นตอนโดยเกิดผ่านสถานะแทรนซิชันดังนี้

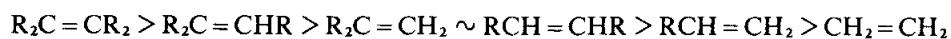


สำหรับลำดับความว่องไวของอัลคิลเฮไลต์และลำดับเฮโลเจนในการหลุดออกในปฏิกิริยาแบบ E2 จะเหมือนกับในปฏิกิริยาแบบ E1 ที่กล่าวข้างต้น

ปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์แบบ E1 และ E2 ของอัลคิลเฮไลด์ที่มี β -ไฮโดรเจนอยู่มากกว่า 1 แห่ง อาจทำให้ได้อัลคีนมากกว่า 1 ตัว แต่อัลคีนที่เสถียรกว่าจะเกิดได้ดีกว่า ตัวอย่างเช่น

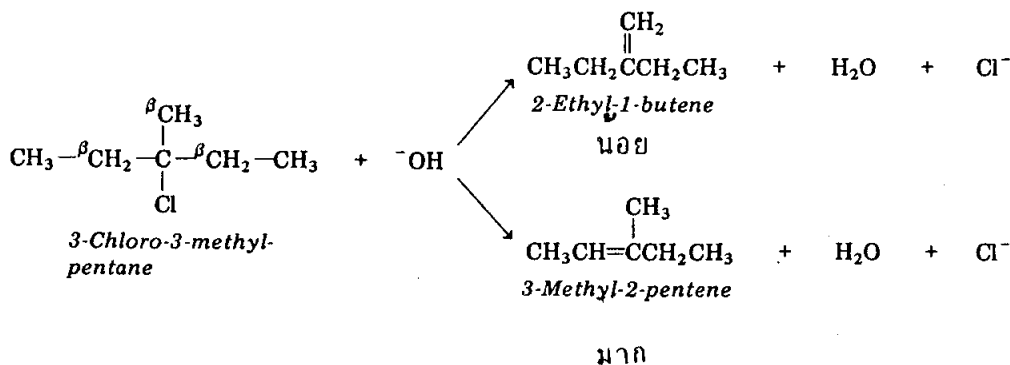


จะเห็นว่าอัลคีนซึ่งคาร์บอนของพันธะคู่มีจำนวนหมู่ของอะตอมของคาร์บอนเกาะอยู่มาก จะยังมีความเสถียรมาก ดังนั้นลำดับความเสถียรของอัลคีนมีดังนี้



4.2 การเตรียม 3-methyl-2-pentene จาก 3-chloro-3-methylpentane กับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

เนื่องจาก 3-chloro-3-methylpentane เป็นอัลคิลเฮไลด์ชนิดตติยภูมิ (tertiary alkyl halide) ดังนั้นจึงเกิดการจัดไฮโดรเจนคลอไรด์ออกได้ง่าย แม้ว่าคลอไรด์ไอออน (Cl^-) จะเป็น leaving group ที่ไม่ตึงนัก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังนี้



จะเห็นว่าผลผลิตที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยานี้คือ 2-ethyl-1-butene และ 3-methyl-2-pentene เพราะสารตั้งต้นมี β -ไฮโดรเจนที่ต่างกัน 2 ชนิด เนื่องจาก 3-methyl-2-pentene มีหมู่อัลคิล 3 หมู่ เกาะที่คาร์บอนของพันธะคู่จึงมีความเสถียรมากกว่า 2-ethyl-1-butene ที่มีหมู่อัลคิลเพียง 2 หมู่

เกาะที่คาร์บอนของพันธะคู่ จึงคาดได้ว่า 3-methyl-2-pentene จะเป็นผลผลิตหลักในปฏิกิริยานี้

โดยความจริงแล้วปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนคลอไรด์ของ 3-chloro-3-methylpentane โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใน 2-ethoxyethanol คาดว่าจะได้ผลผลิตของอัลคีนถึง 3 ไอโซเมอร์คือ 2-ethyl-1-butene, cis-3-methyl-2-pentene และ trans-3-methyl-2-pentene

ตารางที่ 4.1 แสดงสมบัติทางกายภาพของสารตั้งต้นและผลผลิตที่คาดว่าจะเกิดในการทดลองนี้

