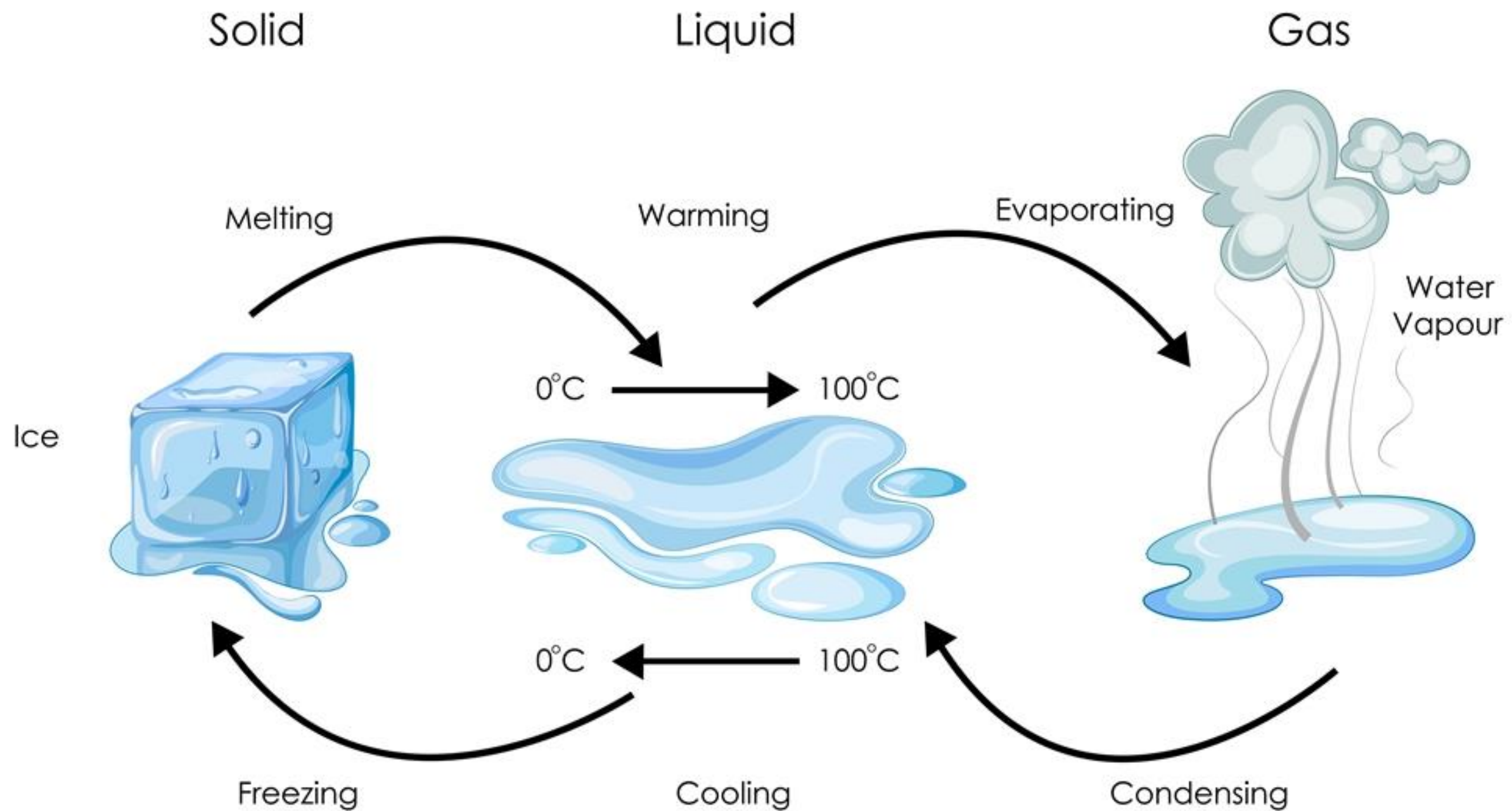


จุดตัด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



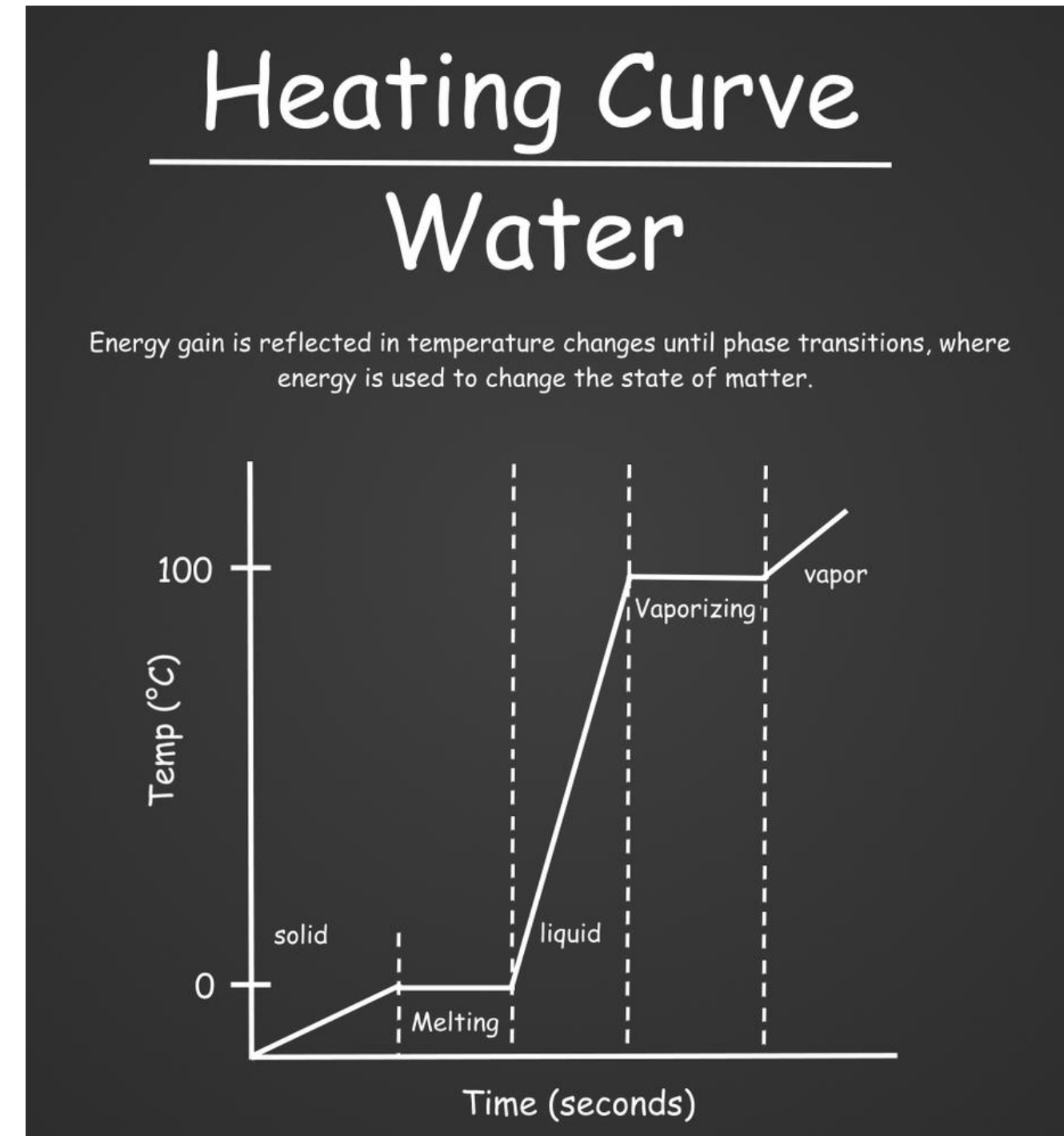
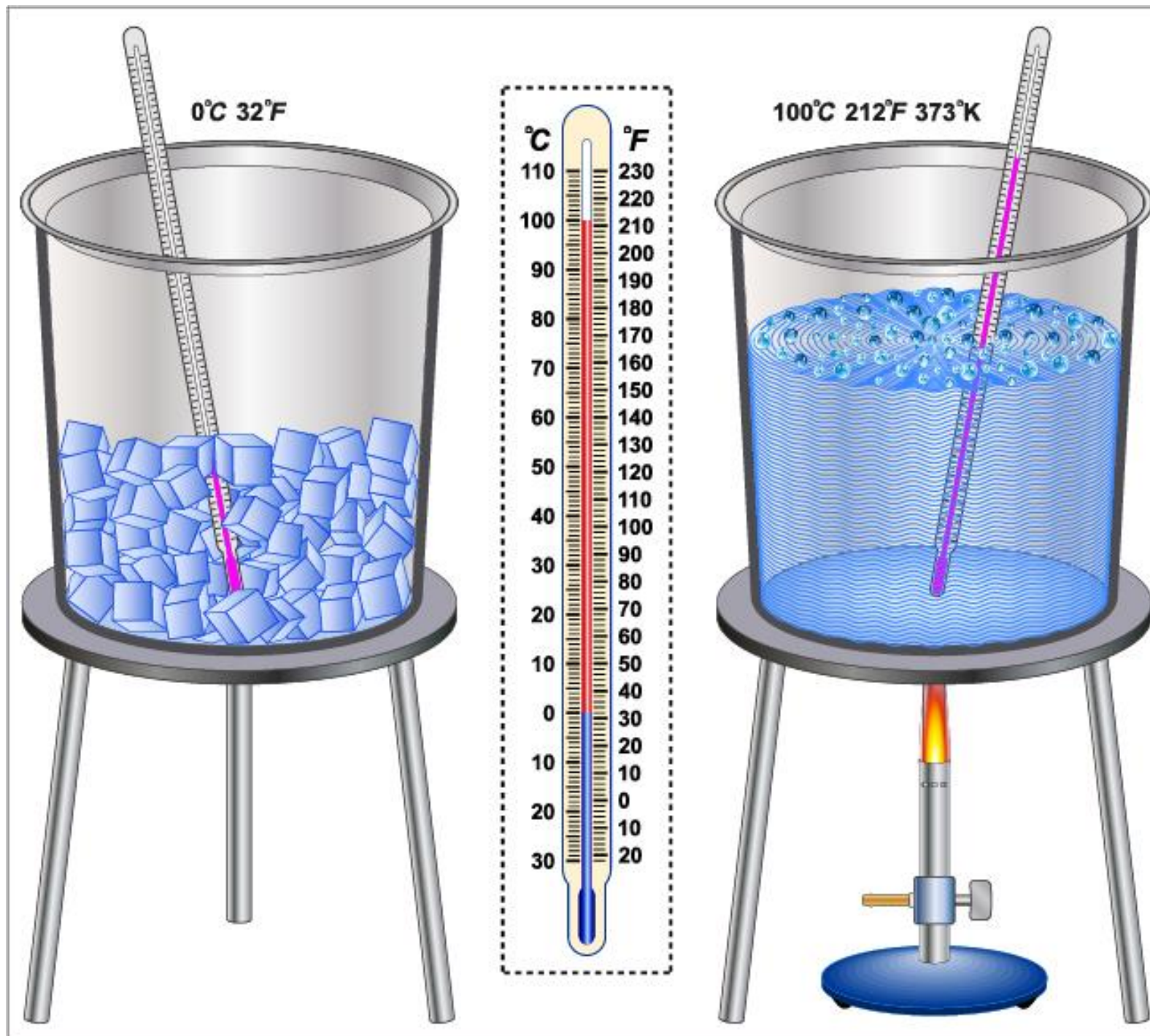
จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

Change of State



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

จุดเดือด จุดหลอมเหลว



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

จุดเดือดของน้ำขึ้นอยู่กับความดันอากาศของสภาพแวดล้อม

เมื่อขึ้นไปบนยอดเขาสูง ความดันอากาศจะลดลง ทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงไปด้วย

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเมื่อความดันอากาศโดยรอบลดลง แรงกดของอากาศ “บน” พิวหน้าน้ำก็น้อยลง โมเลกุลของน้ำก็สามารถหลุดหนีออกจากผิวหน้าของน้ำในหม้อไต้ได้ง่ายขึ้น จึงเกิดการระเหยเป็นไอของน้ำหรือการเดือดได้เร็ว หากเราลดความดันอากาศจนต่ำมากพอ น้ำก็เดือดได้แม้ที่อุณหภูมิห้องเลยก็ด้วย

