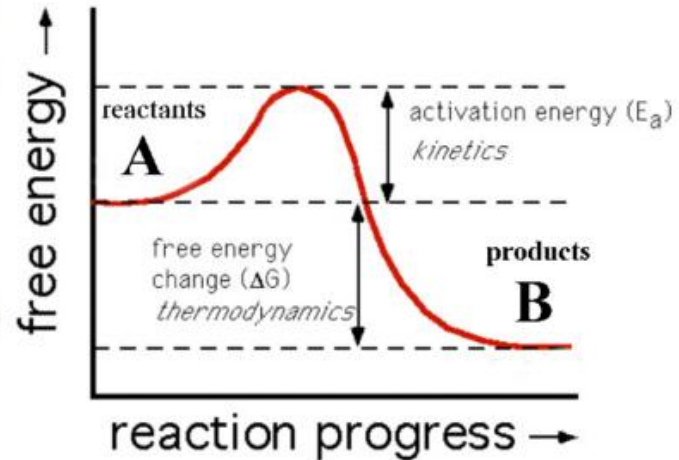
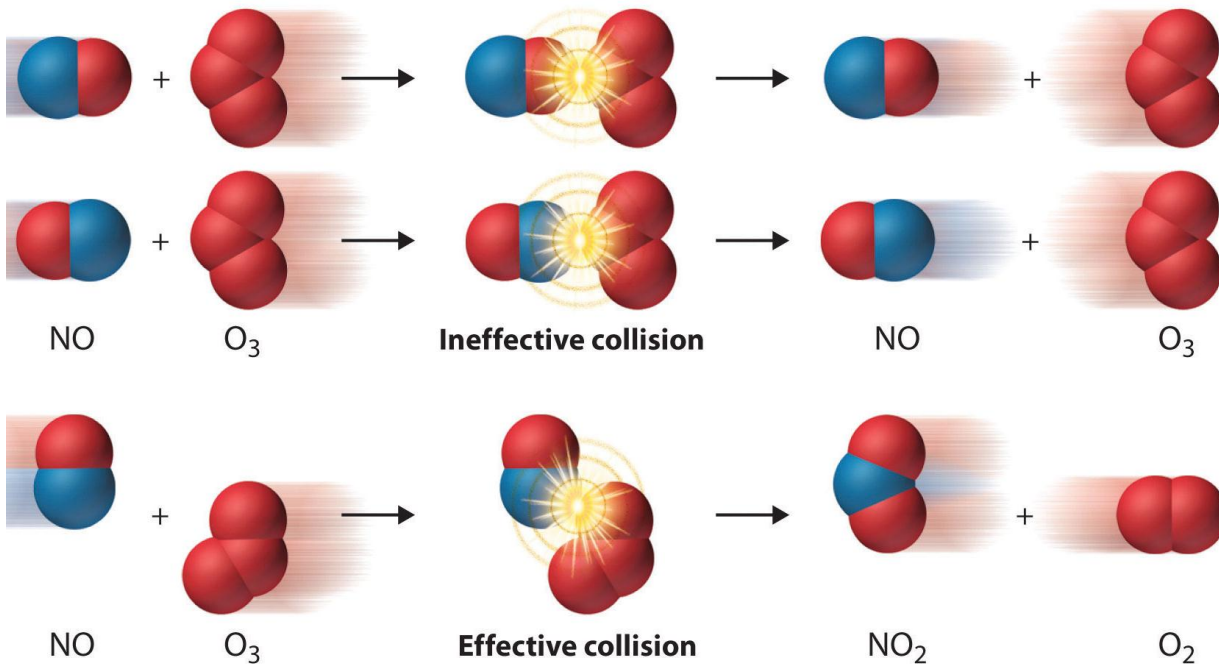


Chương 7

ĐỘNG HÓA HỌC



•Nhiệt động hóa học

- ✓ Khảo sát trạng thái đầu và trạng thái cuối của hệ.
- ✓ Điều kiện để pư diễn ra: $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S < 0$
- ✓ Mức độ diễn ra của quá trình : K ; $\Delta G^0_T = -RT\ln K_T$

•Động hóa học

- Nghiên cứu giai đoạn trung gian : cơ chế phản ứng
- Phản ứng diễn ra nhanh hay chậm: tốc độ phản ứng
- Các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng

I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM

1. Phân loại phản ứng

Phản ứng đơn giản – pư diễn ra có 1 giai đoạn



Phản ứng phức tạp – pư diễn ra qua nhiều giai đoạn
Mỗi giai đoạn – gọi là một *tác dụng cơ bản*
 Σ giai đoạn (tác dụng cơ bản): *cơ chế của pư.*

Ví dụ



Có hai giai đoạn: $\text{N}_2\text{O}_5 = \text{N}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$



2. Định nghĩa vận tốc phản ứng

Vận tốc phản ứng được xác định bằng biến thiên nồng độ của một trong các chất tham gia hoặc sản phẩm trong một đơn vị thời gian.

Vận tốc TRUNG BÌNH: $\bar{v} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$

Vận tốc TỨC THỜI: $v = \pm \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta t} = \pm \frac{dC}{dt}$

Thứ nguyên của vận tốc phản ứng: **mol.l⁻¹.s⁻¹**

Phản ứng đồng thể ở nhiệt độ không đổi:



$$\frac{\Delta C_A}{\Delta C_B} = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{\Delta C_A}{a} = \frac{\Delta C_B}{b}$$

TỐC ĐỘ TRUNG BÌNH

$$\mathbf{v} = - \frac{1}{a} \frac{\Delta C_A}{\Delta t} = - \frac{1}{b} \frac{\Delta C_B}{\Delta t} = + \frac{1}{c} \frac{\Delta C_C}{\Delta t} = + \frac{1}{d} \frac{\Delta C_D}{\Delta t}$$

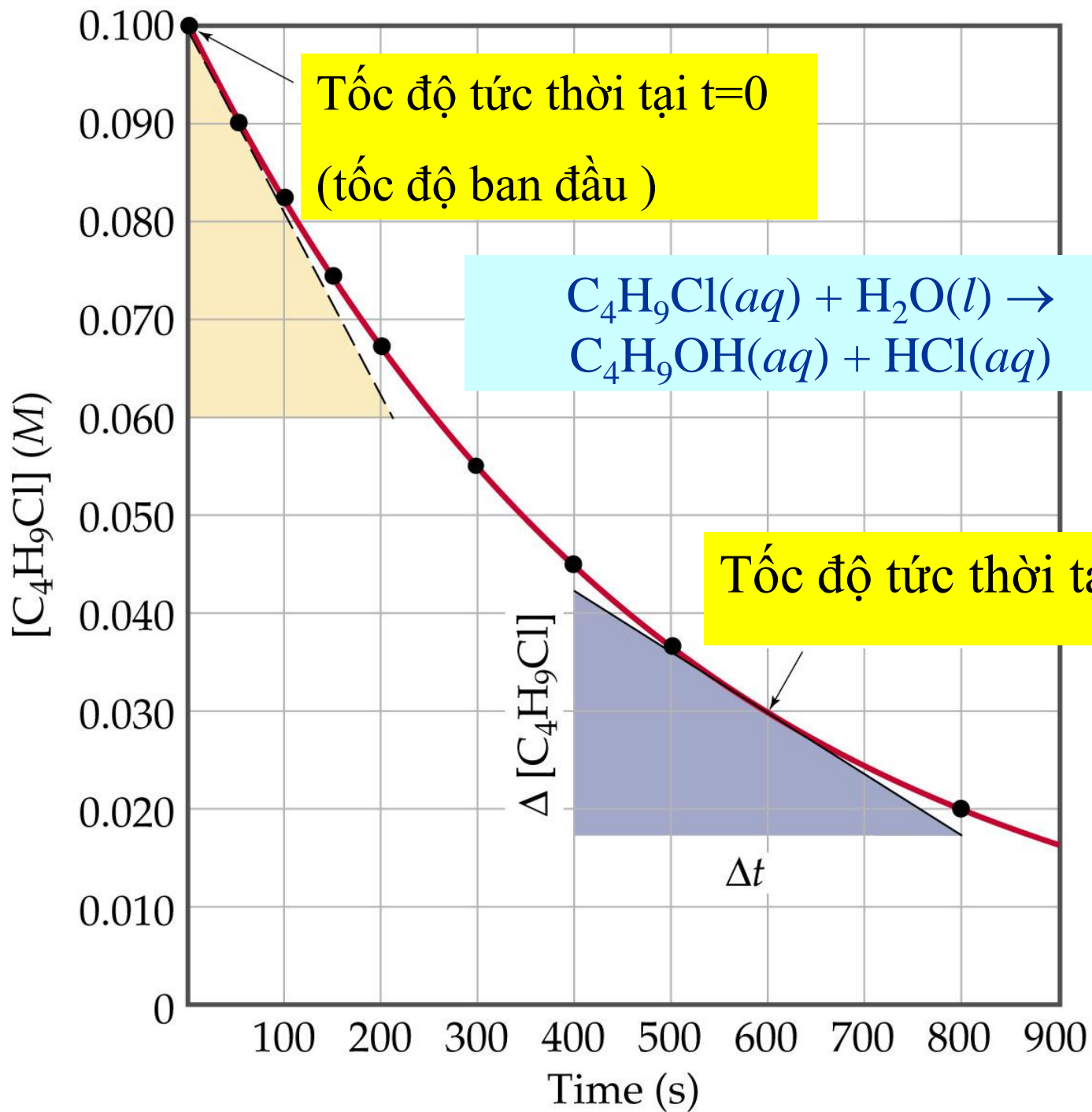
Phản ứng đồng thể ở nhiệt độ không đổi (có thể tích không đổi)



$$\frac{dC_A}{dC_B} = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{dC_A}{a} = \frac{dC_B}{b}$$

TỐC ĐỘ TỨC THỜI

$$V = - \frac{1}{a} \frac{dC_A}{dt} = - \frac{1}{b} \frac{dC_B}{dt} = + \frac{1}{c} \frac{dC_C}{dt} = + \frac{1}{d} \frac{dC_D}{dt}$$



II. ĐỊNH LUẬT TÁC DỤNG KHỐI LƯỢNG

Phát biểu: Vận tốc phản ứng tỷ lệ thuận với nồng độ các chất tham gia với các số mũ khác nhau.

