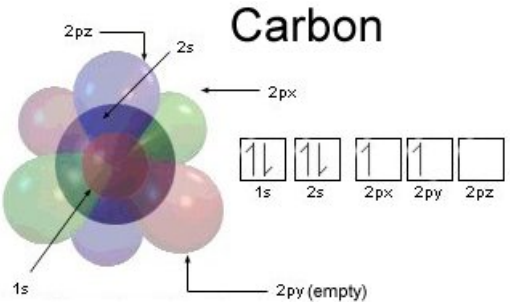
เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)

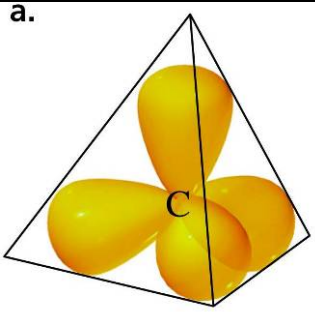
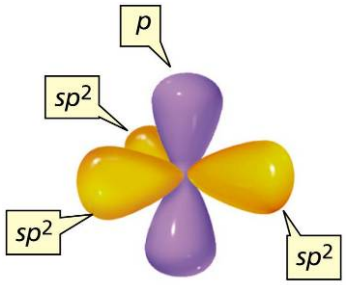
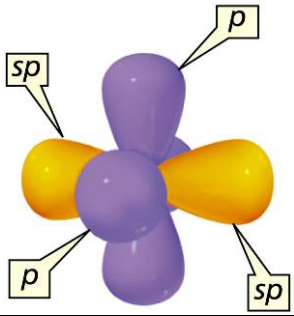
1. พันธะคาร์บอน/สูตรโครงสร้างไอโซเมอริซึม



1.1) ไฮบริไดเซชันของคาร์บอน (Hybridization of carbon)

เนื่องจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้ง 4 ของคาร์บอนที่จะสามารถเกิดพันธะกับอะตอมอื่นๆ ได้อยู่ใน s ออร์บิทอล (s orbital) (1 ออร์บิทอล) และ p ออร์บิทอล (3 ออร์บิทอล) ซึ่งมีรูปร่างเป็นทรงกลม (sphere) และดัมบ์เบลล์ (dumb bells) ตามลำดับดังรูป

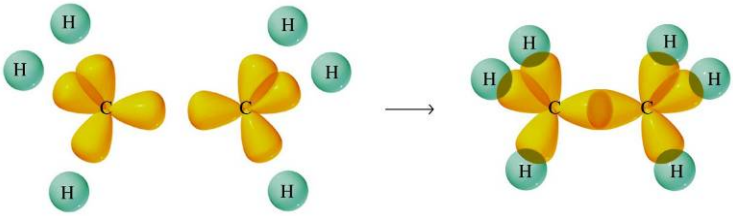
รูปทรงของไฮบริไดซ์ออร์บิทอลจะมีผลต่อรูปทรงของสารประกอบที่เกิดขึ้น

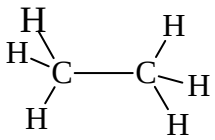
		
sp^3 hybridization	sp^2 hybridization	*sp* hybridization

1.2) พันธะของคาร์บอน (carbon bonds)

เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้ง 4 ของคาร์บอนที่อยู่ในไฮบริไดซ์ออร์บิทอลสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ (covalent bonds) ได้ 4 พันธะ ซึ่งอาจจะเป็นพันธะเดี่ยว (single bond) พันธะคู่ (double bond) หรือพันธะสาม (triple bond) ก็ได้ การเขียนสูตรโมเลกุลมีได้ 4 แบบด้วยกันคือ

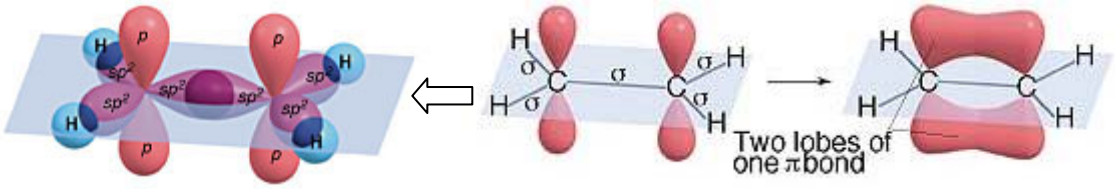
- ***sp^3* hybridization** คาร์บอนจะสร้าง**พันธะเดี่ยว (single bond)** ทั้งหมด เช่นใน methane, ethane



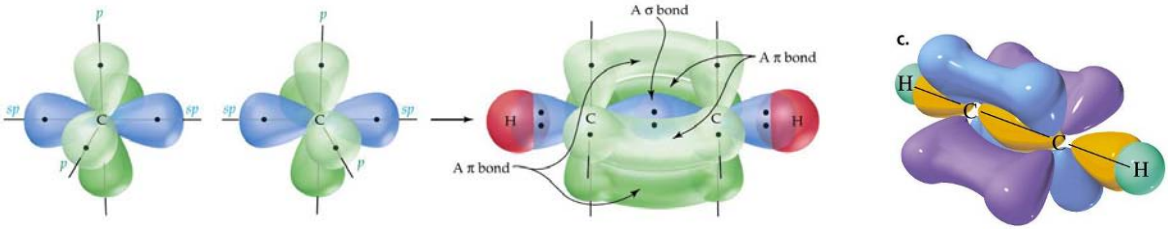


- ***sp^2* hybridization** คาร์บอนจะสร้าง - **พันธะคู่ (double bond)** *1 พันธะ* ระหว่างคาร์บอนที่มีไฮบริไดเซชัน ***sp^2***
- **พันธะเดี่ยว** *2 พันธะ* เช่นใน ethane (หรือ ethylene)

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น



- ***sp* hybridization** คาร์บอนจะสร้าง - **พันธะสาม (triple bond)** *1 พันธะ* ระหว่างคาร์บอนที่มีไฮบริไดเซชัน *sp*
- **พันธะเดี่ยว** *1 พันธะ* เช่นใน ethyne (หรือ acetylene)



พันธะของคาร์บอนแต่ละชนิดมีความแข็งแรงไม่เท่ากัน โดยพิจารณาได้จากพลังงานพันธะดังนี้

