

CHUYÊN ĐỀ 10.1: CƠ SỞ HÓA HỌC

Bài 3. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng hóa học

I. MỤC TIÊU

1. Yêu cầu cần đạt theo chương trình 2018

- + Trình bày được khái niệm năng lượng hoạt hoá (theo khía cạnh ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng).
- + Nêu được ảnh hưởng của năng lượng hoạt hoá và nhiệt độ tới tốc độ phản ứng thông qua phương trình Arrhenius $k = A \cdot e^{(-E_a / RT)}$.
- + Giải thích được vai trò của chất xúc tác.

2. Đặc tả theo mức độ nhận thức

a) Nhận biết

- + Nêu được khái niệm năng lượng hoạt hóa.
- + Nêu được ảnh hưởng của năng lượng hoạt hóa và nhiệt độ đến tốc độ phản ứng thông qua phương trình Arrhenius.

b) Thông hiểu

- + Giải thích được vai trò của chất xúc tác.

c) Vận dụng

- + Vận dụng phương trình Arrhenius tính được năng lượng hoạt hóa, so sánh tốc độ phản ứng ở những mức nhiệt độ xác định.

II. NỘI DUNG TRỌNG TÂM BÀI HỌC

1. Các kiến thức cần nhớ

- + **Năng lượng hoạt hóa** là năng lượng tối thiểu mà chất phản ứng cần phải có để phản ứng có thể xảy ra.
- + **Phương trình Arrhenius:** biểu diễn sự ảnh hưởng của năng lượng hoạt hóa và nhiệt độ đến hằng số tốc độ phản ứng.

$$k = A \times e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Trong đó:

k là hằng số tốc độ phản ứng

A là hằng số thực nghiệm Arrhenius

e là cơ số của logarit tự nhiên, $e = 2,7183$

E_a là năng lượng hoạt hóa (J/mol)

R là hằng số khí lí tưởng, $R = 8,314$ (J/mol·K)

T là nhiệt độ theo thang Kelvin (K)

- + Khi năng lượng hoạt hóa E_a lớn, hằng số tốc độ k nhỏ, tốc độ phản ứng chậm.

+ Phương trình Arrhenius viết lại cho 2 nhiệt độ T_1 và T_2 xác định, ứng với 2 hằng số tốc độ k_1 và k_2 :

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

+ Phản ứng có năng lượng hoạt hóa nhỏ hoặc nhiệt độ của phản ứng cao, tốc độ phản ứng càng lớn.

+ **Chất xúc tác** có vai trò làm giảm năng lượng hoạt hóa để tăng tốc độ của phản ứng. Chất xúc tác có tính chọn lọc.

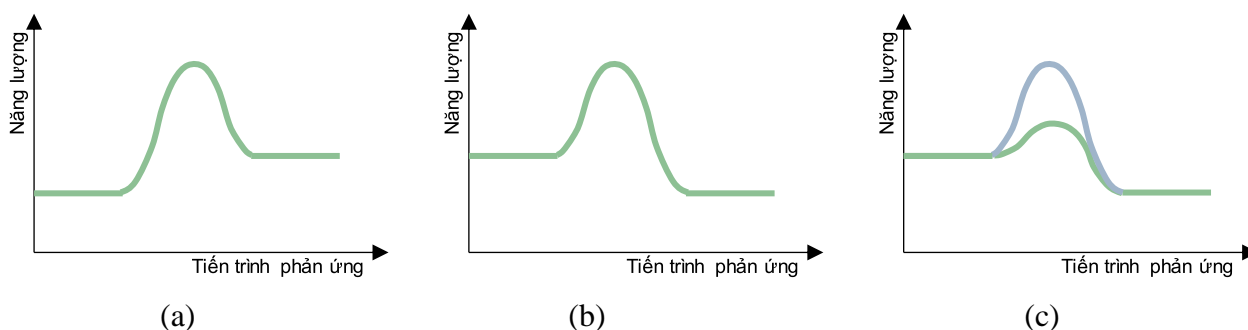
2. Các kĩ năng cần nắm

+ Tính được năng lượng hoạt hóa, hằng số tốc độ phản ứng; sự thay đổi tốc độ phản ứng.