Ở nhiệt độ không đổi, pư đồng thể, đơn giản:



PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC: $v = k \cdot C_A^m \cdot C_B^n$

C_A, C_B – nồng độ các chất, mol.l^{-1}

m – bậc phản ứng đối với chất A;

n – bậc phản ứng đối với chất B;

$m+n$ – **BẬC CHUNG CỦA PHẢN ỨNG (BẬC CỦA PHẢN ỨNG)**

v - vận tốc của phản ứng; $\text{mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$

BẬC PHẢN ỨNG

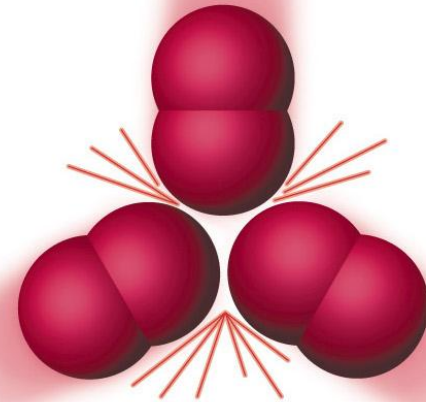
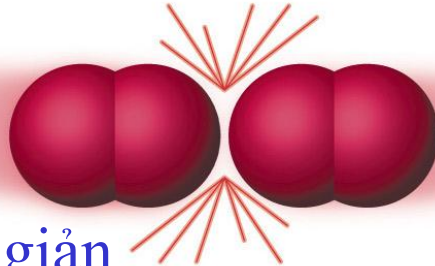
Phân tử số - là số tiểu phân (ng tử, phân tử, ion) của chất
phản ứng gây nên biến đổi hoá học trong 1 tác dụng cơ
bản. (PTS = 1,2,3)

Tam phân tử

Đơn phân tử



Hai phân tử



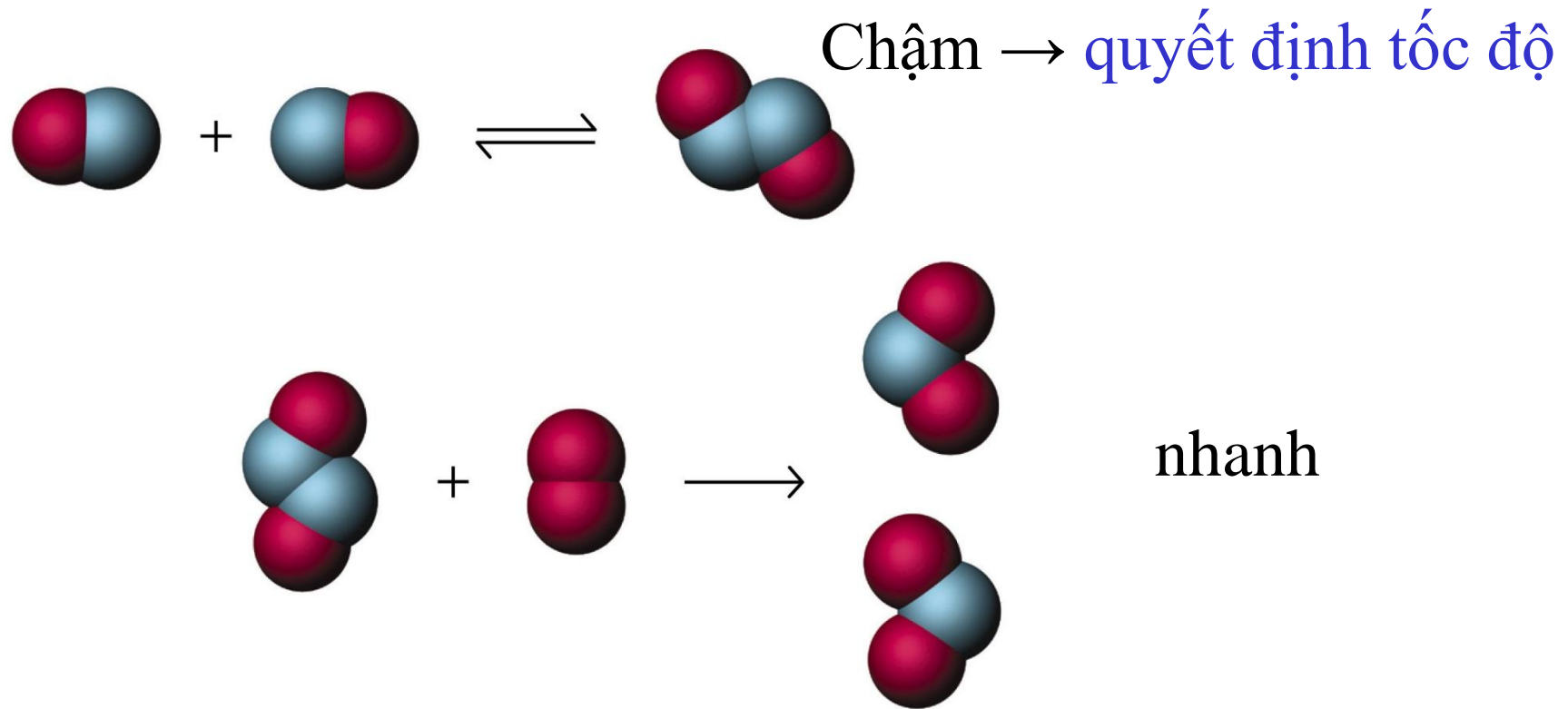
Đối với pư đơn giản

PTS=1 → pư đơn phân tử $I_2(k) = 2I(k)$

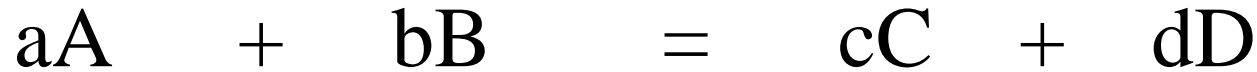
PTS=2 → pư lưỡng phân tử $H_2(k) + I_2(k) = 2HI(k)$

PTS=3 → pư tam phân tử $2NO(k) + O_2(k) = 2NO_2(k)$

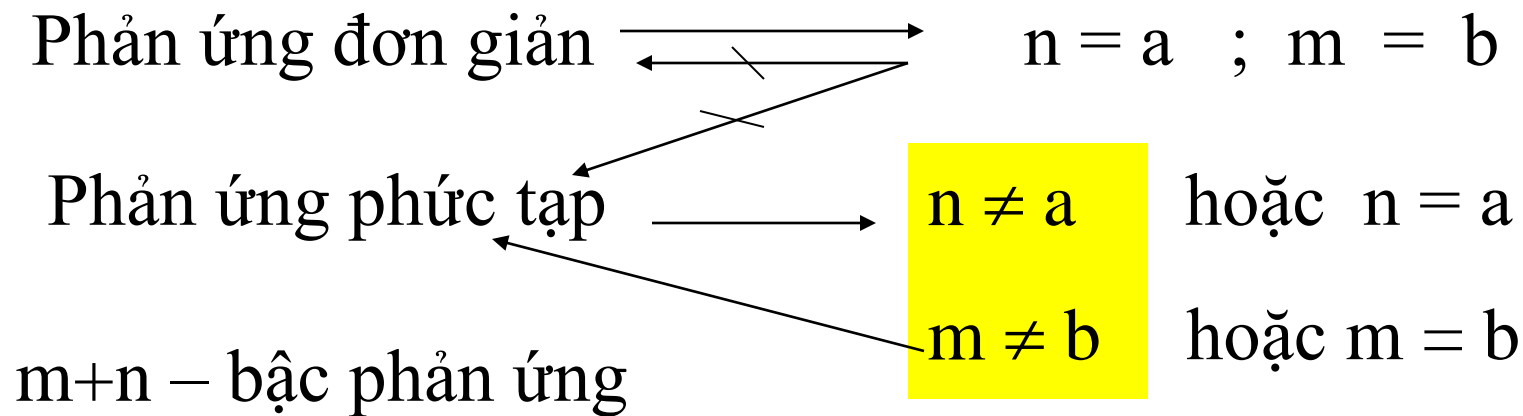
Một phản ứng bao gồm nhiều giai đoạn nối tiếp nhau,
tốc độ p/w được quyết định bởi tốc độ của giai đoạn chậm nhất



ĐỊNH LUẬT ĐỘNG HỌC



Tốc độ tức thời : $V = kC_A^n C_B^m$



k – hằng số tốc độ pư , phụ thuộc vào : bch pư, T , xúc tác

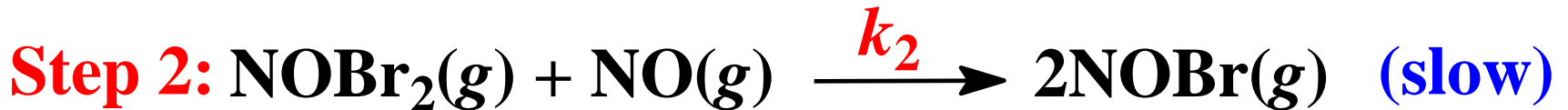
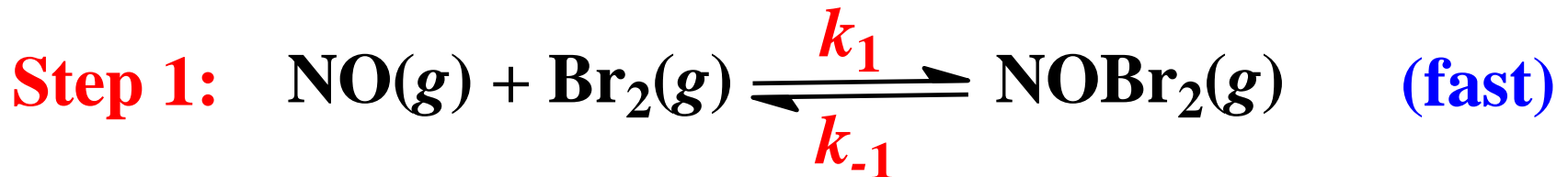
Ví dụ - xét phản ứng phức tạp