	C≡C	> C=C	> C—C
พลังงานพันธะ	≈ 900	600	300 kg/mol
ความยาวพันธะ	121	134	154 pm

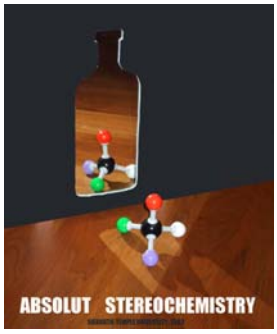
1.4) ไอโซเมอริซึม (Isomerism) และไอโซเมอร์ (Isomer)

ไอโซเมอริซึม (Isomerism) คือปรากฏการณ์ที่สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน โดยสารแต่ละตัวจะเรียกว่า "*ไอโซเมอร์ (Isomer)*" โดยไอโซเมอร์แต่ละตัวจะมีสมบัติทางกายภาพต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ไอโซเมอร์มีหลายชนิด เช่น

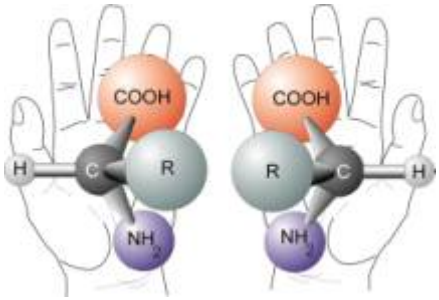
ก. ไอโซเมอร์เชิงโครงสร้าง (Constitutional isomers หรือ structural isomers) ต่างที่ "*การต่อกันของอะตอม*" เช่น

C_2H_6O:	H_3CH_2C-O-H	แอลกอฮอล์ (alcohol) ↔ อีเทอร์ (ether)	H_3C-O-CH_3
$C_2H_6O_2$:	H-CO-O-CH_3	เอสเทอร์ (ester) ↔ กรดอินทรีย์	H_3C-CO-O-H
C_3H_6O:	H_3C-CO-CH_3	คีโตน (ketone) ↔ แอลดีไฮด์ (aldehyde)	H_3CH_2C-CHO

ข. สเตอริโอไอโซเมอร์ (stereoisomers) การต่อกันของอะตอม*เหมือนกัน* แต่**ต่างกัน**ที่ "การวางตัวของอะตอมในที่ว่าง" สเตอริโอไอโซเมอร์เกิดขึ้นเฉพาะสารที่ C มีหมู่แทนที่ทั้ง 4 ต่างกัน โดยไอโซเมอร์ที่ได้จะเป็นภาพสะท้อนในกระจกเงา



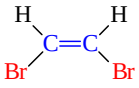
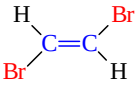
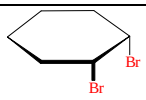
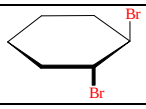
คู่ไอโซเมอร์นี้เรียกว่า "อิแนนทิโอเมอร์ (enantiomers)" ซึ่งซ้อนทับกันไม่สนิท เหมือนมือซ้ายและมือขวาของเรา



เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

ค. ไอโซเมอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical isomers) (เป็น subset ของสเตอริโอไอโซเมอร์) การต่อกันของอะตอม*เหมือนกัน* แต่**ต่างกัน**ที่ “การวางตัวของอะตอมในที่ว่าง” ของสารประกอบที่มี C=C หรือสารประกอบที่เป็นวง โดย C ที่ตำแหน่งพันธะคู่แต่ละอะตอมต้องมีหมู่แทนที่***ต่างกัน*** การระบุโครงสร้างใช้

- ***cis*** เรียกสารที่มีโครงสร้างที่มีหมู่เหมือนกัน*อยู่ด้านเดียวกัน*ของระนาบของ C=C หรือระนาบวง
- ***trans*** เรียกสารที่มีโครงสร้างที่มีหมู่เหมือนกัน*อยู่ด้านตรงข้าม*ของระนาบของ C=C หรือระนาบวง เช่น

			
cis-1,2-dibromoethane	***trans***-1,2-dibromoethane	***cis***-1,2-dibromocyclohexane	***trans***-1,2-dibromocyclohexane

2. หมู่ฟังก์ชั่น (Functional groups)

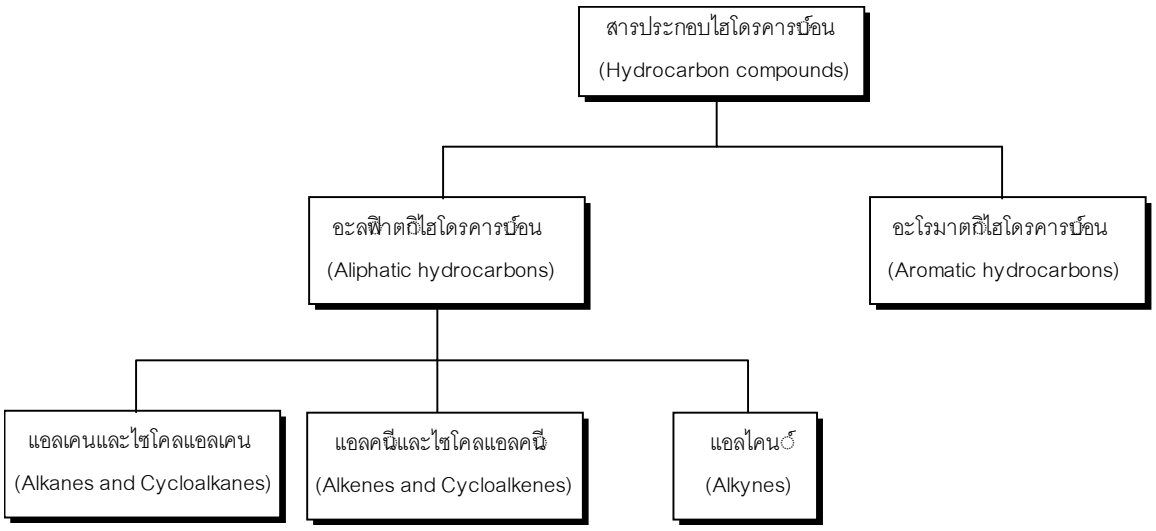
หมู่ฟังก์ชันคืออะตอมหรือกลุ่มของอะตอมบนโมเลกุลที่รับผิดชอบต่อการเกิดปฏิกิริยาบนโมเลกุลนั้นๆ ทำให้เราสามารถจำแนกโมเลกุลออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ตามลักษณะการเกิดปฏิกิริยา เช่น