สาร	สูตร โครงสร้าง	น้ำหนักโมเลกุล (กรัม/โมล)	จุดเดือด (°ซ)	ความหนาแน่น ที่ 20°ซ
3-Chloro-3-methylpentane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}\text{ClCH}_2\text{CH}_3$	120.6	116	0.89
trans-3-Methyl-2-pentene	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \qquad \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	84.2	70.4	0.70
cis-3-Methyl-2-pentene	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	84.2	67.7	0.69
2-Ethyl-1-butene	$\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_2}{\underset{ }{\text{C}}}\text{CH}_2\text{CH}_3$	84.2	64.7	0.69
2-Ethoxyethanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	90.1	135	0.93
Potassium hydroxide	KOH	56.1	—	—

อัลคีนที่เกิดขึ้นจะถูกกลั่นออกจาก reaction mixture โดยตรงหลังจากปฏิกิริยาจัดออกเกิดอย่างสมบูรณ์ เพราะสารตั้งต้นและตัวทำละลายที่ใช้มีจุดเดือดสูงกว่าอัลคีน สำหรับน้ำที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกกลั่นออกมาพร้อมกับผลผลิต ทำผลผลิตให้แห้งด้วย anhydrous MgSO_4

4.2.1 วิธีทดลอง

ใส่ 2-ethoxyethanol 50 มล. และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเม็ด 11.5 กรัมลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มล. แก้วขวดเพื่อให้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ส่วนหนึ่งละลาย เติม 3-chloro-3-methylpentane 13.5 มล. ที่เตรียมได้จากบทที่ 3 ลงในขวดก้นกลม ใส่เศษกระเบื้อง 2-3 ชิ้น จัดเครื่องมือสำหรับรีฟลักซ์ดังรูปที่ 2.17 รีฟลักซ์สารละลายบนเครื่องอังน้ำเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ในช่วงแรกที่ทำกรรีฟลักซ์สารละลายจะไม่เดือด แต่เมื่อมีผลผลิตเกิดขึ้นสารละลายจะ

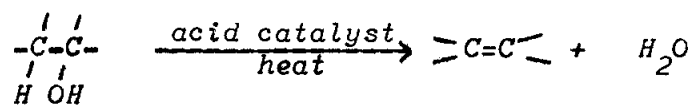
เริ่มเดือดและเริ่มรีฟลักซ์ เมื่อทำการรีฟลักซ์จนครบ 2.5 ชั่วโมงแล้ว ให้จัดเครื่องมือสำหรับกลั่นแบบลำดับส่วนดังรูปที่ 2.7 โดยใช้ขวดก้นกลมที่มีสารละลายบรรจุอยู่เป็นขวดกลั่น แต่ต้องใส่เศษกระดาษใหม่ 2-3 ชิ้นลงไป กลั่นและเก็บผลผลิตส่วนที่กลั่นออกมาที่อุณหภูมิ 50-80°C ใส่ anhydrous $MgSO_4$ ประมาณ 0.5 กรัม ลงในผลผลิตเพื่อดูดน้ำ ตั้งทิ้งไว้จนผลผลิตใสจึงกรองเอาสารดูดน้ำออกสารที่ได้มีความบริสุทธิ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 5.2.1 ชั่งน้ำหนักของสารที่ได้และคำนวณผลได้เป็นร้อยละ เก็บสารที่ได้ในขวดโบลึก ๆ ที่มีจุกแก้วปิด

ข้อควรระวัง

1. โฟแทสเซียมไฮดรอกไซด์และสารละลายของมันมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนรุนแรงมาก จึงต้องระวังอย่าให้ถูกผิวหนัง ถ้าโฟแทสเซียมไฮดรอกไซด์ถูกผิวหนังให้ล้างบริเวณนั้นทันทีด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ
2. เนื่องจากสารละลายที่เหลืออยู่ในขวดกลั่นหลังจากการกลั่นแบบลำดับส่วนยังคงเป็นแบบสที่แก่มาก จึงควรกำจัดโดยปล่อยให้สารละลายเย็นตัวลง แล้วเทลงในอ่างน้ำที่ละน้อยพร้อมกับเปิดน้ำตาม

ปฏิกิริยาจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์ (dehydration of alcohols)

โดยทั่วไปการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์จะต้องใช้กรดแก่ เช่น กรดซัลฟูริก หรือ กรดฟอสฟอริก เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อทำให้เกิดการหลุดออกของหมู่ไฮดรอกซิล ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังนี้