- Tốc độ phản ứng được xác định bằng thực nghiệm :

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$$

- Cơ chế phản ứng



- Vì giai đoạn 2 chậm nên tốc độ phản ứng $v = v_2$

$$v = v_2 = k_2[\text{NOBr}_2][\text{NO}]$$

- NOBr_2 là chất trung gian không bền nên nồng độ NOBr_2 sẽ biểu diễn qua nồng độ NO và Br_2 của cân bằng ở giai đoạn 1

$$(v_1)_{\text{cb}} = (v_{-1})_{\text{cb}}$$

$$k_1[\text{NO}][\text{Br}_2] = k_{-1}[\text{NOBr}_2]$$

$$[\text{NOBr}_2] = \frac{k_1}{k_{-1}}[\text{NO}][\text{Br}_2]$$

$$\text{Rate} = k_2 \frac{k_1}{k_{-1}}[\text{NO}][\text{Br}_2][\text{NO}] = k_2 \frac{k_1}{k_{-1}}[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$$

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$$

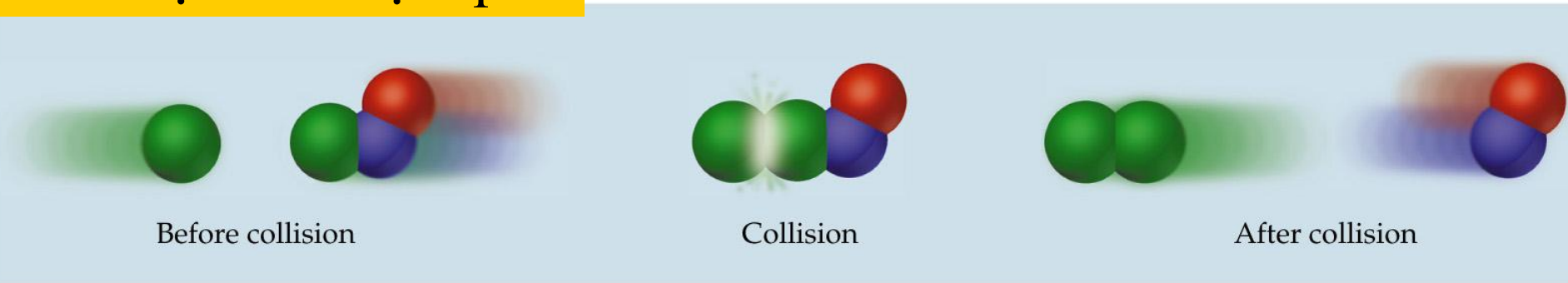
III- THUYẾT VA CHẠM HOẠT ĐỘNG

Phản ứng đồng thể, đơn giản, lưỡng phân tử của hệ khí lý tưởng .



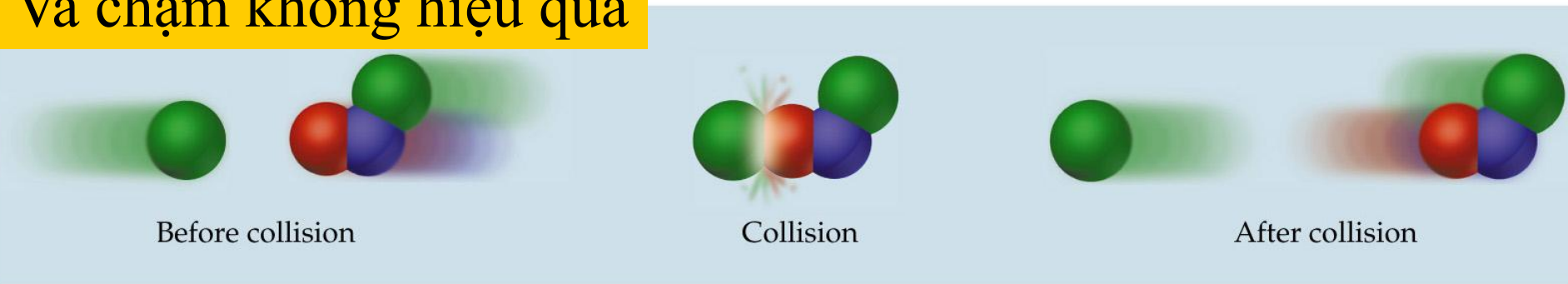
- Thuyết va chạm hoạt động
- Thuyết phức chất hoạt động

Va chạm có hiệu quả



(a) Effective collision

Va chạm không hiệu quả



(b) Ineffective collision

$$\frac{N^*}{N_0} = e^{-\frac{E^*}{RT}}$$

N_0 – số phân tử;

N^* - số phân tử hoạt động;

E_a – năng lượng hoạt hóa, ($J.mol^{-1}$);

$R = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1}$;

T – nhiệt độ, K

Sự định hướng không gian giữa các tiểu phân va chạm cũng ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng.



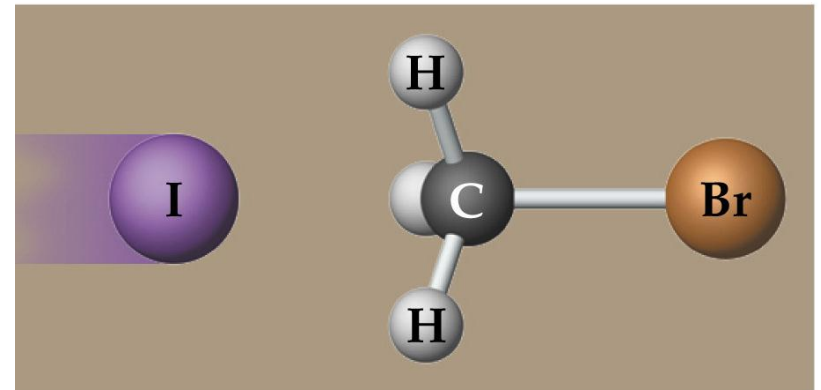
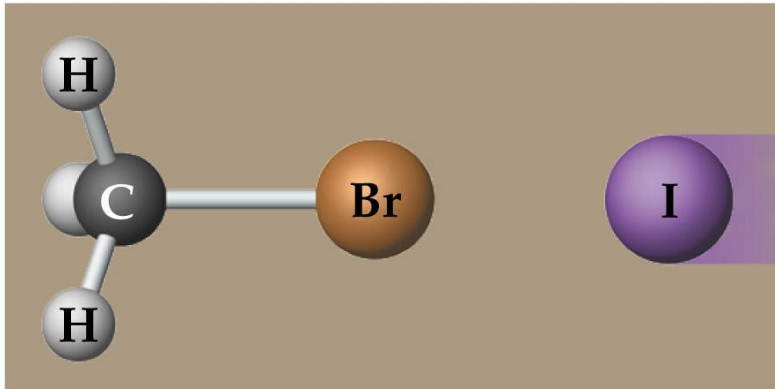
Chất phản ứng