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



จุดเดือดต่ำ = ต้องต้มนานขึ้น

เมื่อน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดเดือด อุณหภูมิก็จะไม่เพิ่มขึ้นอีกแม้เราจะยังให้ความร้อนต่อ ดังนั้น น้ำที่ยอดเขาเอเวอเรสต์จึงร้อนได้สูงสุดแค่ประมาณ 70-71 องศาเซลเซียส ถ้าเราต้มหิวมันฝรั่งที่ยอดเขาเอเวอเรสต์ จะต้องใช้เวลานานกว่าการต้มมันฝรั่งที่ความสูงระดับน้ำทะเลซึ่งน้ำมีจุดเดือดอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

จุดหลอมเหลว คือ จุดที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จุดหลอมเหลวนี้มีค่าเท่ากับจุดเยือกแข็ง เพียงแต่จุดเยือกแข็งใช้เรียกเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง

ตัวอย่างเช่น น้ำ มีจุดหลอมเหลว เป็น 0 องศาเซลเซียส (Celsius) หมายความว่า น้ำแข็ง ซึ่งเป็นสถานะของแข็งของน้ำจะกลายสถานะเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 0 องศาเซลเซียส และน้ำก็มีจุดเยือกแข็งที่ 0 องศาเซลเซียส อธิบายว่า น้ำสถานะของเหลวจะกลายสถานะเป็นของแข็งเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

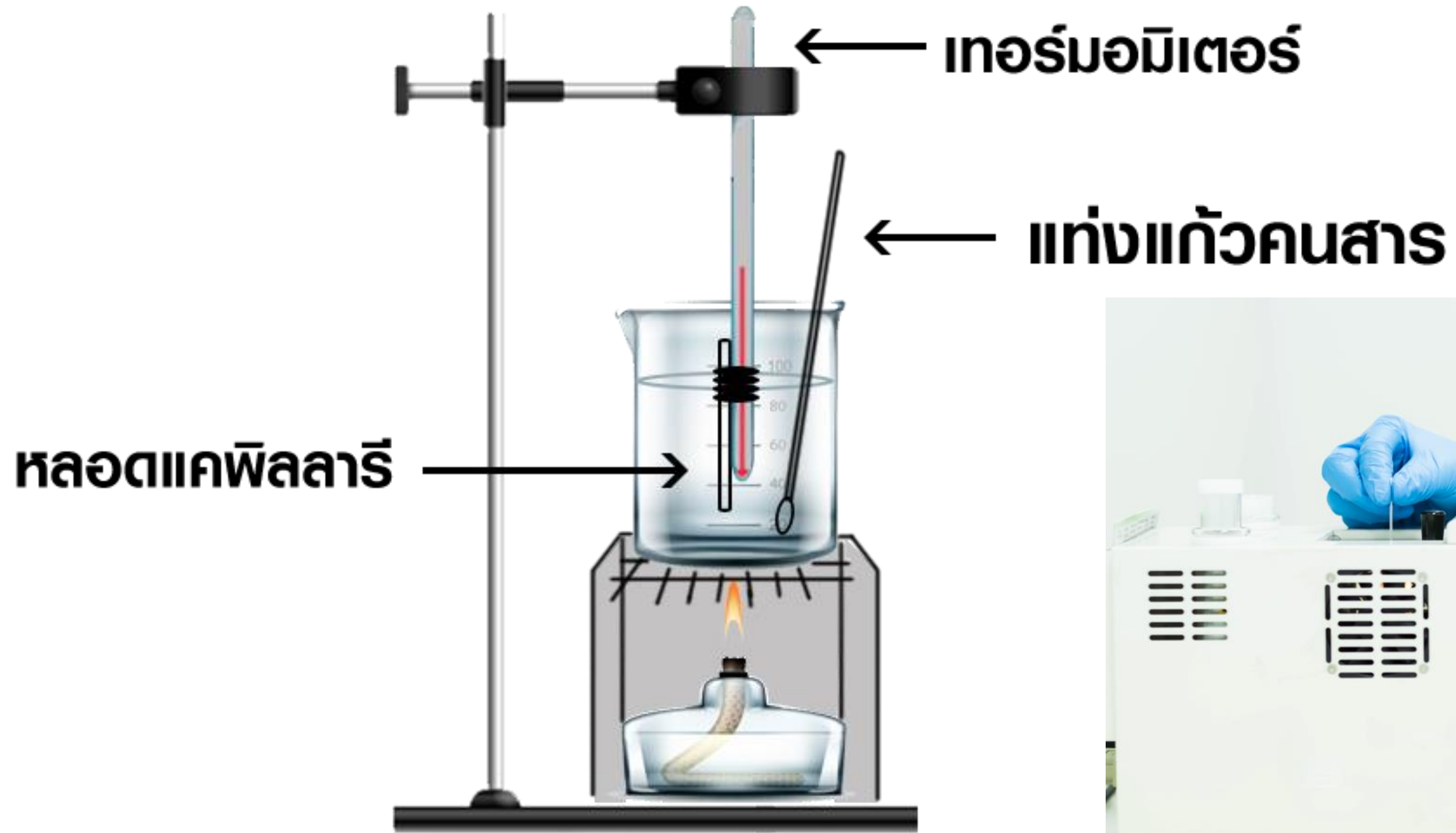


จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

ขั้นตอนการหาจุดหลอมเหลว

1. บรรจุสารลงในหลอดแคปิลลารี (Capillary melting point tube) ประมาณ 0.5-10 cm. จากปลายหลอดแคปิลลารี และมัดติดกับเทอร์โมมิเตอร์ โดยยางวง (Rubber band)
2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์เข้ากับจุกคอรัก และยึดติดกับแคลมป์ (Clamp)
3. เทน้ำมันพาราฟินหรือกลีเซอรอล (หรือสารชนิดอื่น ๆ ที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ) ลงในบีกเกอร์ (Beaker) และจุ่มปลายเทอร์โมมิเตอร์ลงในบีกเกอร์ อย่าให้ปลายกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อยู่ติดกับผนังบีกเกอร์
4. ให้ความร้อนอย่างช้าๆ บันทึกอุณหภูมิเมื่อเห็นสารในหลอดแคปิลลารีเริ่มหลอมเหลว อุณหภูมินั้น คือ จุดหลอมเหลว (Melting point)

