



# อมรมเพื่อยกระดับการจัดการเรียนรู้ ของเครือข่ายโรงเรียนขนาดเล็ก

(ตัว O-net)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โปรแกรม เคมี

คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



**O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ตามแผนผังข้อสอบ test blueprint)**  
**จำนวนข้อสอบ 37 ข้อ ประกอบด้วยรูปแบบข้อสอบ 2 รูปแบบ ดังนี้**

**1. รูปแบบปรนัย 5 ตัวเลือก 1 คำตอบ จำนวน 33 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 79.20 คะแนน**

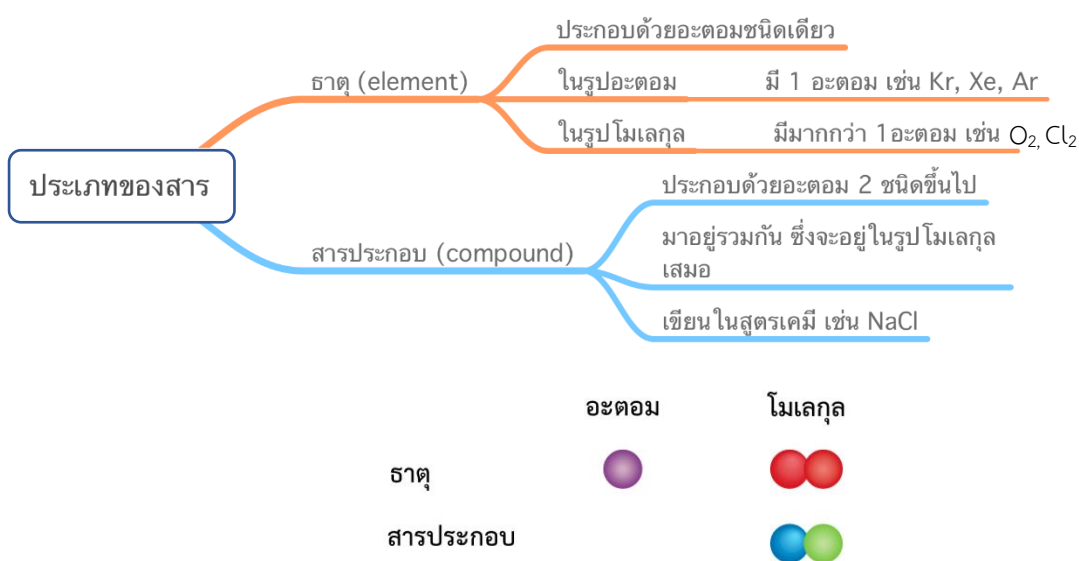
- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (8 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 19.2 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์กายภาพ-เคมี (7 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 16.8 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์กายภาพ-ฟิสิกส์ (8 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 19.2 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์ โลก และ อวกาศ (5 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 12 คะแนน)
- เทคโนโลยี (5 ข้อ ข้อละ 2.40 คะแนน รวม 12 คะแนน)

**2. รูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5.20 คะแนน รวม 20.80 คะแนน**

- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (1 ข้อ ข้อละ 5.20 คะแนน รวม 5.20 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์กายภาพ-เคมี (1 ข้อ ข้อละ 5.20 คะแนน รวม 5.20 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์กายภาพ-ฟิสิกส์ (1 ข้อ ข้อละ 5.20 คะแนน รวม 5.20 คะแนน)
- วิทยาศาสตร์ โลก และ อวกาศ (1 ข้อ ข้อละ 5.20 คะแนน รวม 5.20 คะแนน)

**โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ**

- ตัวชี้วัด ม 5/1 ระบุข่าวสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี
- ม 5/3 ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจาก อะตอมเดียว
- ม 5/4 เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป
- ม 5/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชันจากตารางธาตุ
- ม 5/6 เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ



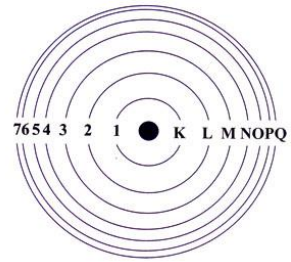
แบบจำลองอะตอมและโมเลกุลของธาตุและสารประกอบ

## อะตอม (Atom)

อะตอมเป็นหน่วยย่อยของสารเคมี ภายในประกอบด้วยโปรตอน (proton,  $p^+$ ) นิวตรอน (neutron,  $n$ ) และอิเล็กตรอน (electron,  $e^-$ )

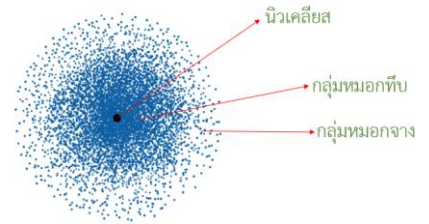
### แบบจำลองอะตอมของโบร์ (Bohr's atomic model)

- ในนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนที่มีประจุบวกและนิวตรอนที่ไม่มีประจุ
- อิเล็กตรอนที่มีประจุลบเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวง
- อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่า **เวเลนซ์อิเล็กตรอน (valence electron)**



### แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (electron cloud)

- อิเล็กตรอนมีขนาดเล็ก เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้
- แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกแสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในลักษณะกลุ่มหมอก
- บริเวณกลุ่มหมอกที่พบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณกลุ่มหมอกจาง



“แบบจำลองอะตอมทั้งสองมีความเหมือนกันคืออะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง ส่วนความแตกต่างคือแบบจำลองอะตอมของโบร์แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นวงรอบนิวเคลียส แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกแสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน”

## สัญลักษณ์นิวเคลียร์ (nuclear symbol)

$\overset{A}{\overset{Z}{X}}$

เลขมวล (mass number) ที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน ( $P^+ + n$ )

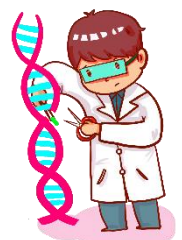
สัญลักษณ์ธาตุ (element symbol)

เลขอะตอม (atomic number) ที่แสดงจำนวนโปรตอน  $P^+$

การเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ให้เขียนเลขอะตอมไว้ที่มุมล่างซ้ายและเลขมวลไว้ที่มุมบนซ้ายของสัญลักษณ์ธาตุ

- หาจำนวนโปรตอน  $P^+$  →  $P =$  เลขอะตอม | เลขล่าง
- หาจำนวนอิเล็กตรอน  $e^-$ 
  - ในอะตอมที่เป็นกลาง (ไม่มีประจุ) → อิเล็กตรอน  $e^- =$  โปรตอน  $P^+$
  - ในไอออนบวก → อิเล็กตรอน  $e^- =$  โปรตอน  $P^+$  - เลขที่แสดงประจุ
  - ในไอออนลบ → อิเล็กตรอน  $e^- =$  โปรตอน  $P^+$  + เลขที่แสดงประจุ
- หาจำนวนนิวตรอน  $n$  → เลขมวล - เลขอะตอม | เลขบน - เลขล่าง
- ตัวอย่าง

1.  $^{12}_6\text{C}$  →  $P^+ = 6, e^- = 6, n = 12 - 6 = 6$
2.  $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$  →  $P^+ = 12, e^- = 12 - 2 = 10, n = 24 - 12 = 12$
3.  $^{14}_7\text{Mg}^{3-}$  →  $P^+ = 7, e^- = 7 + 3 = 10, n = 14 - 7 = 7$



- ไอโซโทป (isotope) | โปรตอนเท่ากัน นิวตรอนต่างกัน เช่น  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$
- ไอโซโทน (isotone) | โปรตอนต่างกัน แต่ นิวตรอนเท่ากัน เช่น  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{14}_7\text{N}$
- ไอโซบาร์ (isobar) | บ.บ. | โปรตอนต่างกัน แต่ เลขมวลเท่ากัน เช่น  $^{15}_6\text{C}$ ,  $^{15}_7\text{N}$
- ไอโซอิเล็กทรอนิกส์ (isoelectronic) | อิเล็กตรอนเท่ากัน เช่น  $^{23}_{11}\text{Na}^+$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ,  $^{20}_{10}\text{Ne}$

ตารางธาตุ (periodic table of elements)

- ปัจจุบันมีธาตุที่ถูกค้นพบแล้ว 118 ธาตุ

แนวตั้ง เรียกว่า หมู่ (group)

1																	13	14	15	16	17	18	
IA																	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1 H	2 He																	3 B	4 C	5 N	6 O	7 F	8 Ne
3 Li	4 Be																	5 Al	6 Si	7 P	8 S	9 Cl	10 Ar
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIB	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 IIB						
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr						
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe						
55 Cs	56 Ba	57-71 ..	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn						
87 Fr	88 Ra	89-103 ***	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og						

กลุ่มธาตุ ** แลนทานอยด์	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
กลุ่มธาตุ *** แอกทิโนยด์	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

แนวนอน เรียกว่า คาบ (period)

ตารางธาตุแบ่งธาตุออกเป็น โลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ โดย กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ มีทั้งที่เป็นโลหะ กึ่งโลหะ และ อโลหะ ส่วนธาตุกลุ่มแทรนซิชัน เป็นโลหะทั้งหมด

### ➤ การระบุหมู่ในตารางธาตุ

⇒ ระบบ IUPAC แบ่งธาตุเป็น 18 หมู่ โดยใช้สัญลักษณ์เลขอินดูอาร์บิก 1 – 18

⇒ ระบบ CAS แบ่งธาตุเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่ม A ธาตุเรฟรีเซนเททีฟ (representative elements) หรือธาตุหมู่หลัก (main-group elements) มี 8 หมู่ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายและขวาของตารางธาตุและใช้สัญลักษณ์เลขโรมัน IA – VIIIA  
กลุ่ม B กลุ่ม B ธาตุแทรนซิชัน (transition elements) มี 8 หมู่ซึ่งอยู่ตรงกลางของตารางธาตุและใช้สัญลักษณ์เลขโรมัน IB – VIIIB

### ➤ สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับตารางธาตุ

⇒ ตารางธาตุแบ่งธาตุออกเป็น 8 หมู่ 7 คาบ

⇒ เลขหมู่ของธาตุแสดงจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุด และเลขคาบแสดงจำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน

⇒ ธาตุโลหะอยู่ด้านซ้าย อโลหะอยู่ด้านขวา และกึ่งโลหะอยู่ตรงขั้นบันได

⇒ H (Hydrogen) ไม่จัดอยู่ในหมู่ใดของตารางธาตุ

⇒ ธาตุหมู่ 1A มีชื่อว่า โลหะแอลคาไล | ธาตุหมู่ 2A มีชื่อว่า โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท

ธาตุหมู่ 6A มีชื่อว่า ฮาลโคเจน | ธาตุหมู่ 7A มีชื่อว่า ฮาโลเจน

ธาตุหมู่ 8A มีชื่อว่า แก๊สเฉื่อย

⇒ ธาตุโลหะทุกธาตุเป็นของแข็ง ที่ RTP (room temperature and pressure : 25 C, 1atm) ยกเว้นปรอท (Hg)

⇒ โลหะหมู่ 1A , 2A ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาก การเก็บรักษาต้องวางไว้ในน้ำมัน

⇒ โลหะหมู่ 2A มีชื่อว่า alkaline earth เพราะพบมากบนพื้นโลก

⇒ หมู่ 7A พบได้ทั้งสามสถานะและอยู่ในรูปโมเลกุล ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี มี 7 เวเลนซ์อิเล็กตรอน

⇒ หมู่ 8A ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นแก๊สและอยู่ในรูปของอะตอม ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี มี 8 เวเลนซ์อิเล็กตรอน ยกเว้นธาตุ He มี 2 เวเลนซ์อิเล็กตรอน

⇒ หมู่ 1B (Cu, Ag, Au) มีชื่อว่าโลหะมีตระกูล เพราะ ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ (ไม่เกิดสนิม)

⇒ C เป็นอโลหะที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงมาก (~ 4000 C) เพราะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโควาเลนต์โครงผลึกร่างตาข่าย

⇒ โลหะทรานซิชันส่วนใหญ่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงมาก

### ➤ หลักการจำธาตุเรฟรีเซนเทฟ 20 ธาตุแรก

เลขอะตอม	สัญลักษณ์ธาตุ	หลักการจำ	ชื่อธาตุ	เลขอะตอม	สัญลักษณ์ธาตุ	หลักการจำ	ชื่อธาตุ
1	H	เอช	ไฮโดรเจน	11	Na	นา	โซเดียม
2	He	ฮี	ฮีเลียม	12	Mg	แมก	แมกนีเซียม
3	Li	ลิ	ลิเทียม	13	Al	ลู	อะลูมิเนียม
4	Be	มี	เบริลเลียม	14	Si	ชี	ซิลิคอน
5	B	โบ	โบรอน	15	P	พี	ฟอสฟอรัส
6	C	ซี	คาร์บอน	16	S	เอส	กำมะถัน
7	N	เอ็น	ไนโตรเจน	17	Cl	คลอ	คลอรีน
8	O	โอ	ออกซิเจน	18	Ar	อาร์	อาร์กอน
9	F	เอฟ	ฟลูออรีน	19	K	เค	โพแทสเซียม
10	Ne	นี	นีออน	20	Ca	คา	แคลเซียม

### ➤ หลักการจำธาตุแทรนซิชัน 10 ธาตุแรก

⇒ สว - ไทย - วัง - เข้า - เมือง - ฝรั่ง - คน - นี - คัพ - ชี (Z)

Sc - Ti - V - Cr - Mn - Fe - Co - Ni - Cu - Zn

21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 29 - 30

สแกนเดียม, ไทเทเนียม, วาเนเดียม, โครเมียม, แมงกานีส, เหล็ก, โคบอลต์, นิกเกิล, ทองแดง, สังกะสี

### การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

■ อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสอยู่กันเป็นกลุ่มและ อิเล็กตรอนที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีระดับพลังงานเท่ากันใกล้ นิวเคลียสระดับพลังงานจะต่ำสุด เรียกว่าระดับพลังงาน  $n=1$

■ แทนค่าหาจำนวนอิเล็ก ในแต่ละลำดับพลังงานด้วย  $2n^2$

$$n = 1 \longrightarrow 2(1)^2 = 2e^-$$

$$n = 2 \longrightarrow 2(2)^2 = 8e^-$$

■ กฎออกเตต คือกฎที่อะตอมพยายามที่จะทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของตัวเองให้ครบ “8” ซึ่งมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนแก๊สเฉื่อยและเป็นสภาพที่เสถียรที่สุด



➤ ตัวอย่าง

เวเลนซ์อิเล็กตรอนบอกหมู่

ระดับพลังงานบอกคาบ

1.  ${}^7_3\text{Li} \rightarrow 2, 1$  หมู่ 1 คาบ 2
2.  ${}^{16}_8\text{O} \rightarrow 2, 6$  หมู่ 6 คาบ 2
3.  ${}^{20}_{10}\text{Ne} \rightarrow 2, 8$  หมู่ 8 คาบ 2
4.  ${}^{23}_{11}\text{Na} \rightarrow 2, 8, 1$  หมู่ 1 คาบ 3
5.  ${}^{39}_{19}\text{K} \rightarrow 2, 8, 8, 1$  หมู่ 1 คาบ 4
6.  ${}^{40}_{20}\text{Ca} \rightarrow 2, 8, 8, 2$  หมู่ 2 คาบ 4

ชนิดและสมบัติของธาตุ



นักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติของธาตุในการจัดหมวดหมู่ของธาตุออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

สมบัติ	ธาตุโลหะ	ธาตุกึ่งโลหะ	ธาตุอโลหะ
สถานะ	เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (ยกเว้นปรอทที่มีสถานะเป็นของเหลว)	ของแข็ง	พบได้ทั้ง 3 สถานะ
ความมันวาว	ผิวเป็นมันวาว	บางชนิดผิวเป็นมันวาว บางชนิดผิวไม่เป็นมันวาว	ส่วนมากผิวไม่เป็นมันวาว (ยกเว้นแกรไฟต์และเกล็ดไอโอดีน)
การนำไฟฟ้าและความร้อน	นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี	ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductors) โดยจะนำไฟฟ้าได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	ไม่นำไฟฟ้าและความร้อน (ยกเว้นแกรไฟต์ที่นำไฟฟ้าได้ดี)
ความเหนียว	ส่วนมากเหนียว ดึงยืดออกเป็นเส้นลวด หรือตีเป็นแผ่นบางได้	เปราะ	อโลหะที่เป็นของแข็งจะเปราะ ดึงยืดออกเป็นเส้นลวดหรือตีเป็นแผ่นบางไม่ได้
ความหนาแน่น	ส่วนมากมีความหนาแน่นสูง	บางชนิดมีความหนาแน่นสูง บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ	มีความหนาแน่นต่ำ
จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	ส่วนมากสูง (ยกเว้นปรอทมีจุดหลอมเหลวต่ำ)	บางชนิดมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง และบางชนิดมีจุดเดือดสูง	ส่วนมากต่ำ โดยเฉพาะอโลหะที่เป็นแก๊ส
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	มีเสียงดังกังวาน	ไม่มีเสียงดังกังวาน	ไม่มีเสียงดังกังวาน

## สมบัติของธาตุตามหมู่และคาบ

ธาตุเรพรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน โดยธาตุจะมีสมบัติคล้ายคลึงกันตามหมู่และคาบ ได้แก่ ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตี และสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

### 1. ขนาดอะตอม

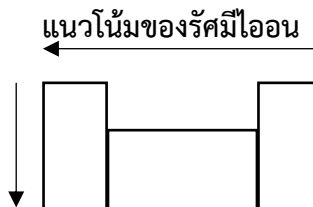
ทราบได้โดยการวัดระยะห่างระหว่างนิวเคลียสทั้งสองอะตอม โดยความยาวครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างนิวเคลียสทั้งสองอะตอม เรียกว่า รัศมีอะตอม แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. รัศมีโคเวเลนต์
2. รัศมีแวนเดอร์วาลส์
3. รัศมีโลหะ



### 2. รัศมีไอออน

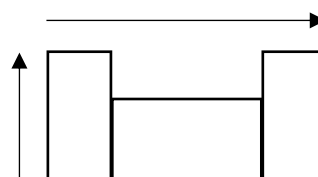
อะตอมของธาตุที่มีการรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามาหรือเสียอิเล็กตรอนออกไป ทำให้อะตอมกลายเป็นไอออนบวกหรือไอออนลบ ซึ่งจะมีผลต่อรัศมีของธาตุ โดยจะพิจารณาจากระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของไอออนคู่หนึ่งๆ ที่มีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันในโครงผลึก



### 3. พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization energy: IE)

พลังงานที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส

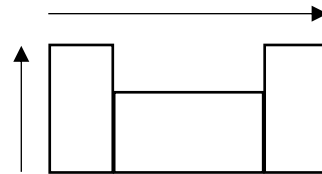
แนวโน้มของพลังงานไอออไนเซชัน



#### 4. อิเล็กโตรเนกาติวิตี (Electronegativity: EN)

ค่าความสามารถของอะตอมในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอมคู่ที่เกิดพันธะ เพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบ

แนวโน้มของพลังงานไอออไนเซชัน



##### ขวนคิด

พิจารณาเลขมวลและจำนวนนิวตรอนของธาตุที่กำหนดให้

ธาตุ	เลขมวล	จำนวนนิวตรอน
A	8	4
B	12	7
C	25	10
D	35	18
E	40	21

ธาตุใดมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด

1. A

2. B

3. C

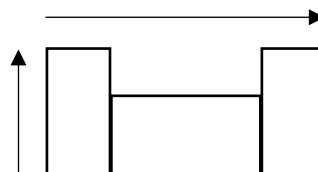
4. D

5. E

#### 5. สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron affinity: EA)

อะตอมของธาตุในสภาวะแก๊ส สามารถรับอิเล็กตรอนเพิ่มได้ออย่างน้อย 1 อิเล็กตรอน โดยค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน คือ พลังงานที่อะตอมคายออกไป ทำให้อะตอมเหลือพลังงานน้อยลง ซึ่งจะกำหนดให้ใช้เครื่องหมายเป็นลบ

แนวโน้มของสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน



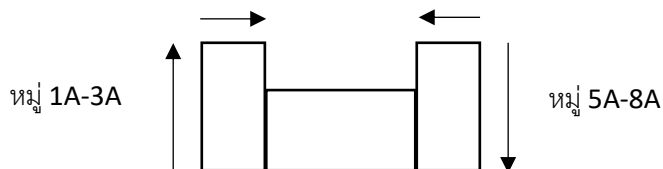
เปรียบเทียบระหว่างธาตุที่เป็นโลหะกับอโลหะจะเห็นว่า ธาตุโลหะมีค่า EA ต่ำ ในขณะที่ธาตุอโลหะมักมีค่า EA สูง แสดงว่าโดยทั่วไปแล้ว โลหะเสียอิเล็กตรอนง่ายกว่าอโลหะ และอโลหะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าโลหะ



## 6. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว

อะตอมของโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะ ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง การทำลายพันธะจึงต้องใช้พลังงานความร้อนมาก โลหะจึงมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง แต่อะตอมของอโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นพันธะที่ค่อนข้างอ่อน อโลหะจึงมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ

### แนวโน้มของจุดเดือดและจุดหลอมเหลว



### แนวข้อสอบที่เกี่ยวข้องโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ

#### 1. แก๊สใดอยู่ในรูปของอะตอม

1. แก๊สอาร์กอน
2. แก๊สไฮโดรเจน
3. แก๊สไนโตรเจน
4. แก๊สออกซิเจน
5. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

#### 2. ข้อใดต่อไปนี้ จัดอยู่ในรูปของโมเลกุลและเป็นธาตุทั้งหมด

1.  $\text{CO}_2$   $\text{NO}_2$   $\text{O}_2$   $\text{H}_2$
2.  $\text{Mg}$   $\text{N}_2$   $\text{Br}_2$   $\text{O}_2$
3.  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{He}$   $\text{Na}$   $\text{Cl}_2$
4.  $\text{K}$   $\text{Mg}$   $\text{Be}$   $\text{CO}$
5.  $\text{O}_2$   $\text{H}_2$   $\text{Br}_2$   $\text{Cl}_2$

#### 3. ข้อใดต่อไปนี้ จัดในรูปของอะตอมและโมเลกุลเป็นธาตุและสารประกอบตามลำดับ

1.  $\text{H}_2$   $\text{CO}_2$   $\text{NaCl}$   $\text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Mg}$   $\text{Cl}_2$   $\text{CO}$   $\text{O}_2$
3.  $\text{Ne}$   $\text{N}_2$   $\text{Mg}$   $\text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{K}$   $\text{Mg}$   $\text{Be}$   $\text{CO}$
5.  $\text{Mg}$   $\text{N}_2$   $\text{Br}_2$   $\text{O}_2$

4. พิจารณาข้อมูลบางส่วนของจำนวนอนุภาคมูลฐานและเลขมวลของธาตุ L M และ Q ดังนี้ (O-net ปี 60 )

ธาตุ	จำนวนอนุภาคมูลฐาน		เลขมวล
	โปรตอน	นิวตรอน	
L	9	10	
M		12	22
Q	12		24

จากข้อมูล ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. M และ Q เป็นไอโซโทปกัน
2. เลขอะตอมของธาตุ M เท่ากับ 12
3. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ M คือ  $^{22}_{12}\text{M}$
4.  $\text{Q}^+$ ไอออนมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับนิวตรอน
5.  $\text{L}^-$ ไอออนกับธาตุ M มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

5. พิจารณาข้อมูลจำนวนอนุภาคมูลฐานและเลขมวลของธาตุ M X และ Y ดังนี้ (O-net ปี 61)

ธาตุ	จำนวนอนุภาคมูลฐาน			เลขมวล
	โปรตอน	นิวตรอน	อิเล็กตรอน	
M	18			40
X		23		43
Y		18	15	

จากข้อมูล ข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X คือ  $^{43}_{23}\text{X}$
2. ธาตุ M มีเลขอะตอมมากกว่าธาตุ Y 4 หน่วย
3. ธาตุ X มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าธาตุ M 1 อนุภาค
4. ธาตุ Y มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่าธาตุ X 10 อนุภาค
5. ธาตุ M มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียสน้อยกว่าธาตุ X 2 อนุภาค

6. ธาตุ A B C และ D มีสมบัติดังนี้ (O-net ปี 62)

ธาตุ 4 มีความเสถียร ไม่สร้างพันธะเคมีกับธาตุใด และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานที่ 3

ธาตุ B มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่าธาตุ A 5 อนุภาค

ธาตุ C อยู่หมู่เดียวกับธาตุ B แต่มีขนาดเล็กกว่า

ธาตุ D มีเลขอะตอมมากกว่าธาตุ B 1 หน่วย

จากข้อมูล ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ธาตุ C มีเวเลนซอเล็กตรอนอยูในระดับพลังงานที่ 3
2. ธาตุ A มีจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 1 เท่ากับ 8
3. ธาตุ B มีจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 2 เท่ากับ 3
4. ธาตุ D มีจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 3 เท่ากับ 4
5. ธาตุ C มีจำนวนเวเลนซอเล็กตรอนมากกว่าธาตุ D 1 อนุภาค

7. ธาตุ A B C D และ E มีเลขอะตอมเป็นเลขคี่ที่เรียงลำดับจากน้อยไปมากอย่างต่อเนื่องโดยอะตอมของธาตุ A B C และ D มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่านิวตรอน 1 อนุภาคและธาตุ E มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์  ${}^{44}_{19}\text{E}$

จากข้อมูล จำนวนอนุภาคในนิวเคลียสของธาตุในข้อใดถูกต้อง (O-net ปี 62)

1. ธาตุ A มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 22 อนุภาค
2. ธาตุ B มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 13 อนุภาค
3. ธาตุ C มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 16 อนุภาค
4. ธาตุ D มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 35 อนุภาค
5. ธาตุ E มีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 59 อนุภาค

8. อะตอมธาตุ X มี 15 อิเล็กตรอน และ 16 นิวตรอน ข้อใดถูกต้อง (O-net ปี 64)

1. ธาตุ X พบอยู่ในรูปแก๊ส มีสูตร  $\text{X}_2$
2. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X คือ  ${}^{16}_{15}\text{X}$
3.  $\text{X}^{3-}$  มีจำนวนโปรตอนเท่ากับแก๊สมีสกุลในคาบเดียวกัน
4. ไอโซโทปของธาตุ X ที่มี 18 นิวตรอน มีเลขมวลเป็น 33
5. ธาตุ X มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนเกิดเป็น  $\text{X}^-$  ในธรรมชาติ

9. การระบุหมู่และคาบของธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง (O-net ปี 60)

	เลขอะตอม	หมู่	คาบ
1.	11	LA	3
2.	10	VIIIA	3
3.	7	VA	2
4.	5	IIIA	2
5.	8	VIA	2

10. พิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับเลขมวลและจำนวนนิวตรอนของธาตุ X Y W และ Z ดังนี้ (O-net ปี 64)

ธาตุ	เลขมวล	นิวตรอน
X	23	12
Y	18	10
W	27	14
Z	16	8

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. เลขอะตอมของ W เท่ากับ 14
2. Y กับ Z เป็นธาตุชนิดเดียวกัน
3. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ X คือ  $^{23}_{12}\text{X}$
4.  $\text{Z}^{2-}$  ไอออนมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 6
5.  $\text{X}^+$  ไอออนกับอะตอม W มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

11. ข้อมูลธาตุ 4 ชนิด เป็นดังนี้ (O-net ปี 61)

ธาตุ G มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน 2 8 1 และมีจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส 23 อนุภาค

ธาตุ Q อยู่ในคาบเดียวกับธาตุ G แต่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากกว่าธาตุ G 5 อนุภาค

ธาตุ R มีสมบัติเหมือนธาตุ G แต่มีจำนวนระดับพลังงานมากกว่าธาตุ G 1 ระดับพลังงาน

ธาตุ T มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ Q แต่มีจำนวนระดับพลังงานน้อยกว่าธาตุ Q 1 ระดับพลังงาน

จากข้อมูล ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวถูกต้อง

1. ธาตุ Q มีความเป็นโลหะมากกว่าธาตุ G
2. ธาตุ T มีความเป็นอโลหะมากกว่าธาตุ Q
3. ธาตุ R มีเลขอะตอมมากกว่าธาตุ Q 5 หน่วย
4. ธาตุ G เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ว่องไวกว่าธาตุ R
5. ธาตุ T มีจำนวนระดับพลังงานมากกว่าธาตุ R

12. กำหนดตำแหน่งของธาตุ 7 ชนิด ในคาบที่ 1 - 4 ของตารางธาตุ ดังนี้ (O-net ปี 60)

IA	IIA		IIIA	IVA	VAI	VIA	VIIA	VIIIA
			E				F	
A	C		D				G	
B								

1. ธาตุ A B C และ E เป็นธาตุโลหะ
2. ธาตุ F และ G มีสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน
3. ธาตุ A C D และ G มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 3
4. ความเป็นอโลหะของธาตุ G มากกว่า F
5. ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุกับน้ำเรียงจากมากไปน้อย คือ B A C

13. ถ้าธาตุ D มีลักษณะเป็นแผ่นมันวาว เมื่อตัดออกเป็นชิ้นๆ แล้วแบ่งไปทดสอบเบื้องต้นได้ผลดังนี้

การทดสอบ	ผลการทดสอบ
1. การนำไฟฟ้า	นำได้ดี
2. ปฏิกริยากับน้ำร้อน	ไม่เกิดปฏิกิริยา
3. ใช้ค้อนทุบ	ไม่แตกหัก
4. เผาในอากาศ	ขึ้นตัวอย่างหมองลง

1.	2	1			2.	2	8	2
3.	2	8	3		4.	2	8	6
5.	2	8	18	7				

ธาตุ	A	D	E	X
หมู่	VIA	IA	IIIA	IVA
คาบ	2	3	3	6

1. ทุกธาตุนำไฟฟ้าได้
2. D มีความเป็นโลหะมากกว่า E
3. X เป็นธาตุกึ่งโลหะ จึงนำไฟฟ้าได้น้อย
4. อะตอม X มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนมากที่สุด ส่วนอะตอม A มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนน้อยที่สุด
5. A มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนจำนวนมาก จึงมีแนวโน้มจะให้อิเล็กตรอนได้ง่ายเมื่อเกิดสารประกอบ

[illegible]

15. จากข้อมูล ข้อสรุปใดไมถูกตอง (O-net ป 63)

1. ธาตุ Q มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนเมื่อเกิดปฏิกิริยากับธาตุ Z
2. ธาตุ E มีสมบัติการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าธาตุ L แต่ไม่ดีเท่าธาตุ D
3. ธาตุ W E และ L มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 4 และ 6 ตามลำดับ
4. ธาตุ G มีสถานะเป็นแก๊สที่อยู่ในรูปอะตอมเดี่ยวและไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี
5. ธาตุ Z และ M มีสมบัติทางเคมีคล้ายกัน แต่ธาตุ Z อยู่ในคาบที่มีค่าตัวเลขมากกว่าธาตุ M

## การเกิดพันธะเคมี

**ตัวชี้วัด ม 5/8** ระบุวาพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยวพันธะคู หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคูรวมพันธะจากสูตรโครงสร้าง

อะตอมของธาตุหรือสารประกอบส่วนใหญ่ไม่สามารถอยู่เป็นอะตอมอิสระได้ เนื่องจากไม่มีความเสถียร ซึ่งอะตอมของธาตุหรือสารประกอบต่างๆ จะมีความเสถียรได้นั้น จะต้องมีการรวมตัวกันเพื่อจัดอิเล็กตรอนให้เสถียร ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมขึ้นจนอะตอมสามารถรวมตัวกันเป็นโมเลกุล และเรียกแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่เกิดขึ้นว่า พันธะเคมี (chemical bond)

**พันธะเคมี** คือ แรงยึดเหนี่ยวที่อยู่ระหว่างอะตอมกับอะตอมภายในโมเลกุล เนื่องจากอะตอมต้องการให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด หรือเวเลนซ์อิเล็กตรอน (valence electron) ครบ 8 ซึ่งเป็นไปตามกฎออกเตต ดังนั้น จึงต้องให้อิเล็กตรอนแก่อะตอมอื่น หรือรับอิเล็กตรอนจากอะตอมอื่น



### 1. พันธะโคเวนต์ (Covalent bond)

คือ พันธะเคมีที่เกิดจากอะตอมของธาตุอโลหะกับธาตุอโลหะเข้ามาสร้างแรงยึดเหนี่ยวต่อกัน เนื่องจากธาตุอโลหะเป็นธาตุที่สูญเสียอิเล็กตรอนให้กับอีกฝ่ายหนึ่งได้ยาก ดังนั้น อะตอมของธาตุทั้งสองจึงต่างส่งแรงดึงดูดให้อิเล็กตรอนของอีกฝ่ายเข้าหาตัวเอง ซึ่งแรงดึงดูดจากนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองจะหักล้างกัน ทำให้อิเล็กตรอนไม่หลุดไปอยู่ที่อะตอมใดอะตอมหนึ่ง แต่จะเป็นลักษณะของการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์จะเรียกอิเล็กตรอนคู่ที่ถูกอะตอมทั้งสองใช้ร่วมกันในการสร้างพันธะว่า อิเล็กตรอนคู่วิธีพันธะ (bonding pair electrons) และเรียกอิเล็กตรอนตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ร่วมในพันธะว่า อิเล็กตรอนคูโดดเดี่ยว หรือ อิเล็กตรอนคูอิสระ (lone pair electron)



## 1.1 ชนิดของพันธะโคเวเลนต์

**พันธะเดี่ยว** เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ เขียนแทนด้วยเส้น 1 เส้น เช่น โมเลกุลของน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ )



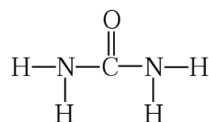
**พันธะคู่** เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ เขียนแทนด้วยเส้น 2 เส้น เช่น โมเลกุลของแก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ )



**พันธะสาม** เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ เขียนแทนด้วยเส้น 3 เส้น เช่น โมเลกุลของแก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ )



โดยโมเลกุลของสารโคเวเลนต์อาจประกอบด้วยหลายพันธะ ซึ่งอาจมีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามมากกว่า 1 ชนิด เช่น โมเลกุลของยูเรีย ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )



### แบบทดสอบ

1. พันธะระหว่างสารในข้อใดเป็นพันธะโคเวเลนต์ต่างชนิดกัน

1. พันธะระหว่าง H กับ F ใน HF และพันธะระหว่าง H กับ O ใน  $\text{H}_2\text{O}$
2. พันธะระหว่าง N กับ H ใน  $\text{NH}_3$  และพันธะระหว่าง H กับ S ใน  $\text{H}_2\text{S}$
3. พันธะระหว่าง C กับ O ใน  $\text{CO}_2$  และพันธะระหว่าง C กับ C ใน  $\text{C}_2\text{H}_4$
4. พันธะระหว่าง C กับ O ใน  $\text{CH}_3\text{OH}$  และพันธะระหว่าง C กับ C ใน  $\text{C}_2\text{H}_2$
5. พันธะระหว่าง C กับ C ใน  $\text{CH}_3\text{COOH}$  และพันธะระหว่าง C กับ H ใน  $\text{CH}_3\text{COOH}$

2. จงบอกชนิดพันธะโคเวเลนต์ของกรดโอเลอิกจากสูตรโมเลกุลที่กำหนดให้  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