Phức chất hoạt động

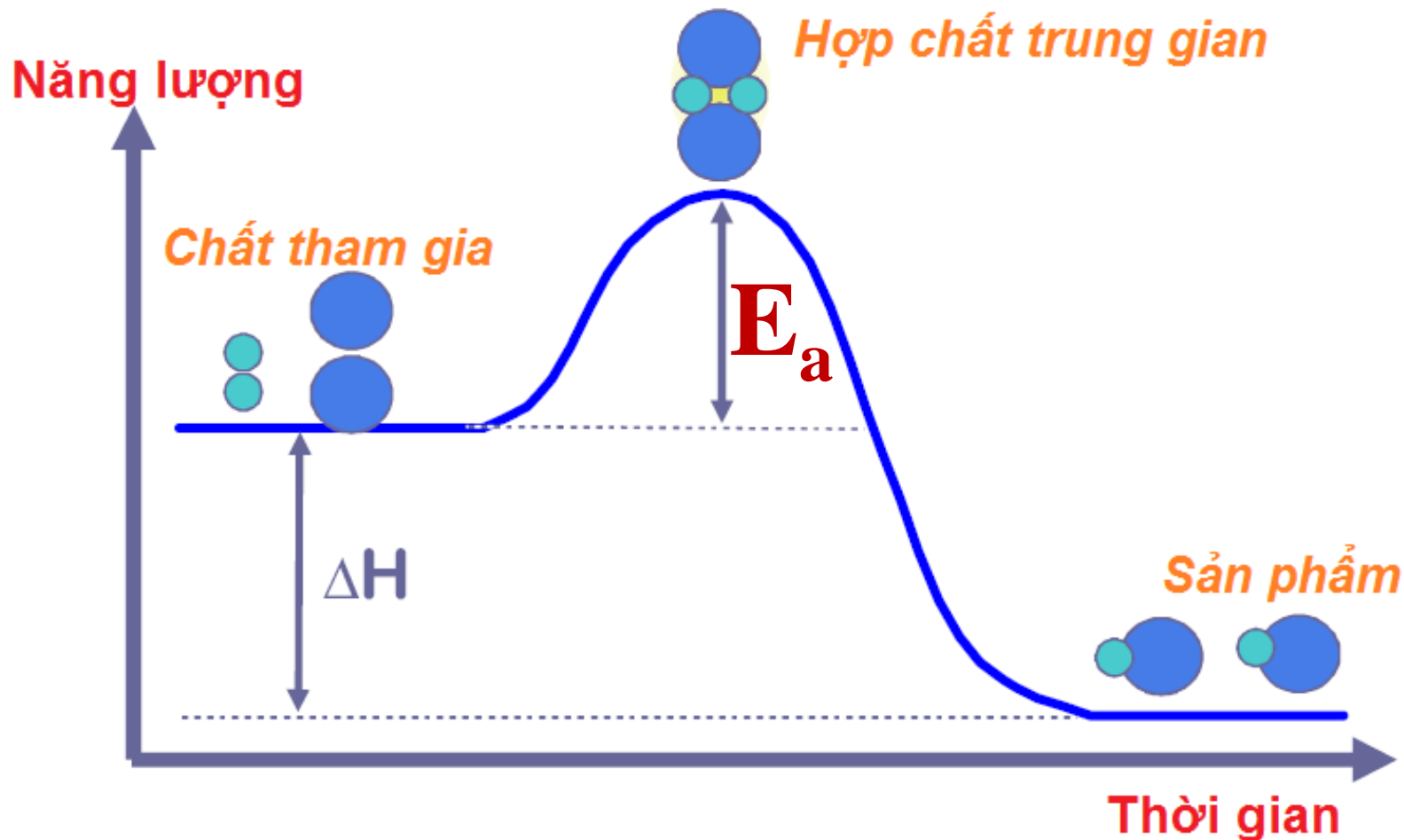
Sản phẩm

Định hướng không thuận lợi

Định hướng thuận lợi



EOS



$$\frac{N^*}{N_0} = e^{-\frac{E^*}{RT}}$$

N_0 – số phân tử;

N^* – số phân tử hoạt động;

E_a – năng lượng hoạt hóa, ($J.mol^{-1}$);

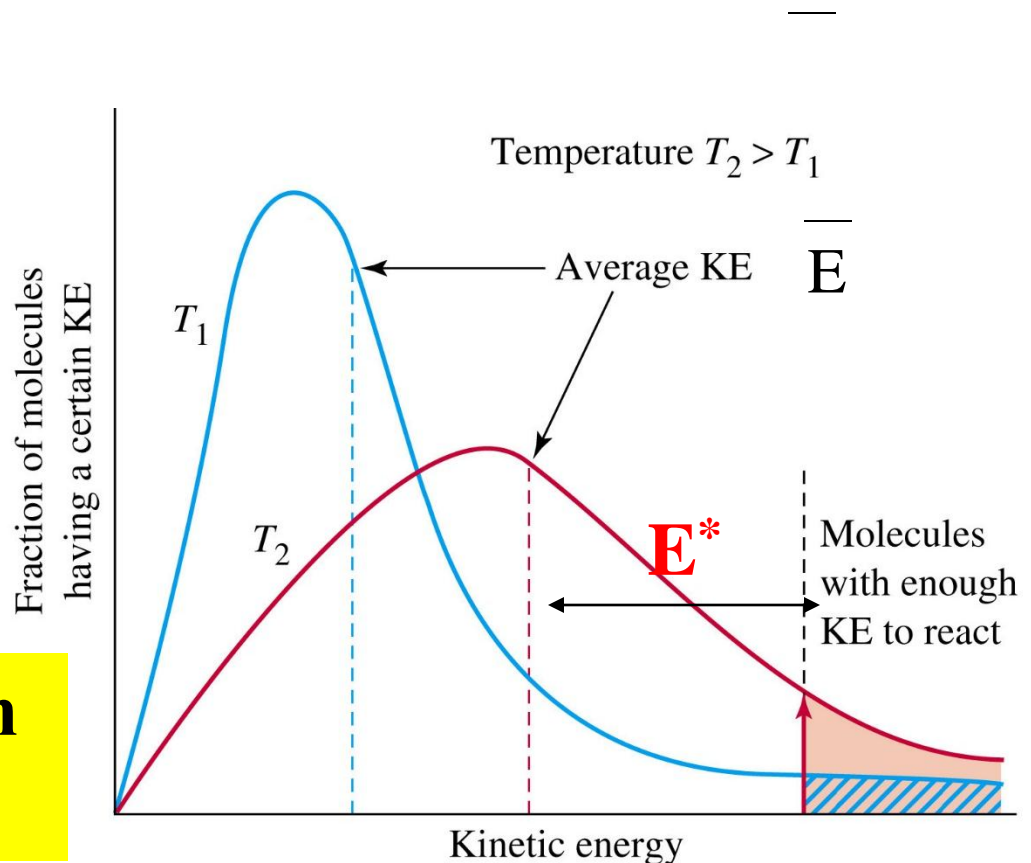
$R = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1}$;

T – nhiệt độ, K

Tiểu phân hoạt động – là tiểu phân có $E \geq E + E^*$

Chỉ có va chạm giữa các tiểu phân hoạt động mới tạo phản ứng.

$E^* \downarrow \rightarrow$ số tiểu phân hoạt động $\uparrow \rightarrow v \uparrow$.



EOS

THUYẾT PHỨC CHẤT HOẠT ĐỘNG

$E^* = H_{\text{PCHD}} - H_{\text{cđ}}$ → năng lượng hoạt hoá

$\Delta S^* = S_{\text{PCHD}} - S_{\text{cđ}}$ → định hướng kgian

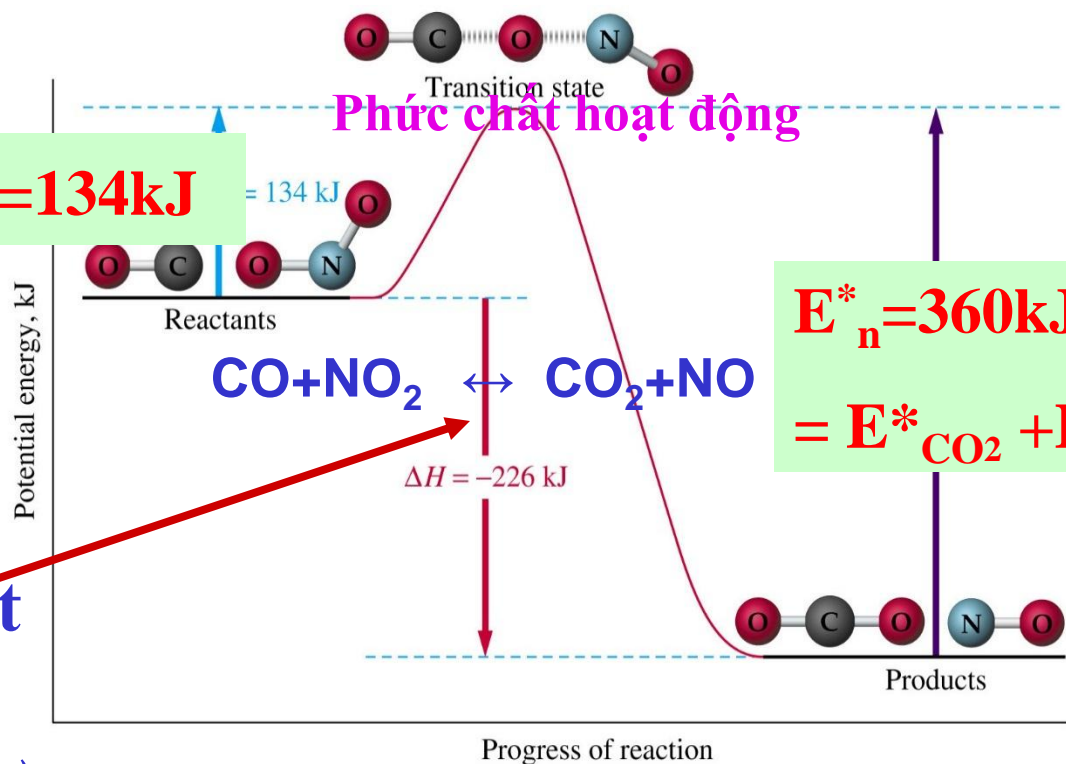
$$k = Z e^{-\frac{E^*}{RT}} e^{\frac{\Delta S^*}{R}}$$

$$E^*_{\text{CO}} + E^*_{\text{NO}_2} = E^*_t = 134 \text{ kJ}$$

$$E^*_t < E^*_n \rightarrow \Delta H < 0$$

$$E^*_t > E^*_n \rightarrow \Delta H > 0$$

Hiệu ứng nhiệt
của phản ứng
($\Delta H = E^*_t - E^*_n$)



$$E^*_n = 360 \text{ kJ}$$

$$= E^*_{\text{CO}_2} + E^*_{\text{NO}}$$

Hằng số tốc độ k

➤ Ý nghĩa vật lý:

$$v = kC_A^n C_B^m$$

Khi $C_A = C_B = 1 \text{ mol/l}$ $v = k \rightarrow$ tốc độ riêng của pư

k phụ thuộc vào: (1) bản chất phản ứng,
(2) nhiệt độ và
(3) chất xúc tác.

➤ Biểu thức tính:

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E^*}{RT}}$$

k_0 – hằng số phụ thuộc vào bản chất phản ứng,
 E_a – năng lượng hoạt hóa, ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$);
 $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
 T – Nhiệt độ phản ứng, K

IV- CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VẬN TỐC PHẢN ỨNG

- Bản chất phản ứng
- Nồng độ (áp suất) của chất pư
- Nhiệt độ
- Xúc tác
- Diện tích bề mặt tiếp xúc (pư dị thể)
- Dung môi (pư trong dung dịch)
- Sự khuấy trộn.....