กรดอะเซติก (acetic acid) CH_3COOH หมู่ฟังก์ชันคือ คาร์บอกซิลิก (-COOH) มีสมบัติเป็น “กรด”

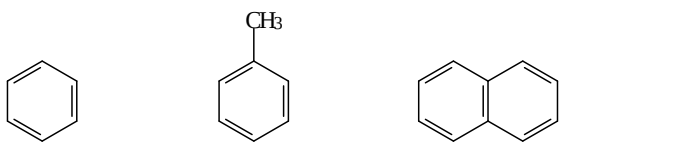
ไตรเอทิลามีน (triethylamine) $(CH_3CH_2)_3N$ หมู่ฟังก์ชันคือ อะมิโน (-N-) มีสมบัติเป็น “เบส”

3. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนคือสารที่มี***คาร์บอน***และ***ไฮโดรเจน***เป็นองค์ประกอบ แบ่งตามลักษณะทางโครงสร้างและการทำปฏิกิริยาได้ดังนี้



** สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่จะมีชื่อเฉพาะ เช่น



เบนซีน (benzene) โทลูอีน (toluene) แนพทาลีน (naphthalene)

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

การทดสอบทางเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ

ชนิดของไฮโดรคาร์บอน	การเผาไหม้	การทดสอบด้วย Br_2/CCl_4		การทดสอบด้วย $KMnO_4$
		ในที่มืด	ในที่สว่าง	
แอลเคน	✖	✖	✓ ($HBr_{(g)}$)	✖
แอลคีน	✓	✓	✓	✓
แอลไคน์	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
แอโรมาติก	✓✓✓	✖	✖*	✖

* + ผงเหล็ก Fe(s) สามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่ได้ ($HBr_{(g)}$)

***** ข้อควรระวัง : โจทย์ชอบถาม 1) สารที่มีสูตรทั่วไปเป็น

- C_nH_{2n} ที่อาจเป็น alkene หรือ cycloalkane ก็ได้
- C_nH_{2n-2} ที่อาจเป็น alkyne หรือ cycloalkene ก็ได้

} ไอโซเมอร์ (isomer)

2) ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion reaction)

$C_xH_y + (x + y/4)\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + y/2\ H_2O$

C_2H_6 มี C : H = 2 : 6 = 1/3 : 1

C_2H_4 มี C : H = 2 : 4 = 1/2 : 1

C_2H_2 มี C : H = 2 : 2 = 1 : 1

ปฏิกิริยา $H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$ เกิดง่ายกว่า $C + O_2 \rightarrow CO_2$

ดังนั้นการเกิดเขม่าเมื่อเริ่มเผาไหม้ จึงพิจารณาจากอัตราส่วน C : H หรือพิจารณา พลังงานการสลายพันธะของ

$$C \equiv C \quad > \quad C = C \quad > \quad C — C$$
$$\approx \ 900 \qquad 600 \qquad 300\ kg/mol$$

<u>ไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน</u>

ตัวอย่างเช่น เฮกเซน ซึ่งมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน 2 ชนิด จึงทำให้เฮกเซนมีจำนวนไอโซเมอร์ด้วยกันทั้งหมด 4 ไอโซเมอร์ด้วยกัน ดังนี้

ชนิดของโครงสร้าง	**ลักษณะ**	**ตัวอย่าง**
1. โซ่ตรง (straight chain)	โครงสร้างของสารประกอบที่มีอะตอมของคาร์บอนต่อเป็นเส้นยาว	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
2. โซ่กิ่ง (branched chain)	โครงสร้างของสารประกอบที่มีสายคาร์บอนสั้นๆ ต่ออยู่กับสายคาร์บอนหลัก	$CH_3CHCH_2CH_2CH_3$ (CH_3 ที่ C ตำแหน่งที่ 2) $CH_3CH_2CHCH_2CH_3$ (CH_3 ที่ C ตำแหน่งที่ 3) $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_3$

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

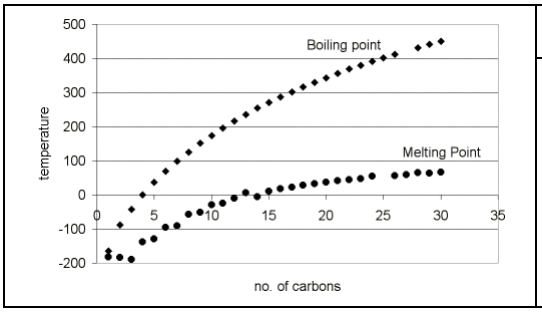
ดังนั้น C_nH_{2n} แอลคีน ↔ ไซโคลแอลเคน C_nH_{2n}

C_nH_{2n-2} แอลไคน์ ↔ ไซโคลแอลคีน C_nH_{2n-2}

จำนวนไอโซเมอร์ของ	แอลเคน	แอลคีน	แอลไคน์
C4	2	3	2
C5	3	5	3
C6	5	13	7

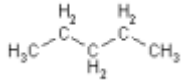
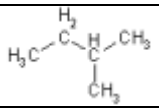
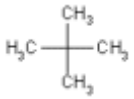
คุณสมบัติทางกายภาพของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

1. จำนวน C เพิ่มขึ้น จุดเดือดจะเพิ่มขึ้น เช่น



สารประกอบ	CH_4	CH_3CH_3	$CH_3CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
จุดเดือด (°C)	-162.0	-88.6	-42.1	-0.5

2. จำนวน C เท่ากัน โครงสร้างต่างกัน: จุดเดือดจะลดลง เมื่อโครงสร้างมีโซ่กิ่งมากขึ้น

	จุดเดือด (°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	โครงสร้าง
n-pentane	36.1	-129.7	0.626	
i-pentane	27.9	-159.9	0.620	
neo-pentane	9.5	-16.5	0.614	

