

# Química – 3º Ano

## Tarefa 5

### Instruções

Olá alunos,

Eu criei uma classe online para cada turma, usando o **Google Sala de Aula**. O código para ingressar na turma do 3º Ano é [wbvrtup](#). Pergunta que vocês talvez farão: esse serviço serve para quê? Respondendo:

- a) para os alunos tirarem dúvidas com o professor;
- b) para os alunos terem acesso fácil às tarefas;
- c) para os alunos enviarem suas tarefas, em formato de foto ou escaneadas. Isso não é obrigatório, mas ajuda o professor.

Para participar desse serviço, cada aluno deve ter um e-mail institucional do Google. E para se inscrever na turma, deve usar o código [wbvrtup](#). No final dessa tarefa estão informações sobre como criar o e-mail institucional, e como se inscrever na turma do Google Sala de Aula.

Caso tenha dúvidas, deixe um recado no Google Sala de Aula, ou envie um e-mail para [allanpaula@prof.educacao.sp.gov.br](mailto:allanpaula@prof.educacao.sp.gov.br).

Bons estudos!

Prof. Allan F. Paula.

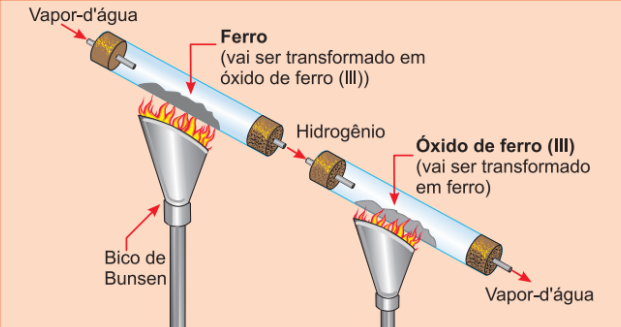
Módulo

22

## As reações não se completam. Conceito de equilíbrio químico

### Palavras-chave:

- Velocidades iguais • Concentrações constantes

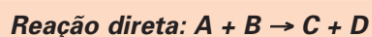


**Vapor-d'água**  
**Ferro** (vai ser transformado em óxido de ferro (III))  
**Hidrogênio**  
**Óxido de ferro (III)** (vai ser transformado em ferro)  
**Bico de Bunsen**  
**Vapor-d'água**

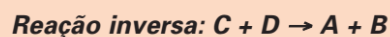
**Uma reação reversível:** No primeiro tubo, vapor-d'água reage com ferro metálico produzindo óxido de ferro (III) e hidrogênio. Este hidrogênio entra no segundo tubo, reage com óxido de ferro (III), fornecendo novamente ferro e vapor-d'água. A equação da reação é:  
$$2 \text{Fe(s)} + 3 \text{H}_2\text{O(v)} \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3 \text{H}_2\text{(g)}$$

### 1. Reação reversível

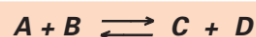
Reação reversível é uma reação que se pode realizar em ambos os sentidos. Por exemplo:



Se os produtos puderem reagir entre si para formar os reagentes, teremos então:

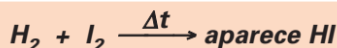


Tal fenômeno pode ser assim representado:

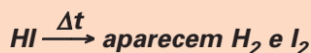


Dizemos então que tal reação é uma reação reversível.

**Exemplo:** Colocando em um recipiente  $H_2$  e  $I_2$ , decorrido um certo tempo ( $\Delta t$ ), verifica-se o aparecimento de HI. Isso significa que  $H_2$  reage com  $I_2$ , formando HI.



Em outro recipiente, coloca-se HI. Depois de certo tempo, aparecem  $H_2$  e  $I_2$ . Isso significa que o HI se decompõe, formando  $H_2$  e  $I_2$ .

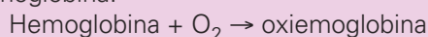


Temos, portanto, uma reação reversível.

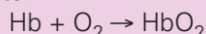


### Saiba mais

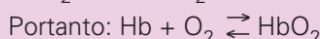
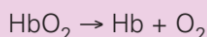
Uma reação reversível, extremamente importante para a vida, está relacionada com o transporte do oxigênio atmosférico ( $O_2$ ) para as várias partes do corpo humano. Esse transporte é realizado pela hemoglobina, uma proteína complexa existente no sangue. A hemoglobina liga-se ao  $O_2$  nos pulmões, formando a oxiemoglobina.