III. CÂU HỎI – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

TỰ LUẬN (22 câu)

Câu 1. Cho giản đồ năng lượng của các phản ứng:

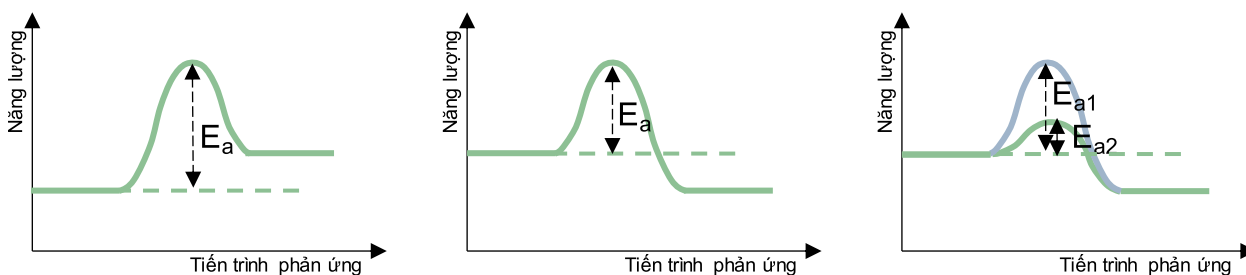


a) Hãy biểu diễn năng lượng hoạt hóa trên giản đồ năng lượng của phản ứng trong từng trường hợp.

b) Giản đồ năng lượng nào biểu diễn ảnh hưởng của xúc tác đến năng lượng hoạt hóa của phản ứng?

Trả lời:

a)



b) Giản đồ (c).

Câu 2. Cho hằng số tốc độ của một phản ứng là $11 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ tại nhiệt độ 345K và hằng số thực nghiệm Arrhenius là $20 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Tính năng lượng hoạt hóa của phản ứng trên.

Trả lời:

$$k = A \times e^{-\frac{E_a}{RT}} \Rightarrow 11 = 20 \times e^{-\frac{E_a}{8,314 \times 345}} \Rightarrow E_a = 1714,8 \text{ (J/mol)}$$

Câu 3. Tìm hằng số tốc độ phản ứng k ở 273K của phản ứng phân hủy



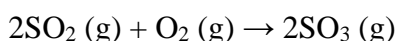
Biết rằng ở 300K, năng lượng hoạt hóa là 111 kJ/mol và hằng số tốc độ phản ứng là 10^{-10}s^{-1} .

Trả lời:

Đặt $k' = 10^{-10}\text{s}^{-1}$ ứng với $T' = 300\text{K}$, $T = 273\text{K}$.

$$\ln \frac{k'}{k} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right) \Rightarrow \ln \frac{k'}{k} = \frac{111 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{300} \right) = 4,401 \Rightarrow \frac{10^{-10}}{k} = 82 \Rightarrow k = 1,22 \times 10^{-12} (\text{s}^{-1})$$

Câu 4. Phản ứng tổng hợp SO_3 trong dây chuyền sản xuất sulfuric acid:



Tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ từ 350°C lên 450°C. Biết năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 314 kJ/mol.

Trả lời:

$$T_1 = 350 + 273 = 623 (\text{K})$$

$$T_2 = 450 + 273 = 723 (\text{K})$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{314 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{623} - \frac{1}{723} \right) = 8,385 \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 4380$$

Vậy khi nhiệt độ tăng từ 350°C lên 450°C, tốc độ phản ứng tăng 4380 lần.

Câu 5. Một phản ứng đơn giản xảy ra ở nhiệt độ 100°C, trong điều kiện có xúc tác và không có xúc tác, năng lượng hoạt hóa của phản ứng lần lượt là $E_{a1} = 25 \text{ kJ/mol}$ và $E_{a2} = 50 \text{ kJ/mol}$. So sánh tốc độ phản ứng trong 2 điều kiện.

Trả lời:

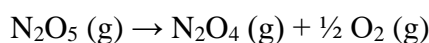
Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{-\frac{E_{a1}}{RT}} \quad \text{và} \quad k_2 = A \times e^{-\frac{E_{a2}}{RT}}$$

$$\text{Chia vế theo vế ta được: } \frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} = e^{\frac{(50-25) \times 10^3}{8,314 \times 373}} = 3170,4.$$

Vậy khi năng lượng hoạt hóa giảm từ 50kJ về 25kJ thì tốc độ phản ứng tăng 3170,4 lần.

Câu 6. Phản ứng phân hủy N_2O_5 xảy ra ở 45°C theo phương trình phản ứng:



Tốc độ của phản ứng thay đổi thế nào khi tăng nhiệt độ phản ứng lên 65°C? Biết năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 103,5 kJ/mol.