1. พันธะคู่ และพันธะสาม
2. พันธะเดี่ยว และพันธะคู่
3. พันธะเดี่ยว และพันธะสาม
4. พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม

3. สารต่อไปนี้  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  และ  $\text{C}_4\text{H}_6$  มีจำนวนพันธะโคเวเลนต์กี่พันธะ ตามลำดับ

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1. 4 6 และ 9 | 2. 5 7 และ 8 |
| 3. 4 6 และ 8 | 4. 5 6 และ 9 |
| 5. 6 5 และ 9 |              |

ตัวชี้วัด ม 5/9 ระบุสภาพข้อของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม

## 1.2 สภาพข้อของโมเลกุลโคเวเลนต์

หากอะตอมทั้งสองที่เป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน หรือมีความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนเท่ากัน อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะก็จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของอะตอมทั้งสอง ทำให้อะตอมทั้งสองมีข้อไฟฟ้าสมดุลกัน พันธะโคเวเลนต์จึงไม่มีข้อไฟฟ้า เรียกแรงยึดเหนี่ยวในลักษณะเช่นนี้ว่า พันธะไม่มีข้อ (non-polar bond)

แต่หากอะตอมของธาตุซึ่งเข้ามาร่วมสร้างพันธะโคเวเลนต์เป็นอะตอมคนละชนิดกัน มีผลทำให้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเบี่ยงเบนไปทางด้านอะตอมที่สามารถดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า ทำให้อะตอมทางด้านนี้มีประจุเป็นลบ ส่วนด้านที่อยู่ห่างจากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะมีประจุเป็นบวก เรียกแรงยึดเหนี่ยวในลักษณะเช่นนี้ว่า พันธะมีข้อ (polar bond)

ลักษณะสำคัญของพันธะโคเวเลนต์ไม่มีข้อ ได้แก่

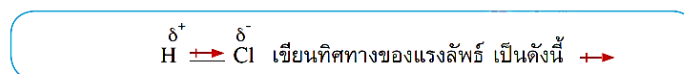
- อะตอมคู่ที่เป็นธาตุเดียวกัน
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ( $\text{C}_x\text{H}_y$ )
- สารประกอบที่มีรูปร่างเป็นเส้นตรง สามเหลี่ยมแบนราบ ทรงสี่หน้า พีระมิดฐานสามเหลี่ยม โดยต้องมีอะตอมที่ล้อมรอบเป็นธาตุเดียวกัน
- เช่น  $\text{F}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BeCl}_2$

ลักษณะสำคัญของพันธะโคเวเลนต์มีข้อ ได้แก่

- อะตอมคู่ที่เป็นธาตุคนละตัว
- สารประกอบที่มีรูปร่างเป็นมุมงอ และพีระมิดฐานสามเหลี่ยม
- สารประกอบที่มีธาตุที่ล้อมรอบอะตอมกลางต่างชนิดกัน
- เช่น  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$

ข้อของสารประกอบโคเวเลนต์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ข้อของพันธะและข้อของโมเลกุล

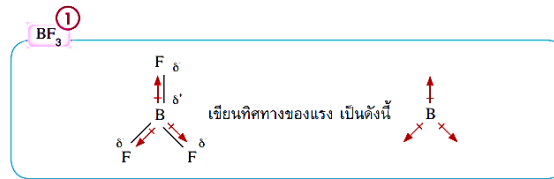
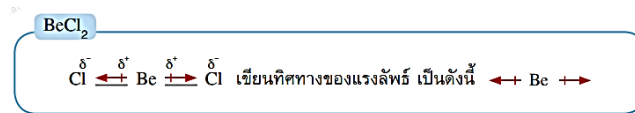
1. ข้อของพันธะ พิจารณาธาตุ 2 ธาตุ ที่มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันว่ามีค่า EN เท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันก็จะไม่เกิดข้อ แต่ถ้าหากไม่เท่ากันก็จะทำให้เกิดข้อของพันธะ เช่น  $\text{HCl}$



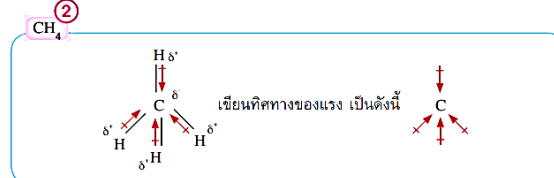
หมายเหตุ : เครื่องหมาย  $\rightarrow$  เขียนแทนทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอน เรียกว่า โมเมนต์ควบคู่

2. ข้อของโมเลกุล พิจารณาภาพรวมของโมเลกุลว่าจะมีข้อหรือไม่ บางครั้งอาจจะต้องพิจารณามุมที่สามารถหักล้างกันได้ ทั้งที่มีพันธะมีข้อจึงทำให้เป็นโมเลกุลไม่มีข้อได้ โดยดูจากค่า EN

• ถ้าโมเลกุลที่เกิดจากพันธะมีข้อ และมีรูปร่างของโมเลกุลสมมาตร โมเลกุลนั้นจะเป็น โมเลกุลไม่มีข้อ เพราะมีผลรวมของทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนทั้งหมดในโมเลกุลเป็นศูนย์

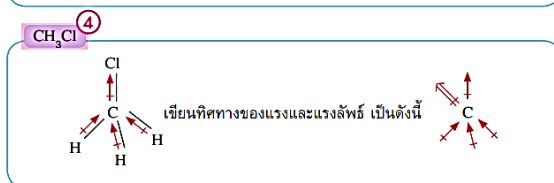
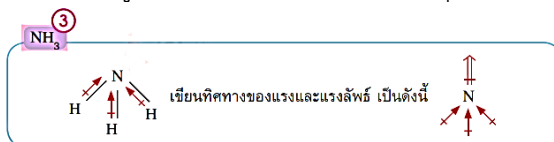


โมเลกุลมีรูปร่างสมมาตร แรงทั้งสามจึงหักล้างกันหมด โมเลกุลจึงเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว



โมเลกุลมีรูปร่างสมมาตร แรงทั้งสี่จึงหักล้างกันหมด โมเลกุลจึงเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

• ถ้าโมเลกุลที่เกิดจากพันธะมีขั้ว และมีรูปร่างของโมเลกุลไม่สมมาตร โมเลกุลนั้นจะเป็นโมเลกุลมีขั้ว เพราะมีผลรวมของทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนทั้งหมดในโมเลกุลไม่เท่ากับศูนย์ หรือมีแรงลัทธิเกิดขึ้น



$\longleftrightarrow$  แทน ทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนเป็นแรงย่อย  
 $\longleftrightarrow$  แทน ทิศทางของแรงลัทธิของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนทั้งหมดในโมเลกุล

### แบบทดสอบ

1. โมเลกุลในข้อใดเป็นโมเลกุลมีขั้วทุกชนิด

- |   |  |
|---|--|
| 1. NH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> และ HF                 | 2. PH <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O และ HCN                            |
| 3. OF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O และ SF <sub>6</sub>  | 4. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O และ PCl <sub>5</sub> |
| 5. SiH <sub>4</sub> NCl <sub>3</sub> และ CCl <sub>4</sub> |  |

2. จงเรียงลำดับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล P<sub>4</sub> , H<sub>2</sub> , N<sub>2</sub> และเพชร จากมากไปน้อย

- |  |  |
|--|--|
| 1. เพชร > P <sub>4</sub> > N <sub>2</sub> > H <sub>2</sub> | 2. N <sub>2</sub> > เพชร > P <sub>4</sub> > H <sub>2</sub> |
| 3. H <sub>2</sub> > N <sub>2</sub> > P <sub>4</sub> > เพชร | 4. P <sub>4</sub> > H <sub>2</sub> > เพชร > N <sub>2</sub> |
| 5. เพชร > H <sub>2</sub> > N <sub>2</sub> > P <sub>4</sub> |  |

### 3. โมเลกุลในข้อใดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วทุกชนิด

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. $\text{SO}_2$ และ $\text{HF}$                  | 2. $\text{CH}_4$ และ $\text{NH}_3$  |
| 3. $\text{AsF}_5$ และ $\text{BF}_3$               | 4. $\text{HCN}$ และ $\text{CHCl}_3$ |
| 5. $\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CH}_2\text{O}$ |                                     |

### ตัวชี้วัด ม 5/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง

#### 1.3 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

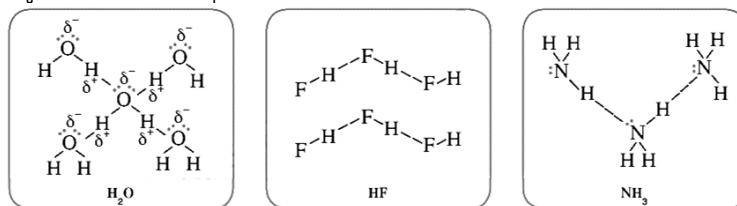
โมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์จะมีแรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างโมเลกุล โดยแรงยึดเหนี่ยวนี้จะมีผลต่อสมบัติต่างๆ ของสาร เช่น สถานะของสาร จุดเดือด จุดหลอมเหลว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

##### 1. แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals force) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 แรงลอนดอน (London force หรือ dispersion force) เกิดจากอิเล็คตรอนเคลื่อนที่ ตลอดเวลา ทำให้ความหนาแน่นของอิเล็คตรอนรอบนิวเคลียสไม่สม่ำเสมอ จึงเกิดสภาพชั่วขณะ ในโมเลกุล โดยแรงลอนดอนเป็นแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่มีขั้ว เช่น

1.2 แรงขั้วคู่ (dipole-dipole force) เป็นแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นกับสารประกอบที่เป็นโมเลกุลที่มีขั้ว เกิดขึ้นระหว่างขั้วบวกของโมเลกุลหนึ่งกับขั้วลบของอีกโมเลกุลหนึ่ง เป็นแรงดึงดูดที่มากกว่าแรงลอนดอน เนื่องจากเกิดจากสภาพชั่วขณะของทั้ง 2 โมเลกุล

1.3 พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่คล้ายกับแรงขั้วคู่ แต่จะเกิดขึ้นในโมเลกุลของสารประกอบที่เกิดจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) ไปสร้างพันธะกับอะตอมที่มีขนาดเล็กและมีค่า EN สูงมาก ได้แก่ ธาตุ F O และ N



**สำคัญ** สามารถเรียงลำดับจุดเดือดจุดหลอมเหลวได้ดังนี้ พันธะไฮโดรเจน > แรงขั้วคู่ > แรงลอนดอน

#### แบบทดสอบ

1. สารในข้อใดมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นแรงลอนดอน

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. น้ำ            | 2. แอมโมเนีย      |
| 3. แก๊สไนโตรเจน   | 4. เอทิลแอลกอฮอล์ |
| 5. กรดไฮโดรคลอริก |                   |

กำหนดสาร 3 ชนิด ดังนี้

สาร A มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงลอนดอน

สาร B มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงขั้วคู่

สาร C มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นพันธะไฮโดรเจน

2. สาร A B และ C ควรเป็นสารใด **ตามลำดับ**

1.  $O_2$  ,  $CCl_4$  ,  $HF$

2.  $BCl_3$  ,  $Cl_2$  ,  $NH_3$

3.  $Cl_2$  ,  $CH_4$  ,  $HCl$

4.  $CCl_4$  ,  $SF_2$  ,  $CH_3OH$

5.  $CHCl_3$  ,  $SO_2$  ,  $CH_3OH$

3. สารในข้อใดมีแรงยึดเหนี่ยวเป็นพันธะไฮโดรเจนทั้งหมด

1.  $HCl$  ,  $HF$  ,  $NH_3$

2.  $CH_3OH$  ,  $SO_2$  ,  $HCN$

2.  $HF$  ,  $NH_3$  ,  $CH_3OH$

4.  $CHCl_3$  ,  $NH_3$  ,  $H_2O$

5.  $NH_3$  ,  $H_2O$  ,  $HCl$

**ตัวชี้วัด ม 5/11** อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล

ตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน

#### 1.4 สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

**สารประกอบโคเวเลนต์ มีสมบัติดังนี้**

1. มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส เช่น

- สถานะของเหลว เช่น น้ำเอทานอลเฮกเซน
- สถานะของแข็ง เช่น น้ำตาลทราย ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), แนพทาลินหรือลูกเหม็น ( $C_{10}H_8$ )
- สถานะแก๊ส เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ), แก๊สมีเทน ( $CH_4$ ), แก๊สโพรเพน ( $C_3H_8$ )

2. มีจุดหลอมเหลวต่ำ หลอมเหลวง่ายเนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ไม่แข็งแรงสามารถถูกทำลายได้ง่าย

3. มีทั้งละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เช่น เอทานอลละลายน้ำ แต่เฮกเซนไม่ละลายน้ำ

4. สารประกอบโคเวเลนต์ไม่นำไฟฟ้าเนื่องจากมีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง และอิเล็กตรอนทั้งหมดถูกใช้เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะระหว่างอะตอม ทำให้ไม่มีอิเล็กตรอนอิสระช่วยนำไฟฟ้า แต่ยกเว้นในสารประกอบโคเวเลนต์ที่มีสภาพขั้วแรงมาก เช่น  $HCl$  ,  $HBr$  ,  $H_2SO_4$

**สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล**

**สภาพขั้วของพันธะโคเวเลนต์**

โมเลกุลโคเวเลนต์ประกอบขึ้นด้วยพันธะโคเวเลนต์ระหว่าง อะตอมของธาตุต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นโมเลกุลของสารโคเวเลนต์นั้นๆ พันธะโคเวเลนต์อาจเกิดขึ้นระหว่างอะตอมของธาตุเดียวกัน หรืออะตอมของธาตุต่างชนิดกันก็ได้ โดยธาตุแต่ละธาตุจะมีค่า EN เป็นค่าเฉพาะตัวซึ่งไม่เท่ากัน ค่า EN แสดงความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุ ถ้าพันธะโคเวเลนต์เกิดจากธาตุเดียวกันสร้างพันธะกัน

1A		2A												3A		4A		5A		6A		7A	
Li	Be											B	C	N	O	F							
1.0	1.5											2.0	2.5	3.0	3.5	4.0							
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl							
1.0	1.2											1.5	1.8	2.1	2.5	3.0							
		3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br							
0.9	1.0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8							
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I							
0.9	1.0	1.2	1.3	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.8	1.9	2.1	2.5							
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At							
0.8	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	1.9	1.8	1.9	1.7	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1							

	4.0	1.7	4	0
	Ionic bond	Polar-covalent bond	Non-polar covalent bond	
Percent ionic	100%	50%	5%	0%
Percent covalent	0%	50%	75%	100%

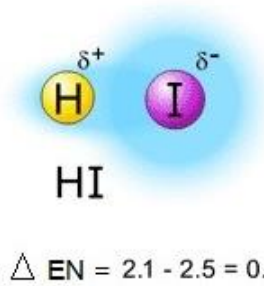
1. ค่า EN ต่างกันน้อยกว่า 0.4 เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดไม่มีขั้ว (Non-polar covalent bond)
2. ค่า EN ต่างกันมากกว่า 0.4 แต่น้อยกว่า 1.7 เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดมีขั้ว (Polar-covalent bond)
3. ค่า EN ต่างกันมากกว่า 1.7 เป็นพันธะไอออนิก (Ionic bond)

พันธะมีขั้ว (Polar covalent bond)

ติววิชาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ-เคมี) :19



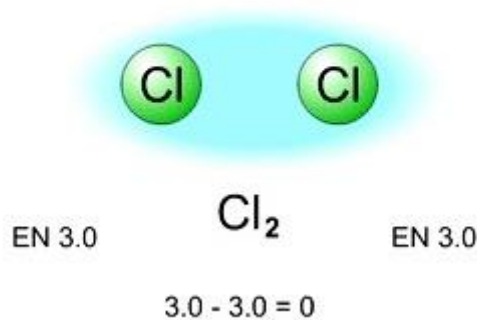
### Polar Bonding



### พันธะไม่มีขั้ว (Non polar covalent bond)

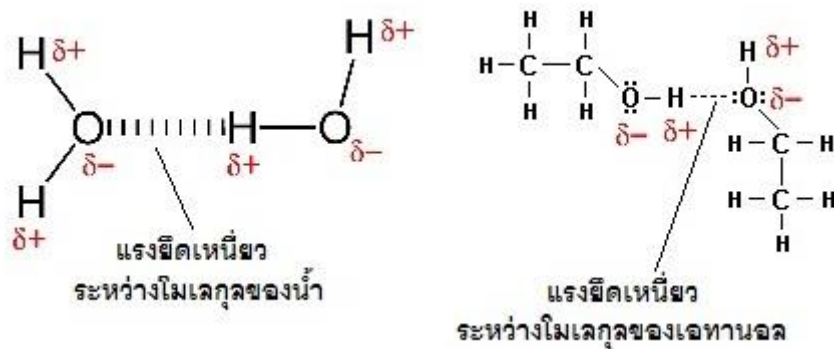
พันธะไม่มีขั้วอย่างแท้จริงต้องเกิดจากการที่ธาตุเดียวกันสร้างพันธะกัน เพราะมีค่า EN เท่ากัน ทำให้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมีโอกาสโคจรอยู่ระหว่างอะตอมทั้งสองเท่ากัน จึงไม่เกิดความแตกต่างของขั้วไฟฟ้า จึงเป็นพันธะไม่มีขั้ว ดังรูป

### Nonpolar Covalent Bonding

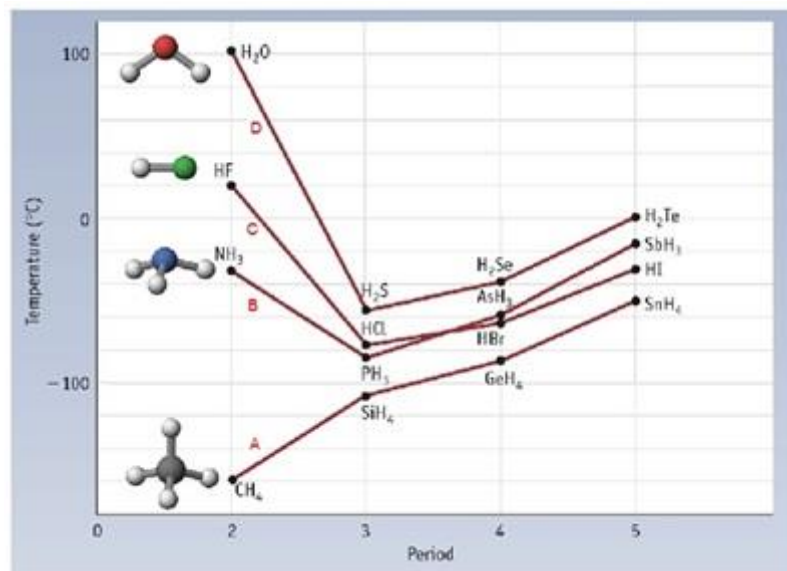


### แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล (Intermolecular force, IMF)

เมื่อโมเลกุลโคเวเลนต์อยู่รวมกัน ไม่ว่าจะเป็นโมเลกุลของสารเดียวกันหรือโมเลกุลของสารต่างชนิดกัน โมเลกุลเหล่านั้นก็จะมีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันทำให้อยู่รวมกันได้ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเกิดขึ้นได้หลายแบบ แต่ละแบบมีค่าไม่เท่ากัน แรงดังกล่าวมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของสาร ที่เห็นได้ชัดก็คือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร สังเกตได้จากสารแต่ละชนิดมีจุดหลอมเหลว (จุดเยือกแข็ง) และจุดเดือดแตกต่างกัน สารที่มี แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ตรงข้ามกับสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่า เช่น น้ำ มีจุดหลอมเหลว 0 °C มีจุดเดือด 100 °C ในขณะที่ เอทานอล มีจุดหลอมเหลว -114 °C มีจุดเดือด 78.37 °C แสดงว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำมีมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของเอทานอล ตำแหน่งของแรงยึดเหนี่ยวเป็นดังรูป



สารแต่ละชนิดทั้งของแข็งและของเหลวรวมกันอยู่ได้ด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การหลอมเหลวและการเดือดหรือการกลายเป็นไอของสารใดๆ เกิดขึ้นเพราะมีความร้อนไปทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร ถ้าสารมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคอยู่มาก ก็จะต้องใช้ความร้อนมาก จึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง พิจารณาจุดเดือดของสารบางชนิด ดังกราฟต่อไปนี้



ให้สังเกตว่าในกราฟแบ่งสารออกเป็น 4 ชุด คือ A B C และ D

- ชุด A เป็นสารประกอบของธาตุหมู่ 4A กับ H เป็นสารโมเลกุลไม่มีขั้ว
- ชุด B เป็นสารประกอบของธาตุหมู่ 5A กับ H เป็นสารโมเลกุลมีขั้ว
- ชุด C เป็นสารประกอบของธาตุหมู่ 7A กับ H เป็นสารโมเลกุลมีขั้ว
- ชุด D เป็นสารประกอบของธาตุหมู่ 6A กับ H เป็นสารโมเลกุลมีขั้ว

จุดเดือดของสารชุด A จะต่ำกว่าสารชุดอื่น ๆ แต่มีแนวโน้มว่าเพิ่มขึ้นเมื่อมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้น

จุดเดือดของสารชุด B C และ D ซึ่งเป็นสารโมเลกุลมีขั้วมีจุดเดือดสูงกว่าสารชุด A ทุกชนิด แสดงว่าสารโมเลกุลมีขั้ว (ชุดนี้) มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากกว่าสารโมเลกุลไม่มีขั้ว และมีแนวโน้มว่าจุดเดือดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้นเช่นกัน

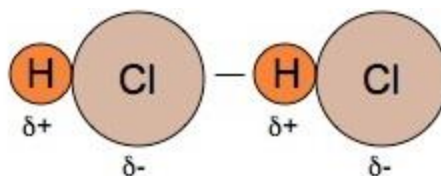
แต่ให้สังเกตว่า  $\text{NH}_3$   $\text{HF}$  และ  $\text{H}_2\text{O}$  เป็นสารชนิดแรกของชุด A B และ C ซึ่งมีมวลโมเลกุลน้อยที่สุดในแต่ละชุด แต่มีจุดเดือดสูงที่สุดของสารทั้งชุด แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากเป็นพิเศษ

**แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ**

1. แรงอย่างอ่อน เรียกว่าแรงวันเดอร์วาล (van der vaal force or van der vaals interaction) มี 3 ชนิดย่อย ๆ คือ

1.1 แรงลอนดอน (London Dispersion Force) ผู้ค้นพบแรงชนิดนี้คือ Fritz Wolfgang London (March 7, 1900–March 30, 1954 , พ.ศ. 2443-2497) เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้ว หรือเกิดขึ้นกับอะตอมเดี่ยวๆ ก็ได้ เกิดจากการที่อิเล็กตรอนของแต่ละโมเลกุล หรือของอะตอมเดี่ยวมีการถ่ายเทไปทางด้านใดด้านหนึ่งของโมเลกุลหรือของอะตอมมากกว่าอีกด้านหนึ่งมากกว่าอีกด้านหนึ่ง แต่ไม่ถาวรมีการเปลี่ยนที่ไปยังด้านใดด้านหนึ่งของโมเลกุลหรืออะตอมอยู่ตลอดเวลา ทำให้โมเลกุลหรืออะตอมทางด้านที่อิเล็กตรอนถ่ายเทไปมากเกิดขั้วไฟฟ้าลบขึ้นมาเล็กน้อยเพียงชั่วคราว แต่ก็เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในแต่ละด้านของโมเลกุลหรืออะตอม ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมขึ้นมาได้ แรงชนิดนี้มีค่าน้อยแต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้นหรือเมื่อโมเลกุลมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นเพราะมีพื้นที่ผิวของโมเลกุลมากขึ้นและจำนวนอิเล็กตรอนมีมากขึ้นด้วย ทำให้โอกาสที่อิเล็กตรอนจะถ่ายเทไปทางด้านหนึ่งมากกว่าอีกด้านหนึ่งมีมากขึ้น ฉะนั้นในบรรดาสารที่โมเลกุลไม่มีขั้วชนิดต่างๆ สารที่มีมวลโมเลกุลมากก็จะมีแรงลอนดอนมากด้วย จึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าชนิดที่มีมวลโมเลกุลน้อย พิจารณาจากกราฟ สาร  $\text{CH}_4$  (มวลโมเลกุล 16)  $\text{SiH}_4$  (มวลโมเลกุล 32)  $\text{GeH}_4$  (มวลโมเลกุล 77)  $\text{SnH}_4$  (มวลโมเลกุล 123) จะเห็นได้ว่ามีจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามลำดับ

1.2 แรงระหว่างขั้วอย่างถาวร (permanent dipole-dipole attractions , interaction) เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีขั้วกับโมเลกุลมีขั้ว โดยอาจเป็นโมเลกุลของสารเดียวกันหรือจะเป็นโมเลกุลของสารต่างชนิดกันก็ได้ แรงชนิดนี้มีค่ามากกว่าแรงลอนดอน (เมื่อเปรียบเทียบกับที่มวลโมเลกุลเท่าๆ กัน) จึงมีผลให้สารโมเลกุลมีขั้วมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าสารโมเลกุลไม่มีขั้ว เมื่อมีมวลโมเลกุลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน



1.3 แรงระหว่างขั้วเหนี่ยวนำ (induce dipole force, temporary dipole) เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่าง ไอออน หรือโมเลกุลมีขั้ว กับอะตอมหรือโมเลกุลไม่มีขั้ว อธิบายได้ว่าอะตอมอิสระของธาตุต่างๆ จะมีรูปร่างเป็นทรงกลมเมื่ออยู่ในภาวะปกติจะไม่มีขั้ว แต่เมื่ออยู่ใกล้กับไอออนหรือโมเลกุลมีขั้ว ก็จะถูกไอออนหรือโมเลกุลมีขั้วเหนี่ยวนำให้มีขั้วขึ้นมาได้เล็กน้อย แล้วเกิดแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน



2. พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond , H – bond ) คือ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่เกิดจากไฮโดรเจนอะตอมสร้างพันธะโคเวเลนต์ กับอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงๆและมีขนาดเล็ก ได้แก่ F , O และ N แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์มีขั้วชนิดมีสภาพขั้วแรงมาก ทั้งนี้เนื่องจากพันธะที่เกิดขึ้นนี้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะถูกดึงเข้ามาใกล้อะตอมของธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง มากกว่าทางด้านอะตอมของไฮโดรเจนมาก และอะตอมของธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง ยังมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จึงเกิดดึงดูดกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอะตอมของไฮโดรเจนซึ่งมีอำนาจไฟฟ้าบวกสูงของอีกโมเลกุลหนึ่ง ทำให้เกิดเป็นพันธะไฮโดรเจน

### แบบทดสอบ

1.การพิจารณาสภาะขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ ใช้ค่าใดในการพิจารณา

1. ionization energy
2. electron affinity
3. electronegativity
4. dissociation energy

2. จากตารางต่อไปนี้

สาร	ประเภทของสาร	มวลโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
NH <sub>3</sub>	โคเวเลนต์	17	-78	-33
CH <sub>4</sub>	โคเวเลนต์	14	-182	-161
HF	โคเวเลนต์	20	-83	-19

ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวไม่ถูกต้อง

- 1.แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นกับมวลโมเลกุล
- 2.แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วแรงกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า
- 3.แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีเทนจะน้อยกว่าแอมโมเนีย
- 4.แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแอมโมเนียและไฮโดรเจนมอนอฟลูออไรด์ เป็นแรงแวนเดอร์วาลส์และมีแรงอื่นเกี่ยวข้อง

3. สารใดต่อไปนี้ที่เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้

1. น้ำตาลกลูโคส
2. เกลือแกง
3. กรดเกลือ
4. แنفทาซีน

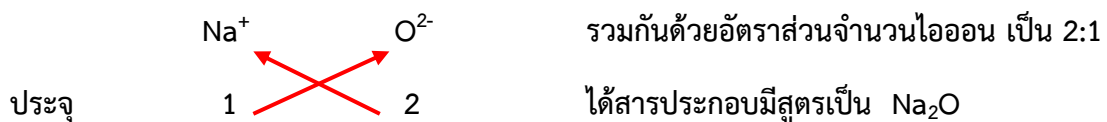
## ตัวชี้วัด ม 5/11 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก

### 1.5 การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก

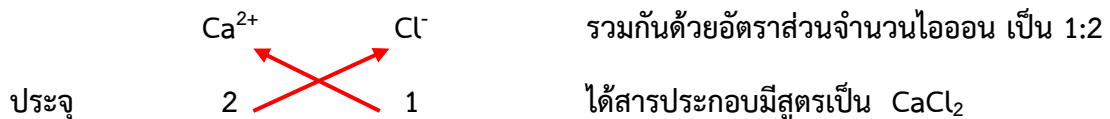
#### การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก ใช้หลักดังนี้

1. เขียนไอออนบวกของโลหะหรือกลุ่มไอออนบวกไว้ข้างหน้า ตามด้วยไอออนลบของโลหะหรือกลุ่มไอออนลบ
2. ไอออนบวกและไอออนลบ จะรวมกันในอัตราส่วนที่ทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงต้องหาตัวเลขมาคูณกับจำนวนประจุบนไอออนบวกและไอออนลบให้มีจำนวนเท่ากัน แล้วใส่ตัวเลขเหล่านั้นไว้ที่มุมขาล่างของแต่ละไอออน ซึ่งทำได้โดยใช้จำนวนประจุบนไอออนบวกและไอออนลบคูณไขว้กัน
3. ถ้ากลุ่มไอออนบวกหรือไอออนลบมีมากกว่า 1 กลุ่ม ให้ใส่วงเล็บ ( ) และใส่จำนวนกลุ่มไว้ที่มุมขาล่างของวงเล็บ

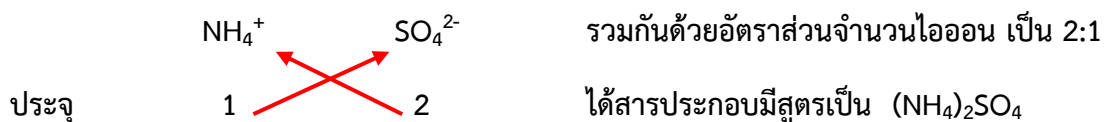
#### ก. $\text{Na}^+$ กับ $\text{O}^{2-}$



#### ข. $\text{Ca}^{2+}$ กับ $\text{Cl}^-$



#### ค. $\text{NH}_4^+$ กับ $\text{SO}_4^{2-}$



สารประกอบไอออนิก ประกอบด้วย ไอออนบวกและไอออนลบที่มีประจุต่าง ๆ กัน ซึ่งมีผลต่ออัตราส่วนการรวมของไอออนและสูตรของสารประกอบไอออนิก

โดยประจุของไอออนของธาตุหมู่หลักเป็นบวกตามจำนวนอิเล็กตรอนของไอออนเป็นไปตามกฎออกเตต เช่น

- ธาตุโซเดียม (Na) เป็นธาตุหมู่ IA เมื่อเกิดเป็นไอออนบวกจะมีประจุเป็น +1
- ธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นธาตุหมู่ IIA เมื่อเกิดเป็นไอออนบวกจะมีประจุเป็น +2
- ธาตุคลอรีน (Cl) เป็นธาตุหมู่ VIIA เมื่อเกิดเป็นไอออนลบจะมีประจุเป็น -2
- ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นธาตุหมู่ VA เมื่อเกิดเป็นไอออนลบจะมีประจุเป็น -3

การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก จะใช้ สูตรเคมีแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนของไอออนที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ ดังตัวอย่าง



แบบทดสอบความเข้าใจ

1. เขียนสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกจากไอออนที่กำหนดให้

ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรเคมี
$\text{Na}^+$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
$\text{K}^+$	$\text{PO}_4^{3-}$	
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	
$\text{Al}^{3+}$	$\text{O}^{2-}$	
$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	
$\text{Li}^+$	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	

2. เขียนไอออนที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

สูตรเคมี	ไอออนบวก	ไอออนลบ
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{CaO}$		
$\text{KCl}$		
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$		
$\text{Na}_3\text{PO}_4$		
$\text{Li}_2\text{SO}_4$		
$\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$		



1. สารประกอบไอออนิก A B C D และ E เกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ ดังนี้ (O-net ปี 64)

สารประกอบไอออนิก	ไอออนบวก	ไอออนลบ
A	$\text{Na}^+$	$\text{NO}_3^-$
B	$\text{Al}^{3+}$	$\text{S}^{2-}$
C	$\text{NH}_4^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
D	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{PO}_4^{3-}$
E	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$

จากข้อมูล อัตราส่วนการรวมตัวของไอออนบวกต่อไอออนลบที่ทำให้เกิดสารประกอบไอออนิกข้อใดถูกต้อง

	สารประกอบไอออนิก	อัตราส่วนการรวมตัว
1.	A	1 : 3
2.	B	3 : 2
3.	C	2 : 1
4.	D	4 : 1
5.	E	2 : 1

2. สาร ก ข และ ค มีสูตรเคมีและชนิดของพันธะซึ่งเป็นไปตามกฎออกเตต ดังนี้ (O-net ปี63)

สาร	สูตรเคมี	ชนิดของพันธะ
ก	$\text{XY}_2$	ไอออนิก
ข	$\text{JW}_3$	ไอออนิก
ค	$\text{ZQ}_4$	โคเวเลนต์

จากข้อมูล การระบุหมู่ของธาตุในข้อใดต่อไปนี้เป็นไปได้

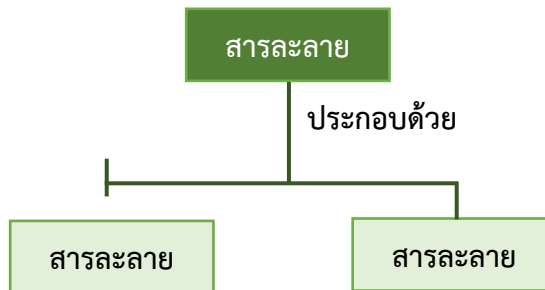
	ธาตุ	หมู่
1.	X	IIA
2.	Y	VIIA
3.	J	VA
4.	W	VIIA
5.	Z	IVA

3. สารในข้อใดที่จัดเป็นสารประกอบไอออนิกทุกตัว

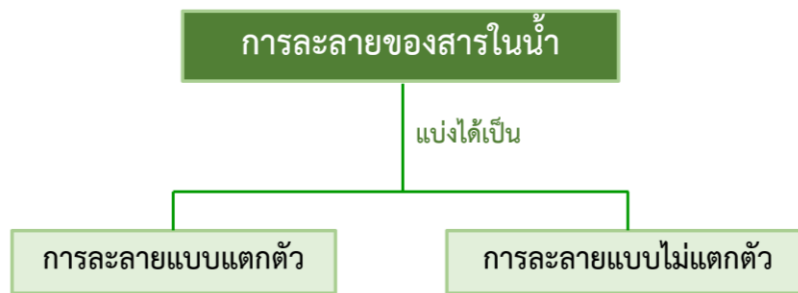
1.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$
2.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$
3.  $\text{HCl}$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{KNO}_3$
4.  $\text{KI}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$

ตัวชี้วัด ม 5/13 ระบุวสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุวสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์

