วิชาเคมี

CHEMICAL KINETICS

โดย

อ.เดือนเพ็ญ ฉายทองดี

TUTORIAL SCHOOL BY
THE BRAIN

โรงเรียนกวดวิชา คณิต-วิทย์ อันดับ 1 ของประเทศ

CHEMISTRY

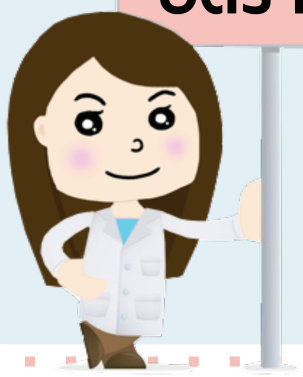
CHEMICAL KINETICS

CARE
we BY THE BRAIN 02-952-6767

www.WeByTheBrain.com

www.facebook.com/WeByTheBrain

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



เนื้อหา

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี
- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (R) หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้น หรือ ผลิตภัณฑ์ ที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา (วินาที, นาที, ชั่วโมง)

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (R)} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (R) = ความชันของกราฟ

สำหรับปฏิกิริยาใด ๆ $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา (R) $= -\frac{1}{a}R_A = -\frac{1}{b}R_B = +\frac{1}{c}R_C = +\frac{1}{d}R_D$

R ของปฏิกิริยา เท่ากับ R ของสารที่มีสัมประสิทธิเท่ากับ 1

ตัวอย่าง จากสมการ $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

จะได้ อัตราการเกิดปฏิกิริยา (R) =

1. พิจารณาปฏิกิริยา $A + B \longrightarrow 2C$

ในสารละลาย 1 dm^3 มีสาร A 0.25 mol ทำปฏิกิริยากับสาร B 0.15 mol เมื่อเวลาผ่านไป 50 วินาที พบว่ามีสาร C เกิดขึ้น 0.10 mol ข้อใดเป็นอัตราการลดลงของสาร A ($mol.s^{-1}$) ในช่วงเวลา 0 ถึง 50 วินาที **(สามัญ 2557)**

1. 0.001
2. 0.002
3. 0.003
4. 0.004
5. 0.005

2. พิจารณาปฏิกิริยาของ Br_2 กับกรด HCOOH ที่ 25 °C ดังสมการ

$$Br_2(aq) + HCOOH(aq) \rightarrow 2\,Br^-(aq) + 2\,H^+(aq) + CO_2(g)$$

ในสารละลาย 1 dm^3 มี Br_2 0.0120 mol ทำปฏิกิริยากับ HCOOH 0.0500 mol เมื่อเวลาผ่านไป 100 วินาที พบว่ามีสาร Br^- เกิดขึ้น 7.20×10^{-3} mol อัตราการลดลงของ Br_2 ในช่วงเวลา 0 ถึง 100 วินาที ในหน่วยโมลวินาที มีค่าเท่าใด **(สามัญ 2558)**

1. 3.60×10^{-5}
2. 7.20×10^{-5}
3. 1.20×10^{-4}
4. 1.44×10^{-4}
5. 7.20×10^{-3}

3. เมื่อนำแมกนีเซียม 9.6 g ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 mol/dm^3 ปริมาตร 100 cm^3 เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที พบว่ากรดทำปฏิกิริยาหมดพอดี แต่มีแมกนีเซียมเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยในหน่วย mol/s มีค่าเท่าใด **(สามัญ 2556)**

1. 0.15
2. 0.05
3. 6.7×10^{-3}
4. 5.0×10^{-3}
5. 2.5×10^{-3}

4. สาร A และสาร B ทำปฏิกิริยากันดังสมการ

$$A(aq) + B(aq) \longrightarrow 2C(aq)$$

เมื่อผสมสารละลาย A และ B ที่มีความเข้มข้น 0.2 mol/dm^3 เท่ากัน อย่างละ 3 cm^3 ทำการจับเวลาทันทีที่ทั้งสองผสมกัน เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที นำไปวิเคราะห์พบว่าในสารละลายมีสาร C เกิดขึ้น 2.3×10^{-4} mol อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้เป็นดังข้อใด **(สามัญ 2555)**