1. Ảnh hưởng của nồng độ chất pur đến tốc độ pur

- Phản ứng đồng thể $v = kC_A^a \cdot C_b^b$
- Phản ứng dị thể

$$V_{hh} \gg V_{kt} \rightarrow v \approx V_{kt}$$

$$V_{hh} \ll V_{kt} \rightarrow v \approx V_{hh} \quad v = kSC_i^n$$

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới tốc độ phản ứng

a. Quy tắc kinh nghiệm của Van't Hoff

$$\gamma = \frac{k_{T+10}}{k_T} = \frac{v_{T+10}}{v_T} = 2 \div 4$$

$$\gamma^n = \frac{k_{T+10n}}{k_T}$$

Bài tập 1

- : PT Van Hoff:

$$\frac{V_{T_2}}{V_{T_1}} \approx \gamma \frac{T_2 - T_1}{10}$$

Ma: $\frac{V_{T_2}}{V_{T_1}} = \frac{\frac{1}{P_2}}{\frac{1}{P_1}} = \frac{P_1}{P_2}$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_{T_2}}{V_{T_1}} \approx \gamma \frac{T_2 - T_1}{10} \\ \frac{V_{T_2}}{V_{T_1}} = \frac{P_1}{P_2} \end{array} \right\} \frac{P_1}{P_2} = \gamma \frac{T_2 - T_1}{10}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{\gamma \frac{T_2 - T_1}{10}} = \frac{16}{2,5 \frac{200 - 150}{10}} = 916 \text{ (plunf) } \text{ ở } 200^\circ\text{C}$$

$$= \frac{16}{2,5 \frac{80 - 150}{10}} = 18278 \text{ (h) } \text{ ở } 80^\circ\text{C}.$$

(9765, 625 plunf).

Bài tập 2

: Tương tự bài 1.

$$\frac{V_2}{V_1} = r^{\frac{\Delta T}{10}} = 1024.$$

$$\text{Với } r = 2 \Rightarrow 2^{\frac{\Delta T}{10}} = 1024 \Rightarrow \frac{\Delta T}{10} \ln 2 = \ln 1024$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{10 \cdot \ln 1024}{\ln 2} = 100 \text{ (10 x 10)}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow T_2 = T_1 + \Delta T = 120^\circ\text{C}.$$

b. Phương trình Arrhenius

$$v_{T1} = k_{T1} \cdot C_A^m \cdot C_B^n = (k_0 \cdot e^{-\frac{E^*}{RT_1}}) \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$

$$v_{T2} = k_{T2} \cdot C_A^m \cdot C_B^n = (k_0 \cdot e^{-\frac{E^*}{RT_2}}) \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$

$$\frac{v_{T2}}{v_{T1}} = \frac{k_{T2}}{k_{T1}} = \frac{e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{e^{-\frac{E_a}{RT_1}}} \Rightarrow \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E^*}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Khi $T \uparrow \rightarrow$ số tiểu phân hoạt động $N \uparrow \uparrow \rightarrow v \uparrow \uparrow$. 27

Bài tập 3

$$\ln \frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$$

$$\Rightarrow \ln \frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \frac{43,05 \times 1000}{8,314} \left[\frac{1}{278} - \frac{1}{303} \right] = 1,537$$

$$\Rightarrow \frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \exp(1,537) = 4,649 \text{ (lần)}$$

3. Ảnh hưởng của xúc tác tới tốc độ phản ứng

➤ **Chất xúc tác** – làm tăng tốc độ phản ứng hoá học có $\Delta G < 0$

➤ **Đặc điểm** – lượng nhỏ

- Sau phản ứng được trả lại đủ lượng và chất

➤ **Chất xúc tác** - chỉ tham gia ở giai đoạn trung gian tạo phức chất hoạt động trung gian làm giảm năng lượng hoạt hoá của phản ứng → thay đổi cơ chế phản ứng → tăng tốc độ phản ứng.

Phân loại

Xúc tác đồng thể - chất xúc tác và chất pư ở cùng một pha (lỏng, khí) pư xảy ra trong toàn bộ thể tích.

Xúc tác dị thể- chất xúc tác (rắn) và chất pư (khí) ở các pha khác nhau, pư xảy ra trên bề mặt chất xúc tác.

Đa số các xúc tác trong công nghiệp đều là xúc tác dị thể .

Tính chất của chất xúc tác

- **Không làm thay đổi các đặc trưng nhiệt động của hệ (ΔU , ΔH , ΔS , ΔG).**
- **Không làm chuyển dịch cân bằng của phản ứng mà làm cho cân bằng nhanh đạt hơn.**
- **Sự xúc tác có tính chọn lọc**

Cơ chế xúc tác đồng thể (Thuyết hợp chất trung gian)