## 1.6 การละลายของสารในน้ำ

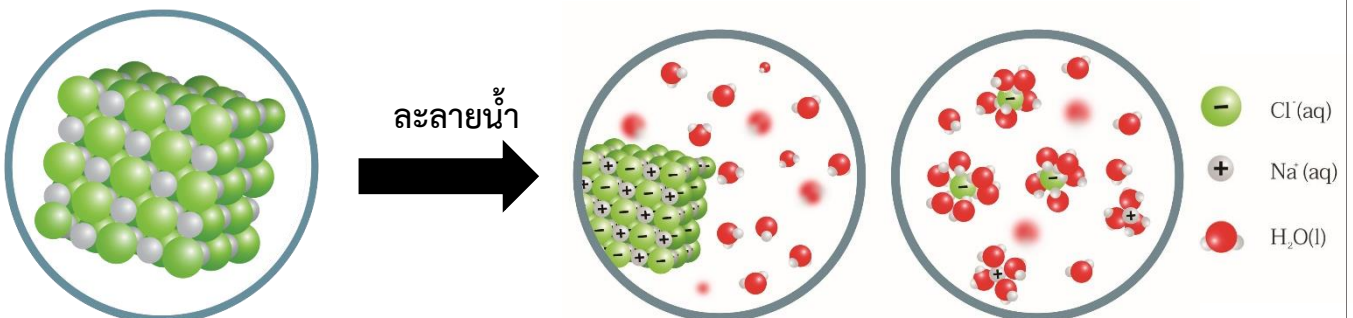


การละลายของสารในน้ำเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของน้ำเข้าไปแทรกกระหว่างโมเลกุลหรือไอออนของตัวละลาย ได้สารผสมที่เป็นสารเนื้อเดียวเรียกว่าสารละลาย



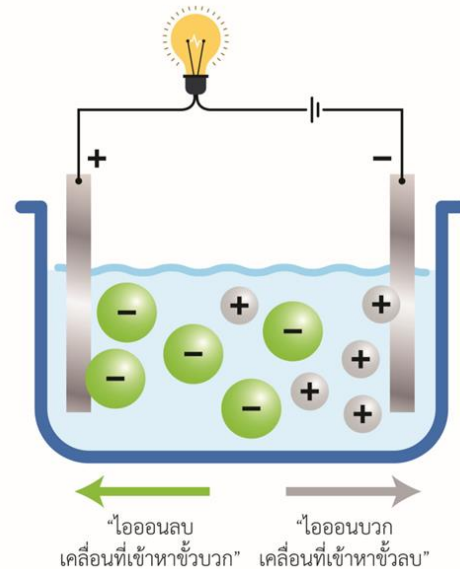
### 1. การละลายแบบแตกตัว

เมื่อละลายเกลือแกง (NaCl) ในน้ำ โมเลกุลของน้ำจะเข้าล้อมรอบและแยกโซเดียมไอออน (Na<sup>+</sup>) และคลอไรด์ไอออน (Cl<sup>-</sup>) ออกจากกัน ในน้ำเกลือจึงประกอบด้วยสารละลายโซเดียมไอออนและสารละลายคลอไรด์ไอออนเขียนแทนด้วย Na<sup>+</sup>(aq) และ Cl<sup>-</sup>(aq)

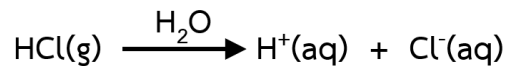


## การเคลื่อนที่ของไอออนในเกลือแกงเมื่อนำไฟฟ้า

โซเดียมไอออน ( $\text{Na}^+$ ) และคลอไรด์ไอออน ( $\text{Cl}^-$ ) ในน้ำเกลือสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า โดยไอออนบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วลบ และไอออนลบจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ส่งผลให้สารละลายสามารถนำไฟฟ้า เรียกสารละลายประเภทนี้ว่า **สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution)** การละลายน้ำในลักษณะนี้ เรียกว่า **การละลายน้ำแบบแตกตัว**



นอกจากสารประกอบไอออนิก เช่น เกลือแกง ( $\text{NaCl}$ ) สารโคเวเลนต์บางชนิด เช่น แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ ( $\text{HCl}$ ) เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน ( $\text{H}^+$ ) และคลอไรด์ไอออน ( $\text{Cl}^-$ ) ได้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการเคมี



การละลายน้ำแบบแตกตัวของสารบางชนิด อาจทำให้ได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สารละลาย	ประเภท	การใช้ประโยชน์
กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดเกลือ ( $\text{HCl}$ )	สารโคเวเลนต์	น้ำยาล้างห้องน้ำ
กรดซัลฟิวริก หรือกรดกำมะถัน ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	สารโคเวเลนต์	สารอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่แบบตะกั่ว
กรดแอสติก หรือกรดน้ำส้ม ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	สารโคเวเลนต์	น้ำส้มสายชู
แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ )	สารโคเวเลนต์	น้ำยาทำความสะอาดพื้นผิวต่าง ๆ
โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟ ( $\text{NaOH}$ )	สารประกอบไอออนิก	ผลิตสบู่ กำจัดไขมัน
แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca(OH)}_2$ )	สารประกอบไอออนิก	ปรับ pH ของน้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปา

## อิเล็กโทรไลต์แก่และอิเล็กโทรไลต์อ่อน

สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ นำไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของอิเล็กโทรไลต์ไม่เท่ากัน อิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่า ก็จะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าอิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้น้อยกว่า อิเล็กโทรไลต์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

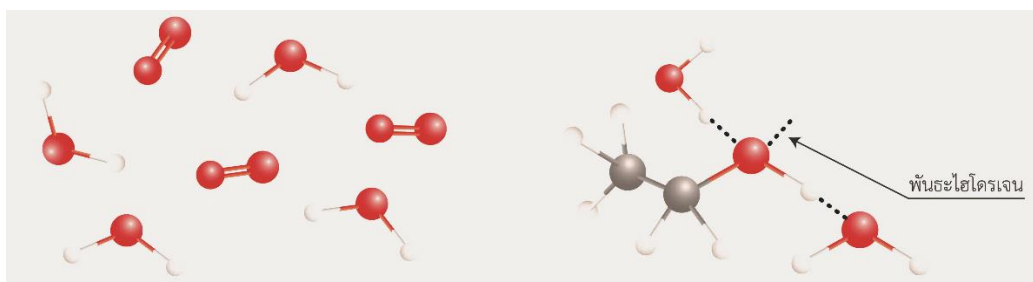
1. อิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้มาก อาจจะแตกตัวได้ 100% และนำไฟฟ้าได้ดีมาก เช่น กรดแก่ และเบสแก่ และเกลือส่วนใหญ่จะแตกตัวได้ 100% เป็นต้น
2. อิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวได้บางส่วน นำไฟฟ้าได้น้อย

ตารางตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์แก่ และอิเล็กโทรไลต์อ่อนบางชนิด

อิเล็กโทรไลต์แก่ (นำไฟฟ้าได้ดี)	อิเล็กโทรไลต์อ่อน (นำไฟฟ้าได้ไม่ดี)
เกลือที่ละลายน้ำทั้งหมด	$\text{CH}_3\text{COOH}$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{CO}_3$
$\text{HNO}_3$	$\text{HNO}_2$
$\text{HCl}$	$\text{H}_2\text{SO}_3$
$\text{HBr}$	$\text{H}_2\text{S}$
$\text{HClO}_4$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
$\text{NaOH}$	$\text{H}_3\text{BO}_3$
$\text{KOH}$	$\text{HClO}$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{NH}_4\text{OH}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{HF}$

## 2. การละลายแบบไม่แตกตัว

สารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น แก๊สออกซิเจน แก๊สคลอรีน หรือเป็นสารที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำตาลทราย เอทานอล สารเหล่านี้เกิดการละลายน้ำแบบไม่แตกตัว ได้สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte solution) การละลายน้ำของแก๊สออกซิเจนและเอทานอล แสดงดังรูป



ออกซิเจน

เอทานอล

### แบบทดสอบความเข้าใจ

เมื่อนำสารต่อไปนี้ไปละลายน้ำจะเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมระบุการนำไฟฟ้าของสารละลาย

ชื่อสาร	สูตรเคมี	การละลายน้ำ	การนำไฟฟ้าของสารละลาย
แก๊สคลอรีน	$\text{Cl}_2$	การละลายแบบไม่แตกตัว	ไม่นำไฟฟ้า
โซเดียมซัลเฟต	$\text{Na}_2\text{SO}_4$		
น้ำตาลซูโครส	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$		
แมกนีเซียมคลอไรด์	$\text{MgCl}_2$		
เมทิลคลอไรด์	$\text{CH}_3\text{Cl}$		
โพรพานอล	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$		

#### 1. ข้อมูลแสดงสมบัติบางประการของสาร 4 ชนิด เป็นดังนี้ (O-net ปี62)

สาร	จุดหลอมเหลว ( $^{\circ}\text{C}$ )	การละลายน้ำและการนำไฟฟ้า
ก	801	ละลายน้ำได้และสารละลายที่ได้นำไฟฟ้า
ข	660	ไม่ละลายน้ำ แต่นำไฟฟ้า
ค	119	ไม่ละลายน้ำและไม่นำไฟฟ้า
ง	186	ละลายน้ำได้ แต่สารละลายที่ได้ไม่นำไฟฟ้า

จากข้อมูล สาร ก ข ค และ ง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเช่นเดียวกับสารในข้อใด

	สาร ก	สาร ข	สาร ค	สาร ง
1.	$\text{NaCl}$	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$\text{Al}$	$\text{S}_8$
2.	$\text{NaCl}$	$\text{Al}$	$\text{S}_8$	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
3.	$\text{Al}$	$\text{NaCl}$	$\text{S}_8$	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
4.	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$\text{Al}$	$\text{S}_8$	$\text{NaCl}$
5.	$\text{Al}$	$\text{S}_8$	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$\text{NaCl}$

#### 2. กำหนดให้ X Y และ Z เป็นสารบริสุทธิ์ที่มีสมบัติดังนี้ (O-net ปี61)

- X เป็นของแข็ง นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
- Y เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า ประกอบด้วยธาตุ 3 ชนิดสร้างพันธะกัน โดยมีธาตุชนิดหนึ่งอยู่ในหมู่ IA
- Z เป็นของเหลวระเหยง่าย ประกอบด้วยธาตุ 3 ชนิดสร้างพันธะกัน

จากข้อมูล สูตรหรือสัญลักษณ์เคมีของ X Y และ Z สอดคล้องกับสารในข้อใด

	สาร X	สาร Y	สาร Z
1.	Na	CaCO <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
2.	K	CaCO <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
3.	Si	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
4.	K	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
5.	Si	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>

### 3.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

1. สารละลายกรดฟอร์มิคเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน
2. สารละลายแอมโมเนียเป็นสารนออนอิเล็กโทรไลต์
3. น้ำส้มสายชูเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่
4. สารละลายทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

### สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ตัวชี้วัด ม 5/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิมตัวหรือไม่อิมตัวจากสูตรโครงสร้าง

**สารประกอบไฮโดรคาร์บอน** คือ สารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบหลักเป็นไฮโดรเจน (H: hydrogen) และคาร์บอน (C: carbon) โดยคาร์บอนแต่ละอะตอมจะสร้างพันธะโคเวเลนต์ (covalent bond) ระหว่างกันในรูปแบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม พันธะที่แตกต่างกันมีผลต่อความอิมตัว และความว่องไวต่อปฏิกิริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เราจึงแบ่งประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตามชนิดของพันธะได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ


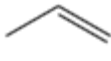
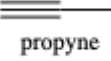
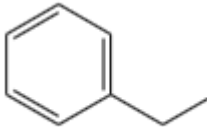
1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบอิมตัว (saturated hydrocarbon)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบอิมตัวเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีแต่พันธะเดี่ยว ได้แก่ แอลเคน (alkane) ไซโคลแอลเคน (cycloalkane)

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบไม่อิมตัว (unsaturated hydrocarbon)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบไม่อิมตัวเป็นสารประกอบที่มีพันธะคู่ หรือพันธะสามอยู่ในโครงสร้าง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ แอลคีน (alkene) ไซโคลแอลคีน (cycloalkene) แอลไคน์ (alkyne) ไซโคลแอลไคน์ (cycloalkyne) และแอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon)

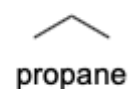
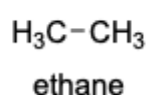
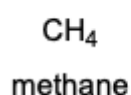


ประเภทของสารประกอบ	ชนิดของพันธะ	ตัวอย่าง
แอลเคน (alkane)	พันธะเดี่ยว (single bond)	 propane
แอลคีน (alkene)	พันธะคู่ (double bond)	 propene
แอลไคน์ (alkyne)	พันธะสาม (triple bond)	 propyne
อะโรแมติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon)	พันธะเดี่ยวและพันธะคู่สลับกันเป็นวง	 ethylbenzene

## 1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบอิ่มตัว

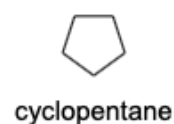
### แอลเคน (alkane)

แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเรียบง่ายที่สุด โครงสร้างของแอลเคนประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจนและคาร์บอน โดยอะตอมคาร์บอนจะสร้างพันธะเดี่ยวระหว่างกันเป็นโซ่ตรงหรือโซ่กิ่ง สูตรเคมีทั่วไปของแอลเคนคือ  $C_nH_{2n+2}$  ยกตัวอย่างเช่น มีเทน ( $CH_4$ ) อีเทน ( $C_2H_6$ ) โพรเพน ( $C_3H_8$ ) แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ ไม่นำไฟฟ้า และไม่มีเขม่าเมื่อนำไปเผา



### ไซโคลแอลเคน (cycloalkane)

ไซโคลแอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะเดี่ยว ระหว่างอะตอมคาร์บอน แต่มีโครงสร้างปิดเป็นวง ทำให้สูตรเคมีทั่วไปของไซโคลแอลเคนเป็น  $C_nH_{2n}$  (ไฮโดรเจนหายไป 2 อะตอม) ซึ่งเป็นไอโซเมอร์กับแอลคีน เราสามารถพิสูจน์ความแตกต่างระหว่างไซโคลแอลเคนและแอลคีนได้ด้วยการทดสอบความอิ่มตัว ตัวอย่างของไซโคลแอลเคน เช่น ไซโคลโพรเพน ( $C_3H_6$ ) ไซโคลบิวเทน ( $C_4H_8$ ) ไซโคลเพนเทน ( $C_5H_{10}$ )

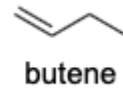
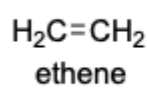


ไซโคลแอลเคนมีคุณสมบัติเหมือนกับแอลเคนทุกอย่าง คืออึดตัว ไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ ไม่นำไฟฟ้า และไม่มีเขม่าเมื่อนำไปเผา

## 2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบไม่อิ่มตัว

### แอลคีน (alkene)

แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ ระหว่างอะตอมคาร์บอน 1 พันธะ มีสูตรเคมีทั่วไปเป็น  $C_nH_{2n}$  ยกตัวอย่างเช่น อีthin ( $C_2H_4$ ) โพรthin ( $C_3H_6$ ) บิวthin ( $C_4H_8$ )



เนื่องจากมีพันธะคู่อยู่ในโครงสร้าง แอลคีนจึงเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อึดตัว ไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ ไม่นำไฟฟ้า เมื่อนำไปเผาจะมีเขม่าเล็กน้อย

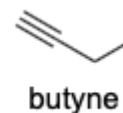
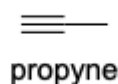
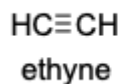
### ไซโคลแอลคีน (cycloalkenes)

ไซโคลแอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ ระหว่างอะตอมคาร์บอนและมีโครงสร้างปิดเป็นวง สูตรทั่วไปของไซโคลแอลคีนคือ  $C_nH_{2n-2}$  ไซโคลแอลคีนจึงเป็นไอโซเมอร์กับแอลคีน ตัวอย่างของไซโคลแอลคีน เช่น ไซโคลโพรthin ( $C_3H_4$ ) ไซโคลบิวthin ( $C_4H_6$ ) ไซโคลเพนthin ( $C_5H_8$ ) ไซโคลแอลคีนมีสมบัติเหมือนกับแอลคีน คืออึดตัว ไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ ไม่นำไฟฟ้า เมื่อนำไปเผาจะมีเขม่าเล็กน้อย



### แอลไคน์ (alkyne)


แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะสาม ระหว่างอะตอมคาร์บอน สูตรทั่วไปของแอลไคน์คือ  $C_nH_{2n-2}$  ยกตัวอย่างเช่น อีthin ( $C_2H_2$ ) โพรthin ( $C_3H_4$ ) บิวthin ( $C_4H_6$ )




แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อึดตัวมากที่สุดเมื่อเทียบกับแอลเคนและแอลคีน แอลไคน์ไม่มีขั้ว ไม่นำไฟฟ้า เมื่อนำไปเผาจะเกิดเขม่ามาก (แต่น้อยกว่าแอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน)

### ไซโคลแอลไคน์ (cycloalkyne)

ไซโคลแอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นวงปิด และมีพันธะสาม ระหว่างอะตอมคาร์บอนอย่างน้อยหนึ่งพันธะ สูตรทั่วไปของไซโคลแอลไคน์คือ  $C_nH_{2n-4}$  ยกตัวอย่างเช่น ไซโคลออกไทน

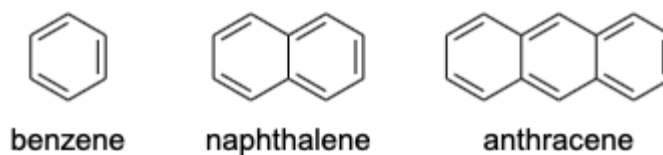


cyclooctyne



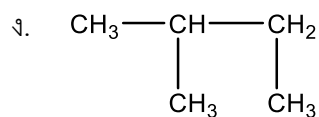
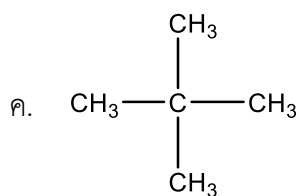
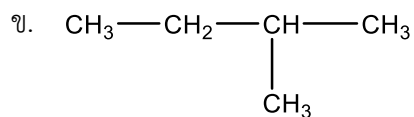
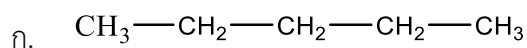
cyclodecyne

อะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเฉพาะตัวคือ เป็นวงปิด และมีพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่ โดยทั่วไปสารประกอบอะโรแมติกมักเกิดจากอนุพันธ์ของเบนซีน ( $C_6H_6$ ) แต่มีสูตรทั่วไปที่ไม่แน่นอน ตัวอย่างของสารประกอบอะโรแมติก เช่น เบนซีน ( $C_6H_6$ ) แนฟทาลีน ( $C_{10}H_8$ ) แอนทราซีน ( $C_{14}H_{10}$ )



1.  $C_{12}H_{22}O_2$
2.  $C_{14}H_{28}O_2$
3.  $C_{16}H_{30}O_2$
4.  $C_{18}H_{32}O_2$
5.  $C_{18}H_{38}O_2$

2. พิจารณาโครงสร้างของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อไปนี้ (O-net ปี65)



ข้อใดเป็นโครงสร้างของสารชนิดเดียวกัน

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

3. สารในข้อใดเป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว

1.  $\text{C}_2\text{H}_4$
2.  $\text{C}_3\text{H}_6$
3.  $\text{C}_2\text{H}_6$
4.  $\text{C}_5\text{H}_8$
5.  $\text{C}_6\text{H}_8$

ตัวชี้วัด ม.5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

ม.5/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำไปใช้ประโยชน์

## พอลิเมอร์

**พอลิเมอร์ (polymer)** คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีมวลโมเลกุลมาก ประกอบด้วยมอนอเมอร์หลายๆ หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์

**มอนอเมอร์ (Monomer)** คือ หน่วยเล็กๆ ของสารในพอลิเมอร์

### 1. ประเภทของพอลิเมอร์

#### พอลิเมอร์ธรรมชาติ

เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น โปรตีน แป้ง เซลลูโลส ยางธรรมชาติ

#### พอลิเมอร์สังเคราะห์

เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น พลาสติก ไนลอน ดาครอน และลูไซต์ เป็นต้น

### 2. โครงสร้างของพอลิเมอร์

แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1.

#### พอลิเมอร์แบบเส้นตรง



- เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาว โซ่พอลิเมอร์เรียงชิดกันมากกว่าโครงสร้างแบบอื่น ๆ
- มีความหนาแน่น และจุดหลอมเหลวสูง มีลักษณะแข็ง ชุ่มเหนียวกว่าโครงสร้างอื่นๆ เช่น PVC พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน

2.

#### พอลิเมอร์แบบโซ่กิ่ง



- เกิดจากมอนอเมอร์ยึดกันแตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้นและโซ่ยาว กิ่งที่แตกจาก พอลิเมอร์ของโซ่หลัก ทำให้ไม่สามารถจัดเรียงโซ่พอลิเมอร์ให้ชิดกันได้มาก
- มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำ ยืดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

3

### พอลิเมอร์แบบร่างแห



- เกิดจากมอนอเมอร์ต่อเชื่อมกันเป็นร่างแห ถ้ามีพันธะที่เชื่อมระหว่างสายโซ่อยู่น้อย ก็จะยืดหยุ่นได้มาก แต่ถ้ามีมากก็จะแข็ง ไม่ยืดหยุ่น
- มีความแข็งแรง และเปราะหักง่าย เช่น เบกาไลต์ เมลามีน ใช้ทำถ้วยชาม

## พลาสติก

พลาสติก (Plastic) คือ สารที่สามารถทำให้เป็นรูปต่างๆ ได้ด้วยความร้อน พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ขนาดใหญ่ โมเลกุลมาก

### 1. สมบัติทั่วไปของพลาสติก






- มีความเสถียรมากในธรรมชาติ สลายตัวยาก มีมวลน้อย และเบา
- เป็นฉนวนความร้อนและไฟฟ้าที่ดี
- ส่วนมากอ่อนตัวและหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงเปลี่ยนเป็นรูปต่างๆ ได้ตามประสงค์

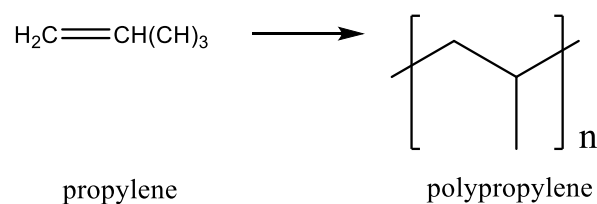
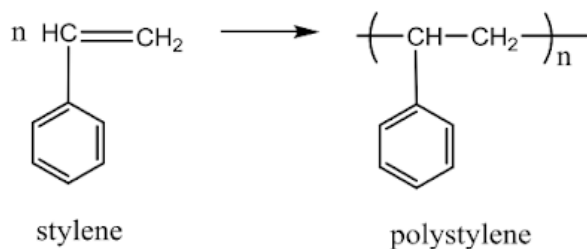
### 2. ประเภทของพลาสติก

1. เทอร์โมพลาสติก : เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนมีโครงสร้างโมเลกุลเป็น **โซ่กิ่งหรือแบบเส้น** มีการเชื่อมต่อพอลิเมอร์น้อยมากจึงสามารถนำไปหลอมเหลวเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งได้ **เช่น** พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน
2. พลาสติกเทอร์โมเซต : ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำมีโครงสร้างโมเลกุลเป็น **ร่างแห** จับกันแน่นไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ **เช่น** เมลามีน อีพอกซี ซิลิโคน พอลิยูรีเทน เบกาไลต์

### 3. พลาสติกรีไซเคิล

รหัส	ชื่อ	การใช้ประโยชน์	ผลิตภัณฑ์รีไซเคิล
	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate)	ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช	ผลิตภัณฑ์เส้นใยสำหรับ ทำเสื้อกันหนาว พรม
	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene)	ใช้ทำขวดนม และบรรจุ ภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด	เป็นขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ไม้เทียม ลังพลาสติก

	พอลไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride)	ใช้ทำท่อน้ำประปา และ แผ่นฟิล์มห่ออาหาร	กรวยจราจร ตลับเทป เฟอร์นิเจอร์
	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene)	ใช้ทำถุงเย้นสำหรับ บรรจุอาหาร ถุงใส่ขนม ปัง	ถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหุ หิ้ว ถุงขยะ
	พอลิโพรพิลีน (polypropylene)	ใช้ทำกล่อง ขาม จาน ถัง ตะกร้า ขวดซอส	กล่องแบตเตอรี่ใน รถยนต์ ไฟท้ายรถ
	พอลิสไตรีน (polystyrene)	ใช้ทำภาชนะต่างๆ หรือ โฟมใส่อาหาร	ไม้แขวนเสื้อ ไม้บรรทัด แผงสวิตช์ไฟ
	เป็นพลาสติกนอกเหนือประเภทที่ 1-6 แต่สามารถนำมาหลอมอีกครั้งได้		



1. ข้อมูลแสดงสมบัติของพอลิเมอร์ 4 ชนิด ดังตาราง (O-net ปี 63)

พอลิเมอร์	สมบัติ
W	เหนียวไม่แตกง่าย ความหนาแน่นสูง ทนต่อสารเคมี
X	ยืดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ ทนต่อการกรอบแตก
Y	แข็ง เปราะหักง่าย เป็นฉนวนความร้อน
Z	แข็งแรงทนทานและเหนียว ป้องกันการผ่านของแก๊สได้ดี

จากข้อมูล ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. พอลิเมอร์ X และ Y มีโครงสร้างแบบกึ่ง
2. พอลิเมอร์ W มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าพอลิเมอร์ X
3. พอลิเมอร์ X และ Z จัดเป็นพลาสติกเทอร์โมเซต
4. พอลิเมอร์ W นำมาเป็นตะกร้า หูกระทะ ขวดบรรจุยา
5. ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากพอลิเมอร์ Y และ W สามารถนำกลับมาหลอมเหลวขึ้นรูปใหม่ได้

2. จากการทดสอบพลาสติก 2 ชนิด เมื่อได้รับความร้อน พบว่า (O-net ปี 62)

พลาสติกชนิดที่ 1 ไม่อ่อนตัว เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นจะแตกและไหม้กลายเป็นเถ้า

พลาสติกชนิดที่ 2 ดัดได้ง่าย หลอม และอ่อนตัว

จากข้อมูล พลาสติกชนิดที่ 1 และ 2 ควรนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใด

	ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกชนิดที่ 1	ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกชนิดที่ 2
1.	ขวดแชมพู	แผ่นฟิล์มห่ออาหาร
2.	กล่องโฟมใส่อาหาร	ขวดแชมพู
3.	แผ่นฟิล์มห่ออาหาร	ถ้วยเมลามีน
4.	ถ้วยเมลามีน	หูกระทะ
5.	หูกระทะ	กล่องโฟมใส่อาหาร

3. ข้อมูลแสดงสมบัติและผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ 4 ชนิด เป็นดังตาราง (O-net ปี 64)

พอลิเมอร์	สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
A	แข็งเหนียว ทนความร้อน	ขวดน้ำดื่มแบบใส
B	แข็งเปราะ น้ำหนักเบา	ชิ้นส่วนพลาสติก
C	แข็ง ทนความร้อนสูง	ปลั๊กไฟ
D	เหนียวยืดหยุ่น โปร่งใส	ถุงพลาสติกใส่ของเย็น

จากข้อมูล ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

1. พอลิเมอร์ A และ B มีโครงสร้างแบบเส้น
2. พอลิเมอร์ C และ D สามารถนำมารีไซเคิลได้
3. พอลิเมอร์ A มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าพอลิเมอร์ D
4. พอลิเมอร์ B และ D เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติก
5. ตัวอย่างของพอลิเมอร์ D คือ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ

4. โรงงานพลาสติกแห่งหนึ่ง ใช้พอลิเมอร์ 3 ชนิด ที่มีสมบัติแตกต่างกันเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์พลาสติก ดังนี้ (O-net ปี 61)

พอลิเมอร์	สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
A	เหนียว ความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง	ถุงร้อน
B	แข็ง ไม่ยืดหยุ่น และทนต่อความร้อนสูงได้ดี	ชามเมลามีน
C	ยืดหยุ่น ความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำ	แผ่นฟิล์มห่ออาหาร






จากข้อมูล พอลิเมอร์ A B และ C ควรมีโครงสร้างแบบใด **ตามลำดับ**

1. แบบเส้น แบบกิ่ง แบบร่างแห
2. แบบร่างแห แบบกิ่ง แบบเส้น
3. แบบกิ่ง แบบเส้น แบบร่างแห
4. แบบเส้น แบบร่างแห แบบกิ่ง
5. แบบกิ่ง แบบร่างแห แบบเส้น

5. การระบุประเภทและการใช้ประโยชน์ของพอลิเมอร์ ข้อใดถูกต้อง (O-net ปี 60)

	พอลิเมอร์	ประเภท	การใช้ประโยชน์
1.	พอลิเอทิลีน	เทอร์โมพลาสติก	ทำแผ่นกระเบื้องยาง
2.	เบกาไลต์	พลาสติกเทอร์โมเซต	ใช้เคลือบกระเบื้องป้องกันอาหารติด
3.	พอลิยูรีเทน	เทอร์โมพลาสติก	ทำฉนวนป้องกันความร้อน
4.	พอลิสไตรีน	พลาสติกเทอร์โมเซต	ทำกล่องน้ำแข็ง หมวกนิรภัย
5.	พอลิไวนิลคลอไรด์	เทอร์โมพลาสติก	ทำท่อน้ำประปา สายยางใส

6. ข้อใดถูกต้อง (O-net ปี 65)

1.  เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมเซต
2. LDPE ทนความร้อนได้สูงกว่า HDPE
3. มอนอเมอร์ของ PVC จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
4. พอลิโพรพิลีนไม่สามารถนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารร้อนได้
5. มอนอเมอร์ของ  มีจำนวนคาร์บอนมากกว่ามอนอเมอร์ของ 

ตัวชี้วัด ม.5/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบส จากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

**เคมีอินทรีย์**

**เคมีอินทรีย์** คือ การศึกษาเกี่ยวกับชนิด สมบัติ การสังเคราะห์และปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ โดย**สารอินทรีย์** คือ สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบร่วม ดังนั้น “สารประกอบอินทรีย์” จึงหมายถึง สารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบทั้งที่เกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิตและเกิดจากการสังเคราะห์จากสิ่งไม่มีชีวิต

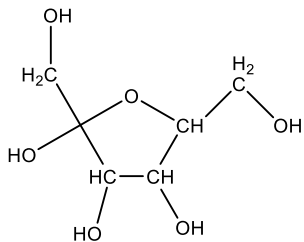
สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่  $\text{-COOH}$  สามารถแสดงสมบัติความเป็น**กรด**  
ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่  $\text{-NH}_2$  สามารถแสดงสมบัติความเป็น**เบส**

## หมู่ฟังก์ชันของกรดอะมิโน

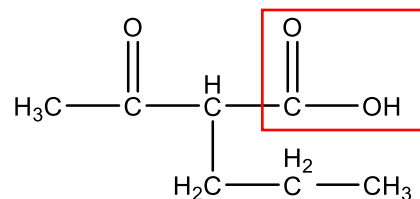
กรดอะมิโนเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันสำคัญ 2 หมู่ คือ

- หมู่คาร์บอกซิล ( $-\text{COOH}$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันที่ทำให้สารอินทรีย์มีสมบัติเป็น“กรด”
- หมู่อะมิโน ( $-\text{NH}_2$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันที่ทำให้สารอินทรีย์มีสมบัติเป็น“เบส”

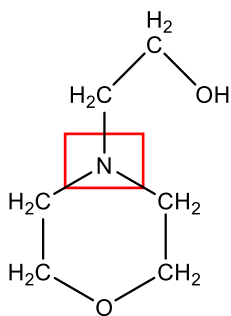
### ตัวอย่างหมู่ฟังก์ชัน



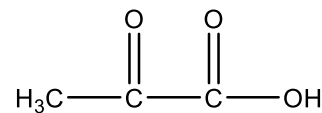
2,5-bis(hydroxymethyl)tetrahydrofuran-2,3,4-triol



2-acetylpentanoic acid



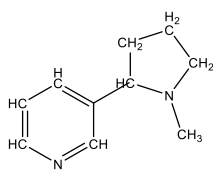
2-morpholinoethan-1-ol



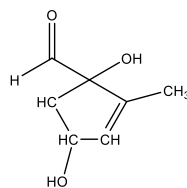
2-oxopropanoic acid

### แบบทดสอบ

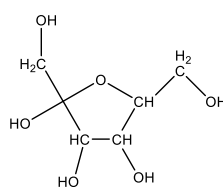
7. จากสูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้



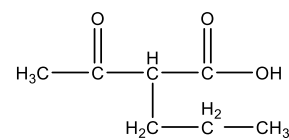
สาร A



สาร B



สาร C

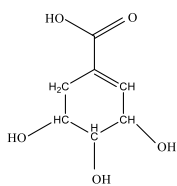


สาร D

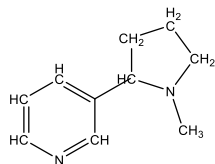
ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

1. สาร A เท่านั้นเป็นเบส
2. สาร C และ D เป็นกรด
3. สาร B และ D เป็นกรด
4. สาร A สาร B และสาร C เป็นเบส
5. สาร B สาร C และสาร D เป็นกรด

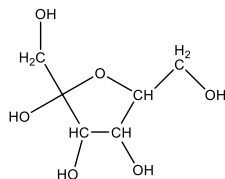
8. จากสูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้ (O-net ปี 65)



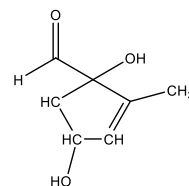
สาร A



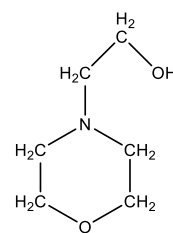
สาร B



สาร C



สาร D

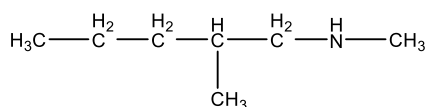


สาร E

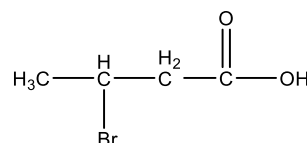
ข้อใดถูกต้อง

1. สาร B เท่านั้นเป็นเบส
2. สาร C เท่านั้นเป็นกลาง
3. สาร A และ สาร D เป็นกรด
4. สาร A และ สาร C เป็นกลาง
5. สาร B และ สาร E เป็นเบส

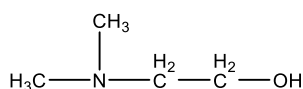
9. สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ A B และ D เป็นดังนี้ (O-net ปี 64)



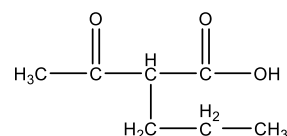
สาร A



สาร B



สาร C



สาร D

จากข้อมูล ข้อใดระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารได้ถูกต้อง

	กรด	เบส
1.	สาร C	สาร A
2.	สาร B	สาร C
3.	สาร D	สาร B
4.	สาร C	สาร D
5.	สาร A	สาร D

ตัวชี้วัด ม.5/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ

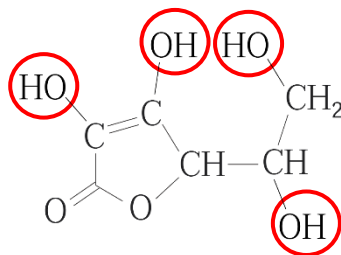
## การละลายน้ำ

### วิตามิน...

- วิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย
- วิตามิน A ช่วยเรื่องการมองเห็น
- วิตามิน C ช่วยป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน
- วิตามิน D ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกระดูก
- วิตามิน K ช่วยในการแข็งตัวของเลือด