3. จำนวน C เท่ากัน หมู่ฟังก์ชันต่างกัน: แอลเคน < แอลคีน < แอลไคน์

สารประกอบ	CH_3CH_3	$CH_2{=}CH_2$	$CH{\equiv}CH$
จุดเดือด (° C)	- 88.6	- 103	- 82

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

4. สารประกอบที่มีธาตุออกซิเจนและ/หรือไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ประเภท	หมู่ฟังก์ชัน	การเรียกชื่อ	คุณสมบัติ/ประโยชน์
1.) สารประกอบที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ			
แอลกอฮอล์ (alcohols)	ไฮดรอกซี (hydroxy) (**-OH**)	ลงท้ายด้วย : **- านอล**	1. จุดเดือดสูงกว่าแอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน (เกิดพันธะไฮโดรเจนเหมือนน้ำ) 2. เป็นกรดเล็กน้อย (ทำปฏิกิริยากับ Na ได้) $2\ ROH + 2Na \rightarrow 2RO^-Na^+ + H_{2(g)}$
อีเทอร์ (ether)	ออกซี (oxy) (**-O-**)	เรียกหมู่แอลคิลตามด้วย **"อีเทอร์"**	ตัวอย่างเช่น ไดเอทิล อีเทอร์ ใช้เป็นตัวทำละลาย
กรดอินทรีย์ (carboxylic acid)	คาร์บอกซิล (carboxyl) $(—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OH)$	ลงท้ายด้วย : **- าโนอิก**	1. จุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน (เกิดพันธะไฮโดรเจนมากกว่า) 2. เป็นกรด (ทำปฏิกิริยากับ Na และ Na_2HCO_3 ได้) $2\ R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—O^-Na^+ + H_{2\ (g)}$ $R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OH + NaHCO_3 \longrightarrow R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—O^-Na^+ + CO_{2\ (g)} + H_2O$ 3. ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) $R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OH + R'OH \xrightarrow{H^+} R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OR' + H_2O$
เอสเทอร์ (ester)	ออกซีคาร์บอกซิล (oxycarboxyl) $(—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—O—)$	* ส่วนที่มาจากแอลกอฮอล์ให้เรียกเป็น **แอลคิล** * ส่วนที่มาจากกรดให้เปลี่ยนคำลงท้ายจาก**อิก**เป็น**เ-ต**	1. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส $R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OR' + H^+ \longrightarrow R—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OH + R'OH$
แอลดีไฮด์ (aldehyde)	คาร์บอกซาลดีไฮด์ (carboxaldehyde) $(—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—H)$	ลงท้ายด้วย : **- านาล**	ตัวอย่างเช่น ฟอร์มาลดีไฮด์ (เมทานาล) ถ้ามีความเข้มข้นเป็น 40 % จะเรียกฟอร์มาลิน ใช้ฉีดหรือดองศพ
คีโตน (ketone)	คาร์บอนิล (carbonyl) $(—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—)$	ลงท้ายด้วย : **- าโนน**	ตัวอย่างเช่น แอซีโตน (โพรพาโนน) ใช้เป็นตัวทำละลาย

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

2.) สารประกอบที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ			
เอมีน (amine)	อะมิโน (amino) ($--NH_2$)	นำหน้าด้วยคำว่า **"อะมิโน"**	1. จุดเดือดสูงกว่าแอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน (เกิดพันธะไฮโดรเจน) 2. มีฤทธิ์เป็นเบส (เปลี่ยนลิสมัตแดงเป็นน้ำเงิน) $R\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow R\text{-}NH_3^+Cl^-$ 3. การเกิดเอไมด์ $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R'NH_2 \longrightarrow R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NHR' + H_2O$
3.) สารประกอบที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ			
เอไมด์ (amide)	เอไมด์ (amide) $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N-)$	ลงท้ายด้วย **: -นาไมด์**	1. จุดเดือดสูงกว่าแอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน (เกิดพันธะไฮโดรเจน) 2. ยูเรีย ($H_2N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$) ใช้ทำปุ๋ย

****** แนวโน้มจุดเดือด:***

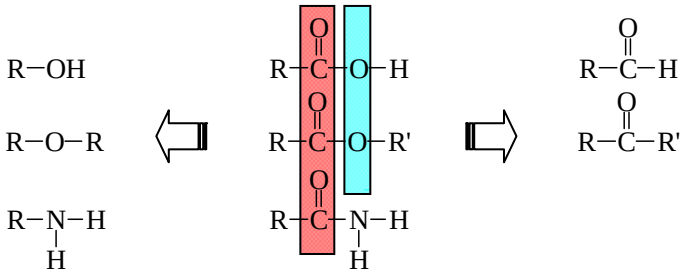
กรดอินทรีย์ > แอลกอฮอล์ > เอสเทอร์ ≥ แอลดีไฮด์, คีโตน > อีเทอร์ > ไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบ	CH_3COOH	CH_3CH_2OH	CH_3CHO	$HCOOCH_3$	CH_3OCH_3	CH_3CH_3
จุดเดือด (° C)	118	78.5	21	31.5	-24.9	- 88.6

การทดสอบที่พบบ่อยๆ (ทดสอบความเป็นกรด)

สารทดสอบ	$Na_{(s)}$	$NaOH_{(aq)}$	$NaHCO_{3\ (aq)}$
แอลกอฮอล์	✓	✗	✗
กรดอินทรีย์	✓	✓	✓
เอสเทอร์	✗	✗	✗

- เทคนิคการจำสูตร



****

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

แนวข้อสอบ

1. สารอินทรีย์อิ่มตัวชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ 3 ธาตุ จากการวิเคราะห์พบว่ามีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็น 35.29 % และ 5.88 % ตามลำดับ ที่เหลือเป็นธาตุเฮโลเจน สูตรเอมพิริกัลและสูตรโมเลกุลที่เป็นไปได้ของสารนี้เป็นไปตามข้อใด

	สูตรเอมพิริกัล	สูตรโมเลกุล
1)	C_4H_8Br	C_4H_8Br
2)	C_4H_8Br	$C_8H_{16}Br_2$
3)	C_4H_8I	C_4H_8I
4)	C_4H_8I	$C_8H_{16}I_2$

2. สารตัวอย่างมีสูตรเป็น $C_{(8+x)}H_xCl_6$ มี C ร้อยละ 40.0 โดยมวล พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. x = 2 ข. สูตรเคมีของสารนี้คือ $C_{10}H_2Cl_6$

ค. ร้อยละของ H ในสารนี้มีค่าเท่ากับ 1.1 ง. จำนวนอะตอม C เป็น 5 เท่าของ H

ข้อใดถูกต้อง

1) ค. เท่านั้น 2) ข. และ ง. เท่านั้น 3) ก., ข. และ ง. เท่านั้น 4) ก., ค., ข. และ ง.