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

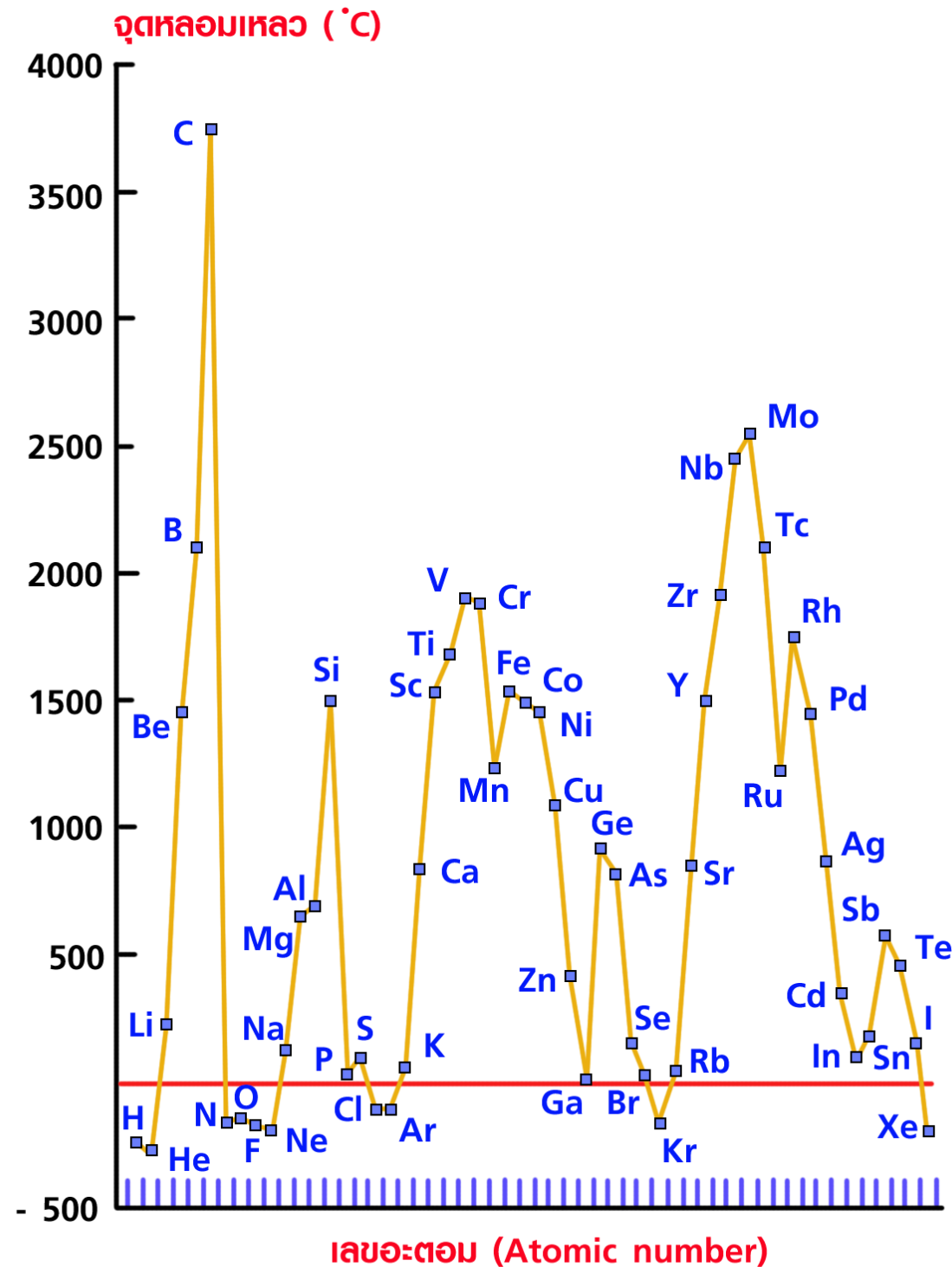
จุดเดือด - จุดหลอมเหลวของธาตุ ขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลหรืออะตอม ถ้าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมมาก จะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง แต่ถ้าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อย จุดเดือดจุดหลอมเหลวจะต่ำ

ธาตุโลหะ แรงดึงดูดระหว่างอะตอม เป็นพันธะโลหะ มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง ความแข็งแรงของพันธะโลหะขึ้นอยู่กับขนาดของอะตอม

- ถ้าอะตอมมีขนาดเล็กพันธะโลหะจะมีความแข็งแรงมากกว่าขนาดอะตอมใหญ่
- ธาตุที่มีระดับพลังงานเท่ากัน ความแข็งแรงของพันธะโลหะขึ้นอยู่กับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

คือ โลหะที่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากกว่าจะมีความแข็งแรงของพันธะโลหะมากกว่า โลหะใดมีความแข็งแรงของพันธะโลหะมาก จุดเดือดจุดหลอมเหลวก็จะสูงและถ้าโลหะใดมีความแข็งแรงของพันธะโลหะน้อยมาก จุดเดือดจุดหลอมเหลวก็จะต่ำด้วย

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



กราฟจุดเดือดจุดหลอมเหลวของธาตุในตารางธาตุ

จากกราฟแนวโน้มจุดเดือดจุดหลอมเหลวของธาตุในหมู่เดียวกัน
จากบนลงล่าง เป็นดังนี้

1.ธาตุที่เป็นโลหะ

- จุดเดือดจุดหลอมเหลวลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
เนื่องจากขนาดอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น
- โลหะทุกชนิดมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวกว้าง คือห่างกันมาก
เช่น Fe มี $mp = 1535\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $Bp = 2750\text{ }^{\circ}\text{C}$
มีจุดเดือดห่างจากจุดหลอมเหลว $2750 - 1535\text{ }^{\circ}\text{C} = 1215\text{ }^{\circ}\text{C}$