Trả lời:

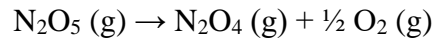
$$T_1 = 45 + 273 = 318 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 65 + 273 = 338 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{103,5 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{318} - \frac{1}{338} \right) = 2,316 \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 10,1$$

Vậy khi nhiệt độ tăng từ 45°C lên 65°C, tốc độ phản ứng tăng 10,1 lần.

Câu 7. Phản ứng phân hủy N_2O_5 xảy ra ở 45°C theo phương trình phản ứng:



Tốc độ của phản ứng thay đổi thế nào khi giảm nhiệt độ phản ứng xuống 25°C? Biết năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 103,5 kJ/mol.

Trả lời:

$$T_1 = 45 + 273 = 318 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 25 + 273 = 298 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{103,5 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{318} - \frac{1}{298} \right) = -2,627 \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 0,072 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = 13,89$$

Vậy khi nhiệt độ giảm từ 45°C lên 25°C, tốc độ phản ứng giảm 13,89 lần.

Câu 8. Một phản ứng có năng lượng hoạt hóa là 24 kJ/mol, so sánh tốc độ phản ứng khi phản ứng diễn ra ở 2 nhiệt độ là từ 27°C tăng lên 127°C.

Trả lời:

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 127 + 273 = 400 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{24 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{400} \right) = 2,406 \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 11,09$$

Vậy khi nhiệt độ tăng từ 27°C lên 127°C, tốc độ phản ứng tăng 11,09 lần.

Câu 9. Một phản ứng có năng lượng hoạt hóa là 70 kJ/mol, khi tăng nhiệt độ là từ 300K lên 400K, tốc độ phản ứng sẽ thay đổi như thế nào?

Trả lời:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{70 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{400} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 1115$$

Vậy khi nhiệt độ tăng từ 300K lên 400K, tốc độ phản ứng tăng 1115 lần.

Câu 10. Cho phản ứng: $2NOCl (g) \rightarrow 2NO (g) + Cl_2 (g)$, năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 100 kJ/mol. Ở 350K, hằng số tốc độ của phản ứng là $8 \cdot 10^{-6} \text{ l}/(\text{mol} \cdot \text{s})$. Tính hằng số tốc độ phản ứng ở 400K.

Trả lời:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{8 \times 10^{-6}} = \frac{100 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{350} - \frac{1}{400} \right) \Rightarrow k_2 = 5,9 \times 10^{-4} \text{ L / (mol} \cdot \text{s)}$$

Câu 11. Tính năng lượng hoạt hóa của một phản ứng biết rằng khi nhiệt độ tăng từ 300K lên 310K thì tốc độ phản ứng tăng 3 lần.

Trả lời:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln 3 = \frac{E_a}{8,314} \times \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{310} \right) \Rightarrow E_a = 84,966 \text{ kJ / mol}$$

Câu 12. Thực nghiệm cho biết phản ứng: $\text{N}_2\text{O}_5 (\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g})$ ở 45°C có hằng số tốc độ phản ứng là $8,17 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$; $E_a = 103,5 \text{ kJ/mol}$. Tính hằng số tốc độ phản ứng tại 65°C .

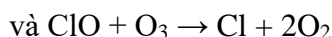
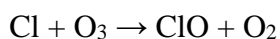
Trả lời:

$$T_1 = 45 + 273 = 318 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 65 + 273 = 338 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{8,17 \times 10^{-3}}{k_1} = \frac{103,5 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{318} - \frac{1}{338} \right) \Rightarrow k_1 = 8,06 \times 10^{-4} \text{ L / (mol} \cdot \text{s)}$$

Câu 13. Sự suy giảm tầng ozone và lỗ thủng tầng ozone (O_3) đã gây ra mối lo ngại về việc gia tăng nguy cơ ung thư da, cháy nắng, mù mắt và đục thủy tinh thể,... Tầng ozone ngăn chặn hầu hết các bước sóng có hại của tia cực tím (UV) đi qua bầu khí quyển Trái Đất. Các phân tử ozone có thể bị phá hủy theo hai giai đoạn:



Chất xúc tác trong các quá trình này là chất nào?

Trả lời:

Quan sát PTHH biểu diễn các giai đoạn phản ứng thấy Cl là chất không mất đi trong phản ứng nên nó là chất xúc tác của quá trình phá hủy tầng ozone.

Câu 14. Một phản ứng xảy ra ở 500°C , năng lượng hoạt hóa của phản ứng khi không có xúc tác và khi có xúc tác lần lượt là $55,4 \text{ kJ/mol}$ và $13,5 \text{ kJ/mol}$. Chứng minh rằng chất xúc tác có ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng (bằng tính toán).