3. สาร A เป็นสารประกอบอะโรมาติกและมีวงเบนซีนอยู่ในโมเลกุล มีสูตรโมเลกุล C_8H_{10} จะมีกี่ไอโซเมอร์

1. 2 2. 3 3. 4 4. 6

4. สารประกอบ $C_6H_{13}Br$ เกิดไอโซเมอร์ได้ 3 ไอโซเมอร์ ไฮโดรคาร์บอนของสารประกอบนี้มีโมเลกุลเป็น C_6H_{14} จะมีสูตรโครงสร้างดังข้อใด

1) $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH(CH_3)_2$ 2) $H_3C-\underset{\displaystyle H_2}{\underset{|}{C}}-C(CH_3)_3$

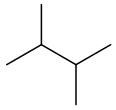
3) $(H_3C)_2HC-(CH_2)_2-CH_3$ 4) $H_3C-\underset{\displaystyle H_2}{\underset{|}{C}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle H_2}{\underset{|}{C}}-CH_3$

5. (A-net’49) สารประกอบใดที่**ไม่มี**ไอโซเมอร์เรขาคณิต

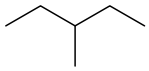
1. $(CH_3)_2C=C(CH_3)_2$ 2. $CH_3HC=CHCH_3$
3. $CH_3CH_2HC=CHCH_3$ 4. $CH_3CH_2HC=CHCH_2CH_3$

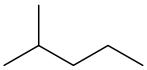
6. (ข้อ 31 ENT’48/1) ไฮโดรคาร์บอน Y มีสูตรโมเลกุล C_6H_{14} เมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีนในที่มีแสงให้ผลิตภัณฑ์ $C_6H_{13}Cl$ ข้อใดเป็นโครงสร้างของ Y ที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นไอโซเมอร์กันจำนวนมากที่สุด

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

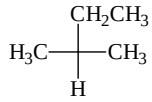
1. 

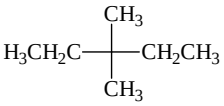
2.

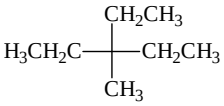
3. 

4. 

7. (A-net’50) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดใดต่อไปนี้ เมื่อทำปฏิกิริยากับคลอรีนในที่มีแสงแล้วให้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้มากชนิดที่สุด

1. 

2. 

3. 

4. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

8. 1,4-ไซโคลออกตะไดอีน ( )10.8 กรัมเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์กับโบรมีน (Br_2) กี่โมล จึงจะได้อนุพันธ์ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว

1. 0.2 2. 1.0
3. 2.0 4. 4.0

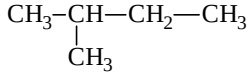
9. (A-net’51) ข้อมูลสำหรับไฮโดรคาร์บอนที่มีสูตร C_5H_{10} ข้อใดผิด

1. อาจเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง 2. อาจเป็นแอลคีนหรือไซโคลแอลคีน
3. บางไอโซเมอร์ไม่ทำปฏิกิริยากับ $KMnO_4$ 4. มีไอโซเมอร์ที่ทำปฏิกิริยากับโบรมีนในที่มืดได้ 6 ไอโซเมอร์

10. (ข้อ 27 ENT’48/1) นำกรดอินทรีย์ A มาทำปฏิกิริยาพอดีกับเอทานอล 9.2 g. ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเอสเทอร์ B 26 g. และน้ำ จงหาจำนวนไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้ของกรดอินทรีย์ A

1. 2 2. 3 3. 4 4. 5

11. ไฮโดรคาร์บอน A ทำปฏิกิริยากับคลอรีนในที่มีแสงสว่าง ให้ผลิตภัณฑ์เป็น $C_5H_{11}Cl$ ซึ่งไม่มีไอโซเมอร์ ข้อใดถูก

1) สูตรโครงสร้างของสาร A คือ

2) ปฏิกิริยาระหว่างสาร A กับคลอรีนได้ผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งคือ HCl
3) จำนวนไอโซเมอร์ของสาร A ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ 4
4) สาร A นี้ฟอกสี $KMnO_4$ ที่เย็น

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

12. (A-net'49) สาร A และ B เป็นไอโซเมอร์ของกรดบิวทาโนอิก เมื่อนำสาร A ไปต้มกับกรดซัลฟิวริกเจือจางจะได้เมทานอล และสารอินทรีย์อีกหนึ่งสาร เมื่อนำสาร B ไปต้มกับเมทานอลจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอม ข้อใดควรเป็นสูตรโครงสร้างของสาร A และ B

	สาร A	สาร B
1.	$CH_3CH_2COOCH_3$	$CH_3(CH_2)_2COOH$
2.	$(CH_3)_2CHCOOH$	$CH_3CH_2COOCH_3$
3.	$CH_3COOCH_2CH_3$	$(CH_3)_2CHCOOCH_3$
4.	$CH_3CH_2COOCH_3$	$(CH_3)_2CHCOOH$

13. $C_4H_9NH_2$ มีกี่ไอโซเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น $-NH_2$

1. 1 2. 2 3. 3 4. 4

14. ที่ STP ก๊าซ C_xH_y 10 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 65 cm^3 ให้ก๊าซ CO_2 40 cm^3 กับไอน้ำ a cm^3 ค่า x, y และ a ตามลำดับคือข้อใด