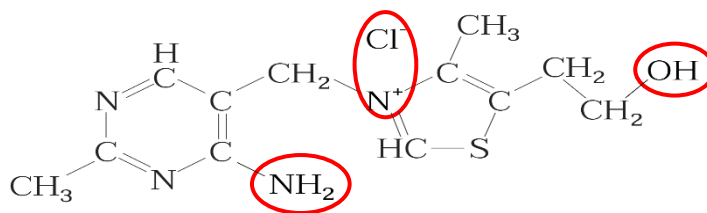
### วิตามินที่ละลายในน้ำ

วิตามิน C ในโครงสร้างมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หลายหมู่ซึ่งเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้



วิตามิน C  
(ascorbic acid)

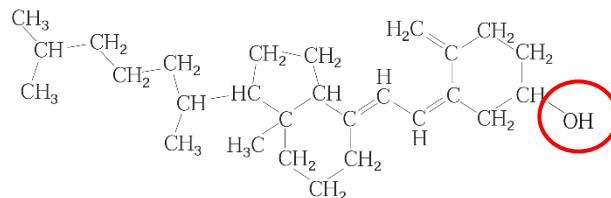
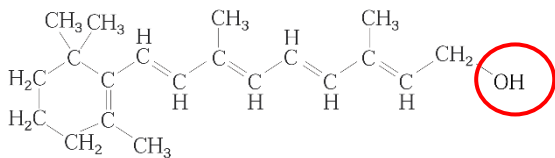
วิตามิน B1 ในโครงสร้างมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่แอมิโน (-NH<sub>2</sub>) ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ และยังมีประจุที่ช่วยทำให้ละลายในน้ำได้ดีขึ้นโดยการแตกตัว



วิตามิน B1  
(thiamine)

## วิตามินที่ละลายในไขมัน

วิตามิน A D E และ K ในโครงสร้างถึงแม้จะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) แต่มีส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนอยู่มากทำให้สารมีขั้วน้อยจึงละลายในน้ำได้ไม่ดี แต่ละลายได้ดีในไขมันซึ่งโครงสร้างมีส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนอยู่มากเช่นเดียวกัน



## หลักการละลายของสาร

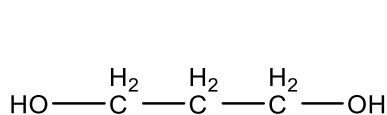
สมบัติการละลายของวิตามินในน้ำหรือในไขมันเป็นไปตามหลักการที่เรียกว่า “like dissolves like” คือ สารจะละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลประเภทเดียวกัน

- สารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว
- สารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว

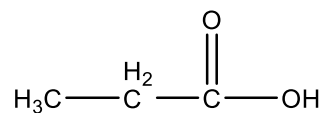
นอกจากนี้การละลายของสารประกอบประเภทอื่น เช่น กลูโคสละลายในน้ำ เมทอลละลายในน้ำมัน น้ำมันไม่ละลายในน้ำก็เป็นไปตามหลักการนี้เช่นกัน

## แบบทดสอบ

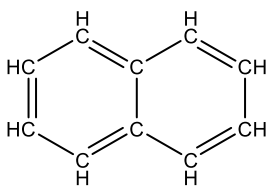
10. จากโครงสร้างที่กำหนดต่อไปนี้



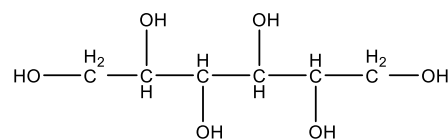
(1)



(2)



(3)



(4)

ข้อใดสามารถละลายน้ำได้ทั้งหมด

1. หมายเลข 1 และ 2
2. หมายเลข 2 และ 3
3. หมายเลข 3 และ 4
4. หมายเลข 1 2 และ 3
5. หมายเลข 1 2 และ 4

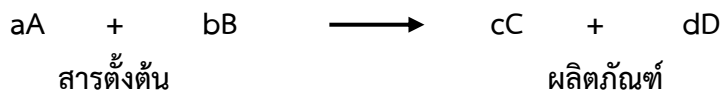
O=C(O)C1=CN=CC=C1O=C1C(=O)C(=O)C(=O)C(=O)N1CC(C)CCCCC/C=C/C1C(=O)C=CC(=O)C1[illegible]

ตีววิชาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์กายภาพ-เคมี) :45

ตัวชี้วัด ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี

## สมการเคมี(Chemical Equation)

คือสัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร



1. สารตั้งต้น (reactants) : อยู่ด้านซ้ายของลูกศร
2. ผลิตภัณฑ์ (products) : อยู่ด้านขวาของลูกศร
3. ลูกศร (yield) : แสดงทิศทางของปฏิกิริยาเคมี

$\longrightarrow$  หมายถึง การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า

$\rightleftharpoons$  หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับด้วย

บริเวณลูกศร ถ้ามี  $\Delta$  คือมีการกระตุ้นปฏิกิริยาด้วยความร้อน แต่ถ้ามี  $h\nu$  (เอช นิว) คือการกระตุ้นปฏิกิริยาด้วยพลังงานแสง

ตรงลูกศร ถ้ามี “ชื่อสาร” หรือคำว่า “catalyst” นั่นคือตัวเร่งปฏิกิริยา

ค่าอุณหภูมิ หรือความดันบริเวณลูกศรบอกถึงสภาวะที่เกิดปฏิกิริยานั้น

สัญลักษณ์  $\Delta H$  ทำสมการเคมีสื่อถึง พลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา

ถ้า  $\Delta H$  มีค่าเป็นบวกหมายถึงปฏิกิริยาดูดพลังงาน (endothermic)

ถ้า  $\Delta H$  มีค่าเป็นลบหมายถึงปฏิกิริยาคายพลังงาน (exothermic)

4. เลขดุลหน้าสาร หรือ สัมประสิทธิ์ (coefficient) : จำนวนเต็มที่แสดงสัดส่วนของสารในปฏิกิริยา หมายถึง จำนวนโมเลกุลของสาร หรือ ปริมาตรของสาร

5. สถานะของสาร (state of matter) : แสดงสถานะของสารแต่ละสาร ดังนี้

(g) = gas (แก๊ส)

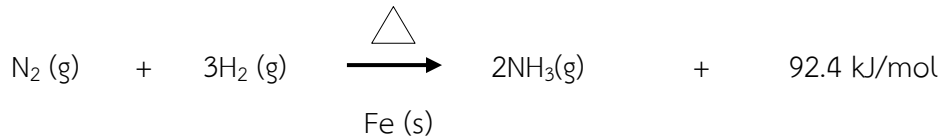
(s) = solid (ของแข็ง)

(l) = liquid (ของเหลว)

(aq) = aqueous (สารละลายในน้ำ)

### แบบทดสอบ

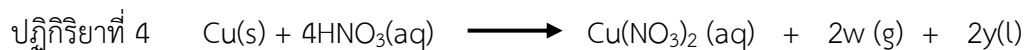
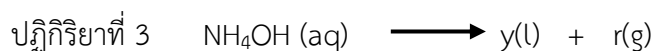
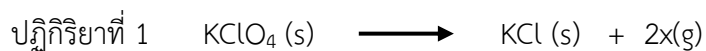
1. การผลิตแอมโมเนียในปัจจุบันนิยมทำผ่านกระบวนการฮาเบอร์ (Haber process) ซึ่งอาจเขียนแทนด้วยสมการเคมีสุทธิ ดังนี้ (O-NET ปี 65)



#### ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. ในกระบวนการนี้ เหล็กถูกใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
2. กระบวนการฮาเบอร์เป็นกระบวนการคายพลังงาน
3. ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้ดีจำเป็นต้องทำที่อุณหภูมิสูง
4. จำนวนอะตอมของแก๊สลดลงเมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป
5. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดอยู่ในสถานะเดียวกัน

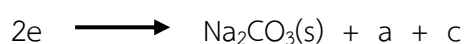
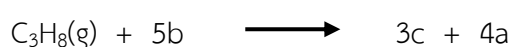
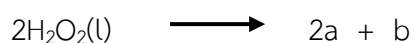
2. พิจารณาสมการเคมีของปฏิกิริยา ตามที่กำหนดให้ต่อไปนี้ (O-NET ปี 63)



จากข้อมูล สารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีใดเป็นสาเหตุที่ทำให้ฝนกรด

1. ปฏิกิริยาที่ 1 และ 2
2. ปฏิกิริยาที่ 2 และ 3
3. ปฏิกิริยาที่ 3 และ 4
4. ปฏิกิริยาที่ 2 และ 4
5. ปฏิกิริยาที่ 1 และ 4

3. พิจารณาสมการเคมีต่อไปนี้ (O-NET ปี 62)





จากสมการเคมี สูตรเคมีของสารในข้อใดถูกต้อง

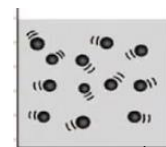
1. สาร a คือ  $O_2$
2. สาร b คือ  $H_2$
3. สาร c คือ  $CO_2$
4. สาร d คือ  $C_5H_{10}$
5. สาร e คือ  $Na_2C_2O_3$

ตัวชี้วัด ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี

#### 1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

สารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากจะเกิดเร็ว  
เนื่องจากตัวถูกละลายมีโอกาสชนกันมากขึ้นบ่อยขึ้น



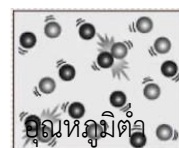
ความเข้มข้นต่ำ



ความเข้มข้นสูง

#### 2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น  
เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลของสารในระบบจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น และมีการชนกันของโมเลกุลมากขึ้น



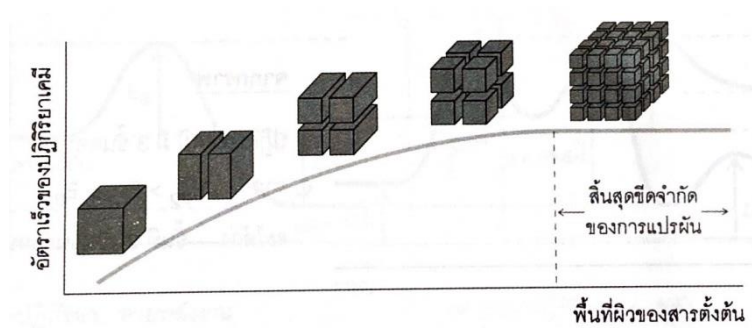
อุณหภูมิต่ำ



อุณหภูมิสูง

#### 3. พื้นที่ผิวสัมผัส

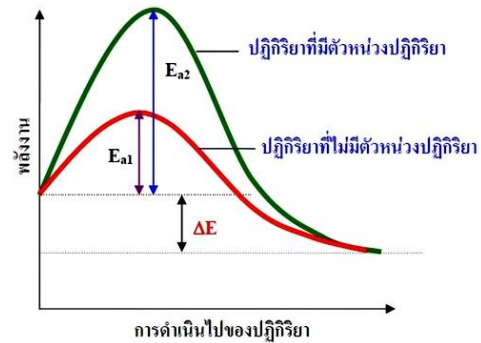
สารตั้งต้นมีสถานะเป็นของแข็ง สารที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจะทำให้ปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น เนื่องจากสัมผัสกันมากขึ้น ใช้พิจารณากรณีที่สารตั้งต้นมีสถานะของแข็ง



#### 4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst)

สารเคมีที่ช่วยทำให้อัตราปฏิกิริยาเร็วขึ้น เนื่องจากตัวเร่งจะช่วยกระตุ้น โดยช่วยปรับกลไกการเกิดปฏิกิริยาให้เหมาะสมกว่าเดิม โดยจะเข้าไปช่วยตั้งแต่เริ่มปฏิกิริยา แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะกลับมาเป็นสารเดิม

**\*ตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงแต่ลดพลังงานก่อกัมมันต์เท่านั้น**



#### 5. ตัวหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitor)

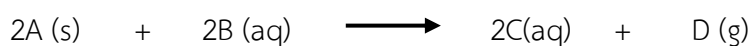
จะเป็นตัวที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะตัวหน่วงปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลงนั่นเอง

#### 6. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

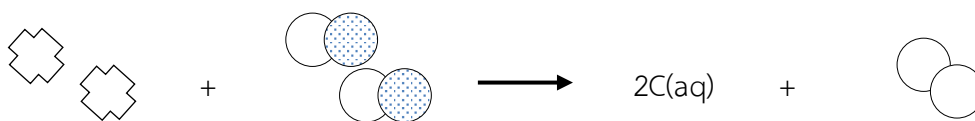
เนื่องจากสารมีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งแตกต่างกัน โดยปกติสารประกอบไอออนิกจะเคลื่อนที่ ได้เร็วกว่าสารประกอบโควาเลนต์ ดังนั้นสารประกอบไอออนิกจะเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสารประกอบ โควาเลนต์

#### แบบทดสอบ

1. ธาตุ A 0.25 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลาย B เข้มข้นร้อยละ 0.40 โดยมีมวลต่อปริมาตร จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เกิดสารประกอบ C และธาตุ D โดยมีสมการเคมีที่ดุลแล้วเป็นดังนี้ (O-NET ปี 64)



สมการเคมีแสดง แบบจำลองเป็นดังนี้



จากข้อมูล สารประกอบ C มีแบบจำลองแบบใด และภาวะการทดลองใดที่ทำให้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

แบบจำลองของสารประกอบ C	ภาวะการทดลอง
1.	บดสาร A เป็นผงละเอียด
2.	บดสาร A เป็นผงละเอียด

3.		เพิ่มปริมาตรสารละลาย B เป็น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4.		ใช้สารละลาย B เข้มข้นร้อยละ 0.50 โดยมวลต่อปริมาตร
5.		ใช้สารละลาย B เข้มข้นร้อยละ 0.50 โดยมวลต่อปริมาตร

2. การทดลองเพื่อสนับสนุนปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างหินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) กับ สารละลายกรด X และ Y ที่อุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  แล้วบันทึกเวลาตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา ได้ผลการทดลอง ดังนี้

(O-NET ปี 63)

การทดลองที่	สารละลายกรด		ลักษณะหินปูน	เวลา (s)
	ชนิด	ความเข้มข้น (ร้อยละ โดยมวลต่อ ปริมาตร)		
1	X	0.5	ผงละเอียด	$T_1$
2	X	1.0	ก้อนกลม	$T_2$
3	Y	0.5	ผงละเอียด	$T_3$
4	Y	1.0	ก้อนกลม	$T_4$

กำหนดให้ ปริมาตรกรดและมวลของหินปูนเท่ากันทุกการทดลอง

จากข้อมูล สรุป เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ทำการทดลองต่อไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่

ข้อความ	ใช่ / ไม่ใช่
1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในการทดลองที่ 4 เร็วกว่าการทดลองที่ 3	ใช่ / ไม่ใช่
2. ถ้า $T_1$ มากกว่า $T_2$ แสดงว่า ความเข้มข้นของสารละลายกรดมีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาผายกว่าพื้นผิว	ใช่ / ไม่ใช่
3. ถ้านำสารละลายกรด X และ Y ในปริมาณเท่ากัน ทำปฏิกิริยากับโลหะแมกนีเซียมเป็นเวลา 1 นาที พบว่า สารละลายกรด X ทำปฏิกิริยากับโลหะ แมกนีเซียมจะมีฟองแก๊สเกิดขึ้นมากกว่าสารละลายกรด Y ดังนั้น $T_1$ มากกว่า $T_3$	ใช่ / ไม่ใช่

2.เมื่อนำโลหะทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด ได้แก๊สไฮโดรเจน ดังสมการ (O-NET ปี 62)



ถ้าทำการทดลองเพื่อหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนโดยใช้โลหะ X และโลหะ Y ที่มีมวลเท่ากัน ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด A และสารละลายกรด B ที่อุณหภูมิ  $80^\circ\text{C}$  โดยกำหนดว่าโลหะ Y ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา

มากกว่าโลหะ X และสารละลายกรด B ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่าสารละลายกรด A ได้ผลการทดลองดังนี้

การทดลองที่	โลหะ			สารละลายกรด		อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (cm <sup>3</sup> /s)
	ชนิด	ขนาด	จำนวน (แผ่น)	ชนิด	ความเข้มข้น (ร้อยละโดยปริมาตร)	
1	X	1 cm x 5 cm	1	A	2	R <sub>1</sub>
2	X	1 cm x 5 cm	1	A	4	R <sub>2</sub>
3	X	0.5 cm x 1 cm	10	B	4	R <sub>3</sub>
4	Y	1 cm x 5 cm	1	B	2	R <sub>4</sub>
5	Y	0.5 cm x 1 cm	10	B	4	R <sub>5</sub>

จากผลการทดลอง การเปรียบเทียบอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในข้อใด ไม่ถูกต้อง

1. R<sub>2</sub> > R<sub>1</sub>
2. R<sub>3</sub> > R<sub>1</sub>
3. R<sub>1</sub> > R<sub>4</sub>
4. R<sub>5</sub> > R<sub>3</sub>
5. R<sub>5</sub> > R<sub>4</sub>

**ตัวชี้วัด ม.5/24** อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณ ครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ธาตุกัมมันตรังสี

คือ ธาตุที่แผ่รังสีได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เรียกธาตุนี้ว่า "ไอโซโทปกัมมันตรังสี" หรือ "สารกัมมันตรังสี" ซึ่งจะเรียกปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีนี้ว่า "กัมมันตภาพรังสี"

รังสีที่ปล่อยออกมาส่วนใหญ่มี 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา

**ครึ่งชีวิต (half life)** ของสารกัมมันตรังสี หมายถึง ระยะเวลาที่นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น t<sub>1/2</sub>

การหาครึ่งชีวิตของธาตุโดยใช้สูตร ดังนี้

$$N_{\text{เหลือ}} = \frac{N_{\text{เริ่มต้น}}}{2^n} = \text{หรือ} N_{\text{เหลือ}} = \frac{N_{\text{เริ่มต้น}}}{2^{T/t_{1/2}}}$$

N<sub>เริ่มต้น</sub> คือ จำนวนธาตุกัมมันตรังสีเริ่มต้นก่อนการสลายตัว

N<sub>เหลือ</sub> คือ จำนวนธาตุกัมมันตรังสีที่เหลือหลังจากการสลายตัว

n คือ จำนวนครั้งในการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

T คือ จำนวนเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีสลายตัว

t<sub>1/2</sub> คือ ค่าครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

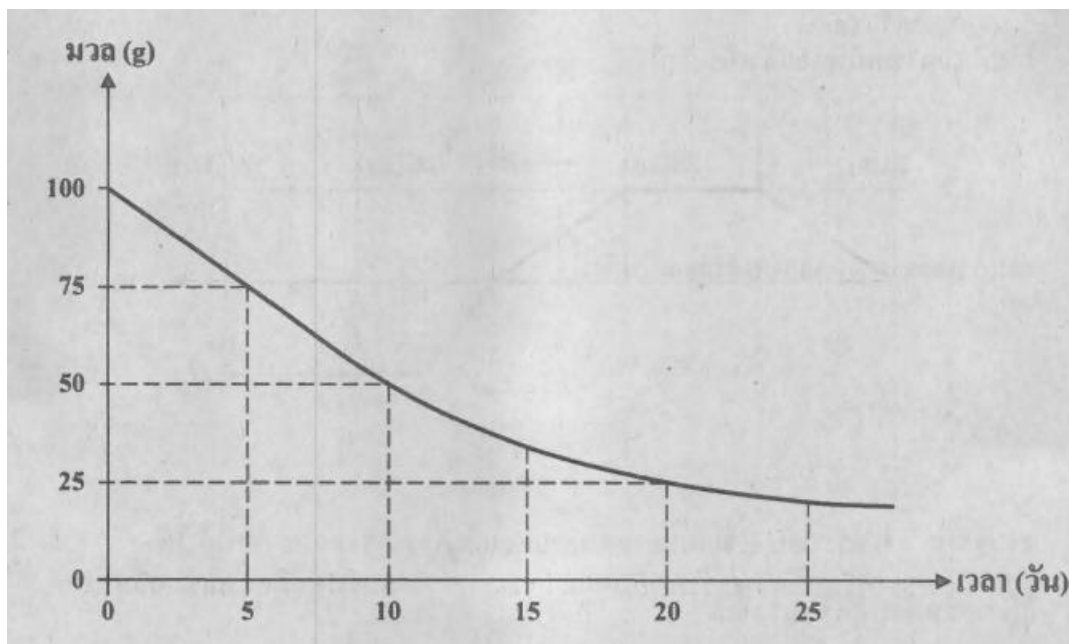
1. ธาตุกัมมันตรังสี Z มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 3,000 ปี นักธรณีวิทยาค้นพบซากของสัตว์โบราณที่มี ปริมาณธาตุกัมมันตรังสี Z เหลืออยู่ 0.25 กรัม ถ้าเริ่มต้นซากของสัตว์โบราณนี้มีปริมาณ ธาตุกัมมันตรังสี Z อยู่ 8 กรัม สัตว์โบราณนี้มีชีวิตโดยประมาณเมื่อกี่ปีมาแล้ว

1. 5,000 ปี
2. 10,000 ปี
3. 15,000 ปี
3. 20,000 ปี
5. 25,000 ปี

2. ธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติ X มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 5,000 ปี นักธรณีวิทยาค้นพบซากของสัตว์โบราณที่มีปริมาณ ธาตุกัมมันตรังสี X เหลือเพียง 6.25 % ของปริมาณเริ่มต้นสัตว์โบราณนี้มีชีวิตโดยประมาณเมื่อกี่ปีมาแล้ว

1. 5,000 ปี
2. 10,000 ปี
3. 15,000 ปี
3. 20,000 ปี
5. 25,000 ปี

3. สารกัมมันตรังสี X มวล 100 กรัม เกิดการสลาย ดังกราฟ (O-NET ปี 64)



จากข้อมูล ถ้าเริ่มต้นมีสารกัมมันตรังสี X มวล 2000 กรัม และเมื่อเวลาผ่านไป พบว่า สารกัมมันตรังสี X สลายไป 1875 กรัม สารกัมมันตรังสี X ใช้เวลาในการสลายกี่วัน

1. 10 วัน
2. 19 วัน
3. 40 วัน
4. 60 วัน
5. 80 วัน



# เอกสารประกอบการเอกสารประกอบการติว o-net ม.6 วิชาฟิสิกส์ (เนื้อหาฟิสิกส์)

## การเคลื่อนที่

### ความหมายของการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทางและระยะทาง

### 1. การเคลื่อนที่ในแนวราบ

การเคลื่อนที่แนวตรง เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่ง มีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ได้แก่ การเคลื่อนที่ของรถบนรางตรง การตกของวัตถุ ภายใต้แรงดึงดูดของโลก ในการเปลี่ยนตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่ของวัตถุย่อมเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ เช่น ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง เป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรง

### ตัวแปรที่ควรทราบ

สเกลาร์	เวกเตอร์
ระยะทาง (s) คือ ความยาวตามเส้นทางจริงของวัตถุ มีขนาดเพียงอย่างเดียว มีหน่วยเป็น เมตร (m)	การกระจัด ( $\vec{S}$ ) คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ต้องคำนึงถึงขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็นเมตร (m)
อัตราเร็ว (v) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (สมการ $v = \frac{s}{t}$ ) ไม่จำเป็นต้องบอกทิศทางการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น (m/s)	ความเร็ว ( $\vec{v}$ ) คือ การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (สมการ $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ ) จำเป็นต้องบอกทิศทางการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น (m/s)
อัตราเร่ง (a) คือ การเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา (สมการ $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ ) มีหน่วยเป็น (m/s <sup>2</sup> )	ความเร่ง ( $\vec{a}$ ) คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา (สมการ $\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}$ ) มีหน่วยเป็น (m/s <sup>2</sup> )

### สมการการเคลื่อนที่เมื่อความเร็วคงที่

$$v = \frac{s}{t}$$

### สมการการเคลื่อนที่ในแนวราบของวัตถุ

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$s = \frac{(u + v)t}{2}$$

โดย

s = ระยะกระจัด (m)

u = ความเร็วต้น (m/s)

v = ความเร็วปลาย (m/s)

a = ความเร่ง (m/s<sup>2</sup>)

t = เวลา (s)

### ข้อสอบ

1. รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งไปบนเส้นตรง เวลาผ่านไป 4 วินาที มีความเร็วเป็น 8 เมตร วินาทีถ้าอัตราเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ รถยนต์คันนี้มีความเร่งเท่าใด (O-net'50)

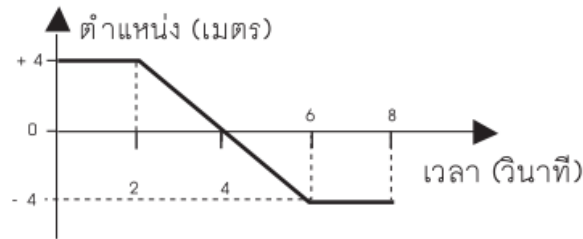
1. 2 m/s                      2. 4 m/s                      3. 12m/s                      4. 14 m/s

2. เด็กคนหนึ่งเดินไปทางทิศเหนือได้ระยะทาง 30 เมตร จากนั้นเดินไปทางทิศตะวันออกได้ระยะทาง 40 เมตร ใช้เวลาเดินทางทั้งหมด 500 วินาที เด็กคนนี้เดินด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยกี่เมตร วินาที (O-net'50)

1. 0.2 m/s                      2. 1.0 m/s                      3. 1.4 m/s                      4. 2.0 m/s



3. วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงโดยมีตำแหน่งที่เวลาต่างๆ ดังกราฟข้อใดคือการกระจัดของวัตถุ ในช่วงเวลา  $t = 0$  วินาที จนถึง  $t = 8$  วินาที (O-net'53)



ข้อใดคือการกระจัดของวัตถุ ในช่วงเวลา  $t = 0$  วินาที จนถึง  $t = 8$  วินาที

- |            |            |
|------------|------------|
| 1. -8 เมตร | 2. -4 เมตร |
| 3. 0 เมตร  | 4. +8 เมตร |

4. ตอนเริ่มต้นวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางขวา 4.0 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที พบว่าวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไปทางซ้าย 8.0 เมตร จงหาความเร็วเฉลี่ยของวัตถุนี้ (O-net'53)

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1. 0.4 เมตรต่อวินาที | 2. 0.4 เมตรต่อวินาที ทางซ้าย |
| 3. 1.2 เมตรต่อวินาที | 4. 1.2 เมตรต่อวินาที ทางซ้าย |

5. ข้อใดต่อไปนี้เป็น การเคลื่อนที่ที่มีขนาดการกระจัดน้อยที่สุด (O-net'53)

1. เดินไปทางขวาด้วยอัตราเร็วคงตัว 3 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 4 วินาที
2. เดินไปทางซ้ายด้วยอัตราเร็วคงตัว 4 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 3 วินาที
3. เดินไปทางขวา 10 เมตร แล้วเดินย้อนกลับมาทางซ้าย 2 เมตร
4. ทั้งสามข้อ มีขนาดการกระจัดเท่ากันหมด

6. ข้อใดที่วัตถุมีความเร่งไปทางซ้าย (O-net'53)

1. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาแล้วเคลื่อนที่เร็วขึ้น
2. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาแล้วเคลื่อนที่ช้าลง
3. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแล้วเคลื่อนที่ช้าลง
4. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแล้วหยุด

7. ใช้มือดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณ ถ้าต้องการคำนวณหาความเร่งเฉลี่ยระหว่างจุดที่ 5 และจุดที่ 10 นักเรียนจะต้องทราบข้อมูลตำแหน่งอย่างน้อยที่สุดที่จุดใดบ้างจึงจะเพียงพอต่อการคำนวณ (O-net'59)

1. จุดที่ 5 และ 10
2. จุดที่ 4, 5, 9 และ 10
3. จุดที่ 5, 6, 10 และ 11
4. จุดที่ 4, 6, 9 และ 11
5. จุดที่ 4, 5, 6, 9, 10 และ 11

## 2. การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

การตกอย่างอิสระนี้ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ซึ่งเรียกว่า Gravitational acceleration หรือ  $g$  ซึ่งมีค่าประมาณ  $9.8 \text{ m/s}^2$

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Motion under gravity) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว การเคลื่อนที่ลักษณะนี้จะไม่คิดแรงต้านของอากาศ

### สมการการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง คือ การการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบบหนึ่ง ดังนั้น สมการในการคำนวณจึงเหมือนกับสมการการเคลื่อนที่ในแนวราบเพียงแต่เปลี่ยนค่า  $a$  เป็น  $g$  เท่านั้น

$$v = u + gt$$

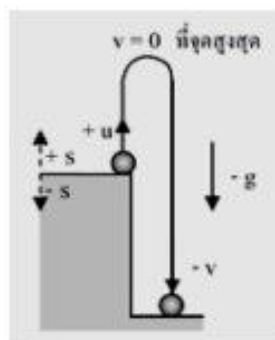
$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

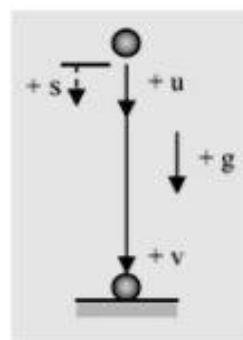
$$s = \frac{(u + v)t}{2}$$

### โดยมีหลักการพิจารณาเครื่องหมายดังนี้

1. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ลง ค่า  $g$  เป็นบวก
2. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ค่า  $g$  เป็นลบ
3. ถ้าวัตถุตกโดยอิสระ ค่า  $u = 0$
4. วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูงสุด ค่า  $v = 0$
5. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นทั้งหมดกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ลงทั้งหมดเท่ากัน
6. ความเร็วขณะที่เคลื่อนที่ขึ้นและลงถ้าผ่านจุดเดียวกันจะมีความเร็วเท่ากัน
7.  $g$  = ความเร่งของสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ( $g = 9.81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ )



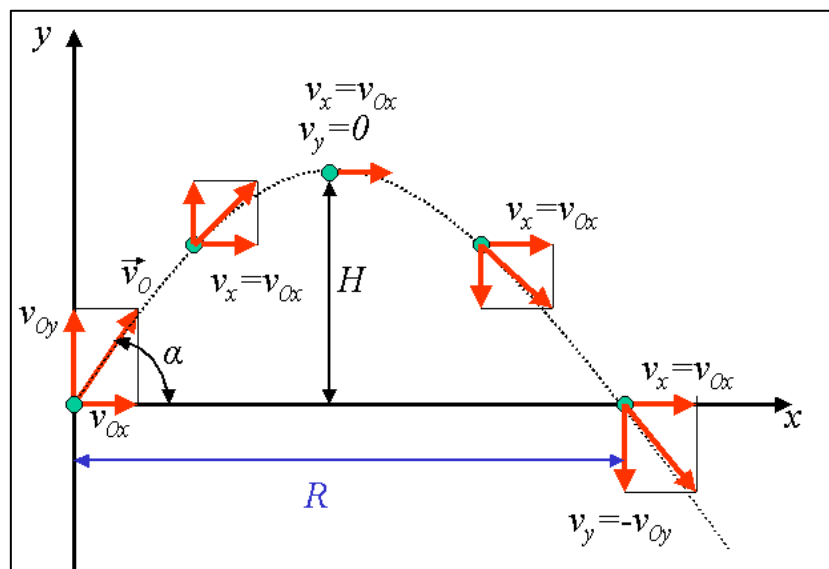
(ก)



(ข)

### 3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

โพรเจกไทล์ (Projectile) หมายถึง วัตถุที่ขว้างหรือยิงออกไป ทั้งนี้ในบริเวณใกล้ผิวโลกตามปกติการเคลื่อนที่ของวัตถุดังกล่าวจะสังเกตได้ว่ามีวิถีโค้ง การเคลื่อนที่ตามรูปแบบที่วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ที่ไป โดยเฉพาะเมื่อ ไม่มีแรงต้านทานของอากาศหรือแรงต้านทานมีผลน้อยจนไม่ต้องนำมาคิด จะเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ คือ เคลื่อนที่ในระดับและแนวตั้งพร้อมกัน ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่แนวราบไม่มีความเร่งเพราะไม่มีแรงกระทำในแนวระดับ การเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์มีลักษณะ ดังนี้

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นั้น เหมือนกับว่าประกอบ ไปด้วยการเคลื่อนที่ทั้งในแนวตั้ง (แกน y) และในแนวระดับ (แกน x) ไปพร้อมๆ กัน
  - 1.1 แรงลัพธ์ในแนว ระดับ (แกน x) ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่า วัตถุจะมีความเร็วในแนวระดับคงตัว สามารถคำนวณจากสูตร

$$s_x = u_x t$$

1.2 เนื่องจากแรงลัพธ์ในแนวดิ่ง (แกน  $y$ ) ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับ  $mg$  แสดงว่า วัตถุจะมีความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง มีทิศลงเป็น  $g$  สามารถคำนวณจากสูตร

$$v_y = u_y + gt$$

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2gs_y$$

$$s = \frac{(u_y + v_y)t}{2}$$

2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (แกน  $y$ ) และแนวระดับ (แกน  $x$ ) จะเท่ากันเสมอ เนื่องจากเกิดขึ้นพร้อมกัน

3. การกระจัดลัพธ์ และทิศทาง สามารถคำนวณจาก

$$d = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{s_y}{s_x}$$

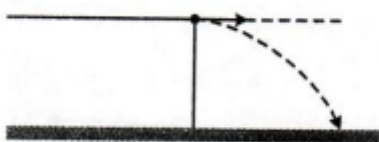
4. ความเร็วของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส สามารถคำนวณจาก

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$$

### ข้อสอบ

8. ยิงวัตถุจากหน้าผาออกไปในแนวระดับ ปริมาณใดของวัตถุมีค่าคงที่ (O-net'50)



1. อัตราเร็ว      2. ความเร็ว      3. ความเร็วในแนวดิ่ง      4. ความเร็วในแนวระดับ

9. ยิงลูกปืนออกไปในแนวระดับ ทำให้ลูกปืนเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ตอนที่ลูกปืนกำลังจะกระทบพื้น ข้อใดถูกต้องที่สุด (ไม่ต้องคิดแรงต้านอากาศ) (O-net'53)

1. ความเร็วในแนวระดับเป็นศูนย์
2. ความเร็วในแนวระดับเท่ากับความเร็วตอนต้นที่ลูกปืนถูกยิงออกมา
3. ความเร็วในแนวระดับมีขนาดมากกว่าตอนที่ลูกปืนถูกยิงออกมา
4. ความเร็วในแนวระดับมีขนาดน้อยกว่าตอนที่ลูกปืนถูกยิงออกมาแต่ไม่เป็นศูนย์

10. ติดก๊วยยางลบออกไปในแนวราบจากขอบโต๊ะ ก๊วยยางลบเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และไปตกไกลจากขาโต๊ะ 2 เมตร ถ้าต้องการให้ไปตกไกลจากขาโต๊ะ 4 เมตร จะต้องติดให้อัตราเร็วในแนวราบเป็นกี่เท่าของเดิม (O-net'59)

1. 0.5 เท่า                      2. 1 เท่า                      3.  $\sqrt{2}$  เท่า                      4. 2 เท่า                      5. 4 เท่า