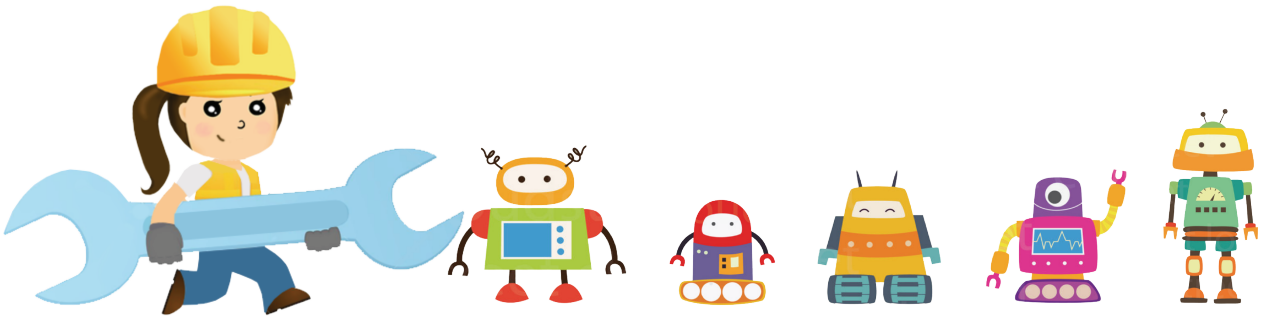
1. ค่าเฉลี่ยการลดลงของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ซึ่งเท่ากับ 1.53×10^{-5} mol/s
2. อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสาร C ที่เกิดขึ้นต่อเวลาซึ่งเท่ากับ 2.3×10^{-5} $mol/dm^3.s$
3. อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสาร A ที่ลดลงต่อเวลาซึ่งเท่ากับ 1.15×10^{-5} $mol/dm^3.s$
4. อัตราการลดลงของสาร A และสาร B ซึ่งเท่ากับ 3.8×10^{-3} $mol/dm^3.s$
5. อัตราการลดลงของสาร A ซึ่งเท่ากับ 1.9×10^{-3} $mol/dm^3.s$

5. กำหนดให้สาร A และ B ทำปฏิกิริยากันได้สาร C และ D เมื่อผสมสารละลาย A กับสารละลาย B อย่างละ 50 cm^3 จับเวลาหลังผสมสารตั้งต้นเป็นนาที (min) และวิเคราะห์จำนวนโมลของสารในสารละลาย 100 cm^3 ได้ผลดังนี้

เวลา	จำนวน mol ของสาร			
(min)	A	B	C	D
0	1×10^{-2}	2.0×10^{-2}	0	0
0.5	8.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}	8.0×10^{-3}	4.0×10^{-3}
1.0	7.0×10^{-3}	1.1×10^{-2}	X	6.0×10^{-3}
1.5	Y	9.5×10^{-3}	1.4×10^{-2}	Z

ข้อใดถูก (สามัญ 2556)

1. ความเข้มข้น (ในหน่วย mol/dm^3) ของ X > Y > Z
2. อัตราเฉลี่ยของการเกิดปฏิกิริยานี้เท่ากับ 7.0×10^{-3} $mol/dm^3.min$
3. ช่วง 0-0.5 นาที อัตราการลดลงของ A เท่ากับอัตราการเพิ่มขึ้นของ C
4. สมการเคมีของปฏิกิริยานี้คือ A(aq) + 2B(aq) → 2C(aq) + D(aq)
5. ที่เวลา 1 นาที จำนวนโมลของสารตั้งต้นทั้งหมด (A + B) เท่ากับของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (C + D)