1. 1, 4, 20 2. 2, 6, 30 3. 3, 8, 40 4. 4, 10, 50

15. นำแก๊สไฮโดรคาร์บอน C_xH_y ปริมาตร 20 cm^3 เผากับ O_2 มากเกินพอปริมาตร 300 cm^3 เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาตรแก๊สทั้งหมดได้ 240 cm^3 ผ่านแก๊สทั้งหมดลงในน้ำปูนใส เหลือปริมาตรแก๊ส 140 cm^3 (ปริมาตรแก๊สวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันตลอดการทดลอง) สูตรโมเลกุล C_xH_y ควรเป็นข้อใด

1) C_4H_8 2) C_4H_{10} 3) C_5H_{10} 4) C_5H_{12}

16. เมื่อนำไฮโดรคาร์บอน 3 ชนิด คือ C_6H_{14}, C_8H_{18} และ $C_{10}H_{22}$ อย่างละ 1 โมลมาเผาไหม้ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการเผาไหม้เรียงตามลำดับจากมากไปน้อยจะเป็นไปตามข้อใด

1. $C_6H_{14} > C_8H_{18} > C_{10}H_{22}$
2. $C_8H_{18} > C_6H_{14} > C_{10}H_{22}$
3. $C_8H_{18} > C_{10}H_{22} > C_6H_{14}$
4. $C_{10}H_{22} > C_8H_{18} > C_6H_{14}$

17. (A-net'49) ถ้าผสมแก๊ส C_2H_4 และ C_2H_6 ในสัดส่วนจำนวนโมลเท่ากัน หนัก 5.8 กรัม ทำให้เกิดปฏิกิริยาเผาไหม้กับแก๊สออกซิเจนอย่างสมบูรณ์ จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนอย่างน้อยกี่กรัม

1. 6.5 2. 11.6 3. 20.8 4. 41.6

18. (A-net'50) เมื่อนำเฮกเซน เฮกซีน เฮกไซน์และเบนซีนอย่างละ 1 กรัม มาเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดใดต้องใช้ปริมาณออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดตามลำดับ

1. เฮกเซน และเบนซีน
2. เบนซีนและเฮกเซน
3. เบนซีนและเฮกซีน
4. เบนซีนและเฮกไซน์

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

19. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน A และ B สามารถเกิดปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

$$A + Br_2 \rightarrow C_6H_{13}Br + HBr$$

$$B + 8\,O_2 \rightarrow 6\,H_2O + 5\,CO_2$$

A และ B ควรเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทใด ตามลำดับ

1. แอลเคน แอลเคน
2. แอลคีน แอลคีน
3. แอลเคน แอลคีน
4. แอลคีน แอลเคน

20. สาร X, Y และ Z เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีปฏิกิริยาเคมีดังนี้

$$X + Br_2 \rightarrow C_4H_8Br_2$$

$$Y + Br_2 \rightarrow C_5H_{11}Br + HBr$$

$$Z + 7.5\,O_2 \rightarrow 5\,CO_2 + 5\,H_2O$$

ข้อสรุปใดถูก

1. สาร Y และสาร Z มีสูตรทั่วไปเหมือนกัน
2. สาร X และสาร Y มีจำนวนไอโซเมอร์ต่างกัน
3. สาร Z ไม่สามารถจะเกิดปฏิกิริยากับ Br_2
4. สาร Y เป็นไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว

21. พิจารณาปฏิกิริยาของสาร A B C และ D ต่อไปนี้

$$A + Cl_2 \longrightarrow C_5H_{11}Cl + HCl$$

$$B + Br_2 \longrightarrow C_4H_8Br_2$$

$$C + 7.5O_2 \longrightarrow 5\,CO_2 + 5\,H_2O$$

$$D + 5.5O_2 \longrightarrow 4\,CO_2 + 3\,H_2O$$

ข้อสรุปใดถูก

1) สาร A และสาร C มีคาร์บอนเท่ากัน มีสูตรเคมีเหมือนกัน
2) สาร B และสาร D มีคาร์บอนเท่ากัน มีไอโซเมอร์เท่ากัน
3) สาร C และสาร D มีไฮโดรเจนเท่ากัน และไม่สามารถทำปฏิกิริยากับ Br_2 ได้
4) สาร B สาร C และสาร D เป็นไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว แต่สาร A เป็นไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว

22. สารคู่ใดมีสมบัติทางเคมีและกายภาพคล้ายคลึงกันมากที่สุด

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

1) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ และ

2) $CH_3CH_2CH_2CH_2C{\equiv}CH$ และ

3) $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ และ $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

4) $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$ และ $CH_3CH_2CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-OH$

23. (A-net’51) แอลกอฮอล์ในข้อใดมีสมบัติเป็นกรดมากที่สุด

1) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ 2) $CH_3CHClCH_2CH_2OH$

2) $CH_3CH_2CH_2CHClOH$ 4) $CH_3CH_2CHClCH_2OH$

24. (ข้อ 34 ENT’48/1) พิวเทรสซินเป็นสารที่พบในปลาซึ่งทำให้ปลามีกลิ่นคาว มีสูตรโครงสร้างแบบย่อคือ $NH_2(CH_2)_4NH_2$ ในการรับประทานปลาดิบนิยมบีบมะนาว ซึ่งมีกรดซิตริกเพื่อลดคาวปลา สารที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างพิวเทรสซินและกรดซิตริกมีโครงสร้างตามข้อใด

$HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COOH$

กรดซิตริก

1. $HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COO^- H_3N^+CH_2CH_2CH_2CH_2NH_2}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COOH$

2. $HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle NHCH_2CH_2CH_2CH_2NH_2}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COOH$

3. $HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle O^- H_3N^+CH_2CH_2CH_2CH_2NH_2}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COOH$

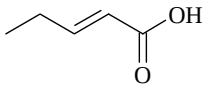
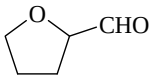
4. $HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COONHCH_2CH_2CH_2CH_2NH_2$

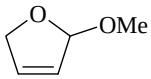
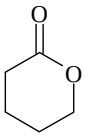
25. สาร X และ Y มีสูตรโมเลกุล $C_5H_8O_2$ เหมือนกัน ทำการทดสอบได้ผลดังตาราง