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

-259.1 H ← จุดหลอมเหลว (°C) -252.8 ← จุดเดือด (°C)							
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
179 Li 1317	1280 Be 2770	2300 B 2550	>3550 C 4827	-209.86 N -195.8	-218 O -183	-223 F -187	-272 He -269
97.6 Na 892	650 Mg 1170	660 Al 2450	1410 Si 2355	44 P 280	113 S 445	-102 Cl -35	-248 Ne -246
63 K 770	839 ± 2 Ca 1484	29.78 Ga 2403	937.4 Ge 2830	358 (slay) As 613 (s-hit)	217 Se 685	-7 Br 59	-248 Ar -186
39 Rb 688	770 Sr 1580	56.61 In 2080	231.9 Sn 2270	631 Sb 1635	450 Te 990	114 I 183	-157 Kr -153
28 Cs 678	714 Ba 1640	660 ± 10 Tl 3287	327.5 Pb 1740	271.3 Bi 156 ± 5	254 Po 962	1050 At 3200 ± 300	-112 Xe -107
- Fr -	700 Ra <1140						-71 Rn -62

- ไม่มีข้อมูล

ตารางจุดเดือดและจุดหลอมเหลว
ของธาตุในตารางธาตุ

2. ธาตุเป็นอโลหะ

- จุดเดือดจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นเมื่อเลขอะตอมลดลง เนื่องจากมวลอะตอมมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่าเพิ่มขึ้น
- อโลหะทุกชนิดมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวแคบ คือห่างกันน้อย เช่น Cl มีจุดเดือดห่างจากจุดหลอมเหลว = $(-35) - (-102) = 67 \text{ }^{\circ}\text{C}$

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

จุดเดือดจุดหลอมเหลวของธาตุในหมู่ IA IIA IIIA และ IVA ซึ่งเป็นโลหะ ยึดเหนี่ยวด้วยพันธะโลหะ
มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่ IVA จะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงที่สุด เมื่อเลขอะตอม
เพิ่มขึ้น จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่
เคลื่อนที่อิสระแข็งแรงขึ้น ธาตุหมู่ IVA บางธาตุมีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์จึงทำให้มีจุดเดือด
จุดหลอมเหลวสูงเช่น C

หมู่ VA VIA VIIA VIIIA เป็นอโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ มีจุดเดือดจุด
หลอมเหลวต่ำ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของธาตุกลุ่มนี้มีค่าต่ำมาก

ธาตุที่มีความเป็นโลหะกับอโลหะปนกันเรียกว่ากึ่งโลหะมี 8 ธาตุ คือ B, Si, Ge, As, Sb, Te, Po
และ At

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

สรุปแนวโน้มจุดติด-จุดหลอมเหลวของธาตุ

Diagram illustrating the periodic table with electronegativity trends. The table is color-coded: blue for main group elements, yellow for transition metals, and green for lanthanides/actinides. Arrows indicate that electronegativity increases from left to right and from bottom to top. A red dashed box highlights the main group elements, and a yellow dashed box highlights the transition metals. Text in Thai explains that electronegativity is highest for nonmetals and lowest for metals, and that it increases across the periodic table.

Electronegativity Trends:

- Increases from left to right (low to high).
- Increases from bottom to top (low to high).

Electronegativity Scale:

- High electronegativity (top right): Nonmetals (e.g., F, O, N, C, Si, P, S, Cl, Ar).
- Low electronegativity (bottom left): Metals (e.g., K, Ca, Na, Mg, Li, Be).

Electronegativity Scale (Bottom):

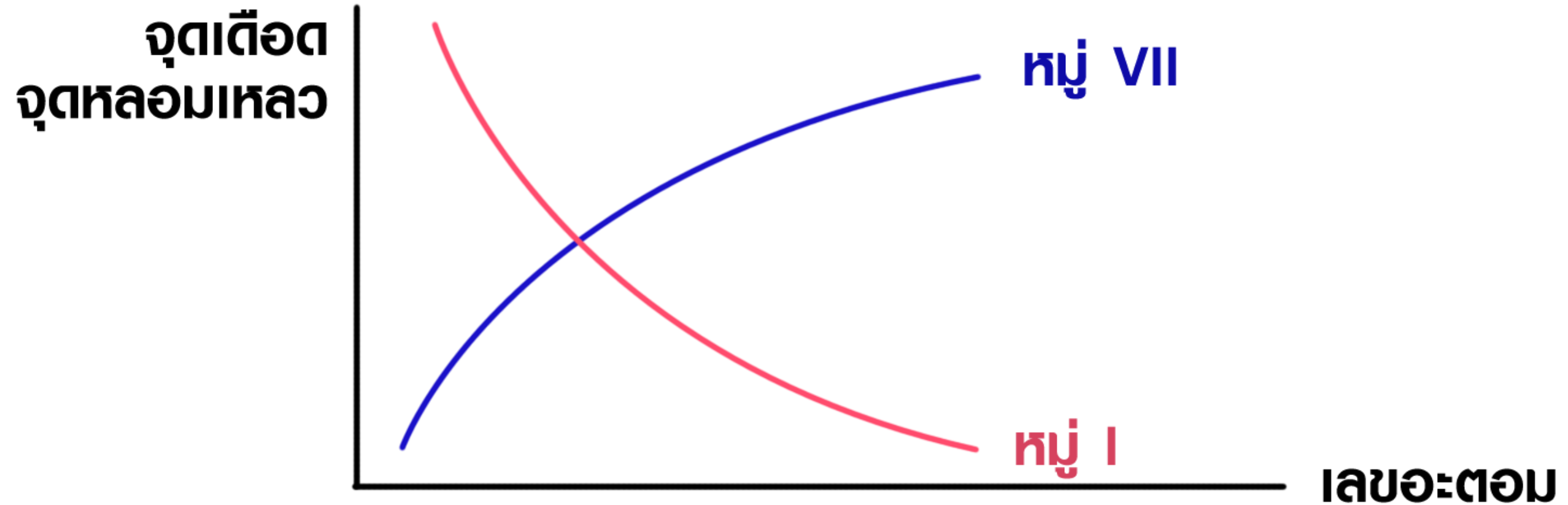
- High electronegativity (top right): Nonmetals (e.g., F, O, N, C, Si, P, S, Cl, Ar).
- Low electronegativity (bottom left): Metals (e.g., K, Ca, Na, Mg, Li, Be).