Không xúc tác $A + B = AB$

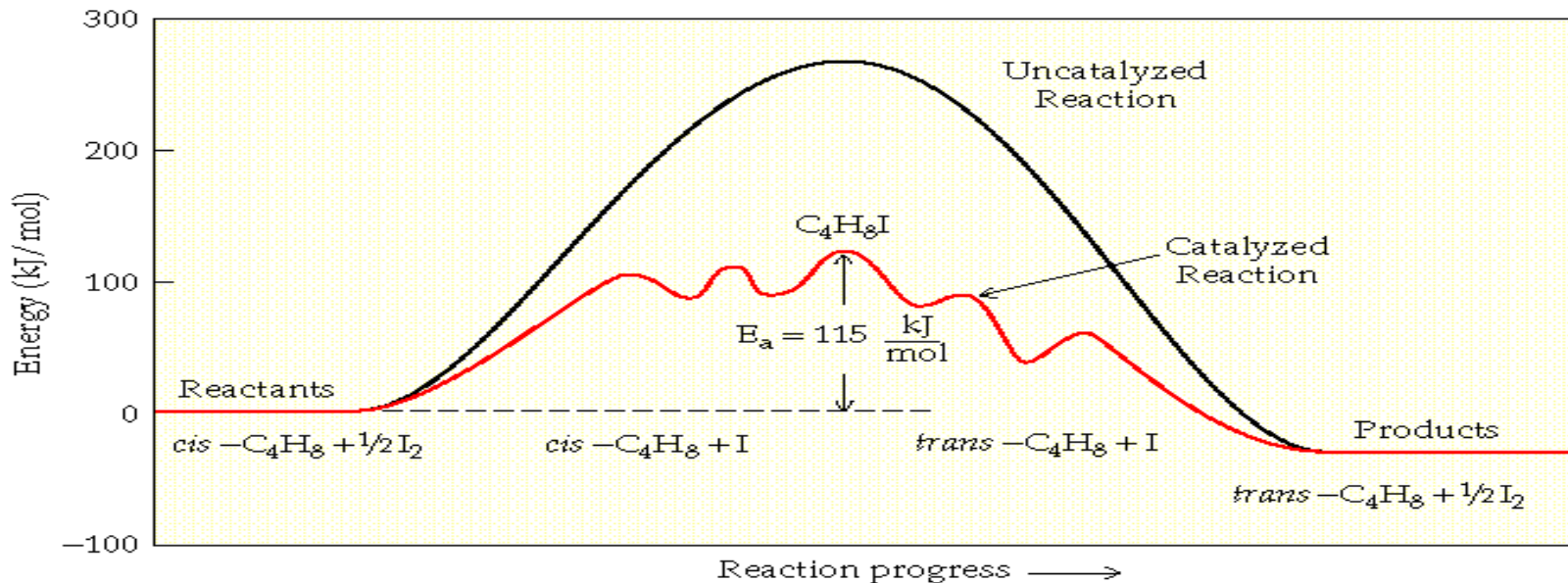
chậm, E^*

Có xúc tác K $A + K = AK$

nhanh, $E^* < E^*$

$AK + B = AB + K$

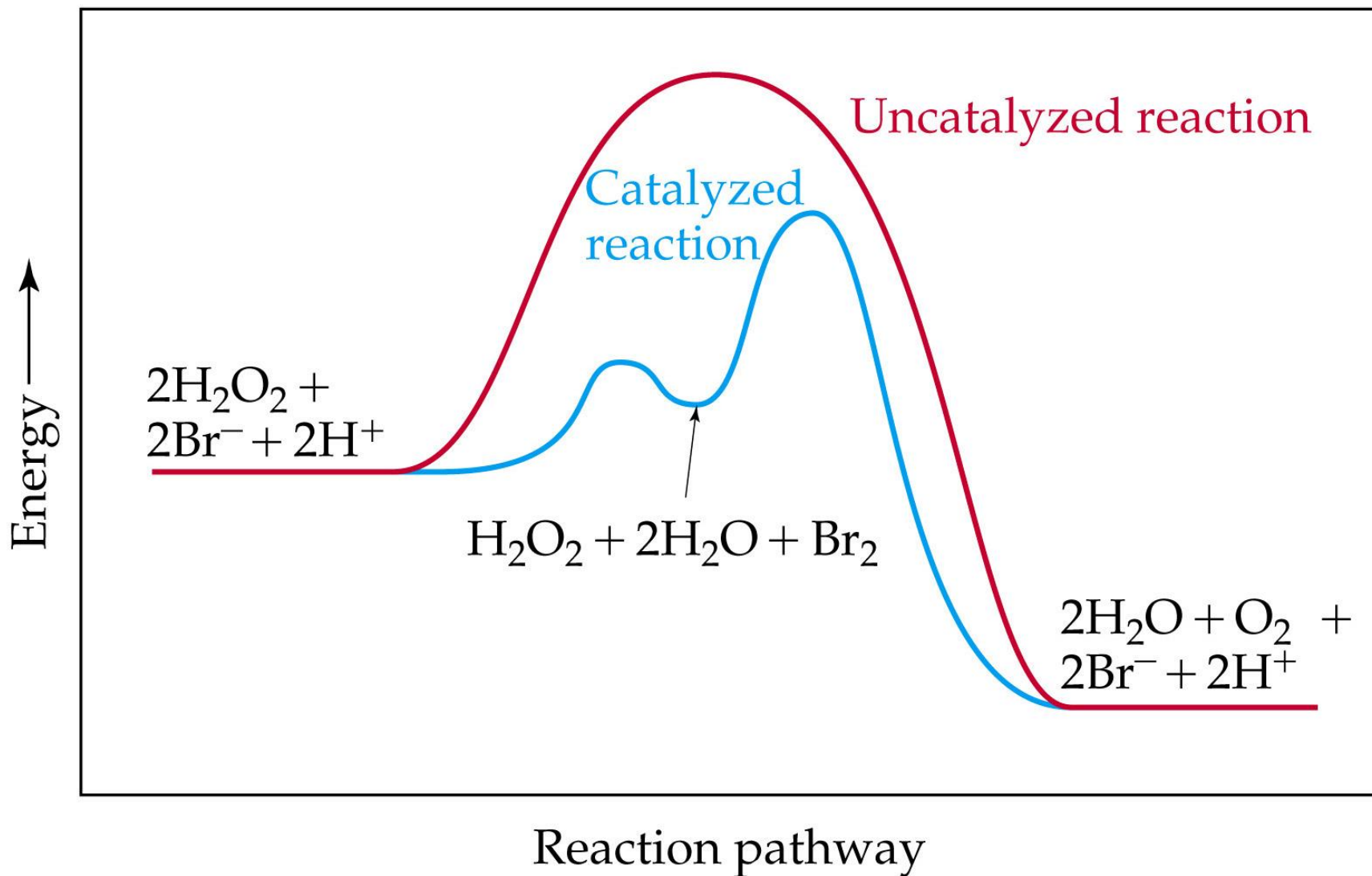
nhanh, $E^* < E^*$



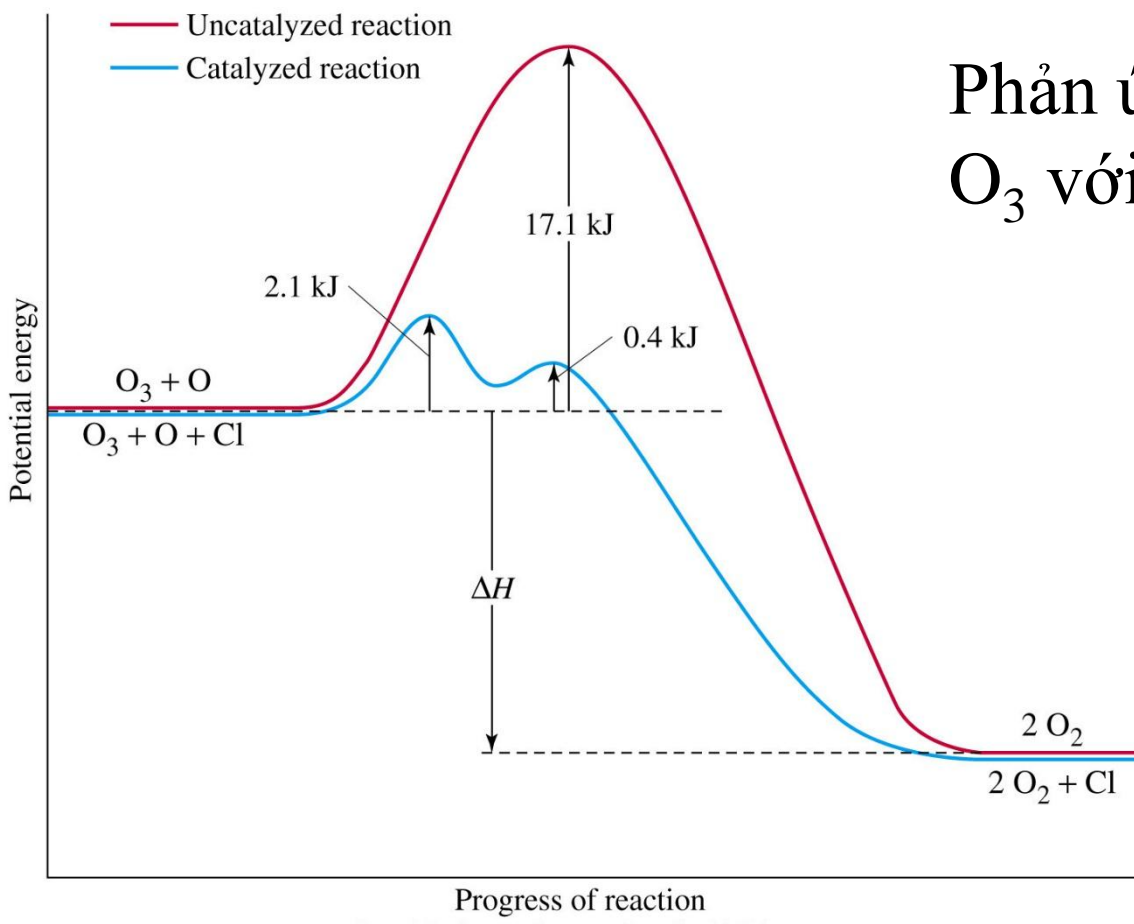
Xúc tác đồng thể

- $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{dd}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l) + \text{O}_2(k)$ rất chậm
- Khi có mặt ion Br^- thì pư diễn ra rất nhanh:
 - $2\text{Br}^-(\text{dd}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{dd}) + 2\text{H}^+(\text{dd}) \rightarrow \text{Br}_2(l) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$.
 - $\text{Br}_2(l)$ màu nâu.
 - $\text{Br}_2(l) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(k)$.
 - Br^- là xúc tác vì nó được hoàn trả lại ở giai đoạn cuối của phản ứng

Catalysis



Xúc tác đồng thể

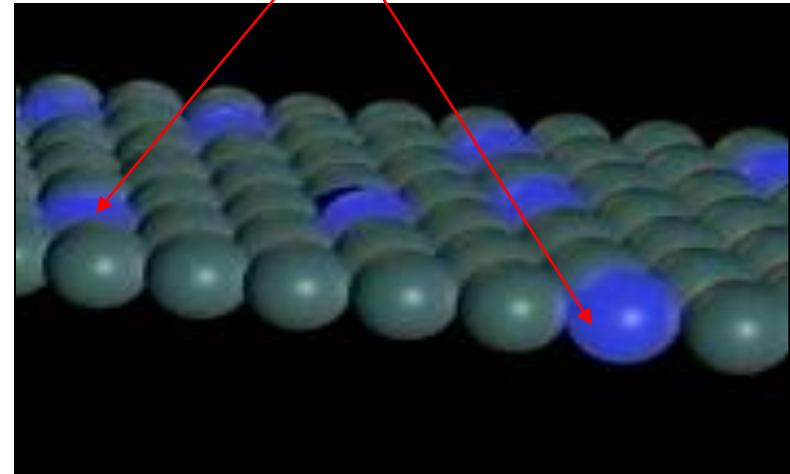


Phản ứng phân huỷ
 O_3 với xúc tác Cl

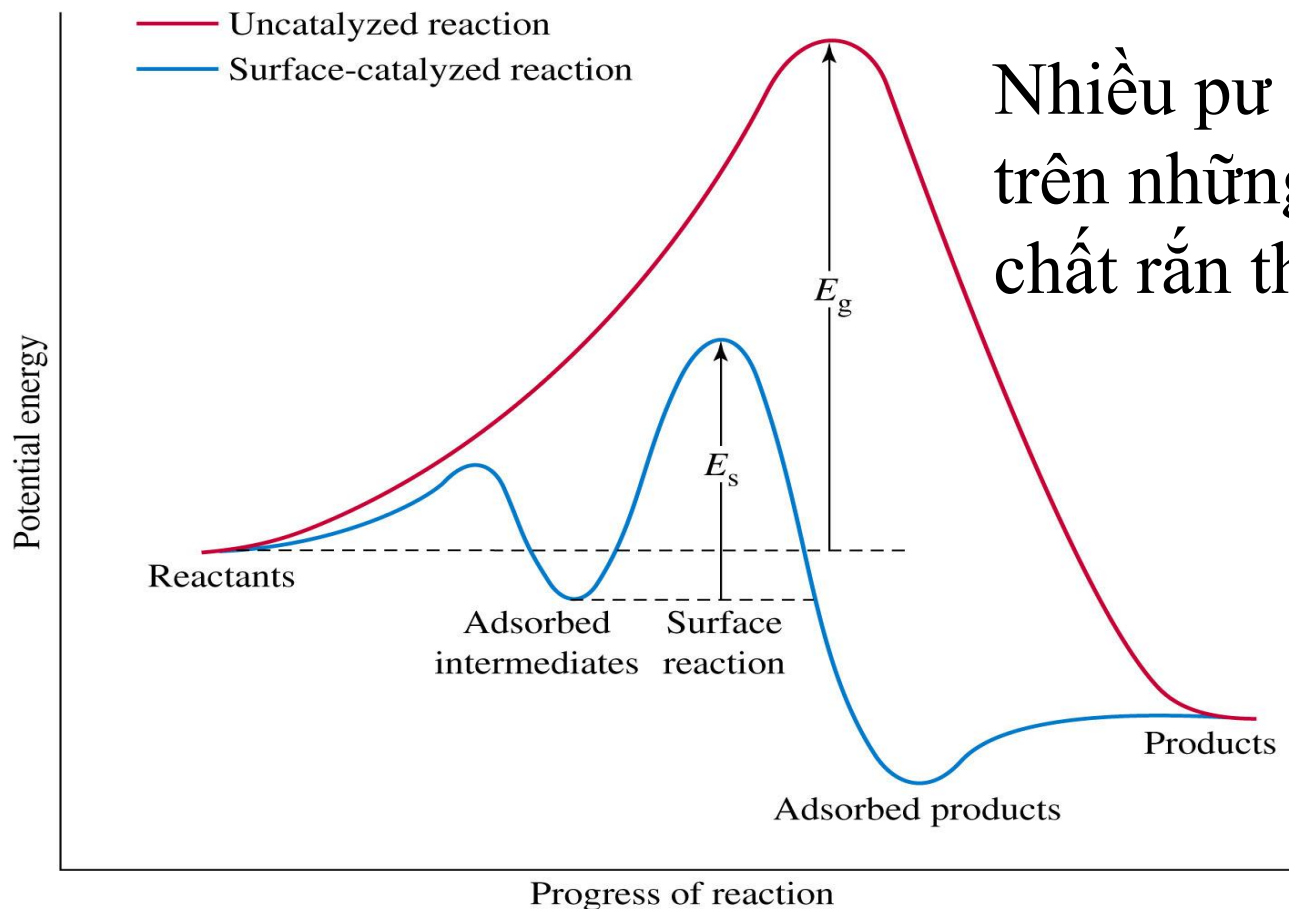
Cơ chế xúc tác dị thể

(Thuyết hấp phụ)

- Khuếch tán chất pư từ ngoài đến bề ngoài mặt chất xúc tác
- Hấp phụ chất phản ứng trên bề mặt (tại tâm hoạt động của bề mặt xúc tác)
- Phản ứng trên bề mặt
- Giải hấp sản phẩm phản ứng khỏi bề mặt
- Khuếch tán sản phẩm từ bề mặt ra ngoài



Cơ chế xúc tác dị thể



Nhiều sự được xúc tác trên những bề mặt của chất rắn thích hợp.

