

Cinética Química

A Cinética Química estuda a velocidade das reações, bem como os fatores que influenciam essa velocidade, além de buscar formas de realizar o controle da velocidade de uma reação.

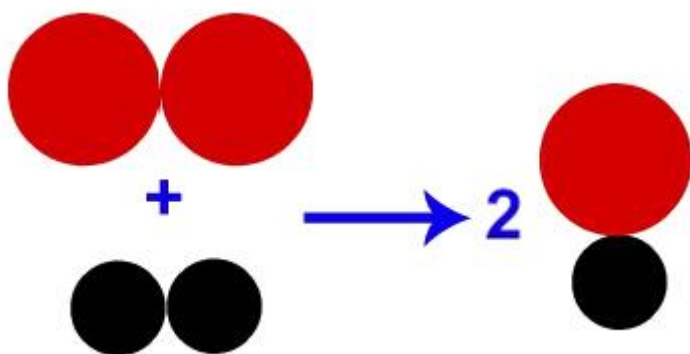
Os tópicos fundamentais que todo aluno deve conhecer sobre Cinética Química são:

1- Condições fundamentais para a ocorrência das reações

a) Contato entre os reagentes

Para que uma reação química aconteça, é fundamental que os reagentes entrem em contato. Vale ressaltar que, durante o contato entre os reagentes, as moléculas realizam a chamada colisão favorável.

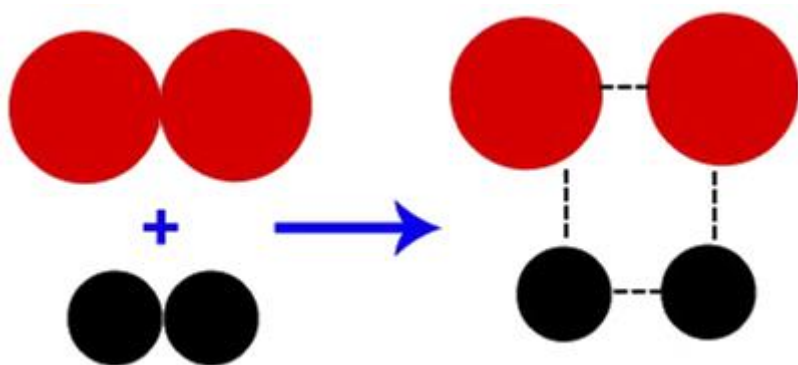
Denomina-se de colisão favorável o choque entre moléculas no qual todos ou a maioria dos átomos entra em contato entre si, como no modelo representado abaixo:



Representação de uma colisão favorável

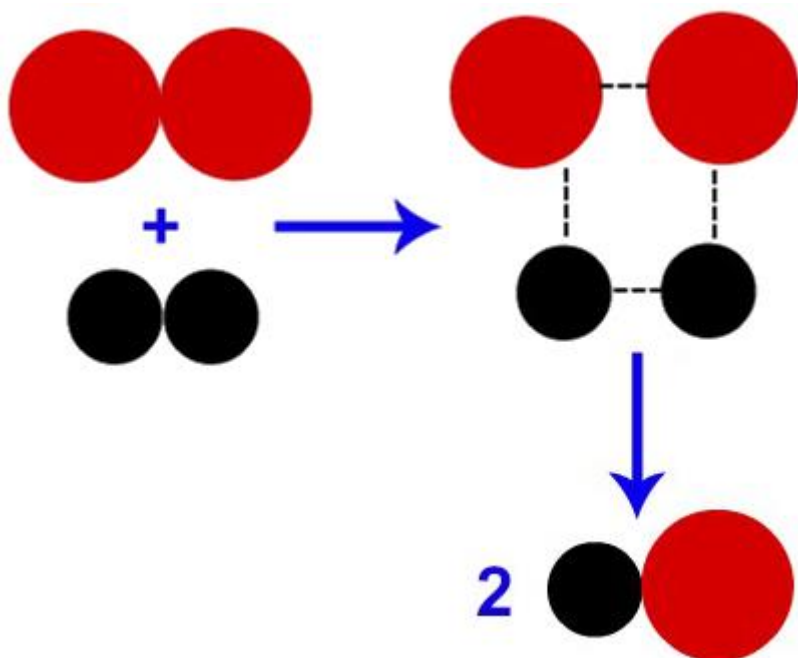
b) Energia de ativação e complexo ativado

Energia de ativação é a energia mínima necessária que deve ser fornecida aos reagentes para que seja formado o complexo ativado (composto intermediário formado por todos os átomos envolvidos nos reagentes):



Representação da formação de um complexo ativado

O produto somente é formado quando algumas ligações presentes no complexo ativado são rompidas.