#### 4. การเคลื่อนที่แบบวงกลม

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม บนระนาบใดๆ อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุจะคงที่หรือไม่ก็ได้ แต่ความเร็วของวัตถุไม่คงที่แน่นอน เนื่องจากมีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อวัตถุที่มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่แสดงว่า วัตถุนี้ต้องมีองค์ประกอบของแรงมากระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วย และกรณีที่มีการเคลื่อนที่มีอัตราเร็วไม่คงที่ แสดงว่าต้องมีองค์ประกอบของแรงในทิศทางที่ขนานกับแนวการเคลื่อนที่ด้วย จึงเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุไปตามเส้นรอบวง จะมีข้อควรทราบดังนี้

1. วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมีความเร็วเชิงมุมคงที่ แต่ความเร็วเชิงเส้นไม่คงที่ เพราะทิศทางของความเร็วเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
2. วัตถุนั้นจะมีแรงภายนอกกระทำในทิศทางสู่ศูนย์กลางของวงกลมและตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เสมอ เรียกว่า แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง ( $F_c$ )

#### ปริมาณที่ควรทราบ

1. คาบ (T) คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หรือ วินาทีต่อรอบ (s)

$$T = \frac{1}{f}$$

2. ความถี่ (F) คือ จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ รอบต่อวินาที (Hz)

$$f = \frac{1}{T}$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น (V) คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (m/s)

$$v = \omega r = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

โดย v คือ ความเร็วเชิงเส้น เมตรต่อวินาที ( m/s )

t คือ เวลา วินาที ( s )

$\omega$  คือ ความเร็วเชิงมุม เรเดียนต่อวินาที ( rad/s)

r คือ รัศมี เมตร (m)

4. อัตราเร็วเชิงมุม (W) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา(เรเดียน/วินาที) rad/s

$$\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v}{r}$$

โดย  $\theta$  คือ การกระจัดเชิงมุม เรเดียน ( rad )

5. ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง (  $a_c$  ) เป็นความเร่งเมื่อวัตถุอยู่ ณ ตำแหน่งใดก็ตามในการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีความเร่งทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเสมอ (m/s<sup>2</sup>)

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

6. แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (CENTRIPETAL FORCE)  $F_c$  คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีทิศเดียวกับทิศของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง

$$F_c = ma_c = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

### ข้อสอบ

11. เหยื่อจูกวางให้เคลื่อนที่เป็นแนววงกลมในระนาบระดับสีรุ้ง 20 รอบใช้เวลา 5 วินาที จูกวางเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด (O-net'50)

1. 0.25 รอบวินาที                      2. 4 รอบวินาที                      3. 5 รอบ/วินาที                      4. 10 รอบวินาที

12. การเคลื่อนที่ใดที่แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีทิศตั้งฉากกับทิศของการเคลื่อนที่ตลอดเวลา (O-net'50)

1. การเคลื่อนที่ในแนวตรง  
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่  
3. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์  
4. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

13. ผูกเชือกเข้ากับจูกวาง แล้วเหยื่อให้จูกวางเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับเหนือสีรุ้งด้วยอัตราเร็วคงตัว ข้อใดถูกต้อง (O-net'53)

1. จูกวางมีความเร็วคงตัว

2. จุกยางมีความเร่งเป็นศูนย์
3. แรงที่กระทำต่อจุกยางมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางวงกลม
4. แรงที่กระทำต่อจุกยางมีทิศเดียวกับความเร็วของจุกยาง

14. ในขณะที่แผ่นซีดีกำลังหมุน ตำแหน่งที่รัศมี 2.0 cm จะมีอัตราเร็วเป็นกี่เท่าของตำแหน่งที่รัศมี 4.0 cm
1. 0.25 เท่า
  2. 0.50 เท่า
  3. 1 เท่า
  4. 2 เท่า
  5. 4 เท่า

## คลื่น

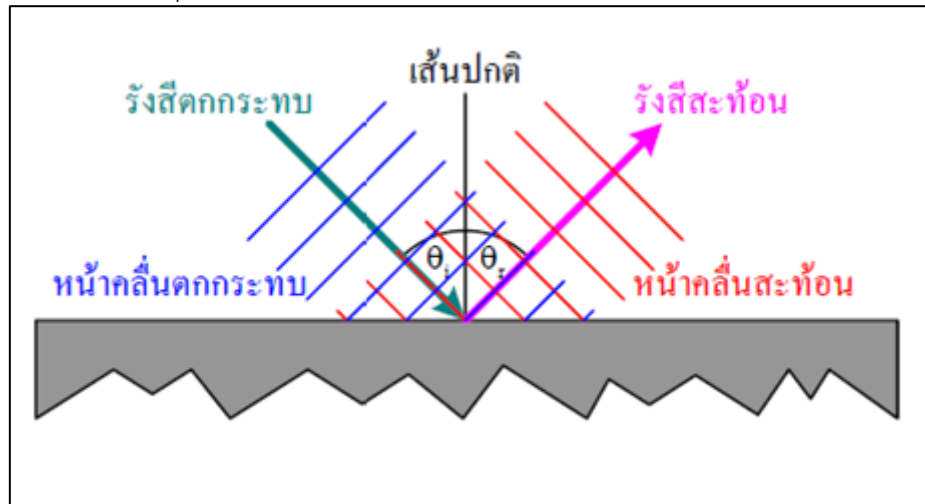
### สมบัติของคลื่น

1. การสะท้อน

คุณสมบัติประการหนึ่งของคลื่น คือ การสะท้อน ลักษณะการสะท้อนเป็นไปตามสภาพของคลื่น การสะท้อนเกิดจากคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางแล้วเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมในการสะท้อนของคลื่น รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน โดย

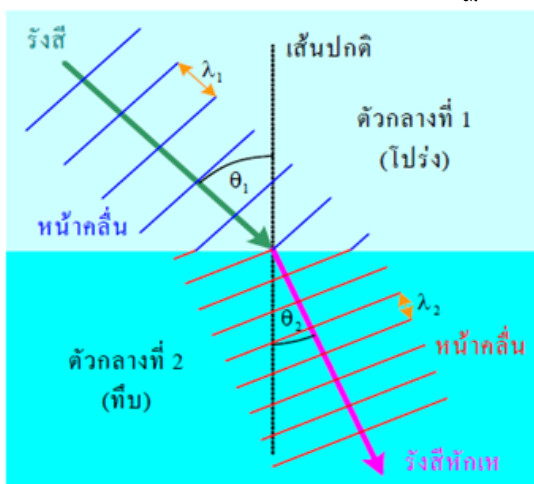


มุมตกกระทบ ( $\theta_i$ ) = มุมสะท้อน ( $\theta_r$ )



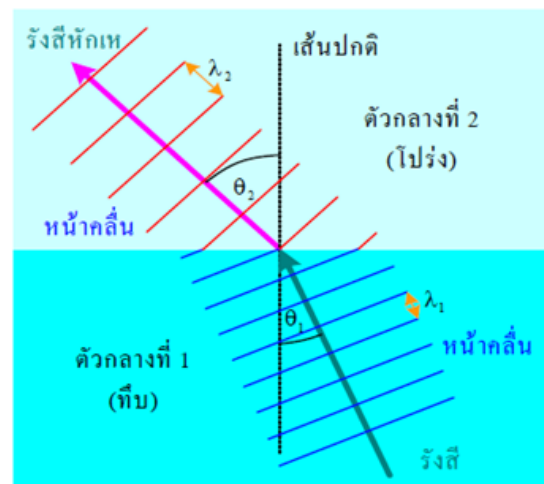
## 2. การหักเห

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่เปลี่ยนไปจากเดิม ความเร็ว และความยาวคลื่นจะเปลี่ยนไป มีผลทำให้ทิศการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การหักเห”



(1)

คลื่นเดินทางจากตัวกลางที่โปร่งไปยังตัวกลางที่ทึบกว่า



(2)

คลื่นเดินทางจากตัวกลางที่ทึบไปยังตัวกลางที่โปร่งกว่า

จากรูป (1) เมื่อคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่โปร่งเข้าไปยังตัวกลางที่ทึบ คลื่นเบนเข้าหาเส้นปกติ ความเร็ว และความยาวคลื่นหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่าลดลง ในกรณีกลับกัน จากรูป (2) เมื่อคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่ทึบเข้าไปยังตัวกลางที่โปร่ง คลื่นเบนออกจาก เส้นปกติ ความเร็ว และความยาวคลื่นหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น

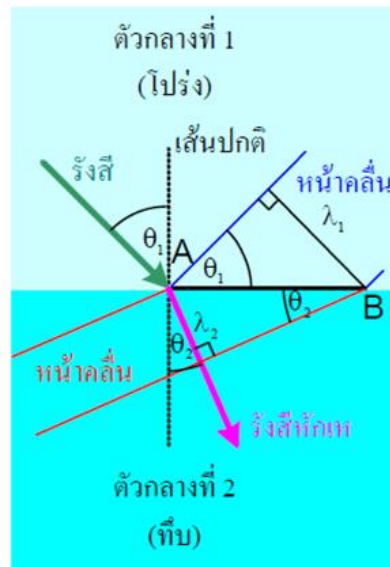
นิยามให้ “ดัชนีหักเห ( $n$ )” หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความเร็วของแสงในสุญญากาศ ( $c$ ) ต่อความเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ ( $v$ ) ดังนั้น

$$\text{ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1} \quad n_1 = \frac{c}{v_1}$$

$$\text{ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2} \quad n_2 = \frac{c}{v_2}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

ดังนั้น



จากรูปได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda_1}{AB}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\lambda_2}{AB}$$

ดังนั้น

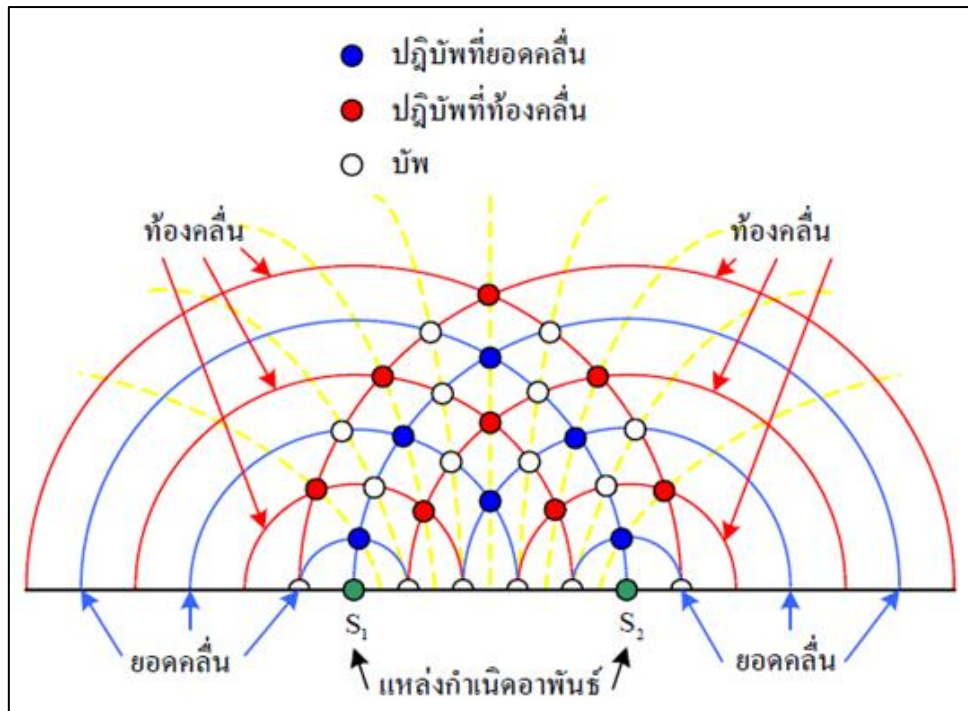
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

จะได้กฎของสเนลล์  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

มุมวิกฤติ  $\theta = 90^\circ$

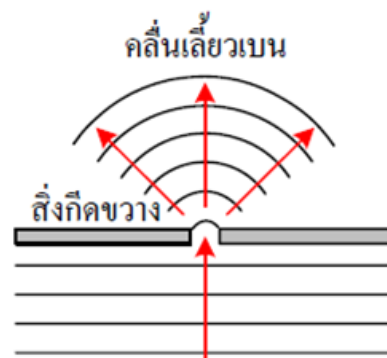
### 3. การแทรกสอดของคลื่น

เมื่อคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งเดินทางมาพบกันจะเกิดการซ้อนทับของคลื่นเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การแทรกสอดของคลื่น เพื่อให้การพิจารณาง่ายขึ้น สมมติว่ามีคลื่นเพียง 2 ขบวนเข้ามาอยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยคลื่นทั้งสองมีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกันหรือเฟสต่างกันคงที่ การทำให้คลื่นสองขบวนมีความถี่และเฟสเท่ากันทำได้โดยให้คลื่นทั้งสองเกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ (coherent source) การแทรกสอดของคลื่นที่เสริมกันจนมีแอมพลิจูดมากที่สุด เรียกว่า “ปฏิบัพ” (antinode) ถ้าคลื่นหักล้างกันจนมีแอมพลิจูดต่ำสุดหรือเป็น 0 เรียกว่า “บัพ” (node) ลักษณะการแทรกสอดจะเป็นไปตามรูป



#### 4. การเลี้ยวเบนของคลื่น

คลื่นมีลักษณะพิเศษประการหนึ่ง คือ ทุกจุดบนหน้าคลื่นถือให้เป็นต้นกำเนิดคลื่นใหม่ได้ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “หลักของฮอยเกนส์” ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง คลื่นส่วนที่กระทบสิ่งกีดขวางจะสะท้อนกลับ ส่วนคลื่นที่ผ่านไปได้จะแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปจนถึงด้านหลังสิ่งกีดขวาง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การเลี้ยวเบน” คลื่นเลี้ยวเบนยังคงมีความยาวคลื่น ความถี่ และอัตราเร็วเท่าเดิม



#### ข้อสอบ

1. เมื่อคลื่นเคลื่อนจากตัวกลางที่หนึ่งไปตั้งกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นลดลง ถ้ามว่าสำหรับคลื่นในตัวกลางที่สอง ข้อความใดถูกต้อง (O-net'50)

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| 1. ความถี่เพิ่มขึ้น    | 2. ความถี่ลดลง      |
| 3. ความยาวคลื่นมากขึ้น | 4. ความยาวคลื่นลดลง |

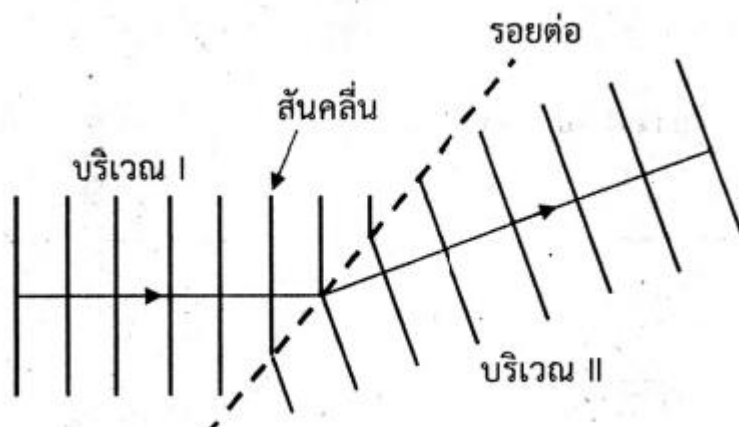
2. ถ้ากระพุ่มน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ ลูกปิงปองที่ลอยอยู่ห่างออกไปจะเคลื่อนที่อย่างไร (O-net'50)

1. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ออกห่างไปมากขึ้น
2. ลูกปิงปองเคลื่อนที่เข้ามาหา
3. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ขึ้น-ลงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม
4. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไปด้านข้าง

3. ในการทดลองเพื่อสังเกตผลของสิ่งกีดขวางเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เป็นการศึกษาสมบัติตามข้อใดของคลื่น (O-net'53)

1. การหักเห
2. การเลี้ยวเบน
3. การสะท้อน
4. การแทรกสอด

4. คลื่นผิวน้ำเดินทางจากบริเวณ I ไปยังบริเวณ II โดยมีทิศการเคลื่อนที่ตามลูกศร ดังภาพ



(O-net'65)

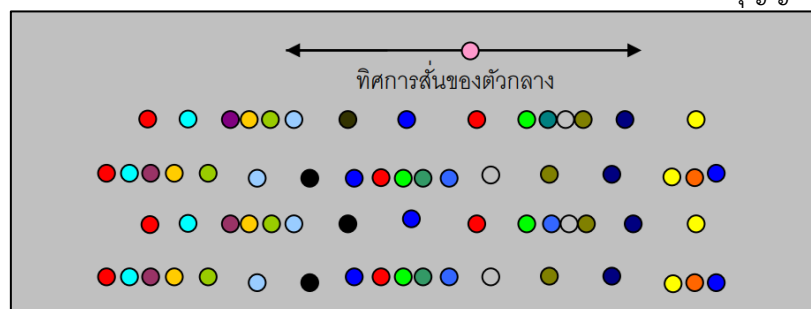
ข้อใดถูกต้อง

1. น้ำในบริเวณ I ตื้นกว่าน้ำในบริเวณ II
2. น้ำในบริเวณ I ลึกเท่ากับน้ำในบริเวณ II
3. น้ำในบริเวณ I ลึกกว่าน้ำในบริเวณ II

- 4.ความยาวคลื่นผิวหน้าในบริเวณ I ยาวกว่าความยาวคลื่นผิวหน้าในบริเวณ II
- 5.ความถี่ของคลื่นผิวหน้าในบริเวณ I ไม่เท่ากับความถี่ของคลื่นผิวหน้าในบริเวณ II

### คลื่นเสียง

เสียง ( Sound ) เป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง เป็นคลื่นตามยาว เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ การสั่นของอนุภาคจะถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลาง ซึ่งตัวกลางจะสั่นในลักษณะอัดและขยายดังรูป การถ่ายโอนพลังงานจะถ่ายโอนได้ดีในตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สตามลำดับ เสียงเดินทางผ่านสุญญากาศไม่ได้



คลื่นเสียงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ส่วนอัด ( Compression ) คือ ส่วนที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับคลื่นและมีความดันมากกว่าปกติ
2. ส่วนขยาย ( Rarefaction ) คือ ส่วนที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกับคลื่นและมีความดันน้อยกว่าปกติ

สมบัติบางประการของเสียง

1. การสะท้อน

เสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติของการสะท้อนเหมือนกับคลื่นอื่นๆ เมื่อเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางเสียงจะสะท้อนกลับ โดยจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่นคือ

1. มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน

2. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉากอยู่บนระนาบเดียวกัน

เสียงจะสะท้อนได้ดี ถ้าผิวสะท้อนแข็งและเรียบ ปรากฏการณ์สะท้อนของเสียงที่เราเคยพบคือ เสียงก้อง (Echo) เมื่อตะโกนใกล้ตึกโดยอยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม เมื่อเสียงเคลื่อนที่ไปกระทบตึกแล้วสะท้อนกลับมา โดยใช้เวลาเดียวกัน 0.1 หรือ  $\frac{1}{10}$  วินาที ประสาทสมองเรา จะสามารถแยกเสียงได้ แต่ถ้าคลื่นเสียงใช้เวลาน้อยกว่า 0.1 วินาที เราจะได้ยินเสียงก้องเพราะสมองจะแยกไม่ได้ จากสมบัติการสะท้อนของเสียงเราสามารถนำไปใช้วัดระยะทางได้

เสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปยังผิวสะท้อนแล้วสะท้อนกลับมายังตำแหน่งเดิมจะได้ระยะทางเท่ากับ  $2x$  ถ้าเสียงใช้เวลาในการเคลื่อนที่  $t$

$$v = \frac{2x}{t}$$

### บีตส์

**บีตส์ ( Beats )** เกิดจากการแทรกสอดของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่ง ที่มีแอมพลิจูดเท่ากัน แต่ความถี่ต่างกันเล็กน้อย คลื่นเสียง 2 คลื่น จะมีทิศไปทางเดียวกันหรือตรงข้ามก็ได้ เสียงที่ได้ยินจะเป็นเสียงเดียวกันแต่ดังและค่อยเป็นจังหวะ ถ้าความถี่ของคลื่นเสียงทั้งสอง ต่างกันไม่มากนักเสียงบีตส์จะได้ยินเสียงเป็นจังหวะช้าๆ แต่ถ้าความถี่ของเสียงทั้งสองต่างกัน มากขึ้น เสียงบีตส์ที่ได้ยินจะเป็นจังหวะเร็วขึ้น ซึ่งมนุษย์เราสามารถได้ยินเสียงบีตส์ที่มีความถี่ ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ให้

$$\text{ความถี่บีตส์ } f = |f_1 - f_2|$$

และความถี่เสียงที่ได้ยินจะเป็นค่าเฉลี่ยของความถี่ของคลื่นเสียงทั้งสอง

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

ประโยชน์ของบีตส์ นักดนตรีอาชีพปรากฏการณ์ของบีตส์ในการเทียบเสียงดนตรีกับหลอดเทียบเสียง ความถี่มาตรฐาน เช่น การตั้งสายไวโอลิน โดยทำให้เกิดเสียงพร้อมๆ กัน แล้วปรับจนกระทั่งไม่มีเสียงบีตส์จึงจะถือได้ว่าเสียงทั้งสองมีความถี่เท่ากันและเป็นเสียงเดียวกัน

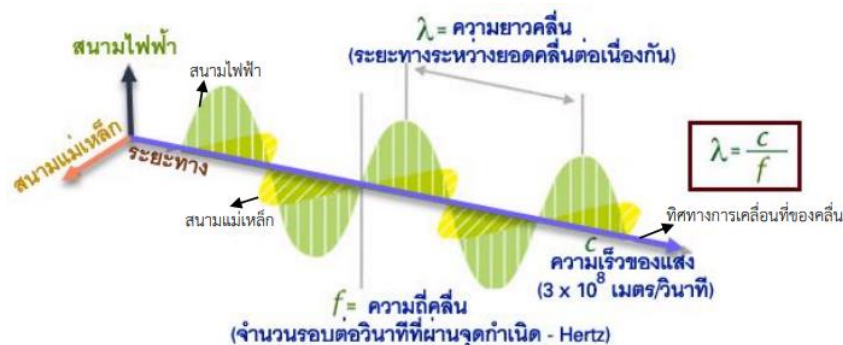
### ข้อสอบ

5. เสียงบีตส์เกิดจากการผสมกันของคลื่นเสียงสองขบวนที่มีสมบัติใดต่างกันเล็กน้อย (O-net'59)

1. อัตราเร็วคลื่น      2. แอมพลิจูด      3. ความดัง      4. ความถี่      5. ระดับความเข้มเสียง

6. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังของโรงภาพยนตร์ด้วยวัตถุกลืนเสียง

1. ลดความถี่ของเสียง      2. ลดความดังของเสียง  
3. ลดการสะท้อนของเสียง      4. ลดการหักเหของเสียง



## 7. การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียงในข้อใดไม่ถูกต้อง (o-net'53)

1. การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการประมง
2. การส่งคลื่นเสียงผ่านสุญญากาศเพื่อศึกษาการสะท้อนของผิววัสดุ
3. การใช้หลักการสั่นท้องของเสียงในเครื่องดนตรีประเภทเป่า
4. การวัดอัตราเร็วของวัตถุตามหลักการของปรากฏการณ์คอปเพลอร์
5. การใช้ความรู้เรื่องบีตในการปรับเสียงของเครื่องดนตรีประเภทสาย

## คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการทำให้สนามไฟฟ้า (E) หรือสนามแม่เหล็ก (B) มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หรือถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการสั่นในแนวตั้งฉากกัน และอยู่บนระนาบตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลาง จึงสามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้

ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวคลื่น ความถี่ และความเร็วแสง มีดังนี้

$$\text{ความยาวคลื่น} = \frac{\text{ความเร็วแสง}}{\text{ความถี่}}$$

เขียนสมการได้ 
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

เมื่อ  $\lambda$  คือ ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

$f$  คือ ความถี่มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

$c$  คือ ความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^8$  มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

## สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

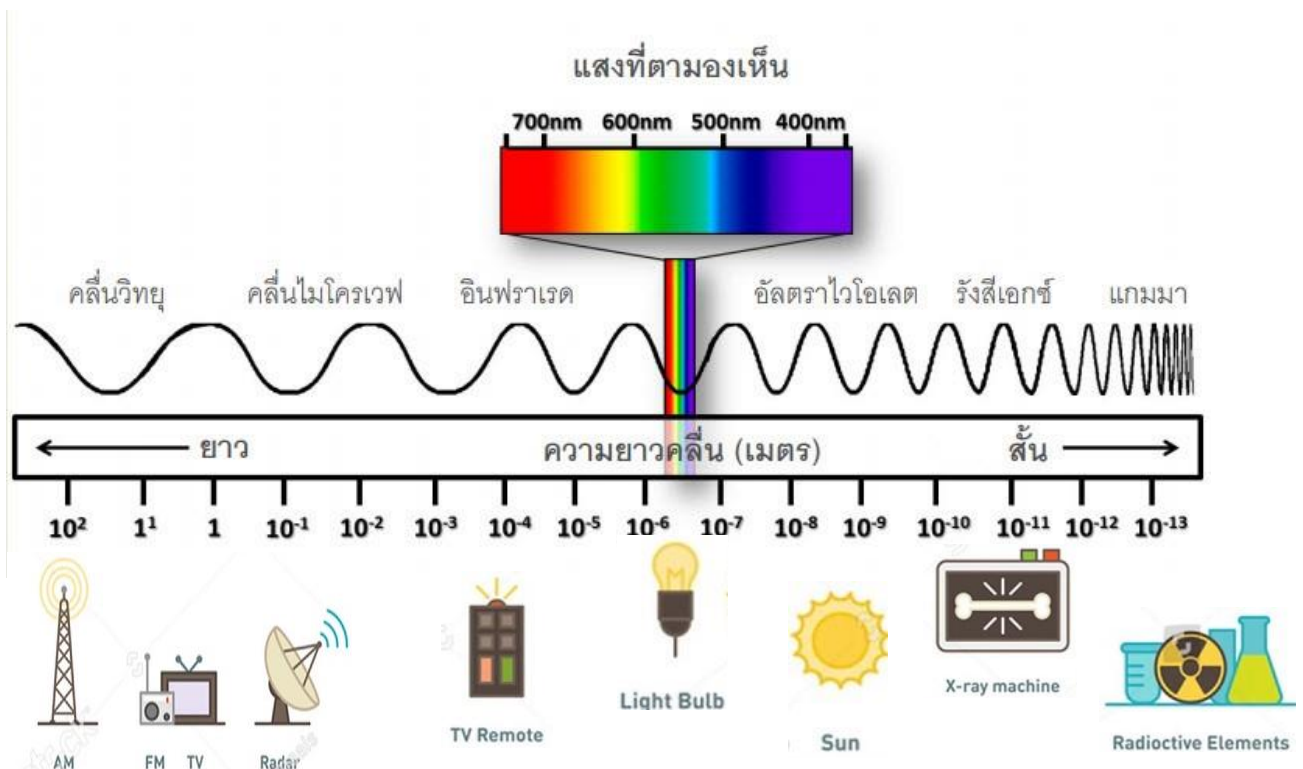
1. เป็นคลื่นตามขวาง

2. ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่
3. อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดในสุญญากาศเท่ากับ  $3 \times 10^8$  m/s ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วของแสง คือ 299,792,458 m/s (ประมาณ  $3 \times 10^8$  m/s)
4. ถ่ายเทพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้
5. ถูกปล่อยออกมาและถูกดูดกลืนได้โดยสสาร
6. ไม่มีประจุไฟฟ้า
7. สามารถแทรกสอด สะท้อน หักเห และเลี้ยวเบนได้

### สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า

สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ ช่วงความถี่ต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- รังสีแกมมา (Gamma ray) ความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.01 nm
- รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มีความยาวคลื่น 0.01 - 1 nm
- รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet radiation) มีความยาวคลื่น 1 - 400 nm
- แสงที่ตามองเห็น (Visible light) มีความยาวคลื่น 400 - 700 nm
- รังสีอินฟราเรด (Infrared radiation) มีความยาวคลื่น 700 nm - 1 mm
- คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) มีความยาวคลื่น 1 mm - 10 cm
- คลื่นวิทยุ (Radio wave) ความยาวคลื่นมากกว่า 10 cm





### ข้อสอบ

8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นิยมใช้ในรีโมทควบคุมการทำงานของเครื่องโทรทัศน์คือข้อใด (O-net'50)

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1. อินฟราเรด  | 2. ไมโครเวฟ      |
| 3. คลื่นวิทยุ | 4. อัลตราไวโอเลต |

9. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (O-net'53)

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากัน
2. มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง
3. เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไป
4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

10. คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 88 เมกะเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่นเท่าใด กำหนดให้ความเร็วของคลื่นวิทยุเท่ากับ  $3.0 \times 10^8$  เมตร/วินาที

- |          |          |
|----------|----------|
| 1. 3.0 m | 2. 3.4 m |
| 3. 6.0 m | 4. 6.8 m |

11. ข้อใดบรรยายลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่ถูกต้อง (O-net'59)

1. เป็นคลื่นตามขวาง
2. ประกอบด้วยคลื่นของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่สั่นตั้งฉากกัน
3. ในสุญญากาศมีอัตราเร็วเท่ากับ  $3 \times 10^8$  m/s
4. สนามไฟฟ้าสั่นในทิศตั้งฉากกับพื้นโลก และสนามแม่เหล็กสั่นในทิศขนานกับพื้นโลก
5. สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า และสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กด้วยเช่นกัน

## สนามแม่เหล็ก

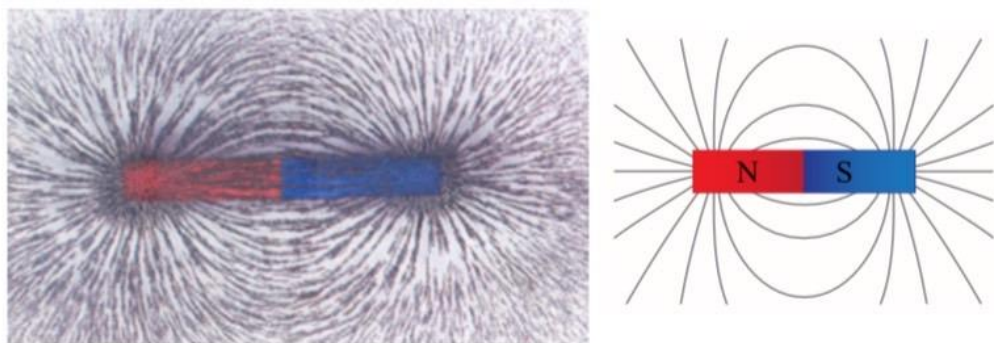
แท่งแม่เหล็กจะมีขั้วเหนือ(N) และขั้วใต้ (S) เสมอ โดยจะไม่มีแม่เหล็กที่มีเฉพาะขั้วเหนือหรือขั้วใต้เพียงอย่างเดียว เมื่อนำขั้วแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กสองแท่งมาไว้ใกล้กัน ขั้วชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างชนิดกันจะดึงดูดกัน ดังรูป 15.2



รูป 15.2 แรงระหว่างขั้วแม่เหล็ก

## เส้นสนามแม่เหล็ก

เมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้โลหะบางชนิด เช่น เหล็ก นิกเกิล แม่เหล็กจะดึงดูดโลหะข้างต้น เรียก สารที่ถูกดึงดูดดังกล่าวว่า **สารแม่เหล็ก (magnetic substance)** และหากใช้สารแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นผงสารแม่เหล็ก เช่น ผงเหล็ก จะพบว่าผงเหล็กวางตัวหนาแน่นบริเวณที่เป็น **ขั้วแม่เหล็ก (magnetic pole)** หากพิจารณาบริเวณอื่น ๆ รอบแท่งแม่เหล็ก ผงเหล็กจะวางตัวอย่างไร ศึกษาได้จากสถานการณ์ต่อไปนี้วางกระดาษขาวบนแท่งแม่เหล็ก แล้วยัดกระดาษขาวให้แน่น จากนั้นโรยผงเหล็กกระจายรอบแท่งแม่เหล็กพร้อมทั้งเคาะกระดาษเบาจนผงเหล็กขยับเรียงตัวเป็นแนว ดังรูป 15.3 ก. แสดงว่าบริเวณรอบแท่งแม่เหล็กมีแรงจากแม่เหล็กกระทำกับผงเหล็ก เรียกบริเวณนี้ว่าบริเวณที่มี**สนามแม่เหล็ก (magnetic field)**



ก. การเรียงตัวของผงเหล็ก

ข. เส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก

รูป 15.3 การเรียงตัวของผงเหล็กรอบแท่งแม่เหล็ก

## ฟลักซ์แม่เหล็ก

จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และ อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก เรียกว่าความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic fluxdensity) คือ ความเข้มหรือขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ

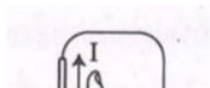
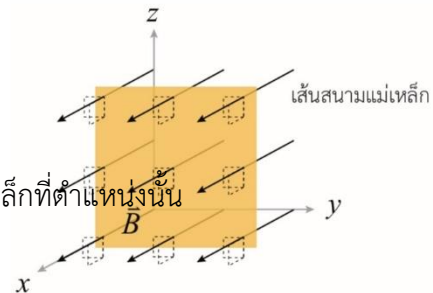
โดย  $B$  คือ ขนาดสนามแม่เหล็ก (หรือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก)

มีหน่วยเป็น เวเบอร์ต่อตารางเมตร ( $Wb/m^2$ ) หรือเทสลา ( $T$ )

$\Phi$  คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ ( $Wb$ )

$A$  คือ พื้นที่ที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น ตารางเมตร ( $m^2$ )

ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ตำแหน่งใดมีทิศทางเดียวกับทิศทางเส้นสนามแม่เหล็กที่ตำแหน่งนั้น



## กฎมือขวา ( Right Hand Rule )

### กฎมือขวาของตัวนำ

เราสามารถหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำได้ โดยใช้กฎมือขวา โดยกำหนดให้หัวแม่มือชี้แทนทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำ นิ้วทั้งสี่ที่กำรอบตัวนำชี้แทนทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กรอบตัวนำ

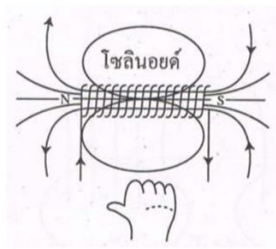
### กฎมือขวาของขดลวด

เราสามารถหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำได้ โดยใช้กฎมือขวา กำหนดให้หัวแม่มือชี้แทนทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำ นิ้วทั้งสี่ที่กำรอบตัวนำชี้แทนทิศทางการพันของขดลวดรอบแกน

## สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลในเส้นลวด

กระแสที่ไหลในขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ ลวดนั้นโดยจะมีทิศวนตามกฎมือขวา คือใช้มือขวาให้นิ้วหัวแม่มือชี้ตามทิศกระแสไหล นิ้วทั้งสี่ที่กำรอบลวดจะแสดงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส  $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$

## สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลในขดลวดโซลินอยด์



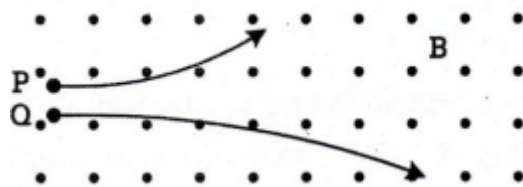
เมื่อนำเส้นลวดมาขดเป็นวง เกิดเป็นขดลวดโซลินอยด์ แล้วให้กระแสไหล สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีสภาพเหมือนเป็นแท่งแม่เหล็กโดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะหาได้จากการใช้มือขวา กำให้นิ้วทั้งสี่ส่วนตามกระแสที่ไหลในขดลวด นิ้วหัวแม่มือจะชี้ไปด้านปลายที่เป็นขั้วเหนือของแม่เหล็กที่ถูกสร้างขึ้นมา