Trả lời:

$$T = 273 + 500 = 773 \text{ K.}$$

Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{-\frac{E_{a1}}{RT}} \text{ (có xúc tác) và } k_2 = A \times e^{-\frac{E_{a2}}{RT}} \text{ (không có xúc tác)}$$

Chia vế theo vế ta được: $\frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} = e^{\frac{(55,4-13,5)\times 10^3}{8,314\times 773}} = 678,58$.

Vậy chất xúc tác làm cho tốc độ phản ứng tăng 678,58 lần.

Câu 15. Một phản ứng xảy ra ở nhiệt độ không đổi là 25°C, năng lượng hoạt hóa của phản ứng khi không có xúc tác là 100 kJ/mol và khi có xúc tác 50 kJ/mol. So sánh tốc độ của phản ứng trong hai trường hợp này.

Trả lời:

$$T = 273 + 25 = 298\text{K}.$$

Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{\frac{E_{a1}}{RT}} \text{ (có xúc tác) và } k_2 = A \times e^{\frac{E_{a2}}{RT}} \text{ (không có xúc tác)}$$

Chia vế theo vế ta được: $\frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} = e^{\frac{(100-50)\times 10^3}{8,314\times 298}} = 5,81 \times 10^8$.

Vậy chất xúc tác làm cho tốc độ phản ứng tăng 581 triệu lần.

Câu 16. Một phản ứng hóa học có $E_a = 100$ kJ/mol nhưng diễn ra ở hai nhiệt độ khác là 25°C và 35°C. So sánh tốc độ của phản ứng trong hai trường hợp này.

Trả lời:

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 35 + 273 = 308 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{100 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{308} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 3,7$$

Vậy khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 25°C lên 35°C thì tốc độ phản ứng nhanh hơn 3,7 lần.

Câu 17. Một phản ứng xảy ra ở nhiệt độ không đổi là 75°C, năng lượng hoạt hóa của phản ứng khi không có xúc tác là 150 kJ/mol và khi có xúc tác 100 kJ/mol. So sánh tốc độ của phản ứng trong hai trường hợp này.

Trả lời:

$$T = 273 + 75 = 348\text{K}.$$

Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{\frac{E_{a1}}{RT}} \text{ (có xúc tác) và } k_2 = A \times e^{\frac{E_{a2}}{RT}} \text{ (không có xúc tác)}$$

Chia vế theo vế ta được: $\frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} = e^{\frac{(150-100)\times 10^3}{8,314\times 348}} = 3,2 \times 10^7$.

Vậy chất xúc tác làm cho tốc độ phản ứng tăng 32 triệu lần.

Câu 18. Một phản ứng hóa học có $E_a = 50 \text{ kJ/mol}$ nhưng diễn ra ở hai nhiệt độ khác là 25°C và 35°C . So sánh tốc độ của phản ứng trong hai trường hợp này.

Trả lời:

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 35 + 273 = 308 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{50 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{308} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 1,9256$$

Vậy khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 25°C lên 35°C thì tốc độ phản ứng nhanh hơn 1,9256 lần.

Câu 19. Cho phản ứng: $2\text{NO}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{NO} \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)}$. So sánh tốc độ phân hủy NO_2 ở nhiệt độ 25°C (nhiệt độ thường) và 800°C (nhiệt độ ống xả khí thải động cơ đốt trong). Biết $E_a = 114 \text{ kJ/mol}$.

Trả lời:

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 800 + 273 = 1073 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{114 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{1073} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 2,7119 \times 10^{14}$$

Vậy khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 25°C lên 800°C thì tốc độ phản ứng nhanh hơn $2,7119 \cdot 10^{14}$ lần.

Câu 20. Cho phản ứng: $2\text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{SO}_3 \text{ (g)}$. Biết $E_a = 314 \text{ kJ/mol}$.

a) Hãy so sánh tốc độ phản ứng ở 25°C và 450°C .

b) Nếu sử dụng xúc tác là hỗn hợp V_2O_5 và TiO_2 thì năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 84 kJ/mol . Hãy so sánh tốc độ phản ứng khi có và không có chất xúc tác ở nhiệt độ 450°C .

Trả lời:

$$\text{a) } T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ (K)}$$

$$T_2 = 450 + 273 = 723 \text{ (K)}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{314 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{723} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 2,263 \times 10^{32}$$

Vậy khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 25°C lên 450°C thì tốc độ phản ứng nhanh hơn $2,263 \cdot 10^{32}$ lần.

b) $T = 723\text{K}$, $E_{a1} = 84 \text{ kJ/mol}$ (có xúc tác), $E_{a2} = 314 \text{ kJ/mol}$ (không có xúc tác).

Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{-\frac{E_{a1}}{RT}} \text{ (có xúc tác) và } k_2 = A \times e^{-\frac{E_{a2}}{RT}} \text{ (không có xúc tác)}$$

$$\text{Chia vế theo vế ta được: } \frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} = e^{\frac{(314-84) \times 10^3}{8,314 \times 723}} = 4,144 \times 10^{16}$$

Vậy chất xúc tác làm cho tốc độ phản ứng tăng $4,144 \cdot 10^{16}$ lần.

Câu 21. Cho phản ứng: $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng khi có xúc tác Pd là 35 kJ/mol, Hãy so sánh sự thay đổi tốc độ phản ứng khi có xúc tác Pd ở nhiệt độ 300K và 475K.

Trả lời:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{35 \times 10^3}{8,314} \times \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{475} \right) \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 175,9$$

Vậy khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 300K lên 475K thì tốc độ phản ứng nhanh hơn 175,9 lần.

Câu 22. Xét phản ứng sau ở 327°C: $H_2(k) + I_2(k) \rightarrow 2HI(k)$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng bằng 167 kJ/mol. Khi có mặt chất xúc tác tốc độ của phản ứng tăng lên $2,5 \cdot 10^9$ lần. Xác định năng lượng hoạt hóa của phản ứng khi có mặt chất xúc tác.

Trả lời:

$$T = 273 + 327 = 600 \text{ (K)}$$

Phương trình Arrhenius trong hai điều kiện là

$$k_1 = A \times e^{-\frac{E_{a1}}{RT}} \text{ (có xúc tác) và } k_2 = A \times e^{-\frac{E_{a2}}{RT}} \text{ (không có xúc tác)}$$

$$\text{Chia vế theo vế ta được: } \frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_{a2}-E_{a1}}{RT}} \Rightarrow 2,5 \times 10^9 = e^{\frac{167 \times 10^3 - E_{a1}}{8,314 \times 600}} \Rightarrow E_{a1} \approx 59053 \text{ J/mol} \approx 59 \text{ kJ/mol}.$$

Vậy khi sử dụng chất xúc tác thì năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 59 kJ/mol.

TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN (25 câu)

Câu 1. Phát biểu nào sau đây đúng?

- A.** Năng lượng hoạt hóa càng lớn thì tốc độ phản ứng càng nhỏ.
- B.** Tốc độ phản ứng chỉ phụ thuộc vào năng lượng hoạt hóa.
- C.** Chất xúc tác làm tăng năng lượng hoạt hóa của phản ứng.
- D.** Năng lượng hoạt hóa là năng lượng của phản ứng tỏa ra.

Câu 2. Yếu tố nào sau đây làm giảm năng lượng hoạt hóa của phản ứng?

- A.** Nhiệt độ.
- B.** Nồng độ.
- C.** Áp suất.
- D.** Chất xúc tác.

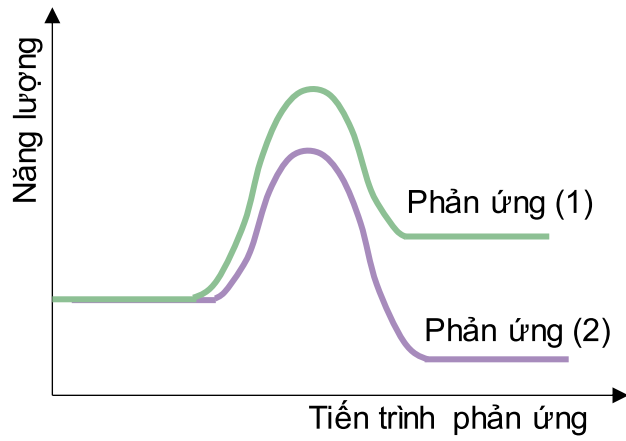
Câu 3. Hằng số R trong phương trình Arrhenius có giá trị là

- A.** 8,314 kJ/mol·K.
- B.** 0,082 kJ/mol·K.
- C.** 8,314 J/mol·K.
- D.** 0,082 J/mol·K.

Câu 4. Phát biểu nào sau đây sai?