Representação da formação do produto após a formação do complexo ativado

A energia de ativação e o complexo ativado podem ser representados em um gráfico. O complexo ativado está sempre posicionado no ponto mais alto da curva (seta vermelha), enquanto a energia de ativação começa nos reagentes e termina no complexo ativado (seta azul).

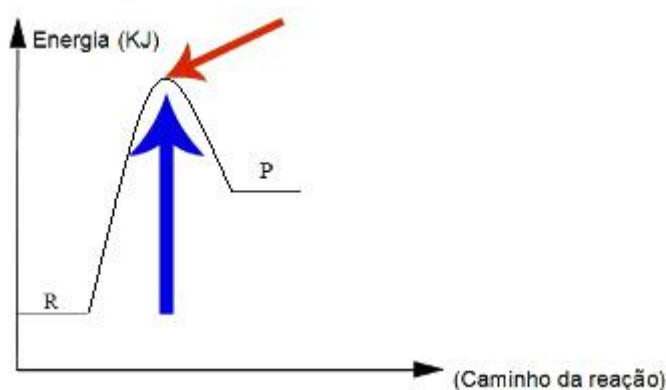


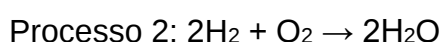
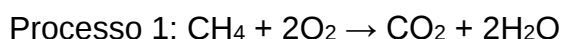
Gráfico sobre a energia de ativação e o complexo ativado de uma reação química

2- Fatores que influenciam a velocidade de uma reação

a) Natureza dos reagentes

A quantidade de átomos presentes em cada um dos reagentes influencia a velocidade de uma reação, já que, quanto maior o número de átomos na molécula, mais tempo será gasto para que eles sejam separados (quebra das ligações) para a formação do complexo ativado.

Considere os processos a seguir:



Podemos sugerir que o processo 2 ocorre com maior velocidade, pois seus reagentes são formados por moléculas com poucos átomos. No processo 1, um dos reagentes apresenta cinco átomos.

b) Superfície de contato

Denomina-se de superfície de contato a área de contato de um reagente com outro reagente ou de um reagente com um agente (temperatura, pressão etc). Um exemplo de influência da superfície de contato é o cozimento de batatas.

Batatas inteiras demoram mais para cozinhar porque o calor da chama tem mais dificuldade de alcançar as partes mais internas. Se cortarmos as batatas e

colocarmos para cozinhar, o calor alcançará uma maior área de contato, sendo distribuído de forma mais rápida.

c) Luz

Existem reações que só ocorrem na presença de luz, como é o caso da eletrólise. Assim, quanto maior a quantidade de energia fornecida para a reação, mais rapidamente ele se processa. Um exemplo é a decomposição do brometo de prata (AgBr), formando prata metálica (Ag) e bromo líquido (Br₂).

d) Pressão

A pressão está relacionada com a diminuição do volume de um espaço, assim, ao elevar a pressão em um sistema composto por gases, favorecemos que as moléculas entrem em contato e, conseqüentemente, realizem um maior número de colisões, aumentando a velocidade da reação.

e) Temperatura

O aumento da temperatura favorece o aumento da energia cinética das partículas. Com isso, elas passam a colidir mais entre si, tornando a reação mais rápida. Já a diminuição da temperatura favorece a diminuição da energia cinética das colisões e, conseqüentemente, da velocidade da reação.

f) Concentração dos reagentes

A concentração de reagentes refere-se à quantidade de partículas que existem nos reagentes. Assim, quanto maior a quantidade de moléculas existentes, maior será a possibilidade de colisões efetivas entre elas, aumentando, assim, a velocidade da reação.

g) Catalisador

O catalisador favorece a formação do complexo ativado em um menor tempo e com uma menor quantidade de energia de ativação. Ao final da reação, ele

pode ser removido integralmente do meio reacional, pois não participa de nenhum dos produtos.

h) Eletricidade

Existem reações que só ocorrem na presença de eletricidade, como é o caso da eletrólise. Assim, quanto maior a quantidade de energia fornecida para a reação, mais rapidamente ela se processa.

3- A ordem de uma reação não elementar

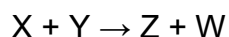
Tanto para a reação elementar quanto para a reação não elementar podemos realizar o cálculo da velocidade da reação pela chamada expressão da velocidade:

$$v = K \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$

Na expressão da velocidade, utilizamos apenas as concentrações molares dos reagentes da reação, elevadas aos seus respectivos coeficientes estequiométricos.