Simplificadamente:



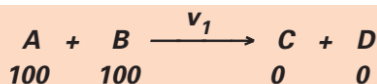
A oxiemoglobina é levada, pela corrente sanguínea, às várias partes do corpo, onde o oxigênio é liberado para ser usado nos processos metabólicos. Forma-se novamente a hemoglobina.



## 2. O estado de equilíbrio

Para dar uma ideia do estado de equilíbrio, vamos acompanhar a evolução de uma reação reversível. Suponhamos que os reagentes tenham uma coloração **vermelha** e os produtos, **amarela**.

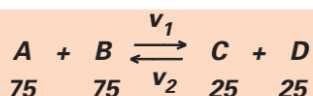
**Situação inicial**



**Coloração do sistema: vermelha.**

Partimos, por exemplo, de 100 moléculas de cada reagente. No instante inicial, em que as moléculas são colocadas em contato, a quantidade de produto é zero. A coloração do sistema é vermelha, totalmente, devido ao fato de termos somente reagente.

**Decorrido certo tempo...**



**Coloração do sistema:**

**o vermelho tende ao alaranjado.**

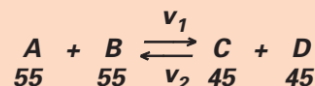
A reação começou. O reagente começa a se transformar no produto. Os reagentes começam a ser consumidos. Os produtos começam a ser formados. Se, inicialmente, só havia reação direta, agora, com a formação das primeiras moléculas do produto, já devemos considerar que algumas moléculas de C e D podem voltar a se transformar em A e B.

Chamamos  $v_1$ : velocidade da reação direta e

$v_2$ : velocidade da reação inversa.

O sistema começa a mudar de cor devido ao aparecimento do produto, que é amarelo.

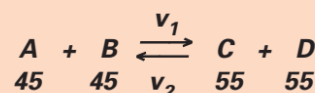
**Mais algum tempo decorrido...**



**Coloração do sistema: a cor laranja predomina.**

Ambas as reações continuam ocorrendo. A velocidade da reação direta está diminuindo. A velocidade da inversa está aumentando. O sistema no qual a reação ocorre mostra visíveis aspectos de reação ocorrendo.

**Continua passando o tempo...**

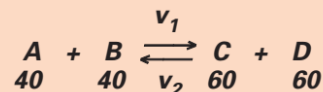


**Coloração do sistema:**

**a cor laranja já lembra o amarelo.**

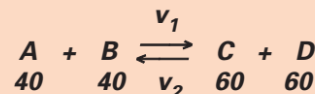
A velocidade da reação direta caiu sensivelmente. Continua aumentando a velocidade da inversa. O sistema no qual a reação ocorre mostra, aos poucos, um declínio dos sintomas de reação ocorrendo.

**Algum tempo depois...**



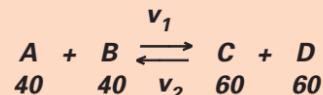
**Coloração do sistema: tom amarelo-avermelhado.**

**Algum tempo depois...**



**Coloração do sistema: idêntica à anterior.**

**Confirmando, alguns instantes após...**



**Coloração do sistema: idêntica à anterior.**

Não se nota mais nenhuma alteração no sistema. A impressão externa é a de que tudo cessou. O sistema não dá mais sinais de reação química.

**Foi atingido o equilíbrio químico.**

**Observação:** As concentrações de A e B não precisam ser iguais entre si. Tampouco as de C e D.

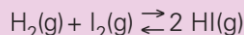


## Saiba mais

Como se obtém o equilíbrio  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  e  $\text{HI}$ ?

### Resolução

Consideremos a reação reversível:

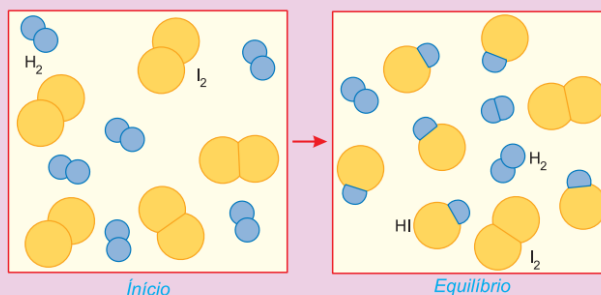


Começamos a reação colocando hidrogênio e iodo em um recipiente fechado. Assim que se forma certa quantidade de iodeto de hidrogênio, este começa a se decompor, formando hidrogênio e iodo.

Quando as reações direta e inversa ficam com velocidades iguais, o equilíbrio é atingido.