6. ในการศึกษาอัตราของปฏิกิริยา $2A + 3B \rightarrow C$ ได้ข้อมูลดังตาราง

เวลา (นาที)	[A] mol/dm^3	[B] mol/dm^3	[C] mol/dm^3
0	10	20	0
2	7	X_1	Y_1
4	5	X_2	Y_2
6	4	X_3	Y_3

ข้อใดถูกต้อง

1. อัตราการเกิดสาร C > อัตราการสลายตัวของสาร A > อัตราการสลายตัวของสาร B
2. $X_1 = 15, X_2 = 13, X_3 = 12$
3. อัตราการสลายตัวของ A ในช่วงเวลา 0-2 นาที มีค่าเป็น 3 เท่าของอัตราการเกิด C ในช่วงเวลา 2-4 นาที
4. $Y_1 = 3, Y_2 = 5, Y_3 = 6$

แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ทฤษฎีการชนกัน (Collision Theory)

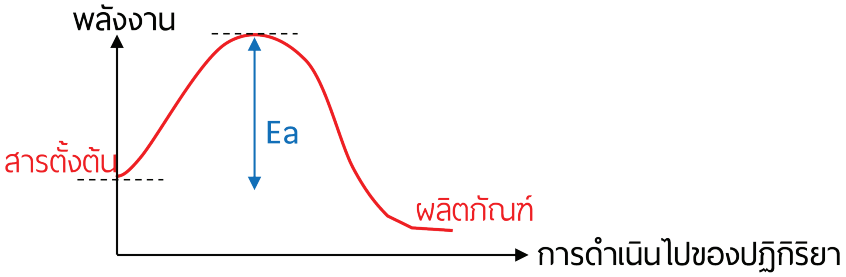
ทฤษฎีการชนกัน (Collision Theory) อธิบายไว้ว่า การที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **อนุภาคต้องมาชนกัน**
2. อนุภาคที่ชนกัน ต้อง**ชนกันในทิศทางที่เหมาะสม**
3. **พลังงานที่เกิดจากการชนมีค่ามากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา** (Ea)

2. พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy, Ea)

พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy, Ea) หรือ พลังงานกระตุ้น คือ พลังงานที่น้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้

- ถ้า Ea **ต่ำ** ปฏิกิริยานั้นจะ**เกิดขึ้นได้เร็ว**
- ถ้า Ea **สูง** ปฏิกิริยานั้นจะ**เกิดขึ้นได้ช้า**
- ค่า Ea ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณผลิตภัณฑ์ว่าจะเกิดมากหรือน้อย

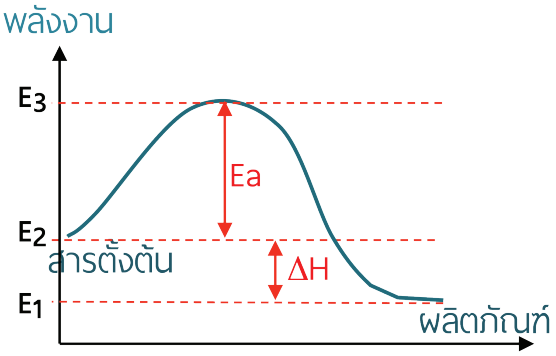
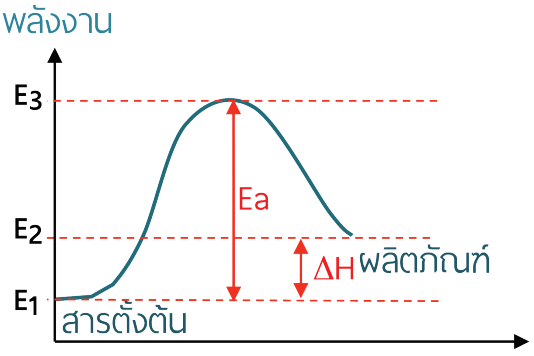


รูป กราฟแสดงค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (Ea)

Ea วัดจากจุดยอด ถึงสารตั้งต้น

พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

1. ปฏิกิริยาคายและดูดความร้อน

ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction)	ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic reaction)
	