### ข้อสอบ

1. สนามแม่เหล็กที่เป็นส่วนหนึ่งของคลื่นแสงนั้น มีทิศทางตามข้อใด (O-net'50)

1. ขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง
2. ขนานกับสนามไฟฟ้า แต่ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของแสง
3. ตั้งฉากกับทั้งสนามไฟฟ้าและทิศการเคลื่อนที่ของแสง
4. ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าแต่ขนานกับทิศของการเคลื่อนที่ของแสง

2. ลำอนุภาค P และ Q เมื่อเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก B ที่มีทิศพุ่งออกตั้งฉากกับกระดาษมีการเบี่ยงเบนดังรูป ถ้านำอนุภาคทั้งสองไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร (O-net'50)

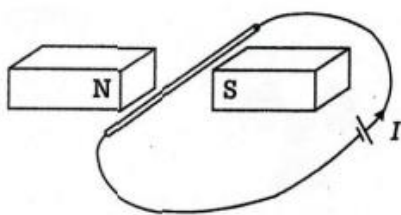


1. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางเดียวกันในทิศทางตามเส้นสนามไฟฟ้า
2. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า
3. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันโดยอนุภาค P ไปทางเดียวกับสนามไฟฟ้า
4. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันโดยอนุภาค Q ไปทางเดียวกับสนามไฟฟ้า

3. อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา รังสีแกมมา เมื่อเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ข้อใดไม่เกิดการเบน (O-net'50)

1. อนุภาคแอลฟา
2. อนุภาคบีตา
3. รังสีแกมมา
4. อนุภาคแอลฟาและบีตา

4. วางลวดไว้ในสนามแม่เหล็กดังรูป เมื่อให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดตัวนำจะเกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดนี้ในทิศทางใด (O-net'50)



1. ไปทางซ้าย (เข้าหา N)
2. ไปทางขวา (เข้าหา S)
3. ลงข้างล่าง
4. ขึ้นด้านบน

5. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า  $+q$  มวล  $m$  เคลื่อนที่ในแนวระดับในสนามไฟฟ้าและ สนามแม่เหล็กดังรูป อนุภาคจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร (O-net'51)

1. โค้งขึ้น
2. โค้งลง
3. โค้งออกมาจากกระดาษ
4. โค้งเข้าไปในกระดาษ

6. อนุภาคโปรตอนเคลื่อนที่เข้าไปในทิศขนานกับสนามแม่เหล็กซึ่งมีทิศพุ่งเข้ากระดาษ แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคโปรตอนเป็นอย่างไร (O-net'51)

1. วิ่งต่อไปเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว
2. เบนไปทางขวา
3. เบนไปทางซ้าย
4. วิ่งต่อไปเป็นเส้นตรงและถอยหลังกลับในที่สุด

7. เส้นสนามแม่เหล็กในลักษณะใดที่บ่งบอกว่าสนามแม่เหล็กกำลังมีขนาดลดลง (O-net'59)

1. ขนานกัน
2. ตั้งฉากกัน
3. บานออกจากกัน
4. ลู่เข้าหากัน
5. สวนทางกัน

### ฟิสิกส์นิวเคลียร์ (Nuclear Physics)

ฟิสิกส์นิวเคลียร์ (Nuclear Physics) เป็นสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาสมบัติของนิวเคลียส และกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียสที่เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์

นิวเคลียสของอะตอม คือ อนุภาคที่อยู่ตรงกลางของอะตอม ประกอบด้วยอนุภาค 2 ชนิดคือ โปรตอน (proton) และนิวตรอน (neutron)

**นิวคลีออน (Nucleon)** คือ อนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของนิวเคลียส = จำนวนโปรตอน + จำนวนนิวตรอน

สัญลักษณ์ของนิวเคลียร์ (nuclear symbol) หรือที่เรียกว่านิวไคลด์ (nuclide) ชนิดหนึ่งของธาตุ จะใช้จำนวนโปรตอนและนิวตรอนในการระบุชนิดของนิวไคลด์ ดังต่อไปนี้

โดย  $Z$  แทนเลขอะตอม (atomic number) คือ จำนวนของโปรตอนในนิวเคลียสนั้น  
 $n$  แทนเลขนิวตรอน (neutron number) คือ จำนวนของนิวตรอนในนิวเคลียสนั้น  
 $A$  แทนเลขมวล (mass number) คือ จำนวนนิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียสนั้น

$$\text{หรือ } A = Z + n$$

X แทนสัญลักษณ์ทางเคมี(chemical symbol) คือ สัญลักษณ์ของธาตุทางเคมี

### ไอโซโทป ( Isotope)

ไอโซโทป หมายถึง นิวเคลียสของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีเลขอะตอม Z เท่ากัน แต่เลขมวล A ต่างกัน เช่น  ${}^1_1\text{H}$   ${}^2_1\text{H}$   ${}^{235}_{92}\text{U}$   ${}^{238}_{92}\text{U}$   ${}^{239}_{92}\text{U}$  แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ไอโซโทปที่ไม่แผ่รังสี เรียกว่า ไอโซโทปเสถียร
2. ไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี

ในธรรมชาติ ส่วนมากเป็นไอโซโทปเสถียร

### ข้อสอบ

1. (O-NET 49) คาร์บอนเป็นธาตุที่ เป็นส่วนสำคัญของสิ่งมีชีวิต สัญลักษณ์นิวเคลียส แสดงว่า นิวเคลียสของคาร์บอนนี้มีอนุภาคตามข้อใด

1. โปรตอน 12 ตัว นิวตรอน 6 ตัว
2. โปรตอน 6 ตัว นิวตรอน 12 ตัว
3. โปรตอน 6 ตัว อิเล็กตรอน 6 ตัว
4. โปรตอน 6 ตัว นิวตรอน 6 ตัว

2. (O-NET 49) ข้อใดถูกต้องสำหรับไอโซโทปของธาตุหนึ่ง ๆ

1. มีเลขมวลเท่ากัน แต่เลขอะตอมต่างกัน
2. มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่จำนวนนิวตรอนต่างกัน
3. มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน แต่จำนวนโปรตอนต่างกัน
4. มีผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนเท่ากัน

3. (O-NET 50) อนุภาคใดในนิวเคลียส  ${}^{236}_{92}\text{U}$  และ  ${}^{236}_{92}\text{Th}$  ที่มีจำนวนเท่ากัน

1. โปรตอน
2. อิเล็กตรอน
3. นิวตรอน
4. นิวคลีออน

4. (O-NET 50) ในธรรมชาติธาตุคาร์บอนมี 3 ไอโซโทป คือ  ${}^{12}_6\text{C}$   ${}^{13}_6\text{C}$  และ  ${}^{14}_6\text{C}$  ข้อใดต่อไปนี้ถูก

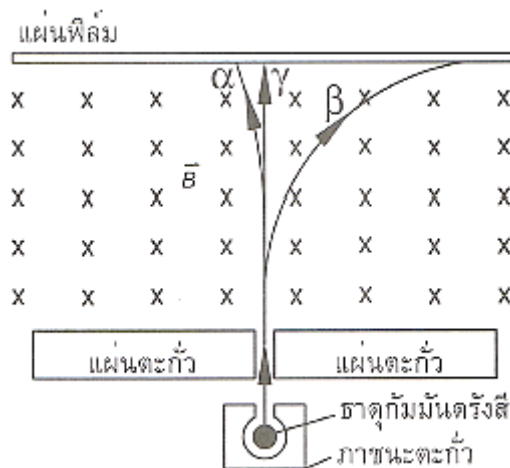
1. แต่ละไอโซโทปมีจำนวนอิเล็กตรอนต่างกัน
2. แต่ละไอโซโทปมีจำนวนโปรตอนต่างกัน
3. แต่ละไอโซโทปมีจำนวนนิวตรอนต่างกัน
4. แต่ละไอโซโทปมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนนิวตรอน

5. (O-NET 54) ธาตุที่มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์  ${}^{40}_{19}\text{K}$  มักถูกเรียกชื่อย่อว่าอะไร

1. โพแทสเซียม-19
2. โพแทสเซียม-21
3. โพแทสเซียม-40
4. โพแทสเซียม-59

#### การค้นพบกัมมันตภาพรังสี

เบ็กเคอเรล	ปีแอร์และมารี คูรี
ค้นพบว่าธาตุยูเรเนียมสามารถปล่อยรังสีออกมาได้โดยบังเอิญ	พบว่าธาตุอื่นสามารถปล่อยรังสีออกมาได้ เช่น ทอเรียม พอลเนียม เรเดียม



รูป แสดงการเคลื่อนที่ของรังสีทั้ง 3 ชนิด ผ่านสนามแม่เหล็ก

รังสีแบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. รังสีแอลฟา สัญลักษณ์  $\alpha$  หรือ  ${}^4_2\text{He}$  (ประจุบวก)
2. รังสีบีตา สัญลักษณ์  $\beta$  หรือ  ${}^0_{-1}\text{e}$  (ประจุลบ)
3. รังสีแกมมา สัญลักษณ์  $\gamma$  (เป็นกลางทางไฟฟ้า)

เปรียบเทียบสมบัติของ  $\alpha$  ,  $\beta$  และ  $\gamma$

1. มวลและประจุไฟฟ้า  $\alpha > \beta > \gamma$

2. พลังงาน  $\alpha > \beta > \gamma$   
 3. การทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน  $\alpha > \beta > \gamma$   
 4. อำนาจทะลุทะลวงผ่านอากาศ  $\gamma > \beta > \alpha$

แอลฟา ( $\alpha$ )	= ${}^4_2\text{He}$	ไฮโดรเจนหรือโปรตอน	= ${}^1_1\text{H}$
บีตา ( $\beta^-$ )	= ${}^0_{-1}\text{e}$	ดิวเทรอน	= ${}^2_1\text{H}$
บีตา ( $\beta^+$ )	= ${}^0_{+1}\text{e}$	ตริตรอน	= ${}^3_1\text{H}$
แกมมา ( $\gamma$ )	= $\gamma$	นิวตรอน	= ${}^1_0\text{H}$
ยูเรเนียม	= ${}^{235}_{92}\text{U}$	ตะกั่ว	= ${}^{206}_{82}\text{Pb}$

### ข้อสอบ

6. (O-NET 49) รังสีในข้อใดที่มีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านเนื้อสารได้น้อยที่สุด

1. รังสีแอลฟา 2. รังสีบีตา 3. รังสีแกมมา 4. รังสีเอกซ์

7. (O-NET 50) อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา รังสีแกมมา เมื่อเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ข้อใดไม่เกิดการเบน

1. อนุภาคแอลฟา 2. อนุภาคบีตา  
 3. รังสีแกมมา 4. อนุภาคแอลฟาและบีตา

8. (O-NET 51) ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับรังสีแอลฟา รังสีบีตาและรังสีแกมมา

1. รังสีแอลฟามีประจุ +4  
 2. รังสีแอลฟามีมวลมากที่สุดและอำนาจทะลุทะลวงผ่านสูงที่สุด  
 3. รังสีบีตามีมวลน้อยที่สุดและอำนาจทะลุทะลวงผ่านต่ำที่สุด  
 4. รังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงสูงที่สุด

9. (O-NET 54) ข้อใดเป็นสมบัติของรังสีแอลฟา

1. เป็นอิเล็กตรอน 2. เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
 3. เป็นนิวเคลียสของอะตอมฮีเลียม 4. เป็นโปรตอน



### การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวจะเปลี่ยนเป็นธาตุใหม่ใช้หลักการBalance สมการ

1. ผลบวกของเลขมวลตอนก่อน = ผลบวกของเลขมวลตอนหลัง

$$\sum A_{\text{ตอนก่อน}} = \sum A_{\text{ตอนหลัง}}$$

2. ผลบวกของเลขอะตอมตอนก่อน = ผลบวกของเลขอะตอมตอนหลัง

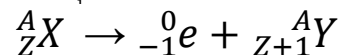
$$\sum Z_{\text{ตอนก่อน}} = \sum Z_{\text{ตอนหลัง}}$$

- 2.1. สมมติธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวให้แอลฟา ( $\alpha$ ) 1 ตัว



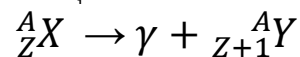
จะได้ธาตุเลขมวลลดลงจากเดิม 4 เลขอะตอมลดลง 2

- 2.2. สมมติธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวให้บีตา บีตา ( $\beta$ ) 1 ตัว



จะได้ธาตุใหม่เลขมวลของธาตุเท่าเดิม แต่เลขอะตอมเพิ่มหนึ่ง

- 2.3. สมมติธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวให้แกมมา ( $\gamma$ ) 1 ตัว



จะได้ธาตุตัวเดิม เลขอะตอม เลขมวลไม่เปลี่ยนแปลง

### ข้อสอบ

10. (O-NET 50) นิวเคลียสของเรเดียม-226 ( ${}_{88}^{226}Ra$ ) มีการสลายโดยการปล่อยอนุภาคแอลฟา 1 ตัว และรังสีแกมมาออกมาจะทำให้  ${}_{88}^{226}Ra$  กลายเป็นธาตุใด

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. ${}_{84}^{218}Po$ | 2. ${}_{86}^{222}Rn$ |
| 3. ${}_{90}^{230}Th$ | 4. ${}_{94}^{234}U$  |

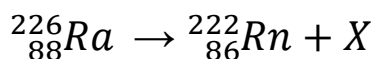
11. (O-NET 51) ในการสลายตัวของ  ${}_{6}^{14}C$  นิวเคลียสของ C-14 ปล่อยอิเล็กตรอนออกหนึ่งตัว นิวเคลียสใหม่จะมีประจุเป็นกี่เท่าของประจุโปรตอน

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 5  | 2. 7  |
| 3. 13 | 4. 15 |

12. (O-NET 51) อัตราการสลายตัวของกลุ่มนิวเคลียสกัมมันตรังสี A ขึ้นกับอะไร

- |             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 1. อุณหภูมิ | 2. ความดัน                    |
| 3. ปริมาณ   | 4. จำนวนนิวเคลียส A ที่มีอยู่ |

13. (O-NET 51) นิวเคลียสของเรเดียม-226 มีการสลายตัวแบบการข้างล่าง  $\times$  คืออะไร



1. รังสีแกมมา
2. อนุภาคบีตา
3. อนุภาคนิวตรอน
4. อนุภาคแอลฟา

### เวลาครึ่งชีวิต (Half Life)

ตอนแรกมีมวลเริ่มต้น  $N_0$  เมื่อเวลาผ่านไป 1 ช่วงครึ่งชีวิตเหลือ  $N = \frac{N_0}{2^1}$

ตอนแรกมีมวลเริ่มต้น  $N_0$  เมื่อเวลาผ่านไป 2 ช่วงครึ่งชีวิตเหลือ  $N = \frac{N_0}{2^2}$

ตอนแรกมีมวลเริ่มต้น  $N_0$  เมื่อเวลาผ่านไป  $n$  ช่วงครึ่งชีวิตเหลือ  $N = \frac{N_0}{2^n}$  .....(4.1)

เวลาผ่านไป  $T$  วินาที คิดเป็น 1 ช่วงครึ่งชีวิต

เวลาผ่านไป 1 วินาที คิดเป็น  $n = \frac{1}{T}$  ช่วงครึ่งชีวิต .....(4.2)

แทน (4.2) ใน (4.1) จะได้  $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n}$

จะได้  $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^{\frac{1}{T}}}$

เมื่อ  $N_0$  คือ มวลเริ่มต้น  $N$  คือ มวลที่เหลือ  $t$  คือ เวลาผ่านไป  $T$  คือ เวลาครึ่งชีวิต

### ข้อสอบ

14. (O-NET 49) นักโบราณคดีตรวจพบเรือไม้โบราณลำหนึ่ง ว่ามีอัตราส่วนของปริมาณ C-14 ต่อ C-12 เป็น 25 % ของอัตราส่วนสำหรับสิ่งที่ยังมีชีวิต สันนิษฐานได้ว่าซากเรือนี้มีอายุประมาณกี่ปี กำหนดให้ครึ่งชีวิตของ C-14 เป็น 5,730 ปี

1. 2,865
2. 5,730
3. 11,460
4. 22,920

15. (O-NET 51) ไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุไอโอดีน - 128 มีครึ่งชีวิต 25 นาที ถ้ามีไอโอดีน -128 ทั้งหมด 256 กรัม จะใช้เวลาเท่าไรจึงจะเหลือไอโอดีน -128 อยู่ 32 กรัม

1. 50 นาที
2. 1 ชั่วโมง 15 นาที
3. 1 ชั่วโมง 40 นาที
4. 3 ชั่วโมง 20 นาที

### ความสัมพันธ์ของอัตราการสลายตัวของกัมมันตภาพรังสีกับครึ่งชีวิต

กัมมันตภาพ	จำนวนนิวเคลียสของ	เวลาครึ่งชีวิต ( T )
------------	-------------------	----------------------

(อัตราการสลายตัว A )	ธาตุกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่	
$A = \lambda N$	$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$	$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ $T = \frac{0.693}{\lambda}$
	$\frac{g}{m} = \frac{N_0}{N_A}$	

กำหนดให้ A แทน กัมมันตภาพ

$\lambda$  แทน ค่าคงที่ของการสลายตัว

N แทน จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่

$N_0$  แทน จำนวนนิวเคลียสเริ่มต้น

t แทน เวลาที่ผ่านไป

T แทน เวลาครึ่งชีวิต

การทดลองอุปมาอุปมัย การทอดลูกเต๋ากับการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

ลูกเต๋ที่เหลือ	ครึ่งชีวิต (ลูกเต๋)	โอกาสหยางหน้าที่แต้มสี่
$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$	$T = \frac{0.693}{\lambda}$	$\lambda = \frac{\text{จำนวนหน้าที่แต้มสี่}}{\text{จำนวนหน้าทั้งหมด}}$

เมื่อ  $N_0$  แทน จำนวนลูกเต๋าทอนแรก

N แทน จำนวนลูกเต๋ที่เหลือ

t แทน จำนวนครั้งที่ทอดลูกเต๋

$\lambda$  แทน โอกาสหยางหน้าที่แต้มสี่

T แทน จำนวนครั้งที่ทอดแล้วลูกเต๋ที่เหลือครึ่งชีวิตหนึ่งของเดิม

### ข้อสอบ

16. (O-NET 50) กิจกรรมการศึกษาที่เปรียบเทียบการสลายกัมมันตรังสีกับการทอดลูกเต๋านั้น จำนวนลูกเต๋ที่ถูกต้องออกเทียบได้กับปริมาณใด

1. เวลาครึ่งชีวิต
2. จำนวนนิวเคลียสตั้งต้น
3. จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่
4. จำนวนนิวเคลียสที่สลาย

17. (Ent) ลูกเต๋ 16 หน้า แต้มสี่ไว้ที่หน้าหนึ่งจำนวน 100 ลูก นำมาทอดและคัดลูกที่หยางหน้าแต้มแต้มสี่ออกทอดก็ครั้งจึงจะเหลือลูกเต๋ 50 ลูก

- ก. 8 ครั้ง      ข. 9 ครั้ง      ค. 10 ครั้ง      ง. 11 ครั้ง

### พลังงานนิวเคลียร์

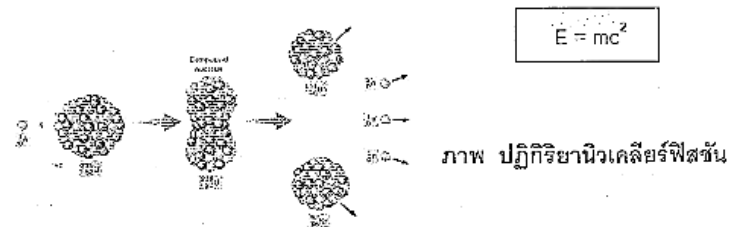
แรงนิวเคลียร์ (nuclear force) เป็นแรงดึงดูดที่ยึดอนุภาคนิวตรอนและโปรตอนไว้ในนิวเคลียส แรงนิวเคลียร์มีค่ามหาศาลเนื่องจากนิวเคลียสมีความหนาแน่นประมาณ  $10^{14}$  กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

พลังงานนิวเคลียร์ หมายถึง พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดบริเวณนิวเคลียสของอะตอมของธาตุ

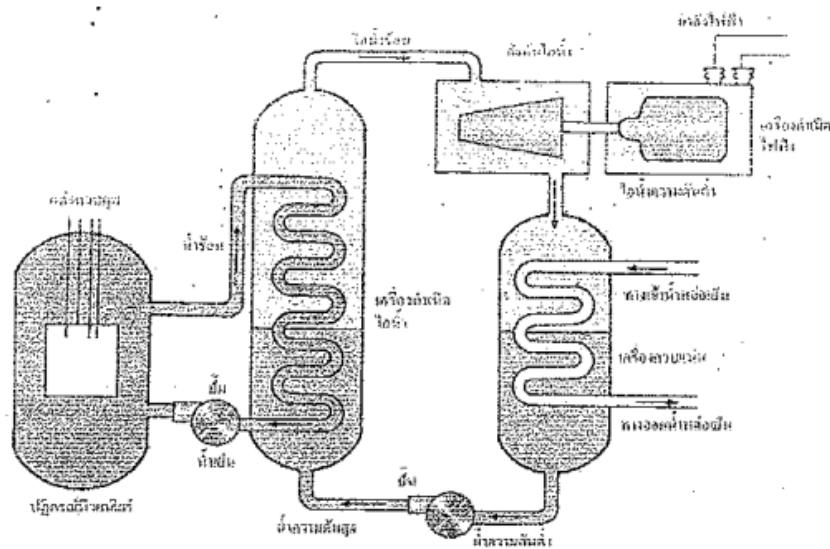
ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (nuclear fission) เกิดจากการยิงนิวตรอนเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุที่มี

เลขมวลมากๆ หรือเกิดจากการแตกตัวของอะตอม ภายในนิวเคลียสของธาตุขนาดใหญ่ กลายเป็นธาตุขนาดกลางหรือขนาดเล็ก พร้อมกับเกิดนิวตรอนใหม่มากกว่านิวตรอนที่ยิงเข้าไป และสลายให้พลังงานมากมายมหาศาล โดยการเกิดฟิชชันแต่ละครั้ง (ยูเรเนียม-235 1 นิวภาค) ได้พลังงานประมาณ 170 MeV หรือ  $2.7 \times 10^1 \text{ J}$  ดังภาพ



เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู เป็นเครื่องที่ใช้ผลิตพลังงานนิวเคลียร์และควบคุมปฏิกิริยาฟิชชันได้จึงสามารถนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (nuclear power plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ เช่น ยูเรเนียม ดังภาพ



ภาพ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์

อันตรายจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

1. ตัวควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ หากไม่สามารถควบคุมปฏิกิริยาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ มีการแตกตัวมากเกินไปทำให้เกิดความร้อนสูงจนเตาปฏิกรณ์ระเบิด สารกัมมันตรังสีจะแพร่กระจายออกสู่บรรยากาศได้
2. การกำจัดกากนิวเคลียร์ และแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้ว หากสถานที่เก็บกากนิวเคลียร์ได้รับความกระทบกระเทือน สารกัมมันตรังสีอาจรั่วไหลออกมาได้
3. น้ำระบายความร้อนจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นน้ำที่ผ่านเครื่องควบแน่นซึ่งอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ  $5 - 10^{\circ}\text{C}$  จะถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ ดังนี้

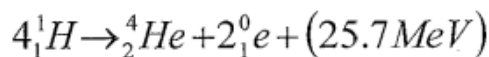
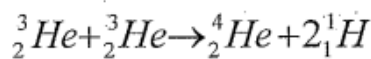
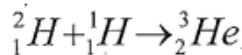
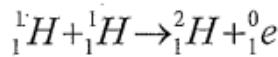
- ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำขาดออกซิเจน
- พืชบางชนิดเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว เช่น สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีน้ำตาลเงินแกมเขียว เมื่อตายลงจะทำให้เน่า อีกทั้งยังทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน
- สัตว์น้ำอาจไม่เจริญเติบโต และไม่สามารถวางไข่ได้ หรือวางไข่ได้ แต่ไม่ฟักตัว
- แพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของปลาอาจตายได้ ทำให้ปลาขาดอาหาร

**ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน** (nuclear fusion) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากนิวเคลียสของธาตุเบาหลอมตัวกันได้ นิวเคลียสของธาตุหนัก หรือเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมตัวของอะตอมของธาตุขนาดกลางและขนาดเล็ก กลายเป็นธาตุขนาดใหญ่ แล้วให้พลังงานมากมายมหาศาล

พลังงานจากฟิวชันมีค่าประมาณ 26 MeV หรือ  $4.2 \times 10^{-12}$  J

การหลอมรวมกันของโปรตอน 1 กิโลกรัม ให้พลังงาน  $6.3 \times 10^{14}$  J

ตัวอย่างปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันบนดวงอาทิตย์



### ข้อสอบ

18. (O-NET 53) โปรตอนและนิวตรอนสามารถอยู่รวมกันเป็นนิวเคลียสได้ ด้วยแรงใด

1. แรงดึงดูดระหว่างมวล
2. แรงไฟฟ้า
3. แรงแม่เหล็ก
4. แรงแวนเดอร์วาลส์

19. (O-NET 51) ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน (fusion )

1. เกิดที่อุณหภูมิต่ำ
2. ไม่สามารถทำให้เกิดบนโลกได้
3. เกิดจากนิวเคลียสของธาตุเบาหลอมรวมกันเป็นธาตุหนัก
4. เกิดจากการที่นิวเคลียสของธาตุหนักแตกตัวออกเป็นธาตุเบา

20. (O-NET 52) ธาตุหรือไอโซโทปในข้อใดที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่เกิดขึ้นที่ดวงอาทิตย์

1. ไฮโดรเจน
2. ดิวเทอเรียม
3. ทริเทียม
4. ฮีเลียม

21. (O-NET 59) ถ้าในธรรมชาติไม่มีแรงนิวเคลียร์ เหตุการณ์ต่อไปนี้น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด

1. เกิดเฉพาะธาตุไฮโดรเจน ( ${}^1_1H$ )
2. เกิดเฉพาะธาตุไฮโดรเจน ( ${}^1_1H$ ) และฮีเลียม ( ${}^4_2He$ )
3. ธาตุสูญเสียอิเล็กตรอนวงนอกสุด
4. ธาตุทุกตัวจะปล่อยกัมมันตรังสี
5. นิวเคลียสจะมีเฉพาะโปรตอน ไม่มีนิวตรอน

### ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสี

1. ทางอุตสาหกรรม ใช้หารอยร้าวของท่อ รอยร้าวของแผ่นโลหะ หรือใช้ควบคุมความหนาแน่นของแผ่นโลหะ
2. ทางเภสัชกร ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืช วิจัยปุ๋ย ( ${}^{32}_{15}P$ ) วิจัยโคนม ( ${}^{131}_{53}I$ ) การถนอมอาหาร หรือศึกษาการปรุงอาหารของพืช
3. ทางแพทย์ ใช้รักษาโรคมะเร็ง ( ${}^{60}_{27}Co$ ) ตรวจการไหลเวียนของโลหิต ( ${}^{24}_{11}Na$ )
4. การหาวัตถุโบราณ หรือการหาอายุโลก จะใช้คาร์บอน - 14 และยูเรเนียม (Uranium-lead dating)

### อันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

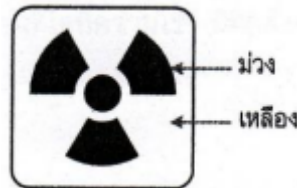
กัมมันตภาพรังสี เมื่อผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อตายทันที หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทำให้เกิดโรคมะเร็งการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

1. เนื่องจากปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่เราได้รับขึ้นกับเวลา ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องเข้าไปบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสี ควรใช้เวลาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. เนื่องจากปริมาณกัมมันตภาพรังสีจะลดลง ถ้าบริเวณนั้นอยู่ห่างแหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสีมากขึ้น ดังนั้นจึงควรอยู่ห่างบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. เนื่องจากปริมาณกัมมันตภาพรังสีชนิดต่าง ๆ มีอำนาจทะลุผ่านวัตถุได้ต่างกัน ดังนั้นจึงควรใช้วัสดุที่มีกัมมันตภาพรังสีผ่านได้ยากเป็นเครื่องกำบัง เช่น มักใช้ตะกั่ว คอกรีต กำบังรังสีแกมมาและรังสีบีตาได้ นิยมใช้น้ำ เป็นเครื่องกำบังนิวตรอน เป็นต้น

#### ข้อสอบ

22. (O-NET 50) เครื่องหมายดังรูปแทนอะไร



- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. เครื่องกำหนดไฟฟ้าโดยกังหันลม   | 2. การเตือนว่ามีอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี |
| 3. การเตือนว่ามีอันตรายจากสารเคมี | 4. เครื่องกำหนดไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์    |

23. (O-NET 50) รังสีใดที่นิยมใช้ในการอาบรังสีผลไม้

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1. รังสีเอกซ์ | 2. รังสีแกมมา |
| 3. รังสีบีตา  | 4. รังสีแอลฟา |

24. (O-NET 52) รังสีในข้อใดใช้สำหรับฉายฆ่าเชื้อโรคในเครื่องมือทางการแพทย์

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1. รังสีแกมมา     | 2. รังสีบีตา  |
| 3. รังสีอินฟราเรด | 4. รังสีแอลฟา |

25. (O-NET 53) ในทางการแพทย์ ไอโอดีน-131 นำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ตามข้อใด

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. ตรวจการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย | 2. ตรวจการทำงานของต่อมไทรอยด์ |
| 3. รักษาโรคมะเร็ง                   | 4. รักษาเนื้องอกในสมอง        |

26. (O-NET 51) ธาตุกัมมันตรังสีใดที่ใช้ในการคำนวณหาอายุของโบราณวัตถุ

1. I-131

2. Co-60

3. C-14

4. P-32



## ข้อสอบ O-Net 2560

1. ข้อใดเป็นกลไกที่ต้องใช้พลังงาน?

1. การคายน้ำของใบพืช
2. เมล็ดถั่วแห้งจะพองตัวเมื่อแช่น้ำ
3. รากพืชดูดแร่ธาตุจากดินเข้าสู่เซลล์
4. การแพร่กระจายของเกล็ดต่างทับทิมที่ละลายในน้ำ
5. การขนส่งคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนเข้าและออกจากเซลล์

2. การปลูกพืชในพื้นที่แห้งแล้งที่ได้รับแสงแดดจัดและอุณหภูมิสูง ควรเลือกปลูกพืชที่มีลักษณะอย่างไร

1. มีอัตราการคายน้ำสูง
2. ปากใบเฉพาะที่ผิวใบด้านบนมีจำนวนมาก
3. มีปากใบจำนวนมากและปากใบเปิดกว้าง
4. มีปากใบน้อยและปากใบเปิดไม่เต็มที่
5. ปากใบจำนวนมากทั้งบนและล่างของใบ

3. ข้อใดเป็นวิธีที่เหมาะสมในการดูแลกิ่งพันธุ์ที่ปลูกในเรือนเพาะชำ เพื่อรักษาสมดุลของน้ำ

1. เพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มความชื้น
2. ลดอุณหภูมิและลดความเข้มของแสง
3. ลดความเข้มของแสงและลดความชื้น
4. การเพิ่มความเข้มของแสงและลดอุณหภูมิ
5. การเพิ่มความชื้นและเพิ่มความเข้มของแสง

4. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำและเกลือของปลาทะเล?

1. ปลาไม่กินน้ำทะเล
2. ปลาขับเกลือออกทางต่อมจุก
3. ปลาที่มีขาขับปัสสาวะเจือจางในปริมาณมาก
4. น้ำทะเลมีภาวะไฮโปโทนิกต่อของเหลวในร่างกายปลา
5. ปลาไม่กลืนน้ำที่ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุจากน้ำทะเลดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

5. เมื่อคนเราอยู่ในพื้นที่ที่หนาวจัดแม้จะสวมเสื้อกันหนาวก็ยังไม่รู้สึกร้อนจนตัวสั่นเป็นบางครั้ง ร่างกายตอบสนองอย่างไรต่ออากาศหนาว?

1. อัตราการหายใจลดลง
2. ต่อมเหงื่อขับเหงื่อมากขึ้น
3. อัตราการเผาผลาญของร่างกายเพิ่มขึ้น
4. หลอดเลือดที่ผิวหนังขยายตัวมากขึ้น
5. ต่อมใต้สมองหลั่งสารเอ็นโดรฟินมากขึ้น

6. เด็กถูกสุนัขกัด พ่อแม่ไม่แน่ใจว่าเป็นสุนัขบ้าหรือเปล่า เพื่อความปลอดภัยจึงพาไปฉีดวัคซีนพิษสุนัขบ้าที่โรงพยาบาล เด็กได้รับวัคซีนอะไร

1. แอนติเจนที่สร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา
2. แอนติเจนที่สร้างภูมิคุ้มกันมาแต่กำเนิด
3. แอนติบอดีที่สร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา
4. แอนติบอดีที่เป็นภูมิคุ้มกันตนเอง
5. วัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าซึ่งเป็นภูมิคุ้มกันที่มีมาแต่กำเนิด

7. โครโมโซมที่เห็นเป็นเส้นหนาระหว่างการแบ่งเซลล์ เกิดจากการบิดตัวของโครงสร้างข้อใด จึงจะถูกตัดที่สุด

1. โพรตีน
2. DNA
3. โครมาติน
4. โครมาทิด
5. สารพันธุกรรม

8. ถ้าพ่อมีเลือดกรุ๊ป A แม่มีเลือดกรุ๊ป B และลูกคนแรกมีเลือดกรุ๊ป O จะทำอย่างไร กรุ๊ปเลือดไหนจะได้ลูกคนต่อไป?