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

สรุปแนวโน้มจุดเดือด-จุดหลอมเหลวของธาตุ

2

กราฟแสดง จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของธาตุหมู่ 1, 7



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

EX. จงเปรียบเทียบจุดเดือดของธาตุต่อไปนี้ จากสูงไปต่ำ

- | | |
|--|------------------|
| 1. Li , Na , K , Rb | <u>ตอบ</u> |
| 2. Be , Mg , Ca , Sr | <u>ตอบ</u> |
| 3. F ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂ | <u>ตอบ</u> |
| 4. He , Ne , Ar , Kr | <u>ตอบ</u> |
| 5. P ₄ , S ₈ , Cl ₂ | <u>ตอบ</u> |
| 6. K , Ca , Cl ₂ , Ar | <u>ตอบ</u> |

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

Colligative Properties

สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties) คือสมบัติของสารละลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ได้แก่

1. การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
2. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด (boiling point elevation)
3. ความดันไอของสารละลาย (vapor pressure)
4. ความร้อนแฝงของการเป็นไอ (latent heat of vaporization)
5. ความดันออสโมติก (osmotic pressure) เป็นต้น

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

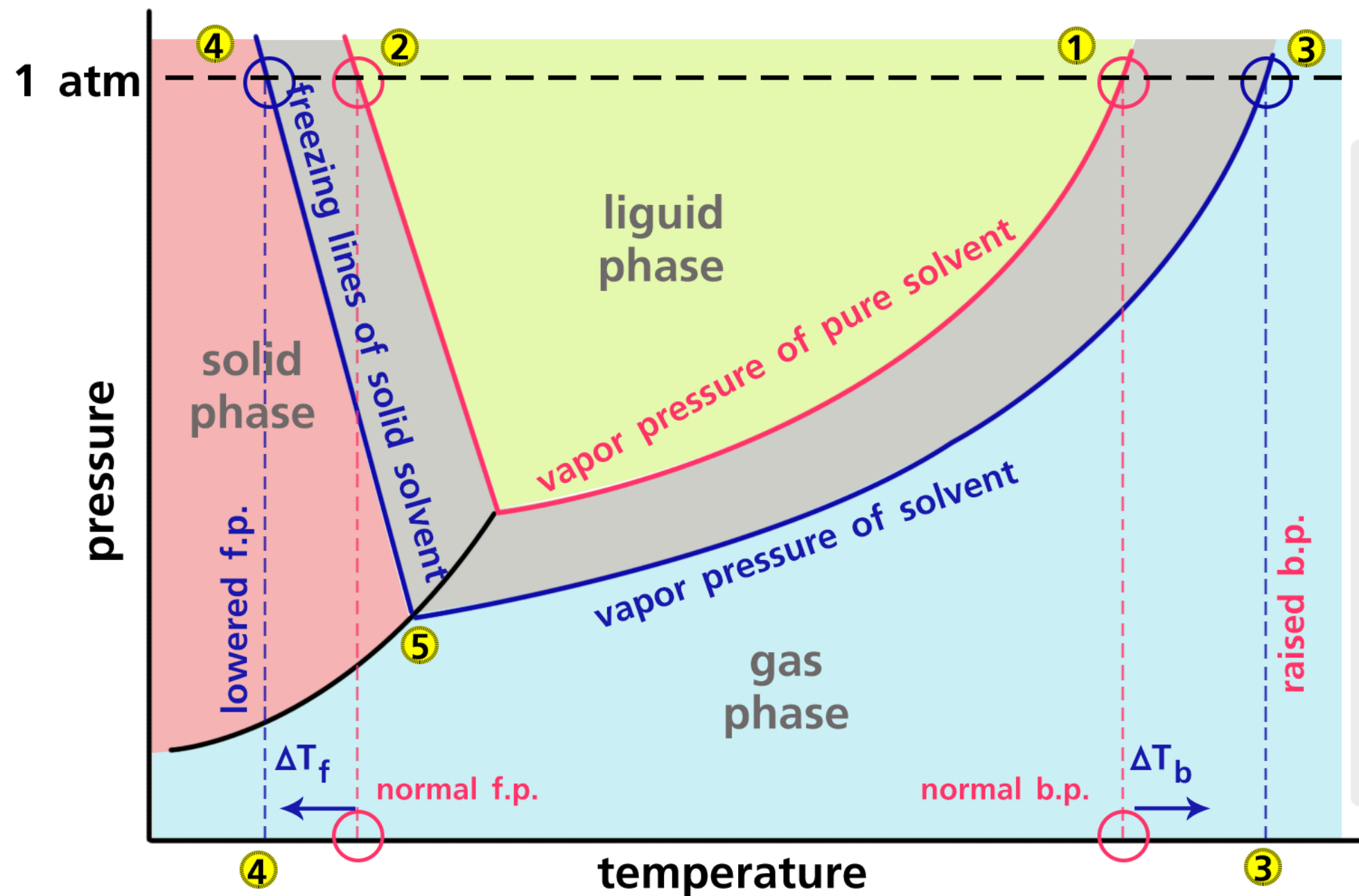
การต้มน้ำเชื่อม



ไอติมหลอด



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร



$$\Delta T = mk$$

$$\Delta T = \frac{\text{mol}_{\text{สาร}}}{\text{kg}_{\text{ตัวทำ}}}} \times k$$

$$\Delta T = \frac{g_{\text{สาร}}}{Mw_{\text{สาร}}} \times \frac{1000}{g_{\text{ตัวทำ}}} \times k$$

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

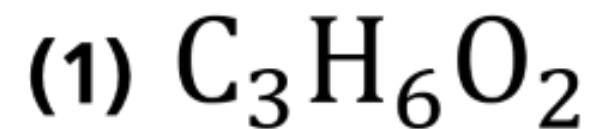
EX1. เอททิลีนไกลคอล ($\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$) เป็นสารที่ป้องกันการแข็งตัวของหม้อน้ำในรถยนต์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่ระเหยและไม่แตกตัว จงคำนวณหาจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มีเอททิลีนไกลคอล 651 g ในน้ำ 2505 g (M.W. EG = 62.02 g/mol) K_f และ $\text{H}_2\text{O} = 1.86^\circ\text{C/m}$

จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

EX2. กรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน ร้อยละ 58.82 และ 9.8 โดยมวลตามลำดับ เมื่อนำกรดนี้มาจำนวน 20.4 กรัม ละลายในน้ำ 400 กรัม จะได้สารละลายที่มีจุดเยือกแข็งเท่ากับ -0.93°C