$Ea = E_3 - E_2$ $\Delta H = E_1 - E_2$	$Ea = E_3 - E_1$ $\Delta H = E_2 - E_1$

พลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) = พลังงานผลิตภัณฑ์ – พลังงานสารตั้งต้น

2. ปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน

ปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอนจะมีขั้นตอนที่เกิดช้า และเกิดเร็วรวมอยู่ด้วย โดย**ขั้นตอนย่อยที่เกิดได้ช้าที่สุด (Ea สูงสุด) จะเป็นขั้นกำหนดปฏิกิริยา** หรือขั้นกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Ea ของขั้นตอนย่อยที่เกิดช้าที่สุด จะเป็น Ea ของทั้งปฏิกิริยา)

เช่น ปฏิกิริยารวม A ⟶ D ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ

ขั้นที่ 1 A ⟶ B เกิดเร็ว

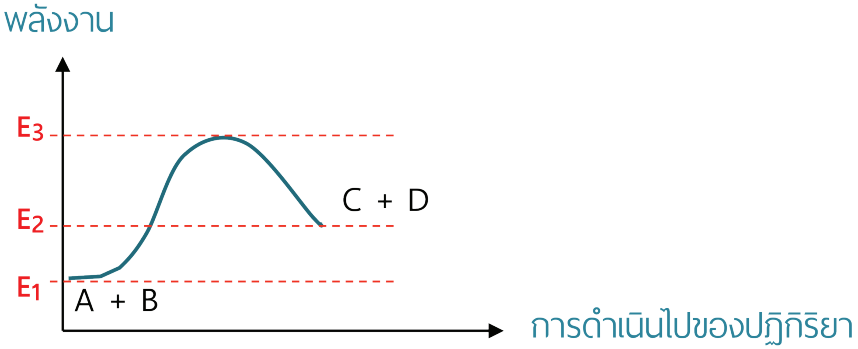
ขั้นที่ 2 B ⟶ C **เกิดช้า**

ขั้นที่ 3 C ⟶ D เกิดเร็ว

ดังนั้น ขั้นที่ 2 เป็นขั้นกำหนดปฏิกิริยา หรือ ขั้นกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

3. ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (Reversible reaction)

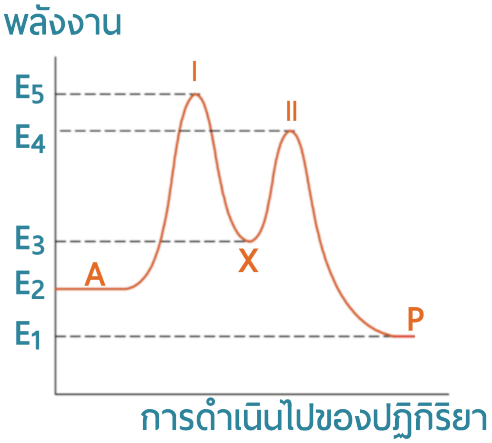
ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (Reversible reaction) คือ ปฏิกิริยาที่สามารถไปข้างหน้า และเกิดย้อนกลับได้ สมการ $A + B \rightleftharpoons C + D$



ปฏิกิริยาไปข้างหน้า $A + B \rightarrow C + D$	ปฏิกิริยาย้อนกลับ $C + D \rightarrow A + B$
ชนิดปฏิกิริยา	ชนิดปฏิกิริยา .....
Ea = ...	Ea = ...

ตัวอย่าง ปฏิกิริยาที่มีกลไกในการเกิดหลายขั้นตอน และย้อนกลับได้

กำหนดให้ปฏิกิริยา A ↔ P เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับได้ และมีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน



Ea ไปข้างหน้าของ I = ...

Ea ไปข้างหน้าของ II = ...

Ea ไปข้างหน้า = ...