1. A หรือ B
2. A หรือ AB
3. B หรือ AB
4. A B หรือ AB
5. A B AB หรือ O

9. ข้อใดคือสาระสำคัญของทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติ

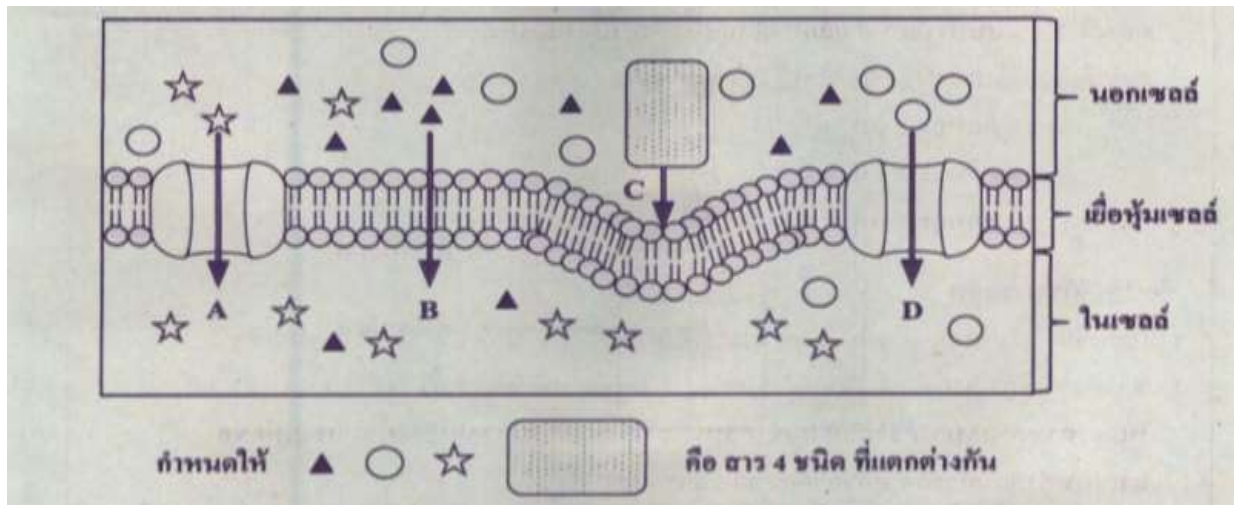
1. สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีลูกจำนวนน้อย
2. สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีความแตกต่างจากรุ่นเดิม
3. ลูกที่มีลักษณะไม่เหมาะสมสามารถปรับตัวจนอยู่รอดได้
4. ลูกที่มีลักษณะไม่เหมาะสมสามารถถ่ายทอดลักษณะไปยังลูกรุ่นต่อไปได้
5. สิ่งที่ทำเป็นต่อการดำรงชีวิตในธรรมชาติมีอยู่อย่างไม่จำกัด

10. กลไกใดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความแปรผันทางพันธุกรรมเพิ่มขึ้น?

1. การโคลน
2. การคัดเลือก
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
4. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
5. การปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์

### ข้อสอบ O-Net 61

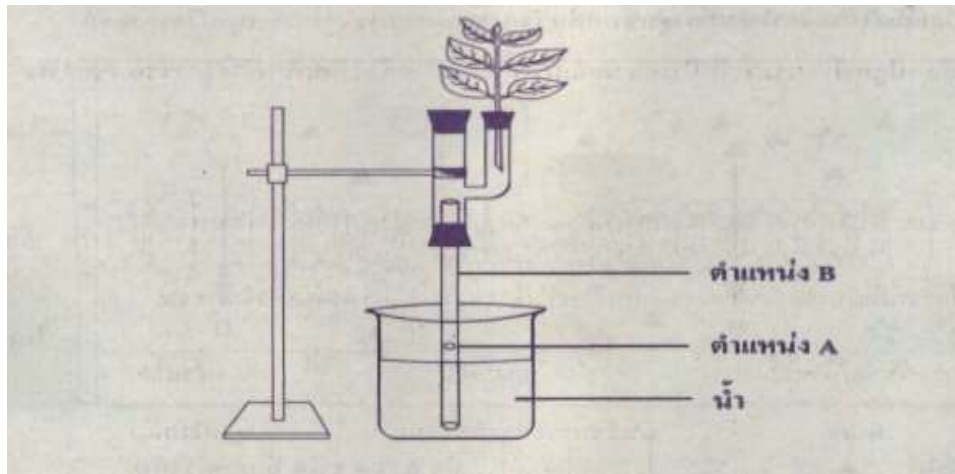
11. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีกลไกการลำเลียงสารเข้าเซลล์ 4 รูปแบบ ได้แก่ A B C และ D โดยสภาวะเริ่มต้นของการลำเลียงสาร แสดงดังภาพ



ข้อใดกล่าวถึงรูปแบบการเลียงสารเข้าสู่เซลล์ได้ถูกต้อง

1. รูปแบบ A เท่านั้น ที่มีความจำเพาะต่อสารเนื่องจากสารลำเลียงจากความเข้มข้นน้อยไปมาก
2. รูปแบบ B มีอัตราเร็วของการเลียงสารมากกว่ารูปแบบ D เนื่องจากสารแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง
3. รูปแบบ C เป็นการลำเลียงที่สารจะต้องเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันกับเยื่อหุ้มเซลล์
4. รูปแบบ D เป็นการลำเลียงของน้ำเมื่อเซลล์พืชทิ้งไว้ในสารละลายเจือจาง
5. รูปแบบ A และ D ต้องใช้พลังงานจากเซลล์ในการลำเลียงสารเนื่องจากใช้โปรตีนเป็นตัวพา

12. จัดชุดการทดลองในห้องโถงที่แสงส่องถึงได้เพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของฟองอากาศในหลอดแก้วที่เต็มไปด้วยน้ำขณะเริ่มการทดลองฟองอากาศอยู่ในตำแหน่ง A ดังภาพ เมื่อเวลาผ่านไปฟองอากาศค่อยๆ เคลื่อนที่สูงขึ้น โดยพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง ฟองอากาศจะเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่ง B



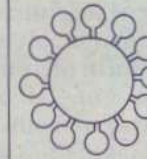
หากต้องการให้ฟองอากาศเคลื่อนที่ถึงตำแหน่ง B เร็วขึ้นควรปรับปรุงชุดการทดลองนี้อย่างไร

1. ทดลองในห้องมืดที่เป็นระบบปิด
2. เปิดโคมไฟให้แสงส่องใบพืชเพิ่มมากขึ้น
3. ตัดใบพืชออกบางส่วนและทำขี้น้ำตามรอยตัด
4. เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของห้องให้มากขึ้น
5. เปลี่ยนกิ่งพืชโดยใช้พืชชนิดเดิมที่มีจำนวนใบเท่าเดิมแต่มีขนาดใบเล็กลง

13. ข้อใดเป็นการนำความรู้เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพน้ำของพืชมาใช้ ไม่ถูกต้อง

1. การตัดใบของพืชให้น้อยลงก่อนการเคลื่อนย้ายต้นพืชเพื่อลดการเหี่ยวเฉา
2. การรดน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเพื่อป้องกันการสูญเสียธาตุของเซลล์รากพืช
3. การเพาะกิ่งปักชำในบริเวณที่แสงแดดจัดเพื่อเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นแก่บรรยากาศและกระตุ้นการหมุนเวียนของน้ำ
5. การเลือกปลูกพืชอวบน้ำที่มีใบขนาดเล็กในพื้นที่แห้งแล้งเพื่อเพิ่มอัตราการรอดของพืช

14. การตรวจสอบโปรตีนบนผิวของละอองเรณูในดอกไม้ 3 ชนิด เป็นดังตาราง

ชนิดของดอกไม้	1	2	3
ลักษณะโปรตีนบนผิวของเรณู			

ถ้าผลการตรวจเลือดของผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ละอองเรณู พบแอนติบอดี 3 แบบ คือ 

เป็นจำนวนมาก

จากข้อมูลผู้ป่วยควรหลีกเลี่ยงละอองเรณูของดอกไม้ชนิดใดเพราะเหตุใด

1. ชนิดที่ 1 และ 3 เนื่องจากโปรตีนบนผิวจะจับกับแอนติบอดีแล้วยับยั้งการหลั่งสารฮิสตามีน
2. ชนิดที่ 1 และ 3 เนื่องจากโปรตีนบนผิวจะไม่จับกับแอนติบอดีแล้วกระตุ้นการหลั่งสารฮิสตามีน
3. ชนิดที่ 2 และ 3 เนื่องจากโปรตีนบนผิวจะจับกับแอนติบอดีแล้วยับยั้งการหลั่งสารฮิสตามีน
4. ชนิดที่ 2 และ 3 เนื่องจากโปรตีนบนผิวจะจับกับแอนติบอดีแล้วกระตุ้นการหลั่งสารฮิสตามีน
5. ชนิดที่ 2 และ 3 เนื่องจากโปรตีนบนผิวจะไม่จับกับแอนติบอดีแล้วกระตุ้นการหลั่งสารฮิสตามีน

15. นาย ก เคยเป็นโรคอีสุกอีใสตอนอายุ 8 ขวบ ต่อมาเกิดการระบาดของโรคอีสุกอีใสอีก แต่พบว่า นาย ก ไม่เป็นโรคนี้แล้ว

ข้อใดกล่าวถึงระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของนาย ก ต่อเชื้อโรคอีสุกอีใสได้ถูกต้อง

1. ร่างกายจะเกิดภูมิคุ้มกันแบบรับมาโดยมีเชื้อโรคอีสุกอีใสเป็นแอนติเจน
2. ร่างกายจะเกิดภูมิคุ้มกันแบบก่อเองโดยมีเชื้อโรคอีสุกอีใสเป็นแอนติเจน
3. ร่างกายจะเกิดภูมิคุ้มกันแบบก่อเองโดยมีเชื้อโรคอีสุกอีใสเป็นแอนติบอดี
4. ร่างกายจะเกิดภูมิคุ้มกันแบบรับมาโดยมีเชื้อโรคอีสุกอีใสเป็นทั้งแอนติเจนและแอนติบอดี
5. ร่างกายจะเกิดภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง โดยมีเชื้อโรคอีสุกอีใสเป็นทั้งแอนติเจนและแอนติบอดี

16. ข้อใดเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่ ไม่ถูกต้อง

1. การตรวจหาคนร้ายโดยใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ
2. การระบุความต่างระหว่างแฝดร่วมไข่ด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ
3. การอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้ให้มีลักษณะคงเดิมด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. การสร้างกระด้ายที่เหมือนกับกระด้ายต้นแบบด้วยการโคลนจากเซลล์ต้น
5. การสร้างแบคทีเรียที่ผลิตน้ำมันจากยีนของสาหร่ายด้วยการใช้โมเลกุลดีเอ็นเอลูกผสม

17. ข้อใดไม่ใช่ผลของการคัดเลือกทางธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของโครงสร้างร่างกาย

1. ชีราฟมีลำคอยาวเพื่อให้สามารถเล็มกินใบไม้บนต้นไม้สูงๆได้
2. กระด้ายเลฟส์มีขนสีขาวที่กลมกลืนกับหิมะเพื่อช่วยพรางตัวในการหลบหลีกศัตรู
3. สุนัขจิ้งจอกทะเลทรายมี หาง หู และขายาวเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อน
4. กิ้งก่าทะเลทรายมักออกหากินตอนกลางคืนเพื่อหลีกเลี่ยงอากาศร้อนในตอนกลางวัน
5. นกจามบีจะงอยปากใหญ่และแข็งแรงเพื่อให้สามารถกินเมล็ดพืชขนาดใหญ่และมีเปลือกแข็งได้

18. กระบวนการใดที่ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นและลดลงตามลำดับ

1. การคายน้ำ การหายใจ
2. การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ
3. การหายใจ การย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์
4. การสังเคราะห์ด้วยแสง การย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์
5. การย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์ การสังเคราะห์ด้วยแสง

19. ในระบบนิเวศที่สมดุลแห่งหนึ่งมีการถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบสายใยอาหารดังแผนภาพ



ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหารนี้ไม่ถูกต้อง

1. หนูเป็นผู้ผลิตจะมีมวลชีวภาพมากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในระบบนิเวศ
2. ถ้ามีการฉีดสารเคมีกำจัดวัชพืชนกจะมีการสะสมสารเคมีมากกว่าหอยทาก
3. ถ้ากระต่ายเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้จำนวนแมลงและหอยทากลดลงเพราะอาหารน้อยลง
4. ถ้ากบและนกมีจำนวนลดลงแมลงและหอยทากจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเพราะผู้ล่าลดลง
5. พลังงานในโซ่อาหารจะถ่ายทอดไปที่เหยี่ยวมากที่สุด เพราะเป็นผู้บริโภคชั้นสุดท้าย

20. พื้นที่ใดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ

1. พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
2. พื้นที่ที่มีการเผาทำลายป่า
3. พื้นที่ป่าที่เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง
4. พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยลาวาจากภูเขาไฟ
5. พื้นที่ทำไร่ของชาวเขาที่ถูกปล่อยทิ้งร้าง

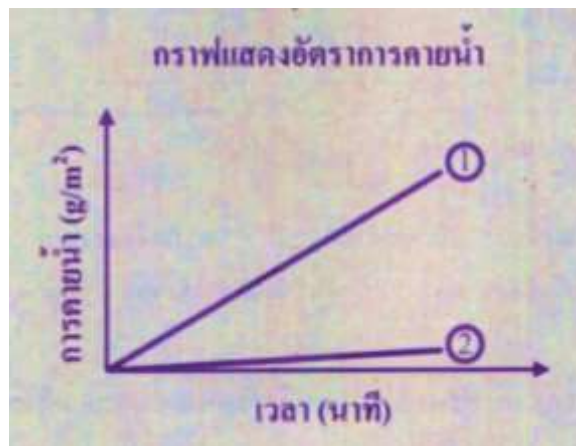


## ข้อสอบ O-net 62

21. พืช A และ B เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน คือ ทะเลทรายและป่าดิบชื้น โดยพืชแต่ละชนิดมีลักษณะใบต่างกัน ดังนี้

พืช A ใบมีการดัดรูปให้มีขนาดเล็ก มีสารเคลือบที่ผิวใบหนา และมีจำนวนปากใบน้อย

พืช B ใบมีขนาดใหญ่ มีสารเคลือบที่ผิวใบบาง และมีจำนวนปากใบมาก

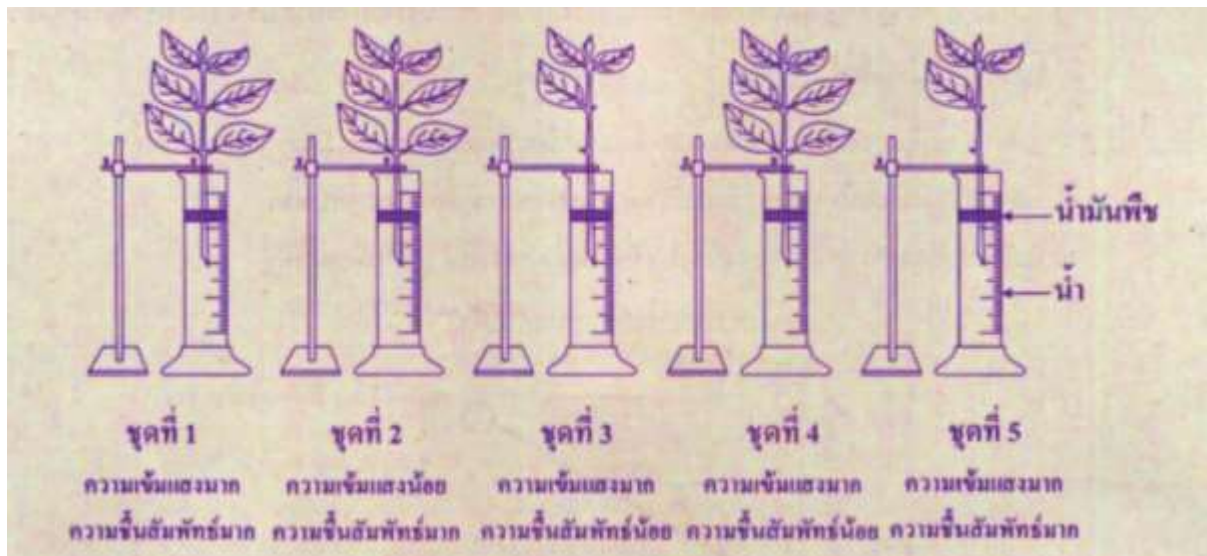


ผลการศึกษอัตราการคายน้ำของพืช 2 ชนิด ในช่วงเวลาหนึ่ง เป็นดังกราฟ

จากข้อมูล ข้อใดระบุกราฟแสดงอัตราการคายน้ำของพืชและลักษณะพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชดังกล่าวได้ถูกต้อง

1. กราฟที่ 1 แสดงอัตราการคายน้ำของพืช A ซึ่งเจริญได้ดีในพื้นที่ทะเลทราย
2. กราฟที่ 1 แสดงอัตราการคายน้ำของพืช B ซึ่งเจริญได้ดีในพื้นที่ทะเลทราย
3. กราฟที่ 2 แสดงอัตราการคายน้ำของพืช A ซึ่งเจริญได้ดีในพื้นที่ทะเลทราย
4. กราฟที่ 2 แสดงอัตราการคายน้ำของพืช A ซึ่งเจริญได้ดีในพื้นที่ป่าดิบชื้น
5. กราฟที่ 2 แสดงอัตราการคายน้ำของพืช B ซึ่งเจริญได้ดีในพื้นที่ป่าดิบชื้น

22. นักเรียนจัดชุดการทดลอง 5 ชุด โดยใช้กิ่งไม้ที่มีอายุเท่ากันจากต้นเดียวกัน เด็ดใบในชุดการทดลองที่ 3 และ 5 ออกบางส่วน จากนั้นแช่กิ่งไม้ในหลอดทดลองที่มีน้ำ 32 มิลลิลิตร และมีน้ำมันพืช 3 มิลลิลิตร เททับอยู่ แล้วตั้งไว้ในสถานะที่ต่างกัน ดังนี้ภาพ



เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที พบว่ามีปริมาณน้ำคงเหลือในหลอดทดลอง ดังตาราง

ชุดการทดลองที่	ปริมาณน้ำคงเหลือในหลอดทดลอง (ml)
1	15
2	20
3	25
4	10
5	30

ข้อใดเลือกชุดการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคายน้ำและเปรียบเทียบ อัตราการคายน้ำได้ถูกต้อง

	ชุดการทดลองที่ใช้	ปัจจัยที่ต้องการศึกษา	ผลการเปรียบเทียบอัตราการคายน้ำ
1.	1 และ 2	ความเข้มแสง	ชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ชุดการทดลองที่ 1
2.	1 และ 4	ความชื้นสัมพัทธ์	ชุดการทดลองที่ 4 มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ชุดการทดลองที่ 1
3.	2 และ 4	จำนวนใบ	ชุดการทดลองที่ 4 มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ชุดการทดลองที่ 2
4.	3 และ 4	จำนวนใบ	ชุดการทดลองที่ 3 มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ชุดการทดลองที่ 4
5.	3 และ 5	ความเข้มแสง	ชุดการทดลองที่ 5 มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ชุดการทดลองที่ 3

23. โรคเบาหวานชนิดที่ 1 เกิดจากตับอ่อนสร้าง “อินซูลิน” ได้น้อย หรือสร้างไม่ได้เลย ซึ่งอินซูลินชนิดนี้ทำหน้าที่ช่วยให้ร่างกายสลายน้ำตาลมาใช้เป็นพลังงาน เมื่ออินซูลินในร่างกาย ไม่เพียงพอ ร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้ได้ ทำให้ปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง ร่างกายจะปรับตัวไปใช้พลังงานจากการสลายสารอาหารอื่น เช่น ไขมัน หรือ โปรตีน ซึ่งก่อให้เกิดการสะสมของของเสียที่เป็นอันตรายในเลือด น้ำตาลและของเสียปริมาณมากทำให้เลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความเข้มข้นสูง ร่างกายจึงต้องขับน้ำตาลและของเสียผ่านทางปัสสาวะ ทำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานปัสสาวะบ่อยในปริมาณมากและรู้สึกกระหายน้ำ

ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานปัสสาวะบ่อย ในปริมาณมาก

1. น้ำจะออสโมซิสจากเซลล์มาสู่เลือด
2. ร่างกายกำจัดน้ำตาลที่มีมากเกินไปในเลือด
3. ร่างกายกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายในเลือด
4. ต่อมใต้สมองหลังอินซูลินเข้าสู่กระแสเลือดไปกระตุ้นต่อหน่วยไต
5. ของเหลวที่ผ่านท่อหน่วยไตมีปริมาณน้ำตาลมาก น้ำจึงถูกดูดกลับได้น้อย

24. โรคลมแดด เกิดจากการที่ร่างกายอยู่กลางแจ้ง แดดร้อนจัดเป็นเวลานาน ร่างกายจึงปรับสมดุล อุณหภูมิไม่ทัน ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงถึง 40 - 41 องศาเซลเซียส โดยอาการของผู้ป่วย ที่เป็นโรคลมแดด คือ มีอาการเป็นลม เพื่อ หหมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

ข้อใดกล่าวถึงวิธีการที่สามารถป้องกันโรคลมแดดได้ถูกต้อง

1. รับประทานยาที่กระตุ้นให้หลอดเลือดหดตัว
2. ดื่มน้ำในปริมาณมากเพื่อให้เลือดเข้มข้นมาก และมีความดันเลือดต่ำ
3. รับประทานอาหารปริมาณมากเพื่อเพิ่มการเผาผลาญอาหารในร่างกาย
4. สวมใส่เสื้อผ้าที่เบาบางเพื่อเพิ่มการระเหยของเหงื่อและการพาความร้อน
5. ใช้ผ้าเย็นประคบส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อกระตุ้นอัตราเมแทบอลิซึมให้เพิ่มขึ้น

25. ผู้ป่วยรายหนึ่งมีความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน โดยแพทย์วินิจฉัยว่า ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่เซลล์ เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์และเซลล์ที ต่อมาเมื่อผู้ป่วยรายนี้ได้รับวัคซีน พบว่าไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกัน ต่อโรคนั้นได้

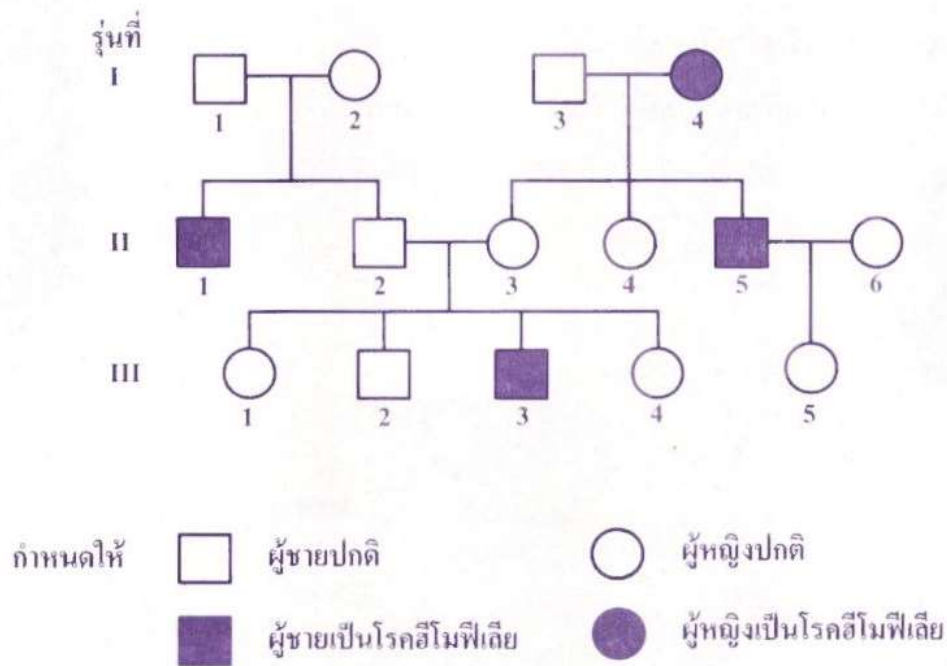
เพราะเหตุใดผู้ป่วยรายนี้จึงไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันต่อโรคนั้นได้

1. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์ไม่สามารถจับกับแอนติบอดีได้
2. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดเซลล์ทีไม่สามารถส่งสัญญาณให้เซลล์บีแบ่งเซลล์ได้
3. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์ไม่สามารถพัฒนาไปเป็นเซลล์พลาสมาได้
4. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดเซลล์ทีไม่สามารถสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะกับแอนติเจนได้
5. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดเซลล์ทีไม่สามารถกระตุ้นให้เซลล์บีจดจำและจำแนกแอนติเจนได้

26. ข้อใดคือกลไกของร่างกายที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้

1. สร้างแอนติเจนเพื่อไปจับแอนติบอดี
2. สร้างแอนติบอดีเพื่อยับยั้งการสร้างภูมิคุ้มกัน
3. สร้างสารฮิสตามีนออกมาเมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้
4. สร้างแอนติฮิสตามีนเพื่อกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้
5. สร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์ให้สร้างแอนติบอดี

27. โรคฮีโมฟีเลียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ เพดดิกรีแสดงการถ่ายทอดลักษณะโรคฮีโมฟีเลียของครอบครัวหนึ่ง เป็นดังแผนภาพ



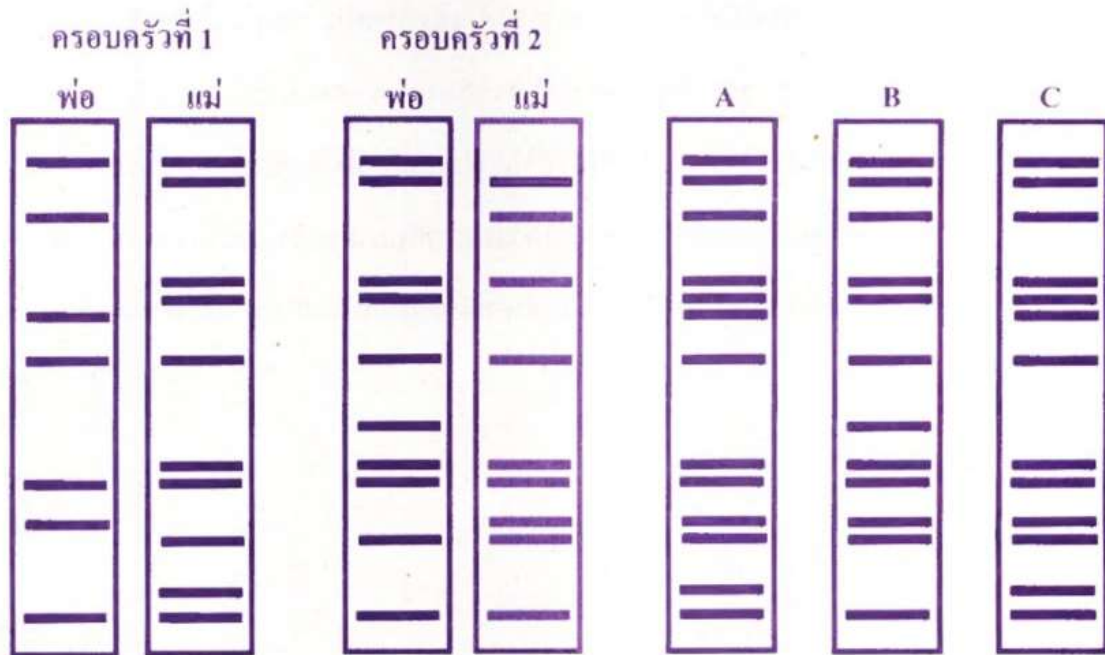
จากข้อมูล บุคคลใดที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นพาหะของโรคฮีโมฟีเลีย

1. รุ่นที่ I คนที่ 2
2. รุ่นที่ II คนที่ 3
3. รุ่นที่ II คนที่ 4
4. รุ่นที่ III คนที่ 1
5. รุ่นที่ III คนที่ 5

28. เหตุการณ์ในข้อใดที่พบเฉพาะในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเท่านั้น

1. การเข้าคู่กันของโครโมโซมคู่เหมือน
2. การจำลองตัวเองของโครโมโซมเป็น 2 โครมาทิด
3. การแยกกันของโครมาทิดที่ยึดติดกันไปยังแต่ละขั้วเซลล์
4. การแบ่งเซลล์เริ่มต้นจากเซลล์ที่มีโครโมโซมเท่ากับ  $2n$
5. การแบ่งเซลล์ในขั้นตอนสุดท้ายจะได้เซลล์ที่มีโครโมโซม 2 ชุด

29. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน ได้แก่ A B และC เป็นดังภาพ

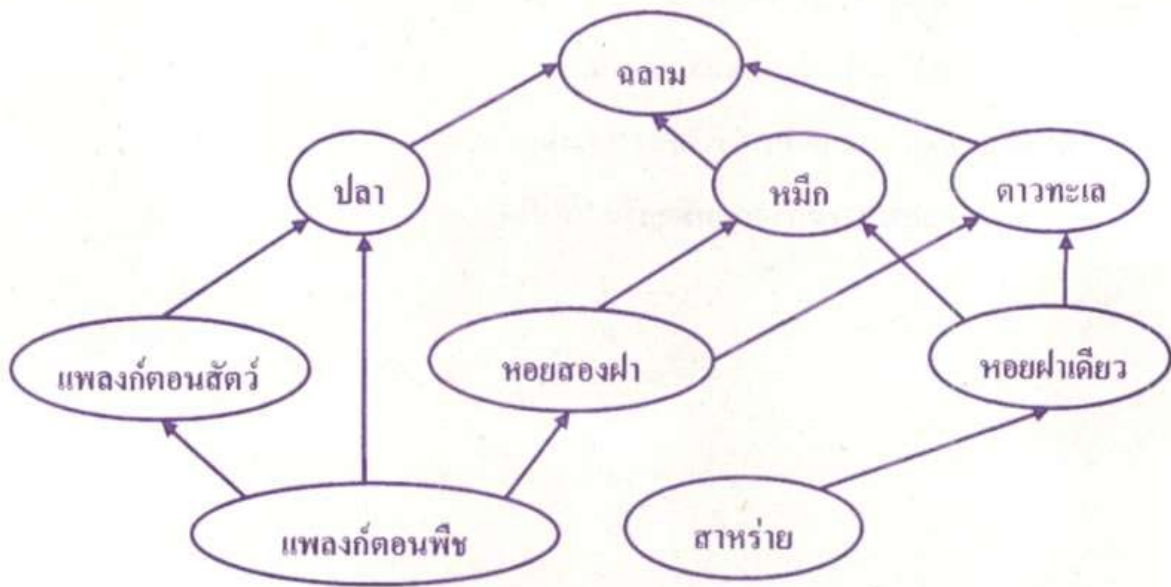


จากข้อมูล ข้อใดระบุความสัมพันธ์ของครอบครัวได้ถูกต้อง

1. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
2. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
3. A เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
4. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
5. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2

30. แพลงก์ตอนบลูม คือ ปรากฏการณ์ที่แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในน้ำมีธาตุอาหารสูงและมีสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญของแพลงก์ตอนพืช จึงมองเห็นน้ำเป็นสีต่างๆ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่มีจำนวนมากจะบดบังแสงอาทิตย์ จึงส่งผลกระทบต่อ การสังเคราะห์ด้วยแสงของสิ่งมีชีวิตได้น้ำอื่นๆ แม้ว่าแพลงก์ตอนพืชจะสามารถให้แก๊สออกซิเจนจากการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แต่เมื่อปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมดลงแพลงก์ตอนพืชจำนวนมากนี้จะตาย จึงถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งต้องใช้แก๊สออกซิเจนปริมาณมาก ทำให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนในน้ำลดลง

ระบบนิเวศแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง มีสายใยอาหารเป็นดังแผนภาพ

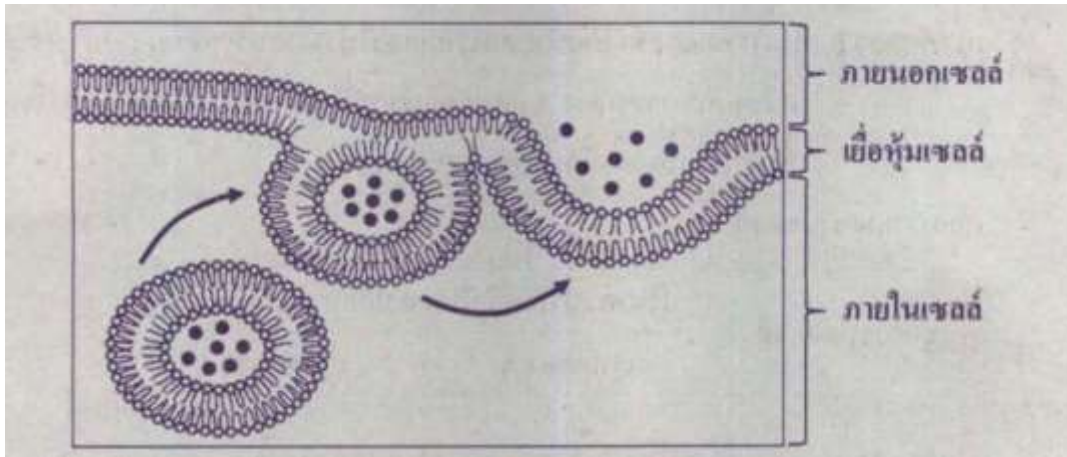


ถ้าระบบนิเวศแหล่งน้ำแห่งนี้เกิดแพลงก์ตอนบลูม จะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบนิเวศอย่างไร

1. อาหารของแพลงก์ตอนสัตว์จะลดลง
2. จำนวนของสาหร่ายและหอยฝาเดียวจะลดลง
3. ในช่วงเวลากลางคืน ปริมาณแก๊สออกซิเจนในน้ำจะมากกว่าเวลากลางวัน
4. หากแพลงก์ตอนพืชสะสมสารพิษภายในเซลล์ หอยสองฝาจะสะสมสารพิษมากที่สุด
5. การถ่ายทอดพลังงานจากแพลงก์ตอนพืชไปยังหมีกมากกว่าแพลงก์ตอนพืชไปยังดาวทะเล

ข้อสอบ O-Net 2563

31. ภาพแสดงการลำเลียงสารผ่านเซลล์รูปแบบหนึ่ง โดยลูกศรแสดงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังนี้

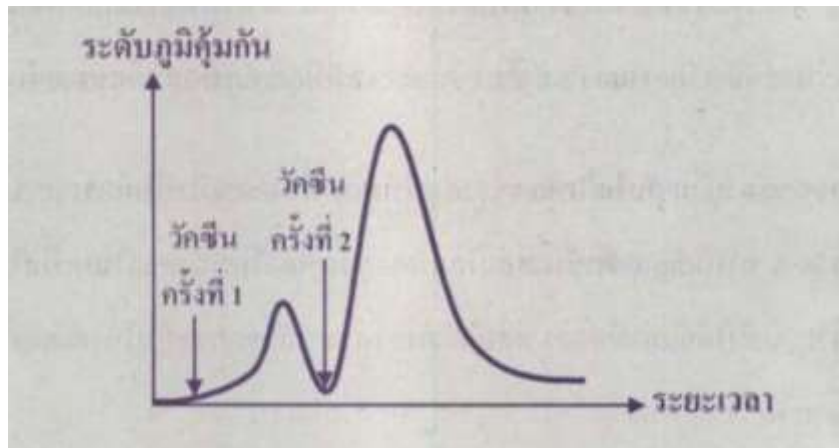


ภาพนี้เป็นกระบวนการลำเลียงสารแบบใด และข้อใดระบุตัวอย่างของการลำเลียงสารด้วยกระบวนการนี้ได้ถูกต้อง

กระบวนการลำเลียงสาร	ตัวอย่างการลำเลียงสาร
1. เอกไซโทซิส	การดูดน้ำกลับผ่านท่อหน่วยไต
2. เอกไซโทซิส	การหลั่งเอนไซม์จากเซลล์ของผนังลำไส้เล็กเพื่อย่อยอาหาร
3. เอนโดไซโทซิส	การแลกเปลี่ยนแก๊สบริเวณถุงลมปอด
4. เอนโดไซโทซิส	การจับกินเพื่อทำลายแบคทีเรียของเซลล์เม็ดเลือดขาว
5. เอนโดไซโทซิส	การดูดซึมแร่ธาตุในดินเข้าสู่เซลล์รากพืชผ่านโปรตีนตัวพา



32. กราฟแสดงระดับภูมิคุ้มกันของร่างกายเมื่อได้รับวัคซีนครั้งที่ 1 และ 2 เป็นดังนี้