กำหนด K_f ของน้ำ = $1.86^{\circ}\text{C/mol/kg}$

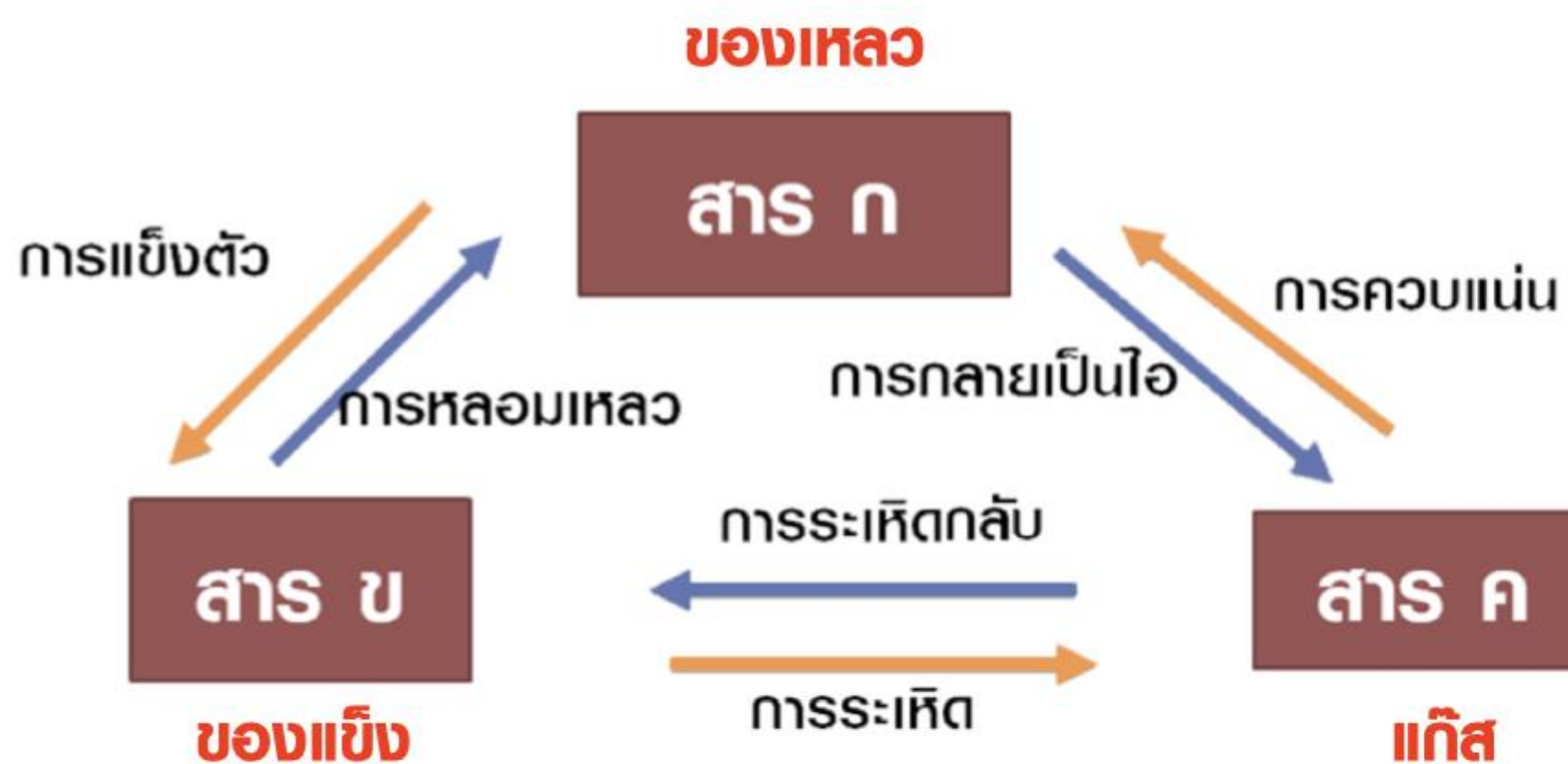
จากข้อมูลดังกล่าวกรดอินทรีย์นี้ควรเป็นกรดใด





จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร

★ การเปลี่ยนสถานะของสาร



★ จุดเดือด

จุดที่สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส จุดเดือดของน้ำขึ้นอยู่กับความดันอากาศของสภาพแวดล้อม เมื่อขึ้นไปบนยอดเขาสูง ความดันอากาศจะลดลง ทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงไปด้วย

ดังนั้น ถ้าเราต้มหิวมันฝรั่งที่ยอดเขาเอเวอเรสต์ จะต้องใช้เวลามากกว่าการต้มมันฝรั่งที่ความสูงระดับน้ำทะเล เนื่องจากบนยอดเขามีจุดเดือดต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล

★ จุดหลอมเหลว

จุดที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

จุดหลอมเหลวนี้มีค่าเท่ากับจุดเยือกแข็ง เพียงแต่จุดเยือกแข็งใช้เรียกเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง



จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร (ต่อ)

★ แนวโน้มจุดเดือด / จุดหลอมเหลวของธาตุ

จุดเดือด/จุดหลอมเหลวของธาตุ ขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลหรืออะตอม ถ้าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมมาก จะมีจุดเดือด/จุดหลอมเหลวสูง แต่ถ้าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อย จุดเดือด/จุดหลอมเหลวจะต่ำ