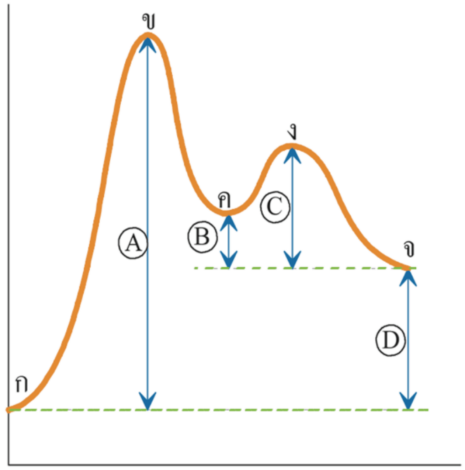
Ea ย้อนกลับของ I = ...

Ea ย้อนกลับของ II = ...

Ea ย้อนกลับ = ...

ΔH = ...

1. การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา ก → ข แสดงดังแผนภาพต่อไปนี้
การเปลี่ยนแปลงของพลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับคือข้อใด



1. A
2. C
3. A – (B + C)
4. A – (B + D)

2. ปฏิกิริยาผันกลับ X ↔ Y มีพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาไปข้างหน้า 100 kJ/mol มีพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาย้อนกลับ 75 kJ/mol ปฏิกิริยา X ↔ Y นี้เป็นปฏิกิริยาชนิดนี้

1. คายความร้อน 25 kJ/mol
2. คายความร้อน 175 kJ/mol
3. ดูดความร้อน 25 kJ/mol
4. ดูดความร้อน 175 kJ/mol

3. ปฏิกิริยา A + 2B ↔ 3C + 5D พลังงานของสารตั้งต้น A และ B น้อยกว่าพลังงานของ C และ D อยู่ 250 kJ ถ้าค่าพลังงานก่อมันมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับ 510 kJ พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีค่าเท่าใด และ ปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด

1. 260 kJ คายความร้อน
2. 260 kJ ดูดความร้อน
3. 760 kJ คายความร้อน
4. 760 kJ ดูดความร้อน

4. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

ปฏิกิริยา	Ea (kJ)	ΔE (kJ)
A	70	+ 30
B	90	- 40
C	110	+ 25
D	50	- 15

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ปฏิกิริยา B เกิดเร็วที่สุดเพราะคายความร้อน = 40 kJ
2. ปฏิกิริยา A มีค่า Ea ของปฏิกิริยาย้อนกลับ = 100 kJ
3. ปฏิกิริยา C เกิดช้าที่สุดเพราะดูดความร้อน = 20 kJ
4. ปฏิกิริยา D มีค่า Ea ของปฏิกิริยาย้อนกลับ = 65 kJ

ปฏิกิริยาเกิดช้า เกิดเร็ว ให้ดูที่ Ea ไม่ใช่ดูจาก ΔH (ดูด หรือ คาย) นั่นคือ
Ea ต่ำ = เกิดเร็ว , Ea สูง = เกิดช้า

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ธรรมชาติสารตั้งต้น

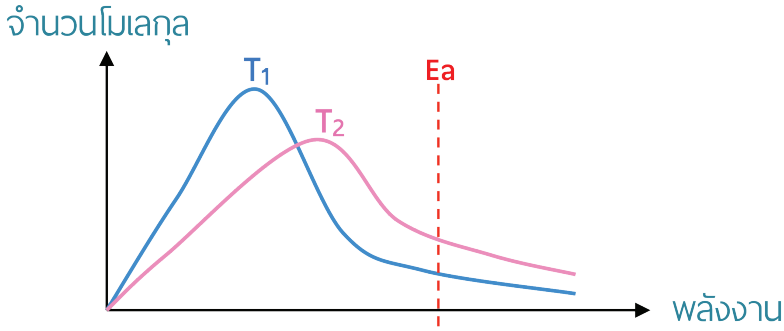
ถ้าสารตั้งต้นโครงสร้างไม่ซับซ้อน ⟶ เกิดปฏิกิริยาง่าย
ถ้าสารตั้งต้นโครงสร้างซับซ้อน ⟶ เกิดปฏิกิริยายาก

2. พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่เป็นของแข็ง (การเพิ่มพื้นที่ผิวทำได้โดยลดขนาดของแข็ง) ปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วขึ้น

3. อุณหภูมิ

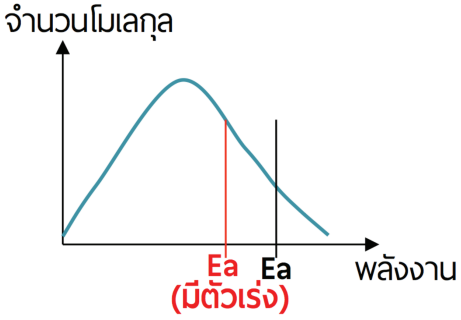
เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิทำให้โมเลกุลบางส่วนมีพลังงานจลน์สูงกว่า Ea มากขึ้น เป็นผลทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วเพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสที่จะชนกันมากขึ้น

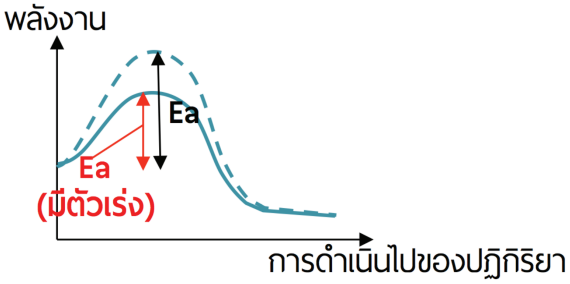


$T_2 > T_1$

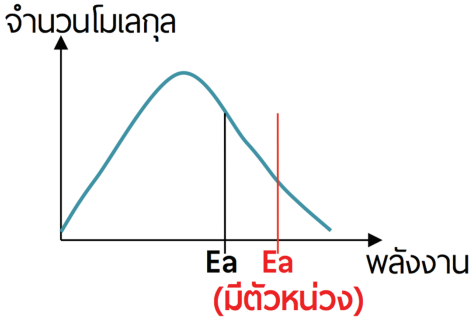
4. ตัวเร่งและตัวหน่วง

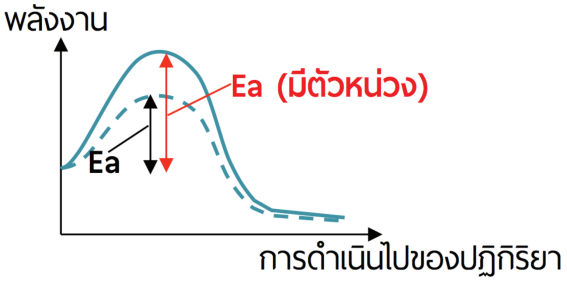
4.1 ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เนื่องจากไปลดค่า Ea





4.2 ตัวหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitor) ทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงเนื่องจากไปเพิ่มค่า Ea





5. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ถ้าเพิ่มความเข้มข้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น เพราะเสมือนกับเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคที่ชนกัน แต่ถ้าลดความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง

1. ปฏิกิริยาระหว่าง Mg(s) กับ HCl(aq) ในการทดลองใดที่แมกนีเซียมถูกใช้ไปเร็วที่สุดในการทำปฏิกิริยา

	ลักษณะของ Mg(s)	ความเข้มข้น HCl	อุณหภูมิในการทดลอง (°C)
1.	แผ่น (มวล 1 กรัม)	1 mol/dm^3	80 °C
2.	ผง (มวล 1 กรัม)	0.5 mol/ dm^3	20 °C
3.	แผ่น (มวล 1 กรัม)	0.5 mol/ dm^3	80 °C
4.	ผง (มวล 1 กรัม)	1 mol/ dm^3	80 °C

2. ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $Na_2S_2O_3$ กับสารละลายกรดเกลือ (HCl) เกิดขึ้นดังสมการ