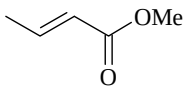
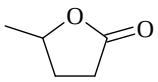
สาร	รีเอเจนต์			
	โลหะ Na	$NaHCO_3(aq)$	Br_2/CCl_4	สารละลายเบเนดิกต์
X	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ฟอกสีอย่างรวดเร็ว	ไม่เกิด
Y	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิดตะกอนสีแดงอิฐ

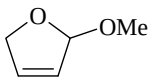
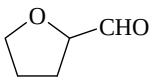
ข้อใดควรเป็นสูตรโครงสร้างของสาร X และสาร Y ตามลำดับ

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

1) 


2) 


3) 


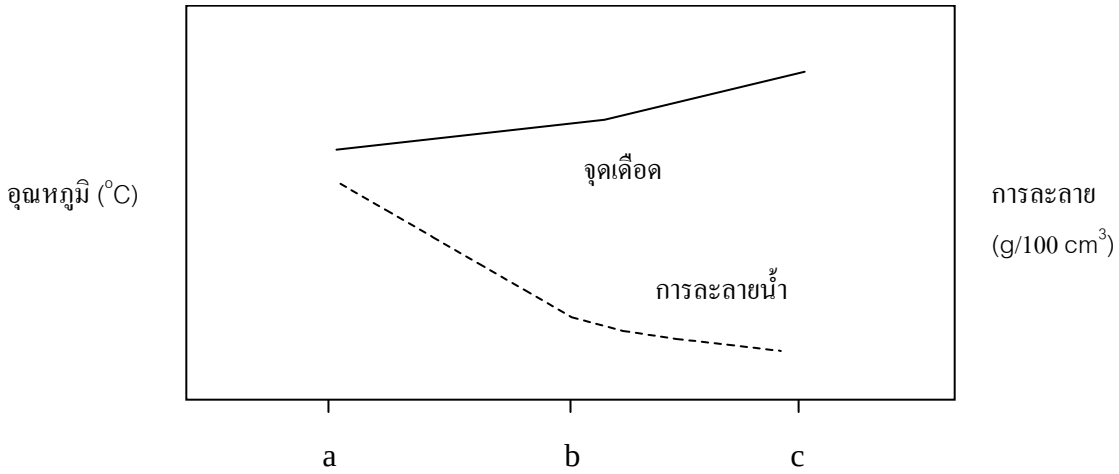
4) 


26. ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสาร I - III ต่อไปนี้ ข้อใดถูก

$CH_3CH_2CH_2OH$ (I) CH_3CH_2COOH (II) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ (III)

1. จุดเดือดของสารเรียงตามลำดับดังนี้ (II) > (I) > (III)
2. ความสามารถในการละลายน้ำของสารเรียงลำดับดังนี้ (I) > (III) > (II)
3. สารที่สามารถทำปฏิกิริยากับโซเดียมได้คือ (I) ส่วนสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ได้ตะกอนสีแดงอิฐ คือ (II)
4. สารที่สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยไม่ต้องใช้ตัวทำละลายอื่นสกัดคือ (I) และ (III)

27. จากกราฟเปรียบเทียบการละลายน้ำและจุดเดือดของสารอินทรีย์ a b และ c น่าจะเป็นสารใดตามลำดับ



1) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$, $CH_3CH_2CH_2CHO$, $CH_3CH_2CH_2COOH$
2) $CH_3CH_2CH_2COOH$, $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$, $CH_3CH_2CH_2CHO$
3) $CH_3(CH_2)_3OH$, $CH_3(CH_2)_4OH$, $CH_3(CH_2)_5OH$
4) $CH_3(CH_2)_5OH$, $CH_3(CH_2)_4OH$, $CH_3(CH_2)_4OH$

28. พิจารณาสมบัติของสาร A, B, C และ D ดังต่อไปนี้

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

สาร	จุดเดือด (° C)	การละลายในน้ำ	การเผาไหม้	การทำปฏิกิริยากับ Na	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	การทำปฏิกิริยากับสารละลาย Br_2 ในที่สว่าง
A	77	ละลายได้ดี	ติดไฟ มีเขม่า	ไม่เกิดปฏิกิริยา	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี
B	78	ละลายได้ดี	ติดไฟ ไม่มีเขม่า	เกิดปฏิกิริยา	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี
C	83	ไม่ละลาย	ติดไฟ มีเขม่า	ไม่เกิดปฏิกิริยา	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
D	118	ละลายได้ดี	ไม่ติดไฟ	เกิดปฏิกิริยา	เปลี่ยนสีจากน้ำเงินเป็นแดง	ไม่เปลี่ยนสี

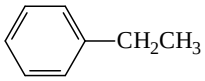
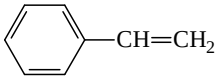
สาร A, B, C และ D อาจเป็นสารใดตามลำดับ

1. เอทานอล เอทิลแอซีเตต ไซโคลเฮกซีน กรดแอซีติก
2. เอทานอล เอทิลแอซีเตต กรดแอซีติก ไซโคลเฮกซีน
3. เอทิลแอซีเตต เอทานอลกรดแอซีติก ไซโคลเฮกซีน
4. เอทิลแอซีเตต เอทานอลไซโคลเฮกซีน กรดแอซีติก

29. (ข้อ 35 ENT’48/1) พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สาร	การละลายน้ำและการนำไฟฟ้า	สารที่ใช้ทดสอบและผลของปฏิกิริยา			
		โลหะโซเดียม	$NaHCO_3$	Br_2 ในที่สว่าง	Br_2 ในที่มืด
ก	ละลายได้ นำไฟฟ้า	เกิดฟองก๊าซ	เกิดฟองก๊าซ	ฟอกสี	ฟอกสี
ข	ละลายได้ ไม่นำไฟฟ้า	เกิดฟองก๊าซ	ไม่เกิดฟองก๊าซ	ไม่ฟอกสี	ไม่ฟอกสี
ค	ไม่ละลาย ไม่นำไฟฟ้า	ไม่เกิดฟองก๊าซ	ไม่เกิดฟองก๊าซ	ฟอกสี	ฟอกสี

ข้อใดเป็นสารประกอบ ก ข และค ตามลำดับ

1. CH_2═$CHCOOH$ $CH_3CH_2CH_2OH$ CH_2=CH—CH=CH_2
2. CH_3CH_2COOH CH_2═$CHCH_2OH$ $CH_3CH_2CH_2CH_3$
3. $CH_3CH_2CH_2OH$ CH_3CH_2COOH 
4. CH_2═$CHCOOH$ $CH_3CH_2CH_2COOH$ 