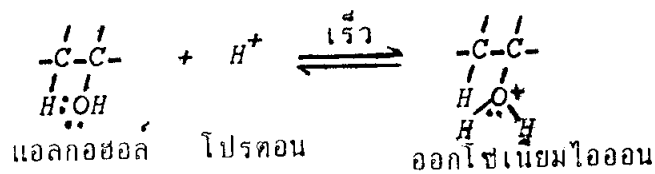
แอลกอฮอล์

อัลคีน

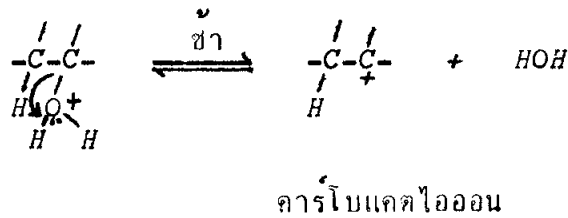
ปฏิกิริยานี้บางที่เรียกว่า acid-catalyzed dehydration

กลไกของปฏิกิริยาขจัดน้ำแบบ E1 มีขั้นตอนการเกิดดังนี้

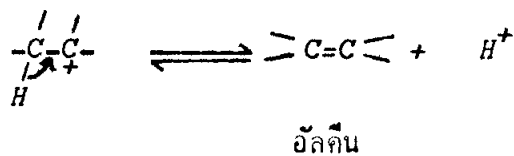
ขั้นที่ 1 แอลกอฮอล์รับโปรตอนจากกรดเกิดเป็นออกโซเนียมไอออน หรือ protonated alcohol



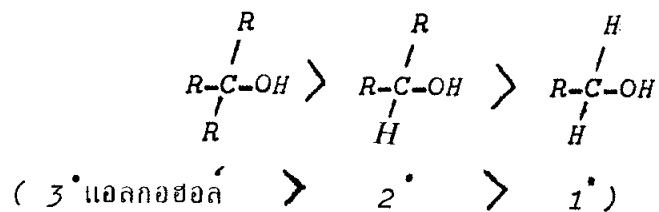
ขั้นที่ 2 โมเลกุลของน้ำจะหลุดออกจากออกซิเนียมไอออนได้คาร์โบแคตไอออนที่ขาดอิเล็กตรอน



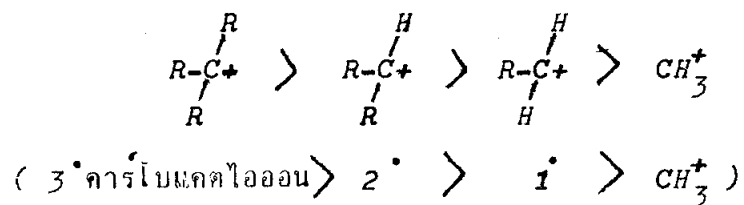
ขั้นที่ 3 การหลุดออกของไฮโดรเจนอะตอมหรือโปรตอนจากคาร์โบแคตไอออน ได้อัลคีน



ลำดับความว่องไวของแอลกอฮอล์ในปฏิกิริยาขจัดน้ำจากมากไปหาน้อยมีดังนี้

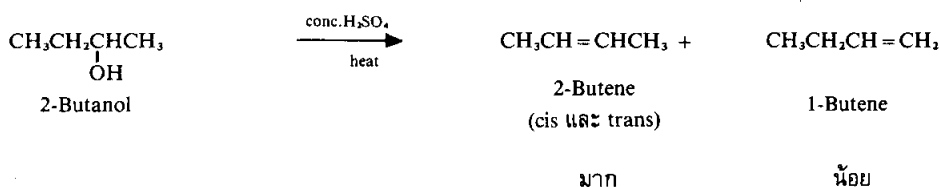


ทั้งนี้เพราะกลไกของปฏิกิริยาเกิดผ่านคาร์โบแคตไอออนซึ่งมีลำดับความเสถียรจากมากไปหาน้อยดังนี้



ปฏิกิริยาขจัดน้ำของแอลกอฮอล์ชนิดตติยภูมิมีประโยชน์มากในการเตรียมอัลคีน เพราะแอลกอฮอล์ชนิดตติยภูมิและแอลกอฮอล์ชนิดปฐมภูมิมักเกิดการจับตัวใหม่ภายใต้ภาวะที่ใช้ในปฏิกิริยาขจัดน้ำ

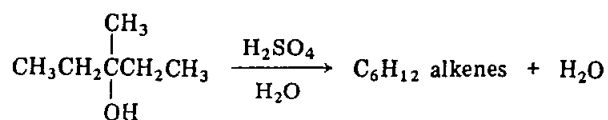
ในกรณีที่แอลกอฮอล์มี β -ไฮโดรเจนมากกว่า 1 แห่ง จะทำให้เกิดอัลคีนมากกว่า 1 ตัว และอัลคีนที่เสถียรกว่าจะเกิดได้ดีกว่า ตัวอย่างเช่น



จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาขจัดน้ำของแอลกอฮอล์มีกลไกการเกิดแบบ E1 เท่านั้น ซึ่งต่างกับปฏิกิริยาขจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ของอัลคิลเฮไลด์สามารถเกิดผ่านกลไกทั้งแบบ E1 และ E2 แม้ว่าปฏิกิริยาส่วนใหญ่จะเกิดแบบ E2 โดยทั่วไปกลไกแบบ E2 ต้องใช้เบสค่อนข้างแรงไปตั้ง β -ไฮโดรเจนออก ดังนั้นปฏิกิริยาขจัดน้ำของแอลกอฮอล์ที่มีกรดแก่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาแบบ E2 ได้

4.3 การเตรียม 3-methyl-2-pentene จาก 3-methyl-3-pentanol กับกรดซัลฟูริก

ปฏิกิริยาระหว่าง 3-methyl-3-pentanol กับกรดซัลฟูริก คาดว่าจะได้ผลผลิตของอัลคีนทั้ง 3 ไอโซเมอร์เช่นเดียวกับที่ได้จากปฏิกิริยาขจัดไฮโดรเจนคลอไรด์ของ 3-chloro-3-methylpentane แต่อัตราส่วนของไอโซเมอร์ของอัลคีนที่ได้ในปฏิกิริยาทั้งสองควรต่างกัน เพราะกลไกการเกิดอัลคีนต่างกัน



เนื่องจากปฏิกิริยาขจัดน้ำของแอลกอฮอล์เป็นปฏิกิริยาผันกลับดังได้กล่าวไว้ในเรื่องกลไกของปฏิกิริยาข้างต้นนี้ ดังนั้นถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาขจัดน้ำอย่างสมบูรณ์ ในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้นหรือกรดฟอสฟอริกเข้มข้นซึ่งนอกจากจะเป็นตัวให้โปรตอนแก่

แอลกอฮอล์แล้วยังเป็นสารดูดน้ำที่ดี ซึ่งจะช่วยขจัดน้ำที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาได้ ปกติอัลคีนที่เกิดสามารถระเหยได้ง่ายกว่าแอลกอฮอล์ ดังนั้นการกลั่นอัลคีนออกจาก reaction mixture ในทันทีที่เกิด จะช่วยบังคับปฏิกิริยาให้ดำเนินไปทางขวามือได้ ในการทดลองนี้อัลคีนที่เกิดขึ้นถูกแยกออกจากสารผสมที่เป็นกรดโดยการกลั่นแบบลำดับส่วน ล้างสารที่ได้ด้วยสารละลายเจือจางของโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อกำจัดกรดที่เหลืออยู่และทำให้แห้งด้วย anhydrous $MgSO_4$.

4.3.1 วิธีทดลอง

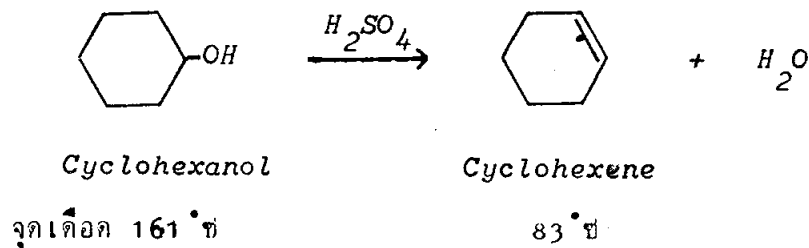
ใส่ 9 M. H_2SO_4 50 มล. ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มล. เติม 3-methyl-3-pentanol 24.6 มล. และเศษกระเบื้อง 2-3 ชิ้นลงไป จัดเครื่องมือสำหรับรีฟลักซ์ดังในรูปที่ 2.17 รีฟลักซ์สารละลายบนเครื่องอังไอน้ำเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นทำการกลั่นแบบลำดับส่วน (ดูรูปที่ 2.7) โดยใช้ขวดก้นกลมที่มีสารละลายบรรจุอยู่เป็นขวดกลั่น ใส่เศษกระเบื้องใหม่ 2-3 ชิ้นลงไป กลั่นและเก็บผลผลิตส่วนที่กลั่นออกมาที่อุณหภูมิ $50-80^{\circ}C$ เท distillate ลงในกรวยแยก เติมสารละลาย 5% โซเดียมไบคาร์บอเนต 10 มล. ลงไปเพื่อทำลายกรดที่เจือปนออกมากับผลผลิต แกว่งกรวยแยกอย่างช้า ๆ รอจนกระทั่งไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้นอีกแล้วจึงไขชั้นน้ำซึ่งอยู่ชั้นล่างออก แล้วเทชั้นสารอินทรีย์ลงในขวดคอแคบขนาด 250 มล. ใส่ anhydrous $MgSO_4$ ประมาณ 1 กรัมลงไปเพื่อดูดน้ำออกจากผลผลิต กรองเอาสารดูดน้ำออก สารที่ได้มีความบริสุทธิ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 5.2.1 โดยไม่จำเป็นต้องกลั่น ชั่งน้ำหนักสารที่ได้และคำนวณผลได้เป็นร้อยละ

