

AVALIAÇÃO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A VELOCIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS: CONCENTRAÇÃO DE REAGENTES E TEMPERATURA DE REAÇÃO.

Glauber Silva Godoi

META

Desenvolver no aluno a capacidade de avaliar os fatores que influenciam o comportamento das reações químicas, bem como extrair os parâmetros cinéticos de uma reação química a partir de dados experimentais.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
determinar a influência da concentração dos reagentes e da temperatura de reação na velocidade de uma reação.

PRÉ-REQUISITOS

Conhecimento sobre a Lei empírica de Arrhenius para a velocidade das reações; Teoria de Colisão.

INTRODUÇÃO

Caro aluno, durante toda esta parte inicial do curso você foi apresentado a diferentes conceitos importantes para a compreensão do comportamento das reações químicas. A partir de agora iremos iniciar nossas aulas práticas, onde a partir de diferentes experimentos realizados, iremos aplicar boa parte do conhecimento teórico adquirido. Nesta primeira aula prática iremos abordar os principais fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. O conhecimento e controle destes fatores são de suma importância em diversas áreas do nosso dia-a-dia. Este é um aspecto muito importante, seja para o melhor controle das reações químicas em um processo químico industrial, o que pode acarretar em economia do processo de produção; ou até mesmo para entender melhor o funcionamento de organismos vivos. Neste contexto, os parâmetros cinéticos de maior interesse no presente momento são a velocidade da reação e a sua respectiva constante de velocidade.

FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Cada reação apresenta um valor distinto de velocidade de reação, ou seja, o quanto suas espécies reagentes são consumidas ao longo do tempo. Um exemplo claro é quando comparamos o processo de queima de um palito de fósforo e o apodrecimento de uma fruta. No primeiro caso temos uma série de reações que ocorrem em um intervalo de tempo relativamente curto, culminando na combustão do palito (fibras de celulose e hemicelulose). Já o segundo caso, apodrecimento da fruta, existe uma série de reações de decomposição da parede celular do fruto devido à ação de fungos e bactérias cujo objetivo é obter energia a partir dos produtos de reação desta decomposição. Nos dois casos temos reações bastante distintas, e por isso verificamos uma diferença significativa no que diz respeito à velocidade de reação. Resta, portanto uma pergunta, e no caso de uma mesma reação, qual seriam os fatores responsáveis por uma possível diferença na velocidade de reação? Pense um pouco antes de continuar lendo o texto.

De maneira resumida, podemos citar as seguintes variáveis como sendo responsáveis por diferenças significativas na velocidade de reações químicas similares:

- Concentração dos reagentes;
- Temperatura de reação;
- Presença de catalisador;
- Superfície de contato

Baseado nestas variáveis, você seria capaz de explicar em qual dos fatores (estérico, frequência de colisão, energético) elas irão influenciar? Lembre-se, por exemplo, da aula 9 sobre Teoria da Colisão e tente responder esta pergunta.

Na aula de hoje iremos avaliar apenas o efeito das duas primeiras variáveis que influenciam na velocidade da reação:

CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

Para um sistema em temperatura constante, a fração de moléculas com energia suficiente para reagir é constante. Por outro lado, o aumento da concentração dos reagentes implica no aumento da frequência das colisões. Portanto, a velocidade de uma reação química depende da concentração de uma ou mais espécies moleculares reagentes.

TEMPERATURA DE REAÇÃO

Como vimos nas aulas anteriores, principalmente na aula 8, a temperatura influencia na velocidade média relativa das espécies reagentes. Isto por sua vez, irá definir o valor da frequência de colisões entre as espécies. Neste caso esta dependência é do tipo $T^{1/2}$. No entanto, a influência da temperatura no fator energético, ou seja, na fração de moléculas com energia suficiente para provocar a reação apresenta uma dependência do tipo exponencial. Este é o motivo pelo qual pequenas variações de temperaturas podem provocar grandes variações na velocidade das reações. É por isso que o seu corpo precisa ser mantido na temperatura média de 37 °C. Caso contrário, em uma febre, por exemplo, todo cuidado é pouco para que o corpo não sofra com os processos resultantes de reações bioquímicas fora da condição normal.