30. สาร A มีสูตรโมเลกุล C_7H_{12} สาร A ฟอกสีโบรมีนได้อย่างรวดเร็วให้สาร B ที่มีสูตร $C_7H_{12}Br_2$ สาร A ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตให้สาร C ที่มีสูตร $C_7H_{14}O_2$ สาร C ปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมให้แก๊สไฮโดรเจน แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต สาร A ควรเป็นสารในข้อใด

ก. สารประกอบแอลคีนโซ่เปิดที่มีพันธะคู่ 2 พันธะ
ข. สารประกอบแอลคีนที่มีโครงสร้างเป็นวงและมีพันธะคู่ 1 พันธะ
ค. สารประกอบแอลไคน์
ง. สารประกอบอะโรมาติก

ข้อใดถูกต้อง

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

1) ก. และ ข. 2) ข. เท่านั้น 3) ค. 4) ง.

31. สารคู่ใดต่อไปนี้ไม่สามารถใช้โลหะโซเดียมบอกความแตกต่างได้

ก. CH_3COOH และ CH_3CH_2OH

ข. $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ และ $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

ค. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ และ $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$

ง. $CH_3COOC_2H_5$ และ $C_2H_5CO_2CH_3$

ข้อใดถูกต้อง

1) ก., ข. และ ค. 2) ข.ม ค. และ ง. 3) ข. เท่านั้น 4) ก., ค. และ ง.

32. ผลการทดสอบสารอินทรีย์ 4 ชนิด ได้ผลดังตาราง

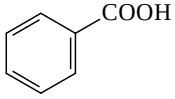
สารทดสอบ / สารอินทรีย์	$NaHCO_3$	Na	Br_2	
			ในที่มืด	ในที่สว่าง
A	✓	✓	✓	✓
B	✗	✓	✗	✗
C	✗	✗	✓	✓
D	✗	✗	✗	✓

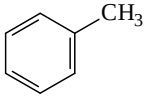
✓ หมายถึงเกิดปฏิกิริยา ✗ หมายถึงไม่เกิดปฏิกิริยา

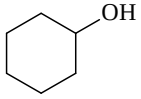
สาร A, B, C และ D ในข้อใดเป็นไปได้

	A	B	C	D
1)	CH_3COOH	$C_5H_{11}OH$	C_4H_8	C_8H_{18}
2)	C_2H_5OH	C_2H_5-O-C_2H_5	C_7H_8	$C_{10}H_{18}$
3)	C_6H_9COOH	C_6H_5OH	$C_{10}H_{18}$	C_6H_{14}
4)	$C_8H_{17}NH_2$	C_6H_5CHO	C_5H_9COOH	C_8H_{14}

33. ของผสมชนิดหนึ่งประกอบด้วยสาร ก., ข. และ ค. (มีสูตรโครงสร้างดังแสดง) ละลายอยู่ในอีเทอร์

สาร ก. 

สาร ข. 

สาร ค. 

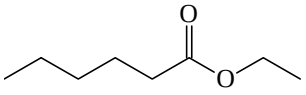
นำสารละลายอีเทอร์นี้ไปสกัดด้วยตัวทำละลายดังตาราง ผลการสกัดในข้อใดถูกต้อง

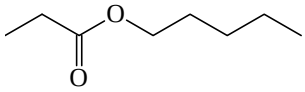
	ตัวทำละลาย	สิ่งที่ได้จากการสกัด	
		ชั้นอีเทอร์	ชั้นน้ำ
1)	10 % $NaHCO_3$	ข. และ ค.	ก.
2)	NaCl อิ่มตัว	ก. และ ค.	ข.

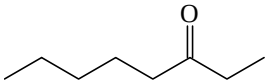
เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

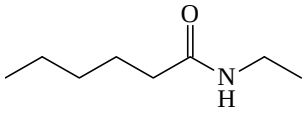
3)	10 % NaOH	ก. และ ข.	ค.
4)	น้ำ	ข.	ก. และ ค.

23. สาร A ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในสารละลายกรดได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ชนิดหนึ่งเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่ละลายน้ำ ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมให้ฟองก๊าซ อีกชนิดหนึ่งละลายน้ำได้ดี สารละลายไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส โครงสร้างสาร A เป็นข้อใด

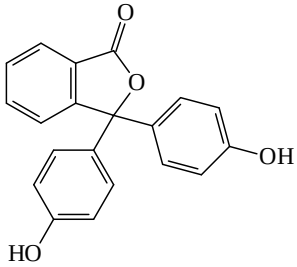
1. 

2. 

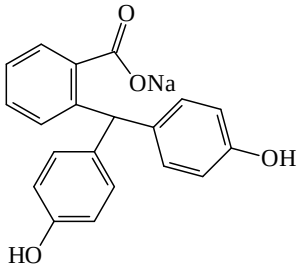
3. 

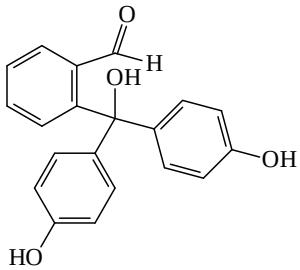
4. 

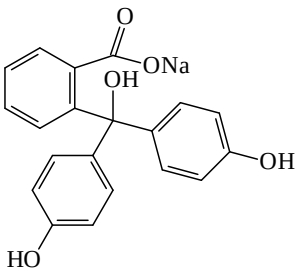
24. (ข้อ 33 ENT'48/1) ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลาย มีสูตรโครงสร้างดังนี้

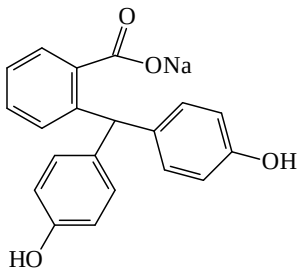


นำสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนไปต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากเกินพอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีโครงสร้างแบบใด

1. 

2. 

3. 

4. 

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถานีวิทยุแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น