Observe que os reagentes não são consumidos comple-

tamente. No final do processo, temos uma mistura em equilíbrio, contendo tanto produtos como reagentes. As concentrações de todas as substâncias no equilíbrio permanecem constantes ao longo do tempo.



## 3. Características do equilíbrio

- A velocidade da reação direta ( $v_1$ ) é igual à velocidade da reação inversa ( $v_2$ ).
- Se aparentemente a reação parou, isso na verdade não ocorre. O equilíbrio é **dinâmico**. Ambas as reações continuam ocorrendo. Só que com igual velocidade. O equilíbrio químico é mantido permanentemente pela igualdade das velocidades de reações químicas opostas.
- Em consequência disso, as concentrações de todas as substâncias presentes não mais variam. As concentrações de todas as substâncias presentes no equilíbrio permanecem constantes ao longo do tempo.
- As propriedades do sistema em equilíbrio são as mesmas, independentemente da direção pela qual ele é atingido. Isto quer dizer que, se na reação do item 1 tivéssemos partido de C e D em vez de A e B, as propriedades do sistema em equilíbrio seriam as mesmas.
- Todas as reações reversíveis caminham espon-

taneamente para o equilíbrio, pois este é a posição de menor energia e maior estabilidade possível para o sistema. E lá ficam, a menos que um fator externo modifique tal situação. Uma vez atingido o estado de equilíbrio, este persiste indefinidamente se não for perturbado externamente. **O equilíbrio existe, portanto, somente em um sistema fechado**, isto é, tanto matéria como energia não estão sendo introduzidas ou removidas.

- As **características macroscópicas** não mais se alteram. Como vínhamos acompanhando no decurso da reação, quando as concentrações não mais variam, a cor do sistema não mais se altera. O estado de equilíbrio realmente dá a impressão externa de que tudo cessou, mas isso na verdade não ocorre. Ambas as reações continuam ocorrendo, com igual velocidade. No âmbito molecular, tudo continua. Microscopicamente, tudo continua.

Resumindo:

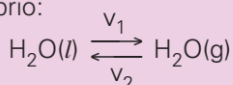
**Macroscopicamente, tudo cessa.**  
**Microscopicamente, tudo continua.**



## Saiba mais

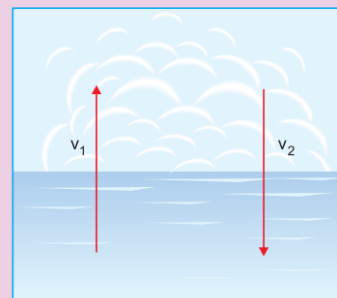
### EQUILÍBRIO ENTRE ÁGUA LÍQUIDA E GASOSA

Colocando uma amostra de água líquida em um recipiente fechado, à temperatura constante, uma parte vaporiza. Logo após, é estabelecido o equilíbrio:



Os dois processos, vaporização e condensação, estão ocorrendo à mesma velocidade e as quantidades relativas de líquido e vapor não variam com o tempo.

A 100°C, a concentração do vapor-d'água no equilíbrio é 0,0327 mol/L e a sua pressão é 1,00 atm.



## 4. Análise gráfica do equilíbrio

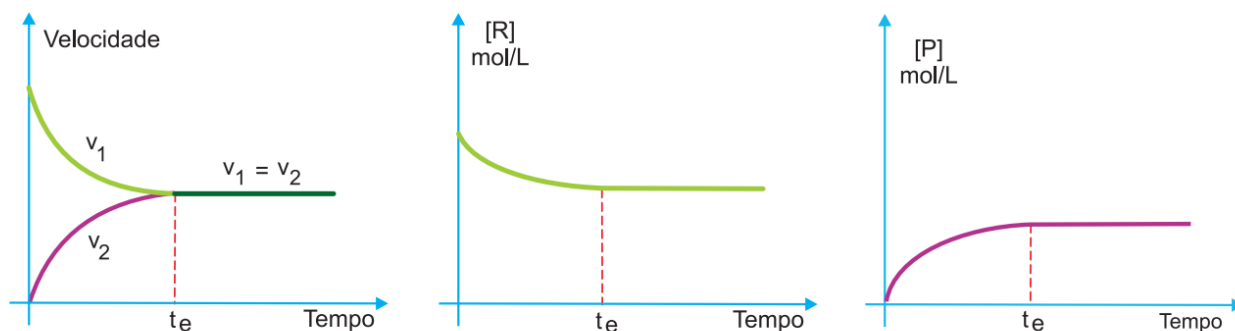
Podemos representar, graficamente, tudo o que foi dito. Começamos colocando as velocidades da reação direta ( $v_1$ ) e inversa ( $v_2$ ) em ordenadas, e na abscissa, o tempo.