จากข้อมูล เพราะเหตุใดการฉีดวัคซีนครั้งที่ 2 จึงสามารถกระตุ้นระดับภูมิคุ้มกันของร่างกายได้สูงขึ้น

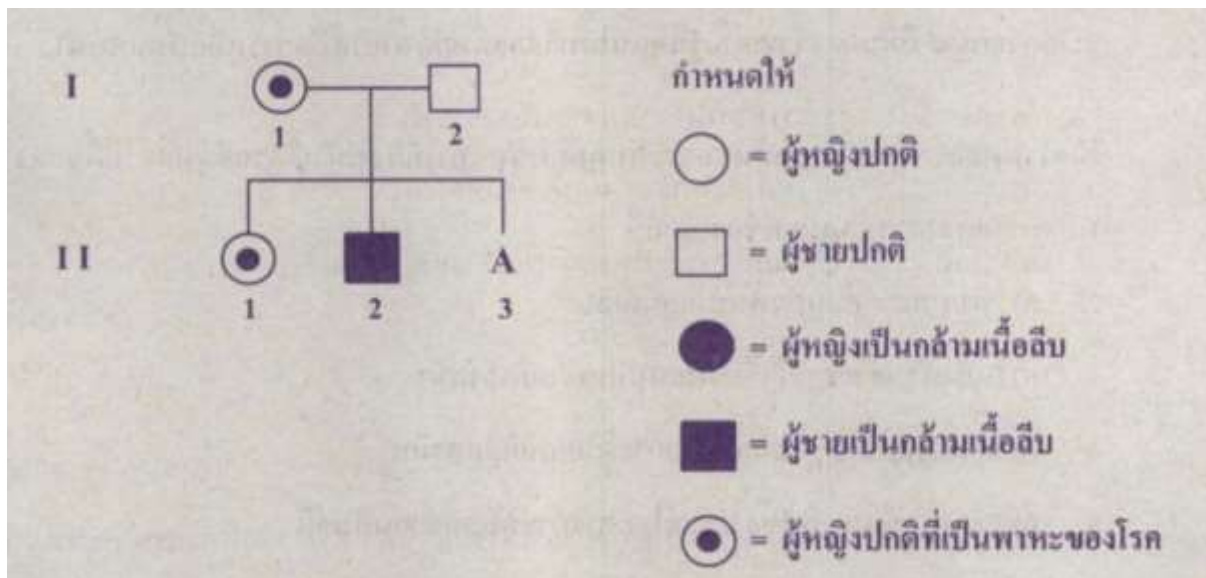
1. เซลล์ที่สร้างแอนติบอดีที่จำเพาะกับแอนติเจนได้มากขึ้น
2. เซลล์บีจำแอนติเจนแล้วส่งสัญญาณไปกระตุ้นเซลล์ทีได้ทันที
3. เซลล์ทีจำแอนติเจนแล้วส่งสัญญาณไปกระตุ้นเซลล์บีได้ทันที
4. ฟาโกไซต์สามารถทำลายแอนติบอดีได้มากขึ้น
5. ฟาโกไซต์สามารถพัฒนาไปเป็นเซลล์พลาสมาได้เร็วขึ้น

33. การทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนังด้วยวิธีสะกิด (Skin Prick Test) ทำได้โดยการหยดน้ำยาสกัดสารภูมิแพ้ลงบนผิวหนังและใช้เข็มสะกิดผิวหนังบริเวณนั้น ถ้าผู้ป่วยแพ้สารก่อภูมิแพ้ชนิดใดจะเกิดรอยบวม มีผื่นแดง และอาจรู้สึกคันในบริเวณที่หยดน้ำยาสกัดสารภูมิแพ้ชนิดนั้นไว้

ในการทดสอบข้างต้น กลไกใดของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้ผิวหนังเกิดรอยบวมและมีผื่นแดง

1. การจดจำสารก่อภูมิแพ้ของเซลล์บี
2. การทำลายสารก่อภูมิแพ้ของแอนติเจน
3. การแบ่งตัวของเซลล์ทีเพื่อพัฒนาเป็นเซลล์พลาสมา
4. การส่งสัญญาณของเซลล์ทีเพื่อกระตุ้นแอนติฮิสตามีน
5. การหลั่งสารฮิสตามีนของเซลล์โดยการกระตุ้นของแอนติบอดี

34. การถ่ายทอดทางพันธุกรรมของโรคกล้ามเนื้อลีบซึ่งควบคุมด้วยยีนด้อยบน โครโมโซม X ของครอบครัวหนึ่ง เป็นดังนี้



กำหนดให้ A (บุคคลที่ 3 ในรุ่นที่ 2) คือ ผู้หญิงที่ไม่มีอาการของโรค แต่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นพาหะของโรคกล้ามเนื้อลีบหรือไม่ เมื่อ A แต่งงานกับชายปกติ และก่อนตัดสินใจมีลูกพวกเขาจึงไปขอคำปรึกษาจากแพทย์เพื่อวางแผนการมีลูกในอนาคต

การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดพันธุกรรมของโรคกล้ามเนื้อลีบในข้อใด ไม่ถูกต้อง

1. ถ้า A ไม่เป็นพาหะของโรค ลูกชายทุกคนไม่มีโอกาสเป็นโรค
2. ถ้า A ไม่เป็นพาหะของโรค ลูกสาวทุกคนไม่มีโอกาสเป็นโรค
3. ถ้า A เป็นพาหะของโรค ลูกชายแต่ละคนมีโอกาสร้อยละ 50 ที่จะเป็นโรค
4. ถ้า A เป็นพาหะของโรค ลูกสาวแต่ละคนมีโอกาสร้อยละ 50 ที่จะเป็นโรค
5. ถ้า A เป็นพาหะของโรค ลูกสาวแต่ละคนมีโอกาสร้อยละ 50 ที่จะเป็นพาหะของโรค

35. การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในข้อใด ที่ทำให้ได้ลูกรุ่นใหม่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ

1. การผสมพันธุ์โคเนื้อให้มีลักษณะใหม่ตามที่ต้องการ
2. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมมะลิโดยใช้รังสีแกมมา
3. การคัดเลือกพันธุ์ปลาที่ทนจากการผสมข้ามสายพันธุ์
4. การตัดต่อยีนของข้าวโพดให้มีความต้านทานต่อเชื้อรา
5. การโคลนลูกวัวนมโดยใช้เซลล์เต้านมจากแม่วัวนมต้นแบบ

36. แมลงสาบเป็นพาหะที่ก่อให้เกิดโรคหลายชนิดในมนุษย์ เช่น วัณโรค อหิวาตกโรค และโรคภูมิแพ้ โดยผลการวิจัยหนึ่งพบว่าแมลงสาบเยอรมันสามารถปรับตัวให้มีความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงที่มีฤทธิ์รุนแรงที่สุดได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังพบว่าลูกแมลงสาบเยอรมันรุ่นต่อ ๆ มา มีความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงเช่นกัน แม้ไม่เคยสัมผัสกับยาฆ่าแมลงเหล่านั้นมาก่อน

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถึงความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงของแมลงสาบไม่ถูกต้อง

1. ลูกแมลงสาบที่มีความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงเกิดจากสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน
2. ยีนควบคุมความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงสามารถถ่ายทอดไปยังแมลงสาบรุ่นถัดไปได้
3. ความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงของแมลงสาบเป็นผลของความหลากหลายทางพันธุกรรม
4. ความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงนี้เป็นความหลากหลายทางชีวภาพระดับเดียวกับการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย
5. ความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงของแมลงสาบทำให้มนุษย์มีความเสี่ยงต่อการติดโรคบางชนิดจากแมลงสาบมากขึ้น

37. ผีเสื้อชนิดหนึ่งมีวงจรชีวิตประมาณ 25 วันในธรรมชาติสามารถพบผีเสื้อชนิดนี้ได้ 3 สี ได้แก่ ขาว เทา และดำ ซึ่งลักษณะสีของผีเสื้อจะถูกควบคุมด้วยแอลลีล  $W_1$  และ  $W_2$  โดยจีโนไทป์ของผีเสื้อแต่ละสี แสดงดังตาราง

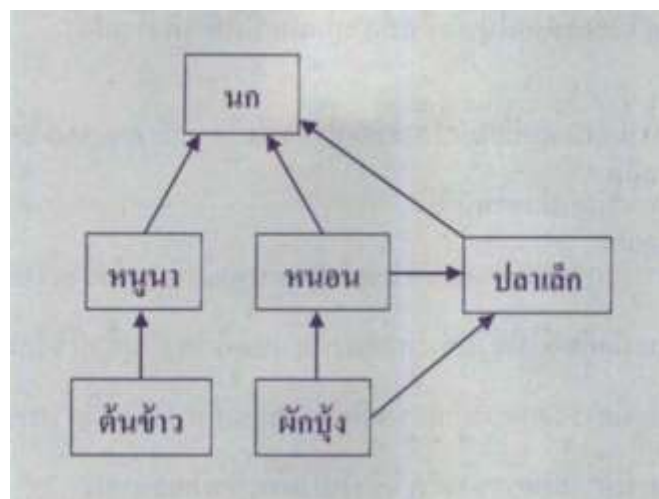
สีของผีเสื้อ	จีโนไทป์ที่ควบคุมสีของผีเสื้อ
ขาว	$W_1 W_1$
ดำ	$W_2 W_2$
เทา	$W_1 W_2$

การสำรวจประชากรผีเสื้อชนิดนี้ในชุมชนแห่งหนึ่งที่มีต้นไม้เปลือกสีอ่อนจำนวนมากพบว่า มีผีเสื้อสีขาวจำนวนมากโดยไม่พบผีเสื้อสีอื่นเลย แต่ในช่วงเวลา 3 เดือนที่ผ่านมาพบว่าประชากรผีเสื้อในชุมชนนี้มีการเปลี่ยนแปลง โดยในช่วงที่ 1 พบผีเสื้อสีดำจำนวนหนึ่ง ซึ่งอพยพเข้ามาจากชุมชนใกล้เคียง และในช่วงที่ 2 ยังพบผีเสื้อสีขาวจำนวนมาก สีดำเล็กน้อย และพบว่าผีเสื้อสีเทาเกิดขึ้นจำนวนเล็กน้อย ส่วนในช่วงที่ 3 พบว่าผีเสื้อสีดำและเทาค่อย ๆ ลดลงจนชุมชนแห่งนี้มีเพียงผีเสื้อสีขาวเช่นเดิม

จากข้อมูล ข้อใดคือเหตุผลที่เป็นไปได้มากที่สุดที่ทำให้ผีเสื้อสีดำและผีเสื้อสีเทาลดจำนวนลงในช่วงที่ 3

1. ผีเสื้อสีเทาและสีดำมีวงจรชีวิตสั้นกว่าผีเสื้อสีขาว
2. การผสมพันธุ์ระหว่างผีเสื้อสีดำและผีเสื้อสีขาวเพิ่มมากขึ้น
3. แอลลีล  $W_2$  มีโอกาสเพิ่มจำนวนในกลุ่มประชากรนี้มากกว่าแอลลีล  $W_1$
4. ผีเสื้อสีดำและสีเทาพรางตัวได้ไม่ดีในสิ่งแวดล้อมนี้จึงถูกล่าได้มากกว่า
5. ผีเสื้อสีเทาที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของผีเสื้อสีขาวและสีดำเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นหมัน

38. สายใยอาหารของระบบนิเวศหนึ่ง แสดงดังแผนภาพ



ถ้ามีงูที่กินเฉพาะหนูนาและปลาเล็กเป็นอาหารเข้ามาในระบบนิเวศแห่งนี้ โดยที่นกไม่กินงูชนิดนี้เป็นอาหาร ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. นกและงูมีมวลชีวภาพสูงที่สุดในระบบนิเวศนี้
2. มวลชีวภาพของต้นข้าวน้อยกว่ามวลชีวภาพของหนูนา
3. ผลผลิตข้าวที่ได้จากระบบนิเวศนี้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น
4. ปลาเล็กจะเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 และ 3 ในสายใยอาหารนี้
5. งูจะเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายเพียงชนิดเดียวในระบบนิเวศนี้

39. ป่าแห่งหนึ่งถูกปล่อยทิ้งร้างไว้เป็นเวลานานหลังจากการเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ป่ายาวนาน 1 สัปดาห์ ซึ่งทำให้ต้นไม้และสัตว์ในพื้นที่ล้มตายกลายเป็นพื้นที่ว่างเปล่า

จากข้อมูล ป่าแห่งนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่รูปแบบใด และเหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้นเป็นลำดับแรกในการเปลี่ยนแปลงแทนที่นี้

1. แบบปฐมภูมิ และมีการอพยพของสัตว์เข้าไปในพื้นที่เมื่อมีแหล่งอาหารเกิดขึ้น
2. แบบปฐมภูมิ และมียุงมีชีวิตรบกวนเล็ก เช่น แบคทีเรีย เป็นสิ่งมีชีวิตผู้บุกเบิก
3. แบบปฐมภูมิ และมีการงอกของเมล็ดพืชที่ฝังตัวอยู่ใต้ดินเมื่อดินมีความชื้นที่เหมาะสม
4. แบบทุติยภูมิ และมีการอพยพของสัตว์เข้าไปในพื้นที่เพื่ออยู่อาศัย
5. แบบทุติยภูมิ และมีการงอกของเมล็ดพืชที่ฝังตัวอยู่ใต้ดินเมื่อดินมีความชื้นที่เหมาะสม

40. ปัจจุบันสัตว์หลายชนิดได้รับผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น การทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยและการล่าสัตว์ของมนุษย์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาพอากาศที่แปรปรวนของโลก เช่น อุณหภูมิร้อนจัดหรือหนาวจัด หรือการมีฤดูกาลที่ยาวนานกว่าปกติ ส่งผลให้สัตว์ต้องเผชิญกับสภาพอากาศที่แปรปรวนอย่างรุนแรง ซึ่งไม่เหมาะกับการดำรงชีวิต สัตว์บางชนิดจึงหาอาหารได้ยากขึ้น การเจริญเติบโตของเชื้อโรคและปรสิตบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อสัตว์เพิ่มขึ้น ทำให้ประชากรสัตว์บางชนิดไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพดังกล่าวได้และลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว

จากข้อมูล ผลกระทบต่อสัตว์ในข้อใดที่ไม่ได้เกิดจากภาวะโลกร้อน

1. การเพิ่มขึ้นของจำนวนพยาธิในปลา เพราะอุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้น
2. การสูญพันธุ์ของสิงโตภูเขา เพราะพื้นที่ป่าถูกตัดทำลายจึงถูกล่าได้ง่ายขึ้น
3. หมีขาวสามารถล่าอาหารได้น้อยลง เพราะมีการละลายของแผ่นน้ำแข็งมากขึ้น
4. อัตราการรอดของลูกเพนกวินลดลง เพราะแม่เพนกวินต้องใช้เวลาในการหาอาหารนานขึ้น
5. อัตราการตายของกวางเรนเดียร์เพิ่มขึ้น เพราะสภาพอากาศที่แปรปรวนทำให้หาอาหารยาก

ข้อสอบ O-Net 2564

41. ข้อมูลลักษณะสำคัญของไบโอมชนิดต่าง ๆ แสดงดังตาราง

ไบโอม	ลักษณะสำคัญ
สะวันนา	มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดปี มีฤดูแล้งยาวนาน และมีหญ้าเป็นพืชกลุ่มเด่น
ป่าเขตร้อน	มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี 25 - 29 องศาเซลเซียส มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง มีพืชและต้นไม้ใหญ่หนาแน่น
ทุนดรา	มีช่วงฤดูหนาวยาวนานประมาณ 10 เดือน มีช่วงฤดูร้อนสั้น ไม่มีต้นไม้ใหญ่ และมักพบไลเคน มอส และหญ้า

กำหนดให้ สัตว์ 2 ชนิด มีลักษณะและพฤติกรรม เป็นดังนี้

ชนิดที่ 1 กินหญ้าและไลเคนเป็นอาหาร เมื่อเข้าฤดูหนาวจะสร้างขนชุดใหม่ที่หนาขึ้นและจะผลัดขนทิ้งเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน

ชนิดที่ 2 กินหญ้าเป็นอาหาร มีขนสั้น อาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูงในที่ราบโล่ง

จากข้อมูล ข้อใดระบุไบโอมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ชนิดที่ 1 และ 2 ได้ถูกต้อง ตามลำดับ

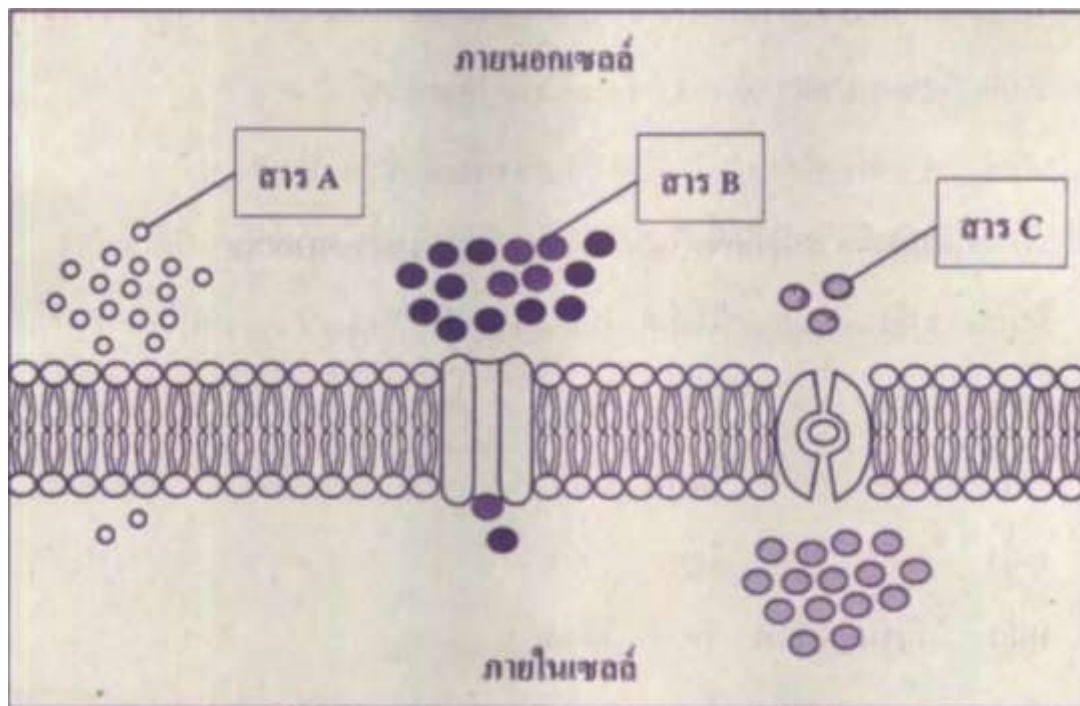
1. สะวันนา และ ทุนดรา
2. ทุนดรา และ สะวันนา
3. ทุนดรา และ ป่าเขตร้อน
4. ป่าเขตร้อน และ ทุนดรา
5. ป่าเขตร้อน และ สะวันนา

42. พื้นที่หนึ่งมีลักษณะเป็นลานหินซึ่งไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก่อน เมื่อเวลาผ่านไปเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทำให้มีรอยแตกบนหิน ต่อมาจึงเริ่มมีสิ่งมีชีวิตชนิดแรกเกิดขึ้น และพัฒนาจนกลายเป็นป่า

ข้อใดเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้ตั้งแต่แรกเริ่มจนกลายเป็นป่าได้ถูกต้อง

1. ไโลเคน หญ้า มอส ไม้ต้น ไม้พุ่ม
2. ไโลเคน มอส หญ้า ไม้ต้น ไม้พุ่ม
3. ไโลเคน มอส หญ้า ไม้พุ่ม ไม้ต้น
4. หญ้า ไโลเคน มอส ไม้พุ่ม ไม้ต้น
5. หญ้า ไม้พุ่ม ไม้ต้น มอส ไโลเคน

43. ลักษณะการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ของสาร A B และ C ณ ขณะเริ่มต้น เป็นดังภาพ



จากภาพ ข้อใดระบุรูปแบบและทิศทางการลำเลียงสารได้ถูกต้อง

ชนิดของสาร	รูปแบบการลำเลียงสาร	ทิศทางการลำเลียง
1. สาร A	การแพร่แบบฟาซิลิเทต	ความเข้มข้นมาก ➡ น้อย
2. สาร A	การแพร่แบบธรรมดา	ความเข้มข้นมาก ➡ น้อย
3. สาร B	การแพร่แบบฟาซิลิเทต	ความเข้มข้นน้อย ➡ มาก
4. สาร B	การแพร่แบบแอกทีฟทรานสปอร์ต	ความเข้มข้นน้อย ➡ มาก
5. สาร C	การแพร่แบบฟาซิลิเทต	ความเข้มข้นมาก ➡ น้อย

44. ข้อใดกล่าวถึงการรักษาดุลยภาพของกรด - เบสในเลือดได้ถูกต้อง

1. ถ้าเลือดเป็นเบส อัตราการหายใจจะลดลง เพื่อลดปริมาณ  $H^+$
2. ถ้าเลือดเป็นเบส อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มปริมาณ  $H^+$
3. ถ้าเลือดเป็นกรด อัตราการหายใจจะลดลง เพื่อเพิ่มปริมาณ  $CO_2$
4. ถ้าเลือดเป็นกรด อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้น เพื่อลดปริมาณ  $CO_2$
5. ถ้าเลือดเป็นกรด อัตราการหายใจจะลดลง เพื่อให้ปริมาณ  $CO_2$  คงที่

45. ชายคนหนึ่งตัดหญ้าในสนามฟุตบอลท่ามกลางอากาศร้อนจัด ที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยไม่หยุดพัก ทำให้ร่างกายของเขามีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

จากสถานการณ์ ข้อใดระบุกลไกที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายของชายคนนี้นี้อกลับสู่สภาวะปกติได้ถูกต้อง

1. อัตราเมแทบอลิซึมลดลง หลอดเลือดบริเวณผิวหนังหดตัว
2. อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น หลอดเลือดบริเวณผิวหนังหดตัว
3. อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัว
4. อัตราเมแทบอลิซึมลดลง ต่อมเหงื่อมีการสร้างเหงื่อเพิ่มมากขึ้น
5. อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ต่อมเหงื่อมีการสร้างเหงื่อเพิ่มมากขึ้น



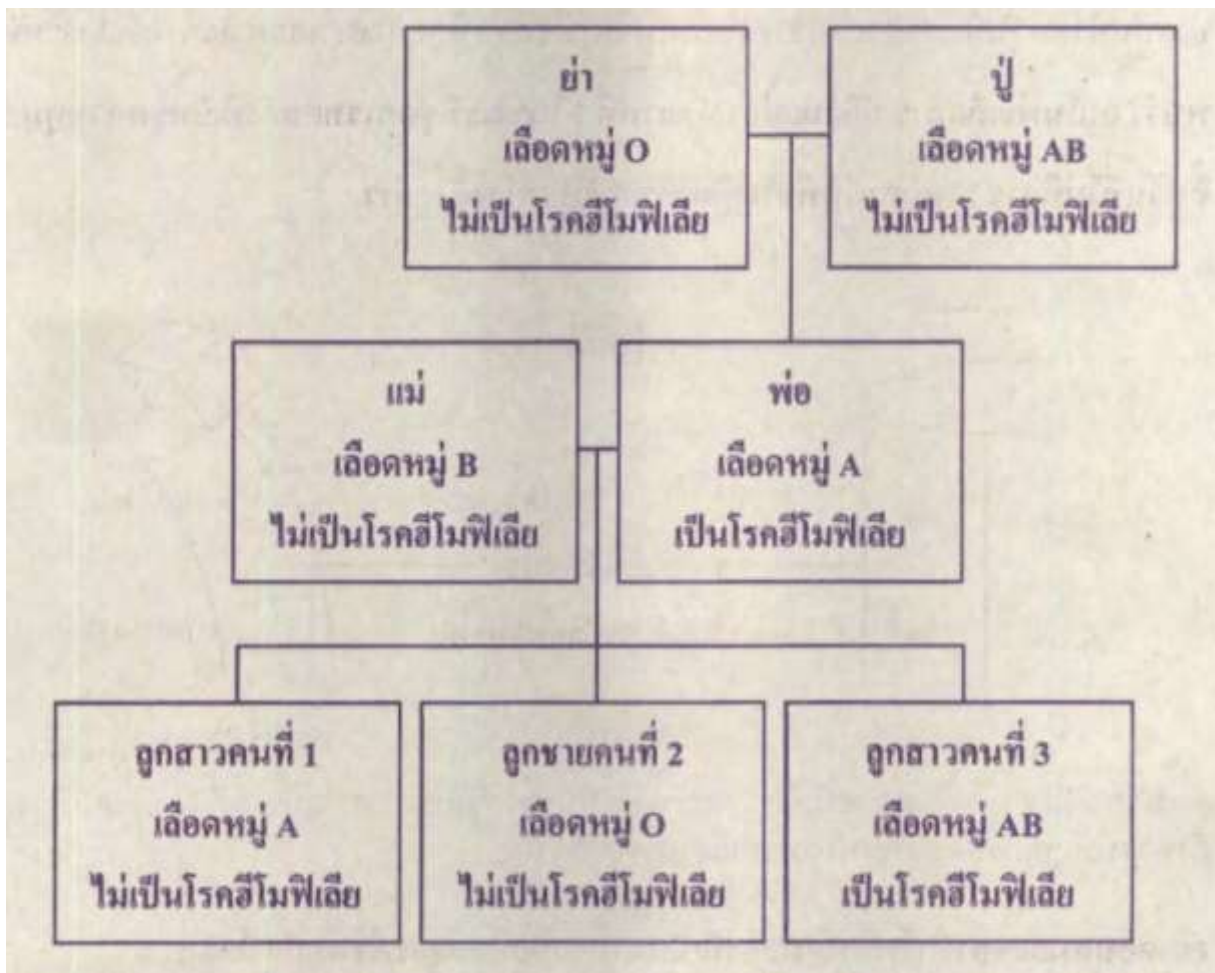
46. นักเรียนคนหนึ่งศึกษาสารอินทรีย์ในพืช A B และ C โดยบดพืชแต่ละชนิดให้ละเอียดผสมกับน้ำแล้วนำไปคั้นและกรองเพื่อนำของเหลวที่ได้ไปทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ผลการทดสอบดังตาราง

พืช	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ		
	ทดสอบด้วย สารละลายไอโอดีน	ทดสอบด้วย สารละลายไบยูเรต	ดูบนกระดาษขาว
A	สารละลายสีน้ำเงินแกมม่วง	สารละลายสีฟ้า	กระดาษไม่โปร่งแสง
B	สารละลายสีน้ำตาล	สารละลายสีฟ้า	กระดาษโปร่งแสงมากขึ้น
C	สารละลายสีน้ำตาล	สารละลายสีม่วง	กระดาษไม่โปร่งแสง

จากผลการทดสอบ ข้อใดระบุแนวทางการนำพืชมาใช้ประโยชน์ได้ถูกต้อง

1. พืช A สามารถนำมาสกัดได้สารที่นำมาผลิตเป็นน้ำมันได้
2. พืช B สามารถนำมาทำผงแป้งประกอบอาหารได้
3. พืช C สามารถนำมาสกัดได้สารที่นำมาผลิตเป็นอาหารเสริมโปรตีนได้
4. พืช A และ B สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชได้
5. พืช B และ C สามารถนำมารับประทานทดแทนข้าวได้

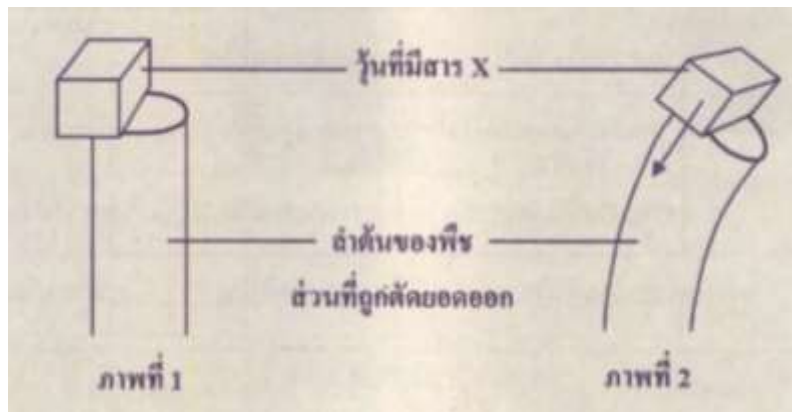
47. แผนผังแสดงข้อมูลหมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม และการเป็นโรคฮีโมฟีเลียซึ่งควบคุมด้วยแอลลีลด้อยบนโครโมโซม X ของครอบครัวหนึ่ง เป็นดังนี้



ถ้าครอบครัวนี้มีลูกคนที่ 4 จีโนไทป์แบบใดจะไม่มีโอกาสเกิดขึ้น (กำหนดให้ H คือ แอลลีลเด่นที่ไม่ทำให้เป็นโรคฮีโมฟีเลีย และ h คือ แอลลีลด้อยที่ทำให้เป็นโรคฮีโมฟีเลีย)

1.  $I^B i X^H X^h$
2.  $I^A I^B X^h X^h$
3.  $I^A I^A X^H X^H$
4.  $I^B i X^H Y$
5.  $ii X^h Y$

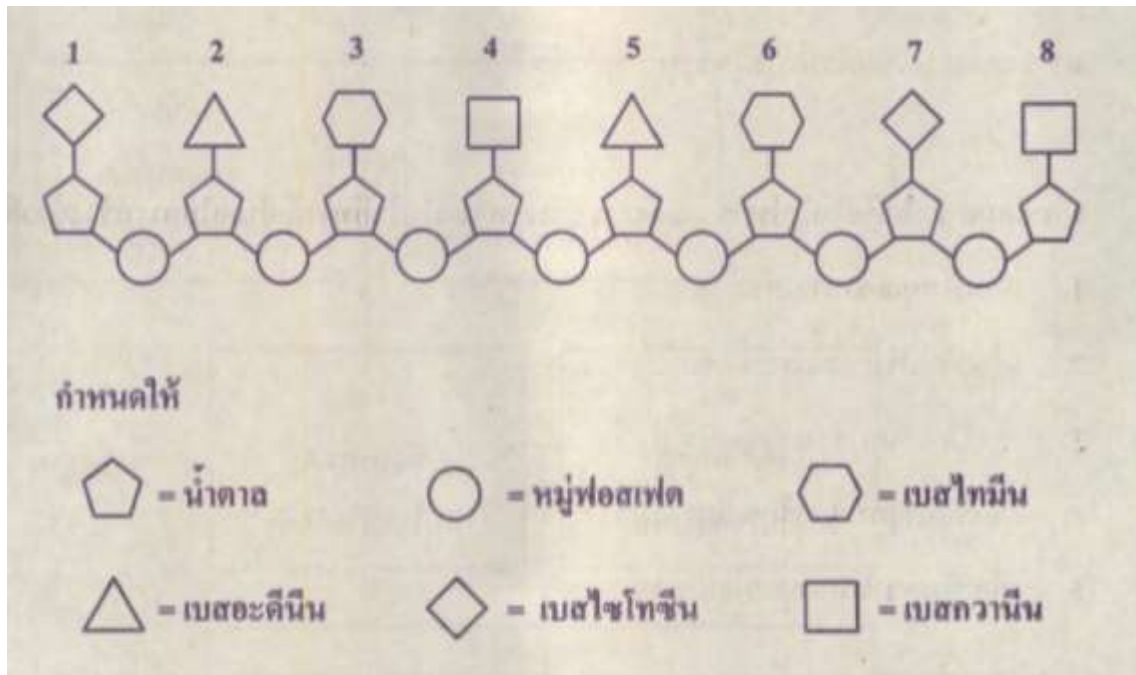
48 สาร X เป็นสารสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนฮอร์โมนพืชซึ่งมักพบบริเวณปลายยอดของพืชชนิดหนึ่ง นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาผลของสารชนิดนี้ในห้องมืดโดยการตัดส่วนยอดของพืชชนิดนี้ออก จากนั้นนำชิ้นหุ่นที่มีสาร X ไปวางบนลำต้นของพืชส่วนที่ถูกตัดยอดออก ดังภาพที่ 1 เมื่อตั้งทิ้งไว้พบว่า ลำต้นพืชเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 2 ในขณะที่ชุดการทดลองที่เป็นชุดควบคุม ซึ่งวาง ชิ้นหุ่นที่ไม่มีสาร X บนลำต้นพืชไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว



กำหนดให้ ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของสาร X การตอบสนองของพืชในการทดลองนี้เป็น การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยแบบใด และสาร X มีคุณสมบัติเหมือนฮอร์โมนพืชกลุ่มใด

1. ปัจจัยภายนอก และสาร X มีสมบัติเหมือนเอทิลิน
2. ปัจจัยภายนอก และสาร X มีสมบัติเหมือนออกซิน
3. ปัจจัยภายใน และสาร X มีสมบัติเหมือนไซโทไคนิน
4. ปัจจัยภายใน และสาร X มีสมบัติเหมือนจิบเบอเรลลิน
5. ปัจจัยภายใน และสาร X มีสมบัติเหมือนกรดแอบไซซิก

49. แบบจำลองพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง แสดงดังภาพ



ต่อมาพอลินิวคลีโอไทด์สายนี้เกิดมิวเทชันที่ทำให้ในไตรจีนัสเบสตำแหน่งที่ 5 เปลี่ยนเป็นกวานีนภายหลังการเกิดมิวเทชันได้มีการจำลองพอลินิวคลีโอไทด์คู่สายที่เกิดขึ้นใหม่ข้อใดเป็นลำดับเบสในแบบจำลองของพอลินิวคลีโอไทด์คู่สายที่เกิดขึ้นใหม่

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. CATGATCG | 2. CATGGTCG |
| 3. GTACGAGC | 4. GTACTAGC |
| 5. GTACCAGC |             |

50. ข้าวสีทองเกิดจากการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการตัดต่อยีนสังเคราะห์เบต้าแคโรทีนจากพืชชนิดอื่นเข้าไปในจีโนมของข้าว เพื่อให้ข้าวที่ได้มีเบต้าแคโรทีนอยู่ในแอนโดสเปิร์ม ทำให้ไม่มีการสูญเสียเบต้าแคโรทีนไปในระหว่างการขัดสี

จากข้อมูล ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการประยุกต์เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้างข้าวสีทอง

1. เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ
2. เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของข้าว
3. เพื่อป้องกันการรบกวนจากศัตรูพืช
4. เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตข้าว
5. เพื่อเพิ่มความทนทานต่อสภาพอากาศ

ເລຂຍ

ປີ 60	ປີ 61	ປີ 62	ປີ 63	ປີ 64
1 = 3	11 = 4	21 = 3	31 = 2	41 = 2
2 = 4	12 = 2	22 = 2	32 = 3	42 = 3
3 = 2	13 = 3	23 = 4	33 = 5	43 = 2
4 = 5	14 = 4	24 = 4	34 = 4	44 = 4
5 = 3	15 = 2	25 = 2	35 = 5	45 = 4
6 = 3	16 = 2	26 = 3	36 = 1	46 = 3
7 = 3	17 = 4	27 = 4	37 = 4	47 = 3
8 = 5	18 = 5	28 = 1	38 = 3	48 = 2
9 = 2	19 = 5	29 = 1	39 = 5	49 = 5
10 = 5	20 = 4	30 = 2	40 = 2	50 = 1