ข้อควรระวัง

1. กรดซัลฟูริกจะทำให้เกิดรอยไหม้ตรงผิวหนังส่วนที่สัมผัสกับกรด จึงควรล้างผิวหนังบริเวณที่ถูกกรดด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ
2. เนื่องจากสารละลายที่เหลืออยู่ในขวดกลั่นหลังจากการกลั่นแบบลำดับส่วนยังคงเป็นกรดที่แก่มาก จึงควรปล่อยให้สารละลายเย็นตัวลง แล้วเทลงในอ่างน้ำที่ละน้อยพร้อมกับเปิดน้ำจำนวนมาก ๆ ตามลงไป

4.4 การเตรียม cyclohexene จาก cyclohexanol กับกรดซัลฟูริกเข้มข้น

ปฏิกิริยาระหว่าง cyclohexanol กับกรดซัลฟูริกเข้มข้น จะได้ cyclohexene ดังสมการ



cyclohexene ที่เกิดจะถูกกลั่นออกจาก reaction mixture ในทันทีที่เกิด ล้างผลผลิตด้วย สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต และทำให้แห้งด้วย anhydrous Na_2SO_4 ขั้นสุดท้ายทำให้สารที่ได้ บริสุทธิ์โดยการกลั่น

4.4.1 วิธีทดลอง

ใส่ cyclohexanol 20.2 มล. ลงในขวดก้นกลมขนาด 100 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 6 มล. ลงไปอย่างช้า ๆ พร้อมทั้งเขย่า ถ้าสารทั้งสองผสมกันไม่ดี อาจมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เกิดขึ้นขณะเกิดปฏิกิริยา ใส่เศษกระเบื้อง 2-3 ชิ้นลงไป แล้วทำการกลั่นแบบธรรมดา (ดูรูปที่ 2.5) ระวังอุณหภูมิอย่าให้เกิน $100^{\circ}C$ หยุดกลั่นเมื่อสารละลายในขวดก้นกลมมีลักษณะ เหนียวเป็นยางหรือมีควันสีขาวของแก๊ส SO_2 เกิดขึ้น กำจัดส่วนที่เหลือในขวดก้นกลมโดยเติมน้ำเย็นลงไป แล้วเทลงในอ่างในตู้ควัน

เท distillate ลงในกรวยแยก เติมสารละลาย 5% โซเดียมคาร์บอเนตประมาณ 10 มล. ลงไป เขย่า ขณะเขย่ากรวยแยกควรลดความดันของแก๊สที่เกิดขึ้นโดยการเปิดก๊อกปิดเปิดเป็นครั้งคราว ไขชั้นน้ำออก ทดสอบชั้นน้ำด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าพบว่าเป็นกรดให้ล้างชั้นสารอินทรีย์ด้วย สารละลาย 5% โซเดียมคาร์บอเนตประมาณ 10 มล. อีกครั้ง ไขชั้นน้ำออก เทชั้นสารอินทรีย์ลงใน ขวดคอแคบที่แห้ง เติม anhydrous Na_2SO_4 ตั้งทิ้งไว้จนกว่าของเหลวจะใส กรองของเหลวผ่านกรวย แก้วบุด้วยสำลีลงในขวดก้นกลมขนาด 50 มล. เติมเศษกระเบื้อง 2-3 ชิ้น ทำการกลั่นแบบธรรมดา เก็บสารที่กลั่นออกมาที่อุณหภูมิ $79-83^{\circ}C$ ชั่งน้ำหนักและคำนวณผลได้เป็นร้อยละ