Xúc tác dị thể

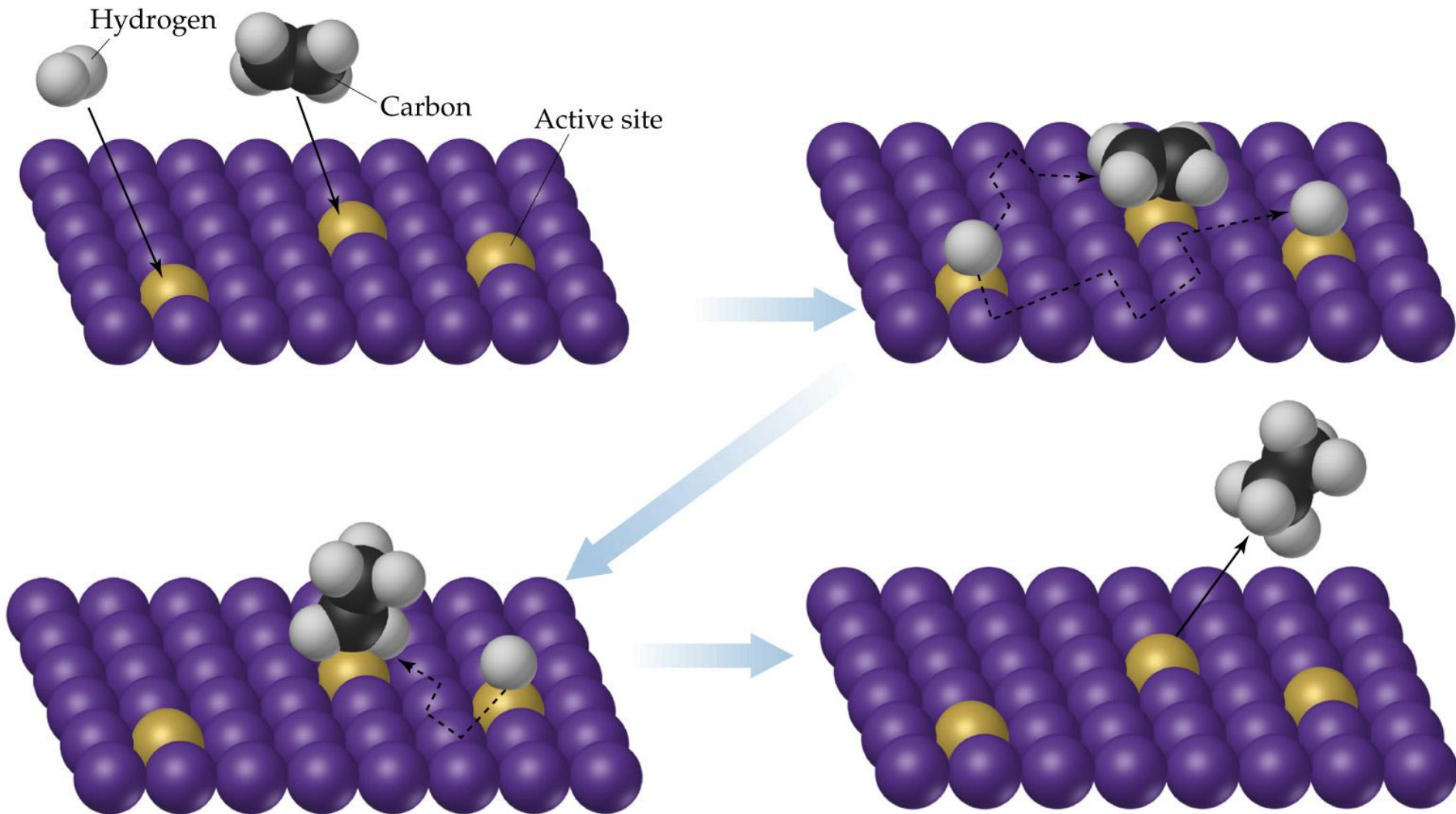
Phản ứng hydrogen hoá etylen

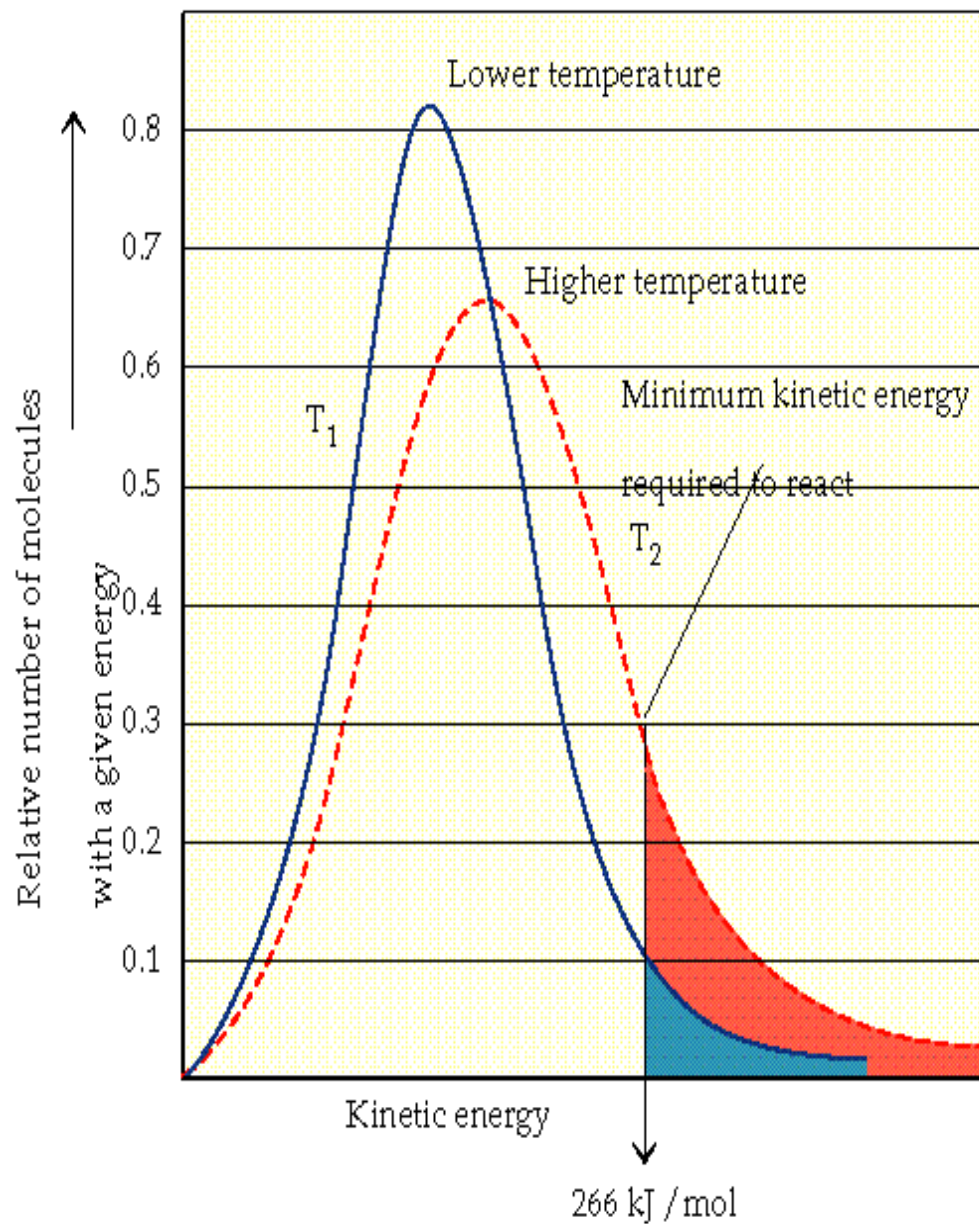


- ❖ Phản ứng rất chậm khi không có xúc tác.
- ❖ Sự có mặt của xúc tác kim loại (Ni, Pt hay Pd) phản ứng diễn ra nhanh tại nhiệt độ phòng.
 - Đầu tiên phân tử etylen và hydro bị hấp phụ lên tâm hoạt động của bề mặt kim loại.
 - Liên kết hydro bị đứt và nguyên tử hydro di chuyển trên bề mặt kim loại

- Khi 1 ng tử H va chạm với 1 phân tử etylen trên bề mặt thì lk π C-C bị đứt và 1 lk σ C-H được hình thành*
- Khi phân tử C_2H_6 tạo thành thì nó sẽ được giải hấp ra khỏi bề mặt của xúc tác.*
- Khi etylen và H_2 bị hấp phụ lên bề mặt xúc tác thì năng lượng cắt đứt lk và năng lượng hoạt hoá của pư sẽ nhỏ hơn so với khi không dùng xúc tác.*