- A.** Năng lượng hoạt hóa là năng lượng tối thiểu mà chất phản ứng cần phải có để phản ứng có thể xảy ra.
- B.** Khi năng lượng hoạt hóa lớn, hằng số tốc độ k nhỏ, tốc độ của phản ứng nhanh.
- C.** Chất xúc tác làm tăng tốc độ của phản ứng hóa học, nhưng vẫn được bảo toàn về khối lượng và chất khi kết thúc phản ứng.
- D.** Chất xúc tác có vai trò làm giảm năng lượng hoạt hóa để tăng tốc độ của phản ứng.

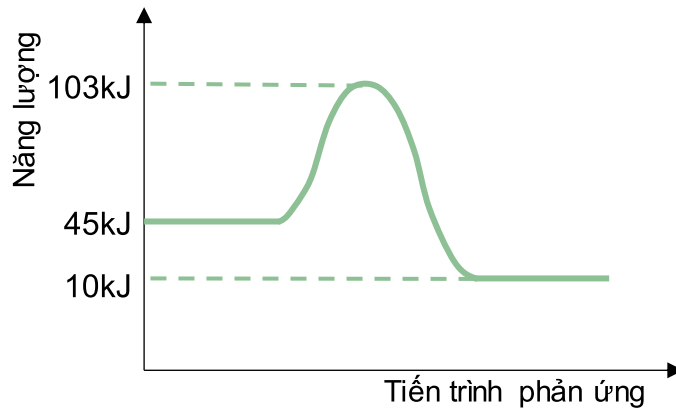
Câu 5. Cho đồ thị biểu diễn năng lượng hoạt hóa của hai phản ứng như sau:



Nhận định nào sau đây đúng?

- A. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng (1) nhỏ hơn phản ứng (2).
- B. Phản ứng (2) xảy ra thuận lợi hơn phản ứng (1).**
- C. Phản ứng (1) là phản ứng tỏa nhiệt, phản ứng (2) là phản ứng thu nhiệt.
- D. Biến thiên entropy của hai phản ứng trên đều âm.

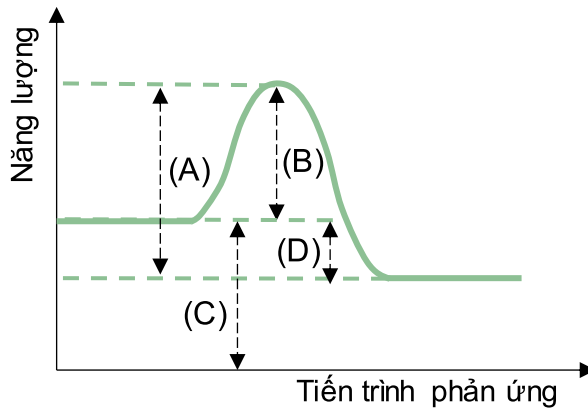
Câu 6. Cho đồ thị biểu diễn năng lượng hoạt hóa của một phản ứng như sau:



Năng lượng hoạt hóa của phản ứng trên là

- A. 10 kJ.
- B. 45 kJ.
- C. 108 kJ.
- D. 58 kJ.**

Câu 7. Cho đồ thị biểu diễn năng lượng của một phản ứng như sau:



Đoạn nào trên đồ thị tương ứng với năng lượng hoạt hóa của phản ứng?

- A. Đoạn (A).
- B. Đoạn (B).**
- C. Đoạn (C).
- D. Đoạn (D).

Câu 8. Tốc độ của một phản ứng hóa học xảy ra chậm có thể là do nguyên nhân nào dưới đây?

- A. Nhiệt độ của phản ứng cao.
- B. Sự có mặt của chất xúc tác.
- C. Nồng độ của các chất tham gia cao.
- D. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng cao.**

Câu 9. Phương pháp nào sau đây được sử dụng để làm giảm năng lượng hoạt hóa của phản ứng hóa học?

- A. Tăng nhiệt độ của hệ phản ứng.
- B. Tăng diện tích bề mặt chất tham gia.
- C. Giảm nồng độ của các chất tham gia.
- D. Thêm xúc tác vào hệ phản ứng.**

Câu 10. Các phân tử ozone có thể bị phá hủy theo hai giai đoạn: (1) $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ và (2) $\text{ClO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl} + 2\text{O}_2$. Chất xúc tác trong các quá trình này là

- A. Cl.**
- B. O_3 .
- C. ClO.
- D. O_2 .

Câu 11. Các giai đoạn trong phản ứng giữa ion X^{4+} và Z^+ được mô tả như sau:

Giai đoạn 1: $\text{X}^{4+} + \text{Y}^{2+} \rightarrow \text{X}^{3+} + \text{Y}^{3+}$.