4.5 วิธีทดสอบสารที่เตรียมได้

4.5.1 ปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์

ใส่สารที่เตรียมได้ 0.1 กรัม (ถ้าเป็นของเหลวใช้ 0.2 มล.) ลงในหลอดทดลองที่มีคาร์บอนเตตระคลอไรด์อยู่ 2 มล. หยดสารละลาย 5% Br₂ ใน CCl₄ ลงไปที่ละหยดพร้อมทั้งเขย่า จนกระทั่งสีของโบรมีนไม่จางหายไป สังเกตและบันทึกผล

4.5.2 ปฏิกริยากับสารละลาย KMnO₄ (Bayer's test)

ละลายสารที่เตรียมได้ 0.1 กรัม (ถ้าเป็นของเหลวใช้ 0.2 มล.) ใน 95% เอทานอล 2 มล. ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 2% KMnO₄ ในน้ำลงไปทีละหยดพร้อมทั้งเขย่า จนกระทั่งสีม่วงของ KMnO₄ ไม่จางหายไป สังเกตและบันทึกผล

4.6 คำถามท้ายบท

1. ในการเตรียม 3-methyl-2-pentene จากปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ ของ 3-chloro-3-methylpentane ถ้าต้องการกลับผลผลิตออกจากสารละลายของปฏิกิริยาโดยตรง จะใช้อีทานอลเป็นตัวทำละลายในปฏิกิริยาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ถ้าต้องการเตรียม 2-ethyl-1-butene โดยปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ ควรใช้อัลคิลเฮไลด์ตัวใดเป็นสารตั้งต้น

3. ทำไมจึงนิยมใช้กรดซัลฟูริกมากกว่ากรดไฮโดรคลอริกเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์

4. ทำไมจึงไม่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ของอัลคิลเฮไลด์

5. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาข้างเคียงทั้งหมดที่จะเกิดแข่งกับปฏิกิริยาจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ของ 3-chloro-3-methylpentane หรือปฏิกิริยาขจัดน้ำของ 3-methyl-3-pentanol และ cyclohexanol

6. เหตุใด 3-methyl-2-pentene ที่กลั่นออกมาจากสารละลายจึงขุ่น

7. จงบอกปฏิกิริยาทางเคมีที่ใช้ยืนยันว่าผลผลิตที่ได้จากการทดลองที่ 4.2.1 และ 4.3.1 คือ 3-methyl-2-pentene ไม่ใช่สารตั้งต้น (3-methyl-3-pentanol หรือ 3-chloro-3-methylpentane) เขียนสมการของปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

8. เขียนโครงสร้างของอัลคีนที่เป็นผลผลิตหลักในปฏิกิริยาขจัดน้ำของแอลกอฮอล์ต่อไปนี้

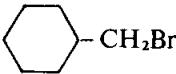
ก. 3-methyl-1-butanol

- ข. 3-methyl-2-butanol
- ค. 2,2-dimethyl-1-cyclohexanol
- ง. 1-phenyl-2-propanol

9. จากสารประกอบคู่ต่อไปนี้ สารใดจะเกิดปฏิกิริยาแบบ E2 ได้เร็วกว่า

- ก. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHBrCH}_2\text{CH}_3$ กับ $(\text{CH}_3)_2\text{CBrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- ข. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHICH}_3$ กับ $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{I}$
- ค. $\text{CH}_3\text{CHICH}_3$ กับ $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$

10. จงวงกลมรอบไฮโดรเจนอะตอมที่จะหลุดออกในปฏิกิริยาแบบ E2

- ก. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$
- ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Br}$
- ค.  CH_2Br
- ง. $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHI}$

ผลการทดลองบทที่ 4

เรื่อง.....

วันที่ทำการทดลอง.....

1. สารเคมีที่ใช้และผลผลิต

สาร	น้ำหนัก- โมเลกุล	น้ำหนัก (กรัม) หรือ ปริมาตร (มล.)	ความหนาแน่น	จำนวนโมล

2. วิธีทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

3. สมบัติทางกายภาพของผลผลิต

ผลผลิตที่ได้มีลักษณะดังนี้:

สถานะ.....สี.....

จุดเดือด.....°ซ ปริมาตร.....มล.

4. วิธีทดสอบสารที่เตรียมได้

รีเอเจนต์ที่ใช้	ผลการทดลอง
1. 5% Br ₂ ใน CCl ₄ 2. 2% KMnO ₄ ในน้ำ	

สรุปผลการทดสอบสารที่เตรียมได้.....

.....

.....