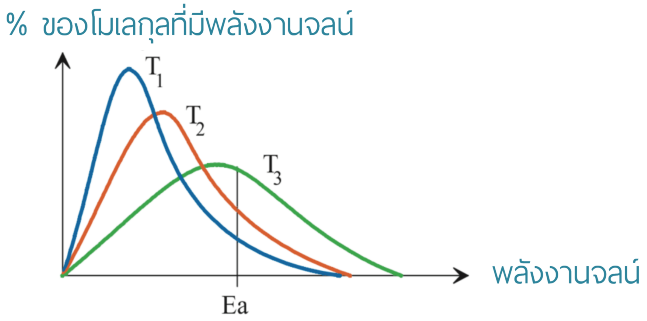
$Na_2S_2O_3(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + SO_2(aq) + H_2O(l) + S(s)$

จะได้ตะกอนกำมะถันไปบดบังกากบาทที่วางไว้ใต้ภาชนะดังรูป การทดลองจะจับเวลาตั้งแต่เห็นกากบาท จนไม่เห็นกากบาท (ซึ่งแสดงว่าปฏิกิริยาได้สิ้นสุดแล้ว)

การกระทำในข้อใดที่ทำให้ไม่เห็นกากบาทเกิดเร็วขึ้น

1. ลดความเข้มข้นของกรด HCl ลง
2. ให้ความร้อนกับสารละลาย
3. เติมน้ำลงไป
4. ลดความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ ลง

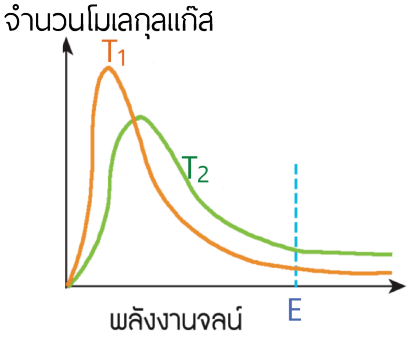
3. การกระจายพลังงานจนล์ของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิที่ T_1, T_2 และ T_3 ข้อความใดถูกต้อง



$T_3 > T_2 > T_1$

1. ที่อุณหภูมิ T_1 ปฏิกิริยาเกิดเร็วที่สุด
2. ที่อุณหภูมิ T_2 ปฏิกิริยาเกิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_3
3. ที่อุณหภูมิ T_3 ปฏิกิริยาเกิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2
4. ที่อุณหภูมิ T_1 มีจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงกว่าพลังงานกระตุ้นมากกว่าที่ T_2

4. กราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2 เมื่อ $T_2 > T_1$ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ T_2 มากกว่า T_1 เพราะเหตุใด



1. พลังงานกระตุ้นสำหรับปฏิกิริยาต่ำกว่า
2. โมเลกุลที่มีพลังงานสูงมีมากกว่า
3. โมเลกุลชนกันในทิศทางที่เหมาะสมกว่า
4. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

5. ปฏิกิริยา $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$ เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ถ้าใส่ผลสังกะสีในกรดซัลฟิวริกเจือจางที่ (i) 25 °C และ (ii) 35 °C กรณี (ii) จะเกิดผลอย่างไรเมื่อเทียบกับกรณี (i)

ก. อนุภาคต่างๆ มีพลังงานจลน์สูงขึ้น
ข. พลังงานกระตุ้นลดลง
ค. อนุภาคต่างๆ ชนกันบ่อยครั้งขึ้น
ง. ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้น
จ. แก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยลง

ข้อใดถูก

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

6. $2Al(s) + 2NaOH(aq) + 6H_2O(l) \rightarrow 2NaAl(OH)_4(aq) + 3H_2(g)$

ทำการทดลอง 2 ตอนดังนี้ โดยน้ำหนักของอะลูมิเนียมที่ใช้ทั้ง 2 ตอนมีค่าเท่ากัน

ตอนที่ 1 ใช้แผ่นอะลูมิเนียมเป็นก้อนกลม 1 ก้อน

ตอนที่ 2 ใช้อะลูมิเนียมเป็นก้อนกลม 1 ก้อน

เวลา (s)	ความเข้มข้นของ NaOH (mol/dm^3)		ความเข้มข้นของ $NaAl(OH)_4$ (mol/dm^3)	
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2
0	a	a	b	d
2	X	A	e	h
4	Y	B	f	i
6	Z	C	g	j