Giai đoạn 2: $\text{X}^{4+} + \text{Y}^{3+} \rightarrow \text{X}^{3+} + \text{Y}^{4+}$.

Giai đoạn 3: $\text{Y}^{4+} + \text{Z}^+ \rightarrow \text{Z}^{3+} + \text{Y}^{2+}$.

Ion đóng vai trò chất xúc tác trong phản ứng này là

- A. X^{3+} .
- B. Z^+ .
- C. Y^{4+} .
- D. Y^{2+} .**

Câu 12. Hằng số tốc độ của một phản ứng ở 500°C và 750°C lần lượt là $0,113 \text{ s}^{-1}$ và $0,150 \text{ s}^{-1}$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng này là

- A. 7,44 kJ/mol.**
- B. 14,4 kJ/mol.
- C. 57,6 kJ/mol.
- D. 115,2 kJ/mol.

Câu 13. Tốc độ của một phản ứng tăng gấp đôi khi tăng nhiệt độ từ 20°C lên 30°C . Năng lượng hoạt hóa của phản ứng này là

- A. 0,35 kJ/mol.
- B. 6,2 kJ/mol.
- C. 22 kJ/mol.
- D. 51 kJ/mol.**

Câu 14. Cho phản ứng sau: $2\text{NOCl}(\text{k}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{k}) + \text{Cl}_2(\text{k})$. Hằng số tốc độ phản ứng ở nhiệt độ 300 K và 400 K lần lượt là $2,6 \cdot 10^{-8}$ và $4,9 \cdot 10^{-4} \text{ L/mol}\cdot\text{s}$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng tính theo kJ/mol có giá trị gần bằng

- A. 70.
- B. 98.**
- C. 24.
- D. 104.

Câu 15. Cho phản ứng sau: $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng ở 300K là 103 kJ. Ở nhiệt độ nào sau đây thì hằng số tốc độ phản ứng tăng gấp đôi?

- A. 298K.
- B. 310K.
- C. 305K.**
- D. 313K.

Câu 16. Cho phản ứng: $\text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$, có hằng số tốc độ phản ứng ở 425°C và 525°C lần lượt là $1,3 \text{ L/mol}\cdot\text{s}$ và $23 \text{ L/mol}\cdot\text{s}$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng trên là

- A. 133 kJ.**
- B. 130 kJ.
- C. 53 kJ.
- D. 100 kJ.

Câu 17. Một phản ứng có năng lượng hoạt hóa bằng 60 kJ/mol. Khi tăng nhiệt độ từ 300K lên 500K thì tốc độ phản ứng tăng khoảng

- A.** 15000 lần. **B.** 150 lần. **C.** 10 lần. **D.** 1500 lần.

Câu 18. Một phản ứng có năng lượng hoạt hóa là 123 kJ/mol, xảy ra ở nhiệt độ 38,0°C. Ở nhiệt độ nào tốc độ phản ứng sẽ tăng gấp đôi so với tốc độ phản ứng ở nhiệt độ 38,0°C?

- A.** 48,0°C **B.** 42,6°C **C.** 321,0°C **D.** 315,6°C

Câu 19. Trong quá trình làm sữa chua có công đoạn ủ sữa chua. Phản ứng xảy ra trong giai đoạn này có năng lượng hoạt hóa là 43,05 kJ/mol. Tốc độ của phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ từ 25°C lên 60°C?

- A.** Tăng 1,83 lần. **B.** Tăng 6,21 lần. **C.** Giảm 1,83 lần. **D.** Giảm 6,21 lần.

Câu 20. Cho hằng số tốc độ của một phản ứng là $11 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ tại nhiệt độ 345K và hằng số thực nghiệm Arrhenius là $20 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng trên (tính theo J/mol) là

- A.** 1714,8. **B.** 1481,2. **C.** 16,9. **D.** 14,6.

Câu 21. Cho phản ứng phân hủy sau: $\text{N}_2\text{O}_5 (\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g})$. Biết rằng ở 273K, năng lượng hoạt hóa là 111 kJ/mol và hằng số tốc độ phản ứng là $1,22 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$. Hằng số tốc độ phản ứng $k (\text{s}^{-1})$ ở 300K của phản ứng trên là

- A.** 10^{-10} . **B.** 10^{-11} . **C.** $2 \cdot 10^{-10}$. **D.** $2 \cdot 10^{-11}$.