Inicialmente, a velocidade da reação inversa ( $v_2$ ) é zero, enquanto a velocidade da reação direta ( $v_1$ ) é máxima. Com o decorrer do tempo,  $v_2$  aumenta e  $v_1$  diminui. No instante " $t_e$ ", ambas se igualam. É o momento em que o equilíbrio foi atingido.

Podemos construir outros tipos de gráficos, colocando na ordenada as concentrações de reagentes [R] ou produtos [P] ou ambas, e na abscissa, o tempo.

No princípio, a concentração de reagente é máxima. Com o decorrer do tempo, ela vai diminuindo, até que num certo instante " $t_e$ " não varia mais. Permanece constante. Está atingido o equilíbrio.

Inicialmente, a concentração do produto é zero. Com o decorrer do tempo, ela vai aumentando, até que num certo instante " $t_e$ " não varia mais. Permanece constante. Está atingido o equilíbrio.



A situação de equilíbrio em relação às concentrações de reagentes e produtos pode ser de três tipos:

**1º tipo:** Quando o equilíbrio é atingido com a concentração de reagente maior que a do produto:

$[R] > [P]$  no equilíbrio

É uma reação que ocorre com maior extensão no sentido de formação dos reagentes e, evidentemente, com menor extensão no sentido de formação dos produtos.

**2º tipo:** Quando o equilíbrio é atingido com maior concentração de produto do que de reagente:

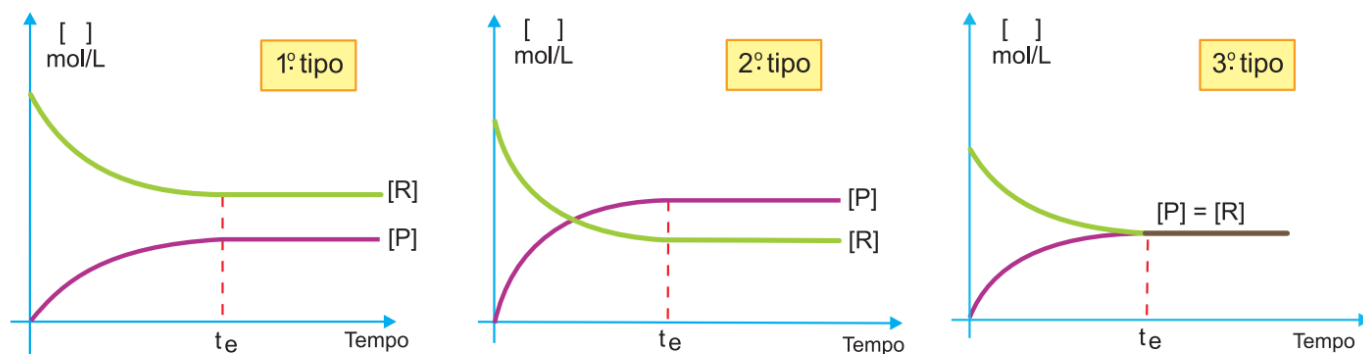
$[P] > [R]$  no equilíbrio

A reação ocorre em maior extensão para a formação dos produtos e, evidentemente, com menor extensão no sentido de formação dos reagentes.

**3º tipo:** Quando o equilíbrio é atingido com concentrações iguais de produto e de reagente:

$[R] = [P]$  no equilíbrio

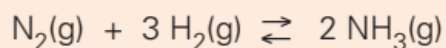
Ambas as reações, direta e inversa, ocorrem com igual extensão.



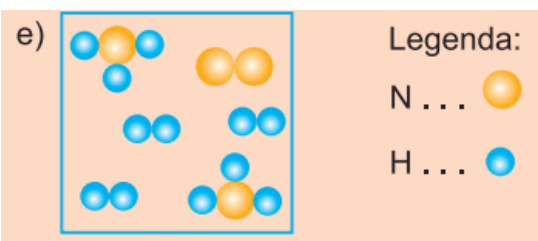
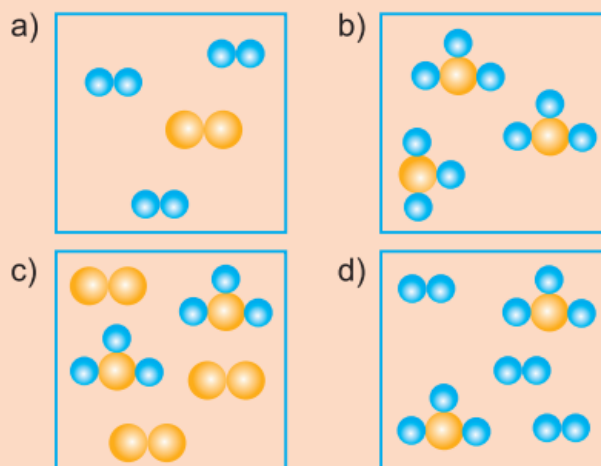
## Exercícios

1 -

**2 (FUVEST-SP – MODELO ENEM)** – Em condições industrialmente apropriadas para se obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_2$  e  $H_2$ .