Agora que você está familiarizado com estes conceitos vamos colocar as mãos na massa e iniciar nosso primeiro experimento.

EXPERIMENTO

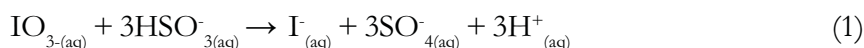
Descrição

Nesta experiência iremos realizar a mistura de soluções e avaliar o efeito da concentração de um dos reagentes, e posteriormente da temperatura de reação, na velocidade da reação. Portanto, será realizado apenas um tratamento qualitativo do experimento. A reação escolhida, chamada de “relógio de iodo” é resultante da mistura das seguintes soluções:

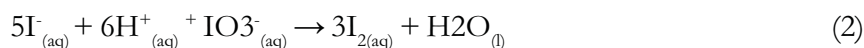
Solução 1: contém o íon hidrogenossulfito, HSO_3^- (aq), também chamado de íon bissulfito, e um pouco de amido.

Solução 2: solução diluída de iodato de potássio, KIO_3 , que constitui a fonte do íon iodato, IO_3^- (aq).

A etapa inicial da reação pode ser representada pela equação:



Como a concentração dos íons bissulfito (HSO_3^-) é inferior à concentração dos íons iodato (IO_3^-), os íons iodeto formados nesta reação, reagem com os íons iodato restantes, após o consumo dos íons bissulfito, produzindo iodo:



O iodo molecular por sua vez reage com o íon iodeto:



O íon resultante tem a capacidade de formar um complexo com o amido (amilose), produzindo na solução uma coloração azul. A figura 1 ilustra o complexo formado.

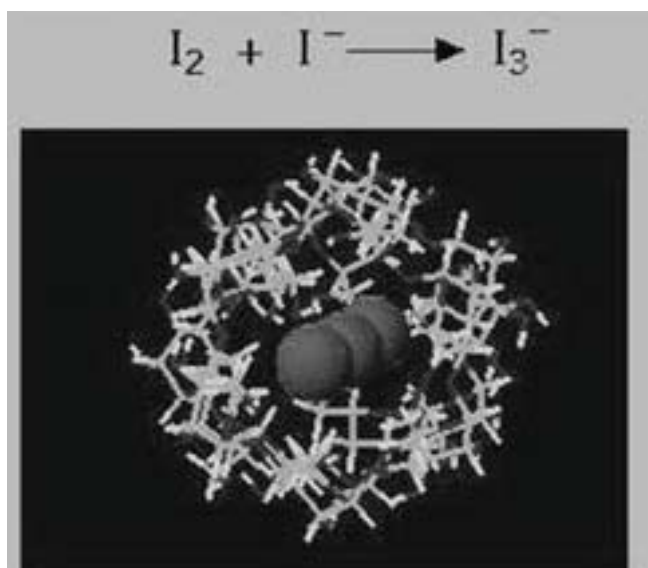


Figura 1: Complexo amido - iodo.

Adaptado de: <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/548starchiodine.html>

Material a ser usado:

Tubos de ensaio; estante para tubos; cronômetro; termômetro; béqueres; pipetas; bastão de vidro; balões de 500 mL; iodato de potássio (KIO_3); metabisulfito de sódio ($Na_2S_2O_5$); solução de ácido sulfúrico (1 mol L^{-1}).

Procedimento Experimental

O preparo da solução deve ser realizado conforme o procedimento descrito abaixo:

Solução de bissulfito de sódio ($NaHSO_3$) – solução 1

Dissolver 2 g de amido em aproximadamente 250 mL de água destilada. Em seguida adicionar 0,1 g de $Na_2S_2O_5$, 2,5 mL da solução de H_2SO_4 (1 mol/L), e completar para 500 mL.

Solução de iodato de potássio (KIO_3) – solução 2

Dissolver 5,4 g de KIO_3 em 500 mL de água destilada.

Com as soluções prontas já estamos em condições de realizar o experimento com o objetivo de avaliar o efeito da concentração e da temperatura na velocidade da reação.