Câu 22. Một phản ứng đơn giản xảy ra ở nhiệt độ 100°C, trong điều kiện có xúc tác và không có xúc tác, năng lượng hoạt hóa của phản ứng lần lượt là $E_{a1} = 25 \text{ kJ/mol}$ và $E_{a2} = 50 \text{ kJ/mol}$. Khi năng lượng hoạt hóa giảm từ 75kJ về 50kJ thì tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào?

- A.** Tăng khoảng $1,146 \cdot 10^{13}$ lần. **B.** Giảm khoảng $1,146 \cdot 10^{13}$ lần.
C. Tăng khoảng 3170 lần. **D.** Giảm khoảng 3170 lần.

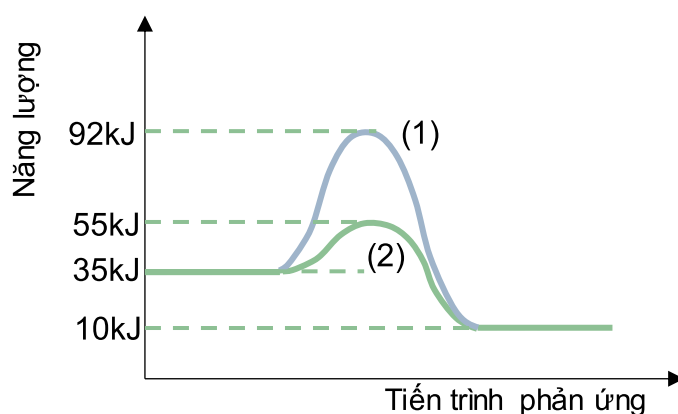
Câu 23. Một phản ứng có năng lượng hoạt hóa là 24 kJ/mol, tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ là từ 25°C tăng lên 100°C?

- A.** Tăng 7 lần. **B.** Giảm 7 lần. **C.** Tăng 4 lần. **D.** Giảm 4 lần.

Câu 24. Một phản ứng hóa học khi nhiệt độ tăng từ 300K lên 310K thì tốc độ phản ứng tăng 3,7 lần. Năng lượng hoạt hóa của phản ứng (tính theo kJ/mol) là

- A.** 101160. **B.** 101,160. **C.** 112,420. **D.** 112420.

Câu 25. Cho đồ thị biểu diễn năng lượng hoạt hóa của một phản ứng như sau:



Đường cong số (1) ứng với phản ứng không sử dụng chất xúc tác.

Đường cong số (2) ứng với phản ứng có sử dụng chất xúc tác.

Phản ứng trên diễn ra ở nhiệt độ 25°C (nhiệt độ thường).

Cho các phát biểu sau về đồ thị trên:

(a) Khi không sử dụng chất xúc tác, năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 82 kJ.

(b) Khi sử dụng chất xúc tác, năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 20 kJ.

(c) Khi sử dụng chất xúc tác, năng lượng hoạt hóa của phản ứng giảm đi 37 kJ so với lúc không sử dụng xúc tác.

(d) Khi sử dụng xúc tác, tốc độ của phản ứng tăng lên khoảng 300 000 lần.

(e) Phản ứng trên là phản ứng tỏa nhiệt.

(f) Khi sử dụng chất xúc tác thì biến thiên enthalpy của phản ứng giảm xuống.

Số phát biểu đúng là

A. 2.

B. 3.

C. 4.

D. 5.

Thí nghiệm vui với “bath bombs”

Bước 1: Điều chế bath bombs – sản phẩm được sử dụng an toàn khi tắm.

Cân 30 gam bột nở (NaHCO_3), 15 gam citric acid ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$) và 15 gam muối Epsom (MgSO_4), thêm vài giọt màu thực phẩm, trộn đều hỗn hợp. Phun một lượng nước vừa đủ để làm ướt hỗn hợp, tạo sự kết dính và trộn đều. Nén hỗn hợp vào các khuôn nhỏ, có kích thước như nhau, để khô, thu được bath bombs.

Bước 2: Chuẩn bị 3 cốc nước ở 3 nhiệt độ khác nhau:

+ Cốc (1) đun nóng ở nhiệt độ khoảng 80°C.

+ Cốc (2) ở nhiệt độ thường.

+ Cốc (3) cho vào một ít nước đá, duy trì nhiệt độ ở khoảng 10°C.

Cho vào mỗi cốc 1 viên bath bombs.

Phương trình hóa học của phản ứng được viết thu gọn như sau: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Khí trong cốc nào sẽ thoát ra nhanh nhất? Giải thích.

-----**HẾT**-----