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



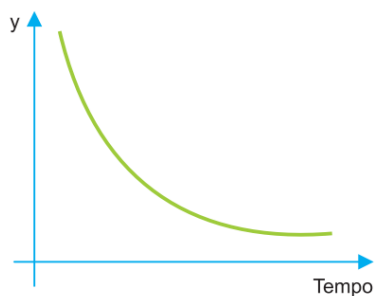
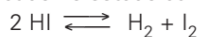
2 -

**2 (MODELO ENEM)** – Um dos grandes progressos da história da Química foi a compreensão de que as reações químicas nem sempre se completam, isto é, nem sempre apresentam rendimento 100%. Os químicos observaram que, em muitos casos, mesmo após tempo suficientemente

prolongado para que a reação se processe, ainda restam reagentes no sistema.

Um sistema em que há apenas reagentes pode convergir para uma situação em que reagentes e produtos coexistam com concentrações invariáveis ao longo de tempo, desde que sejam mantidas as mesmas condições.

O gráfico abaixo foi obtido no estudo da reação:



Nesse gráfico, y pode representar a

- a) massa de HI.
- b) massa de  $H_2$ .
- c) massa de  $I_2$ .
- d) soma das massas de  $H_2$  e  $I_2$ .
- e) soma das massas de HI,  $H_2$  e  $I_2$ .



Para instruções de como entrar na sua turma do Google Sala de Aula, veja o vídeo <https://youtu.be/biXm1EIW8U0?t=84>.

Para criar o e-mail do Google, acesse <https://sed.educacao.sp.gov.br/> e siga as instruções abaixo:

## 2.2 Passos necessários para a criação de emails no Google e Microsoft (PERFIL ALUNO)

Abaixo estão descritas as etapas para a criação de email no Google e Microsoft.

### 2.2.1 Localização no sistema

Caminho: Pagina inicial/ Login

**imagem 4**

**1º passo - Logar-se no sistema**

**IMPORTANTE:** No primeiro acesso, que deve ser feito com a data de nascimento do aluno, o sistema não libera a criação da conta de email. Isso só é liberado depois que o aluno redefine a senha após o primeiro acesso.

Portal do Governo | Cidadão.SP | Investe SP | Destaques:  OK

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Secretaria Escolar Digital**

**Acesso**

Usuário:

Senha:

**Entrar**

[Esqueceu a senha?](#) [Obter acesso](#)

**FAQ**  
Dúvidas Frequentes?  
Aqui você poderá acessar a uma série de respostas às perguntas mais frequentes sobre a operação do sistema.

**Ajuda**  
Precisa de suporte?  
Aqui você visualizará uma série de textos que o ajudarão a operar o sistema de maneira mais eficiente.

**Download de Documentos**  
Precisa acessar documentos?  
Nesta seção você poderá baixar arquivos com diversas documentações para seu dia a dia.

**Boletim**  
Deseja verificar seu boletim?  
Acesse online os resultados de seu boletim escolar.

imagem 5

A sua conta de email foi criada na Microsoft e no Google!

- Para acessar sua conta na Microsoft, use o link (A) e o domínio "@aluno.educacao.sp.gov.br" (B);
- Para acessar sua conta no Google, use o link (C) e o domínio "@al.educacao.sp.gov.br" (D).

**IMPORTANTE:** Para o acesso a essas contas, use a mesma senha de acesso ao SED.

**Provisionamento de e-mail**

A senha para acesso aos e-mails é a mesma utilizado no Secretaria Escolar Digital!

Microsoft

número do seu RA

↓

E-mail Microsoft: 00444444444444sp@aluno.educacao.sp.gov.br (B)

Link de acesso: <https://portal.microsoftonline.com/> (A)

Google

número do seu RA

↓

E-mail Google: 00444444444444sp@al.educacao.sp.gov.br (D)

Link de acesso: <https://mail.google.com/> (C)