ข้อใด**ผิด**

ก. $X > A$ ข. $Z < C$ ค. $b = d = 0$ ง. $f > i$

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

7. ปฏิกิริยาระหว่าง A และ B สามารถให้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ C และ D โดยแต่ละปฏิกิริยามีค่า Ea และพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาดังนี้

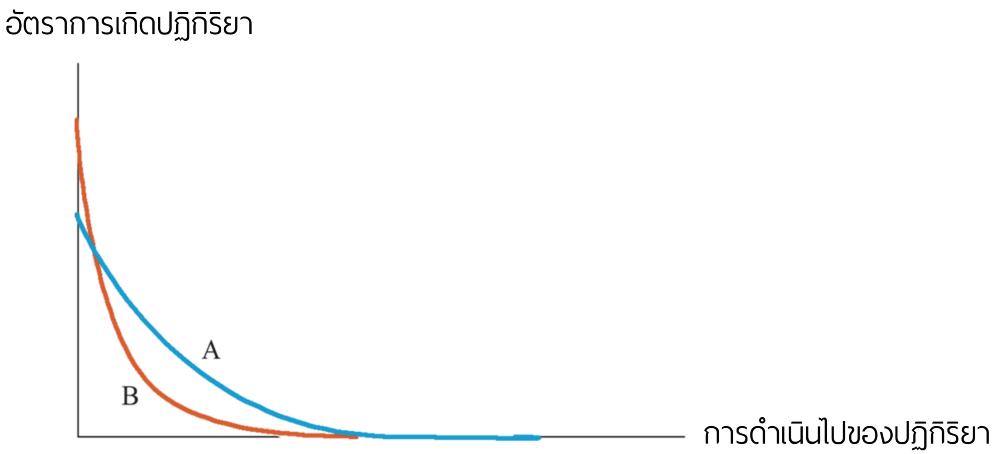
ปฏิกิริยาที่ 1 : $A + B \leftrightarrow C$ $Ea = 200\ kJ$ $\Delta H = +100\ kJ$

ปฏิกิริยาที่ 2 : $A + B \leftrightarrow D$ $Ea = 400\ kJ$ $\Delta H = -100\ kJ$

ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่าง A และ B คือข้อใด

1. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปฏิกิริยาที่ 1 จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง
2. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปฏิกิริยาที่ 2 จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง
3. ปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาที่ 1 จะมีพลังงานกระตุ้นสูงกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาที่ 2
4. ปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาที่ 2 จะมีพลังงานกระตุ้นสูงกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาที่ 1

8. ทำการทดลองวัดอัตราเร็วการสลายตัวของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา R(s) → P(s)
จำนวน 2 การทดลอง คือการทดลอง A และ B โดยเริ่มต้นจากความเข้มข้นของสาร R เท่ากัน ความดันเดียวกัน ได้ผลการทดลองแสดงดังกราฟ



ข้อใด**ผิด**

1. การทดลอง A เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าการทดลอง B
2. พลังงานก่อกัมมันต์ของการทดลอง A สูงกว่าการทดลอง B
3. มีการเติมสารเร่งปฏิกิริยาลงในการทดลอง B
4. มีการบดสารตั้งต้น R ในการทดลอง B

ได้รับความไว้ใจจากนักเรียนกว่า 1.5 ล้านคน ตลอดเวลาที่ผ่านมา

เป็นที่ “1” ในใจ

ด้วยระบบการเรียนรู้ที่ใครๆ ก็เก่งได้

อัพเดต เฉลยข้อสอบ
ทุกสนามสอบสำคัญ

www.youtube.com/WeByTheBrain

แฟนเพจ มากกว่า 3 แสนคน

www.facebook.com/WeByTheBrain