1. ธาตุที่เป็นโลหะ

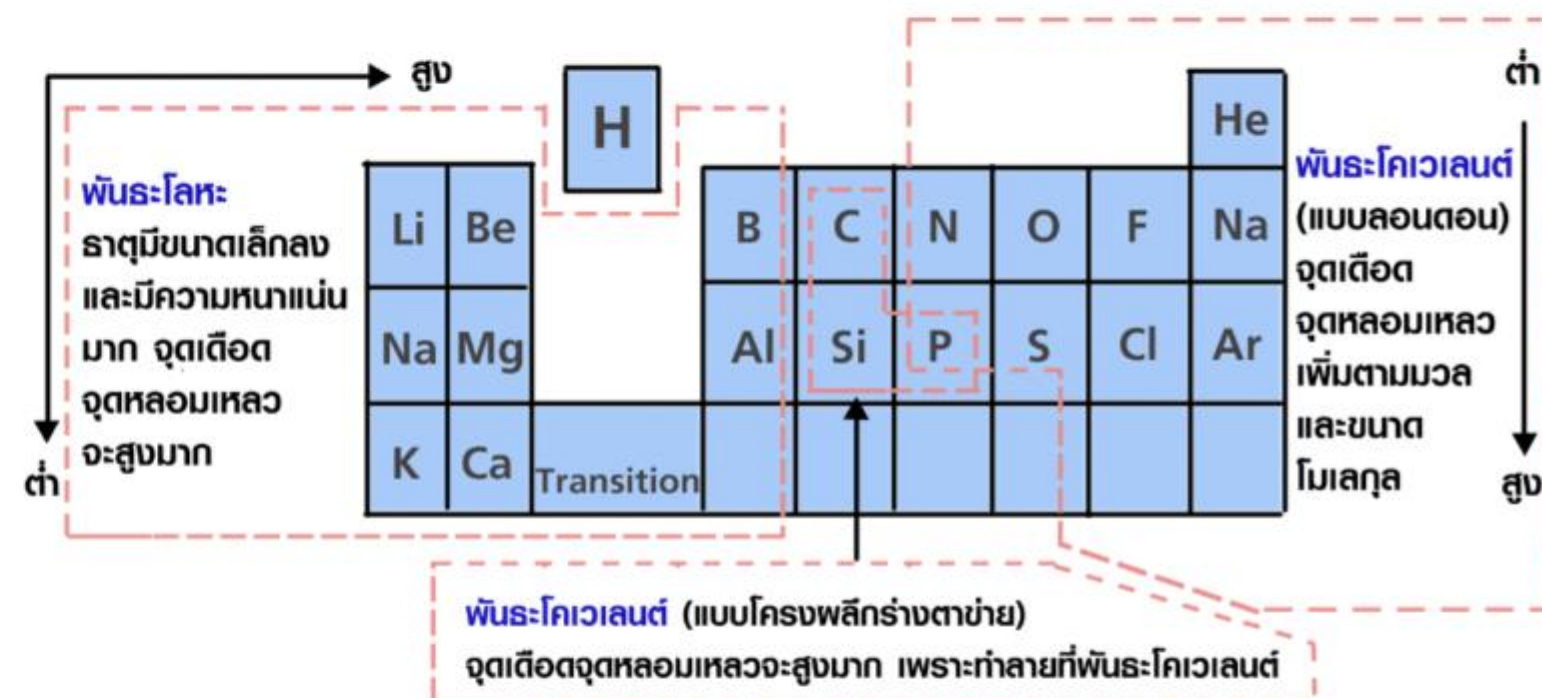
- จุดเดือด/จุดหลอมเหลวลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้นเนื่องจากขนาดอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น
- โลหะทุกชนิดมีจุดเดือด/จุดหลอมเหลวกว้าง คือห่างกันมาก

2. ธาตุที่เป็นอโลหะ

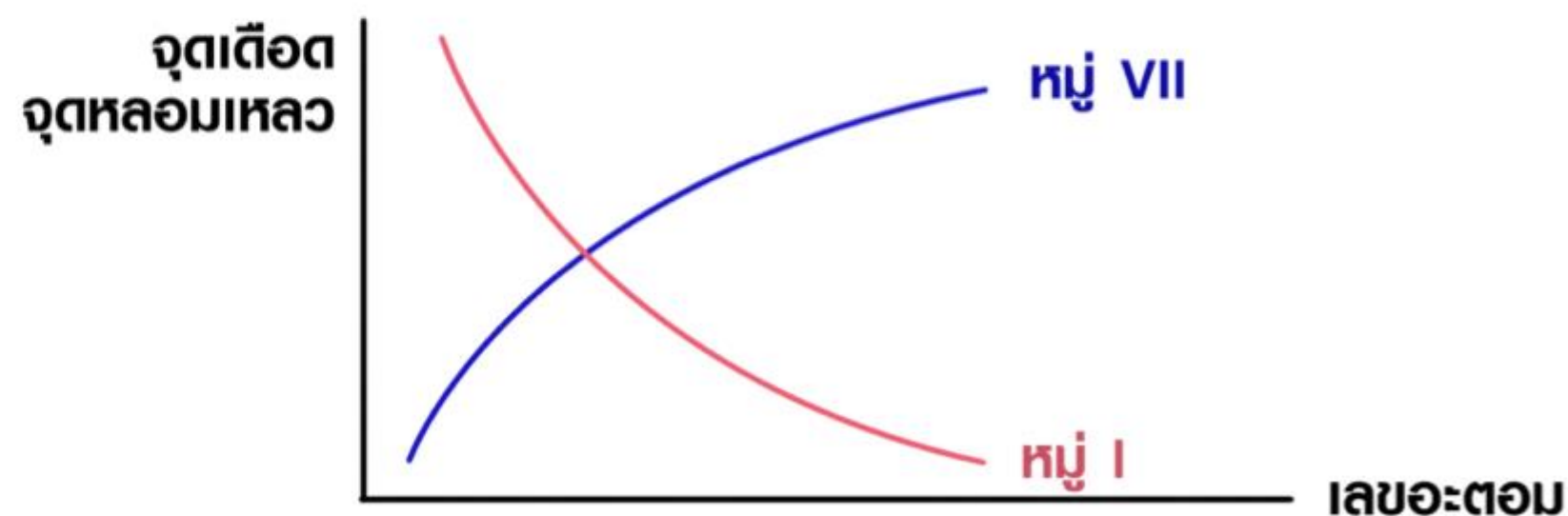
- จุดเดือด/จุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นเมื่อเลขอะตอมลดลง เนื่องจากมวลอะตอมมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่าเพิ่มขึ้น
- อโลหะทุกชนิดมีจุดเดือด/จุดหลอมเหลวแคบ คือห่างกันน้อย

★ สรุปแนวโน้มจุดเดือด/จุดหลอมเหลว

1. แนวโน้มจุดเดือด/จุดหลอมเหลวบนตารางธาตุ



2. กราฟแสดงจุดเดือด/จุดหลอมเหลวของธาตุหมู่ 1 และหมู่ 7





จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร (ต่อ)

★ สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties)

สมบัติของสารละลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ได้แก่

1. การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
2. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด (boiling point elevation)
3. ความดันไอของสารละลาย (vapor pressure)
4. ความร้อนแฝงของการเป็นไอ (latent heat of vaporization)
5. ความดันออสโมติก (osmotic pressure) เป็นต้น