Efeito da concentração:

- Em um suporte para tubo de ensaio, coloque 5 tubos de ensaio numerados de 1 a 5;
- Ao tubo 1 adicione 10 mL de solução 2 (iodato) e a seguir, a cada um dos demais tubos 8, 6, 4 e 2 mL, respectivamente, na ordem crescente de suas numerações;
- Coloque no tubo 2, 2 mL de água destilada; no tubo 3, 4 mL de água destilada prosseguindo em ordem crescente de 2 mL de volume para cada tubo, até o número 5 que deve receber 8 mL de água destilada;
- Agite cada tubo para homogeneizar a solução;
- Agora, coloque em cada tubo, 10 mL de solução 1 (bissulfito) e com o auxílio de um cronômetro, marque o tempo, desde o início da adição até o aparecimento de uma cor azul.

De posse dos dados preencha a tabela 1.

Tabela 1. Resultados do experimento do efeito da concentração dos reagentes na velocidade.

Nº do tubo	$\text{IO}_3^- / \text{mL}$	Água destilada / mL	$\text{HSO}_3^- / \text{mL}$	t / s
1				
2				
3				
4				
5				

Efeito da temperatura da reação:

- Adicione em um tubo de ensaio 10 mL da solução 2 (iodato) e em um outro tubo 10 mL da solução 1 (bissulfito);
- Em um béquer contendo água com algumas pedras de gelo coloque os 2 tubos e espere o tempo suficiente para que as soluções dos tubos atinjam a mesma temperatura da água;
- Com auxílio de um termômetro anote a temperatura da água;
- Misture as soluções e agite bem para homogeneizar, mantendo o tubo com a solução dentro do banho. Marque o tempo para que a reação se processe.
- Anote os resultados na Tabela 2.
- Repetir os procedimentos dos itens (a) a (e) a temperatura ambiente, e anote o novo valor de t.

Tabela 2. Resultados do experimento do efeito da temperatura na velocidade.

T / °C	t / s

CONCLUSÃO

A reação “relógio de iodo” permitiu verificar a dependência da velocidade de reação com a concentração de um dos reagentes e temperatura de reação. Os resultados obtidos nas duas etapas experimentais podem ser explicados em termos da Teoria da colisão, ou seja, o aumento da concentração de uma das soluções foi responsável pelo aumento do fator de frequência para a reação em uma temperatura específica. Posteriormente, a variação da temperatura foi responsável pela mudança na fração de moléculas com energia suficiente para provocar a reação química, acentuando a velocidade da reação.

RESUMO

Nesta aula discutimos dois importantes fatores que justificam possíveis diferenças observadas na velocidade das reações, que são a concentração dos reagentes e a temperatura de reação. A reação usada para exemplificar estas relações é conhecida como relógio de iodo, cuja principal característica é a de produzir um complexo de coloração azul após a reação envolvendo duas soluções distintas, sendo uma de bissulfito de sódio contendo amido em meio ácido e a outra de iodato de potássio. A coloração azul ocorre apenas quando o bissulfito é totalmente consumido, de modo que o iodato residual acaba reagindo com o iodeto presente na solução com conseqüente formação do íon I_3^- . Este íon tem a capacidade de formar um complexo com o amido (amilose) cuja coloração característica é azul, o que acaba servindo como um indicador do momento em que o bissulfito foi totalmente consumido.

ATIVIDADES

Responda as seguintes questões:

1. Descreva e explique sucintamente o procedimento empregado em cada parte do experimento. Qual a reação envolvida?
2. Qual o motivo da presença do amido na solução de bissulfito?
3. Explique resumidamente o aparecimento da cor azul durante o experimento.
4. Neste experimento, o tempo medido corresponde a qual evento? Podemos obter a Lei de Velocidade da reação utilizando apenas o procedimento empregado?



5. Outro fator avaliado neste experimento foi a temperatura. Como isto foi feito? Que informação pode ser obtida a partir deste experimento?
6. Explique a influência da temperatura na velocidade de uma reação química (use equações e gráficos para melhor ilustrar).



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos ver os outros fatores responsáveis por mudanças na velocidade das reações químicas: o catalisador e a superfície de contato.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W.; Físico-Química, vol. 1, 8ed., Editora LTC, São Paulo, 2008.
CASTELLAN, G.; Fundamentos de físico-química, Editora LTC, São Paulo, 1972.
MOORE, W. J.; Físico-química, vol 1, Editora Edgar Blucher, São Paulo, 1976.