Xúc tác dị thể





Phương trình Arrhenius

$$k_{xt} = A.e^{-\frac{E_{a(xt)}^*}{RT}}$$

$$k_{kxt} = A.e^{-\frac{E_{a(kxt)}^*}{RT}}$$

$$\ln \frac{v_{xt}}{v_{kxt}} = \ln \frac{k_{xt}}{k_{kxt}} = \frac{1}{R.T} \left(E_{a}^*_{kxt} - E_{a}^*_{xt} \right)$$

Phương trình Arrhenius

$$k_{xt} = A.e^{-\frac{E_{xt}^*}{RT}}$$

$$k_{kxt} = A.e^{-\frac{E_{kxt}^*}{RT}}$$



$$\ln \frac{v_{xt}}{v_{kxt}} = \ln \frac{k_{xt}}{k_{kxt}} = \frac{1}{R.T} (E_{kxt}^* - E_{xt}^*)$$

Bài tập 4

$$\ln \frac{v_{xt}}{v_{kxt}} = \frac{1}{RT} [E_{a(kxt)} - E_a^*] = \frac{10^3}{8,314 \cdot 293} [78,312 - 8,368]$$
$$= 27,481 \text{ (lần)}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{xt}}{v_{kxt}} = \exp(27,481) = 8,61 \cdot 10^{11} \text{ (lần)}$$

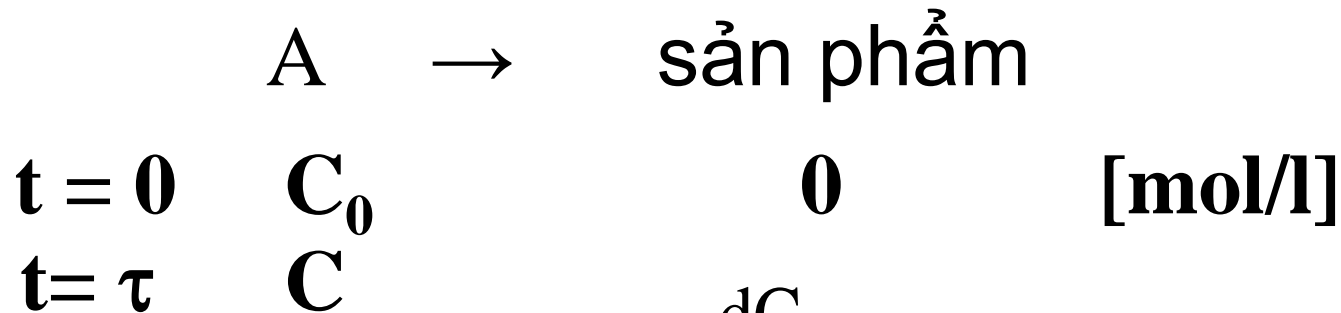
Bài tập 4

$$\ln \frac{v_{xt}}{v_{xt}^0} = \frac{1}{RT} [E_{a(\text{ox})} - E_a^*] = \frac{10^3}{8,314 \cdot 293} [78,312 - 8,368]$$
$$= 27,481 \text{ (lần)}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{xt}}{v_{xt}^0} = \exp(27,481) = 8,61 \cdot 10^{11} \text{ (lần)}$$

V. DẠNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA PHẢN ỨNG VỚI CÁC BẬC KHÁC NHAU

1. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA PƯ BẬC 1



$$k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C}$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A$$

$$\int_{C_A^0}^{C_A} -\frac{dC_A}{C_A} = \int_0^{\tau} k_1 dt$$

$$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1}$$

$$k_1 \tau = \ln \frac{C_0}{C}$$

Bài tập 7

Cho v hoặc $v_{\text{hoạt}}$ của phản ứng xảy ra hoặc theo pt động học bậc 1 như sau:
 $v = k \cdot [C]$.

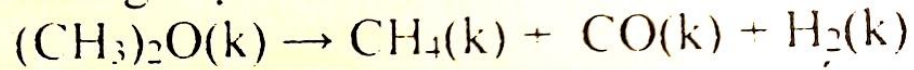
Ví dụ:

$$\ln \frac{C_0}{C_T} = \ln \frac{v_0}{v_T} = k \cdot t.$$

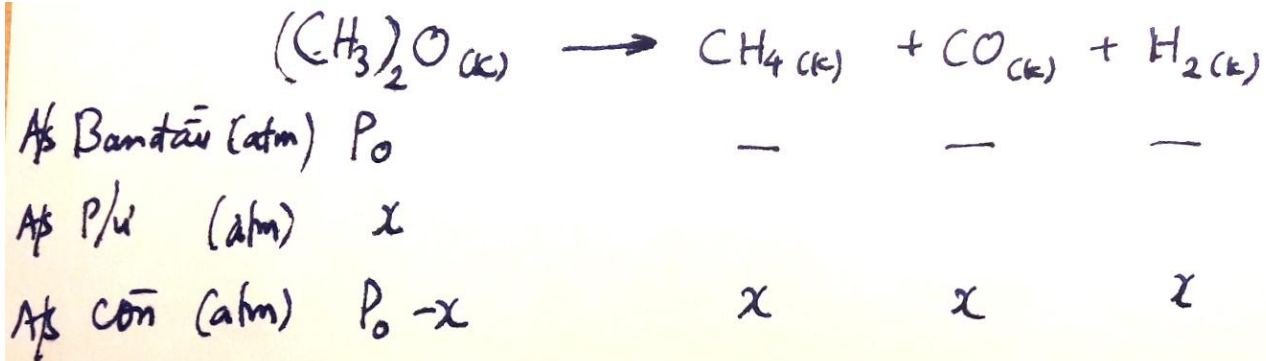
$$\Rightarrow t = \frac{\ln \frac{v_0}{v_T}}{k} \quad \text{với} \quad k = \frac{\ln 2}{\tau}.$$

$$\text{Thay số: } t = \frac{\ln \frac{15,3}{2,5}}{\frac{\ln 2}{5730}} = 19975,5 \text{ năm.}$$

Phản ứng sau xảy ra trong một bình có thể tích không đổi:



Phản ứng có bậc là 1. Ban đầu chỉ có $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ với áp suất đo được là $P_0 = 300 \text{ mmHg}$. Khi phản ứng thực hiện được 10 giây, đo được áp suất chung của hệ là $P = 308.1 \text{ mmHg}$. Tính hằng số tốc độ k và thời gian nửa phản ứng $t_{1/2}$.



$$\Rightarrow \text{Áp suất hệ: } \Sigma P = P_0 - x + 3x = P_0 + 2x \text{ (atm)}$$

$$\text{Áp suất ban đầu của hệ: } P_0.$$

$$\Rightarrow \Delta P = P_{(10s)} - P_{(t=0)} = 2x.$$

$$\text{Vậy: } x = \frac{P - P_0}{2}. \text{ Do đó: } P_0 - x = P_0 - \left(\frac{P - P_0}{2}\right) = \frac{3}{2}P_0 - \frac{P}{2}.$$

2. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA PƯ BẬC 2

$2A \rightarrow$ sản phẩm

$$-\frac{1}{2} \frac{dC_A}{dt} = k_2 C_A^2$$

$$\tau_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2k_0 C_0} \quad k_2 = \frac{1}{2\tau} \left[\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right]$$

Bài tập 5

$$v = k [\text{Este}]^a [\text{NaOH}]^b.$$

$$\left. \begin{array}{l} a) \quad v \sim [\text{Este}] \text{ bậc } 1 \\ v \sim [\text{NaOH}] \text{ bậc } 1 \end{array} \right\} \Rightarrow v = k \cdot [\text{Este}] \cdot [\text{NaOH}].$$

$$b) \quad [\text{Este}] = [\text{NaOH}].$$

$$\Rightarrow v = k \cdot [C]^2 = -\frac{dC}{dt}.$$

$$\Rightarrow k \cdot [C]^2 = -\frac{dC}{dt} \iff -\frac{1}{C^2} dC = k dt.$$

$$-\int \frac{1}{C^2} dC = \int k dt \Rightarrow \frac{1}{C} \Big|_0^{C_t} = k t \Big|_0^t.$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{C_0} + \frac{1}{C_t} = k \Delta t \Rightarrow k = \frac{C_0 - C_t}{(C_0 \cdot C_t) \Delta t}.$$

$$\left. \begin{array}{l}
 t = 100 \text{ plunt} \\
 C_t = \frac{2}{5} C_0 \\
 C_0 = 0,01 \text{ M}
 \end{array} \right\} \Rightarrow k = \frac{0,01 \cdot (0,6)}{(0,01)^2 \times 0,4 \cdot 200} = 0,75 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c) C_t = \frac{1}{100} C_0 = 0,01 C_0.$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{C_0 - C_t}{C_t \cdot C_0 \cdot k} = \frac{0,99 C_0}{\frac{1}{100} \cdot C_0^2 \cdot k} = \frac{9900}{C_0 k} = 132000 \text{ (plunt)}$$

Bài tập 6

Quá trình phóng xạ tuân theo phương trình động học bậc 1:

$$v = -\frac{d[C]}{dt} = k \cdot [C] \Rightarrow \int \frac{d[C]}{[C]} = \int k dt.$$

Hay: $\ln \frac{C_0}{C_t} = k \cdot t$ khi $t = \tau_{1/2} \Rightarrow \frac{C_0}{C} = \frac{1}{2}$.

$$\Rightarrow \ln 2 = k \cdot \tau \Rightarrow k = \frac{\ln 2}{\tau}$$

Vậy pt: $\boxed{\ln \frac{C_0}{C_t} = \frac{\ln 2}{\tau} \cdot t}$

Áp dụng: $C_0 - C_t = 99,9/100 \Rightarrow C_t = \frac{0,1}{100} \cdot C_0$.

hay $\frac{C_0}{C_t} = 1000 \Rightarrow t = \frac{\tau \ln 1000}{\ln 2} = 258,92 \text{ năm}$