Em uma reação não elementar (aquela que, para ocorrer, depende de algumas etapas), é necessário encontrar os valores das ordens (coeficientes) utilizadas na expressão da velocidade. Esses coeficientes podem ser encontrados pela análise de tabelas, geralmente fornecidas pelos exercícios, como no exemplo abaixo:

Exemplo: *Com a reação genérica e a tabela que indica as velocidades e as concentrações em mol/L dos reagentes, determine a expressão da velocidade dessa reação.*



Velocidade	[X] mol/L	em [Y] mol/L
10	5	10
40	10	10
40	10	20

- Ordem para o X: Utilizaremos as expressões 1 e 2 porque a concentração de X muda, e a de Y, não.

Concentração: da primeira para a segunda, ela dobra (de 5 para 10);

Velocidade: da primeira para a segunda, ela quadruplica (de 10 para 40).

Como a velocidade aumentou 4 vezes e a concentração aumentou 2 vezes, logo, a relação deles é de 4 para 2 e, por isso, a ordem é 2.

- Ordem para o Y: Utilizaremos as expressões 2 e 3 porque a concentração de Y muda, e a de X, não.

Concentração: da primeira para a segunda, ela dobra (de 10 para 20);

Velocidade: da primeira para a segunda, não se modifica (mantém 40).

Como a concentração aumenta e a velocidade não se modifica, dizemos que esse participante não influencia a velocidade, logo, sua ordem é zero. Com esses dados, a expressão da velocidade para essa reação é:

$$v = K. [X]^2. [Y]^0$$

4- Exemplos de questões aplicadas

O exemplo a seguir mostra um exercício de Cinética Química que já foi aplicado em uma das provas do Enem:

1- (Enem-2010) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.

2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.

3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

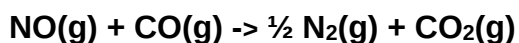
- a) Temperatura, superfície de contato e concentração.
- b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- d) Superfície de contato, temperatura e concentração.
- e) Temperatura, concentração e catalisadores.

Resposta do exercício: A resposta é a letra c) porque:

- Item I: aborda o resfriamento, o qual está relacionado com a mudança de temperatura;
- Item II: aborda o corte dos alimentos para cozimento, o que aumenta a superfície de contato;
- Item III: aborda o uso de enzimas, que são catalisadores biológicos.

2- (UFC 96) - O óxido nítrico (NO) e o monóxido de carbono (CO) são duas das mais nocivas substâncias poluentes originadas de indústrias químicas e de sistemas de exaustão de veículos automotores. Um método eficiente para reduzir suas concentrações consiste no uso do catalisador de Monel

(uma liga de níquel-cobre), o qual viabiliza cineticamente a reação de transformação desses poluentes em N₂ e CO₂:



Marque a alternativa correta:

- a) Os catalisadores não afetam as velocidades das reações químicas (direta e inversa)
- b) O catalisador de Monel atua na reação, diminuindo sua energia de ativação
- c) A reação ocorre mais lentamente com o uso do catalisador
- d) A expressão que representa corretamente a constante de equilíbrio é dada por $K = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{CO}]}{[\text{N}_2]^{1/2} \cdot [\text{CO}_2]}$
- e) O uso de catalisadores afeta as energias relativas dos reagentes e produtos, alterando as variações de entalpia das reações.

Resposta do exercício: A resposta é a letra b), porque:

Alternativa a: está errada. Afetam sim.

Alternativa b: está correta. Os catalisadores agem reduzindo a energia de ativação.

Alternativa c: está errada. Com catalisador ocorre mais rapidamente.

Alternativa d: está errada. O certo é $K = \frac{[\text{N}_2]^{1/2} \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{NO}] \cdot [\text{CO}]}$

Alternativa e: está errada. O catalisador não altera a variação de entalpia.

3- ACAFE - O conhecimento da velocidade das reações químicas é de extrema importância para a produção industrial de uma série de produtos. Analise as afirmações a seguir.

- I. A velocidade de uma reação química geralmente cresce com o aumento da temperatura.
- II. A velocidade de uma reação química sempre independe da concentração dos reagentes.
- III. A velocidade de uma reação química depende da orientação apropriada das moléculas na hora do choque.

IV. Para os sólidos, quanto maior a superfície de contato, menor será a velocidade da reação química.

Assinale a alternativa que indica somente as afirmações corretas.

- a) II - III
- b) I - IV
- c) II - IV
- d) I - III

Resposta do exercício: A resposta é a letra d), porque:

Afirmativa I: está correta.

Afirmativa II: está errada. Depende sim, porque quanto maior a concentração dos reagentes maior será a velocidade da reação (ou vice-versa).

Afirmativa III: está correta.

Afirmativa IV: está errada. Quanto maior a superfície de contato, maior será a velocidade da reação química.