



# 19. A kémiai egyensúly és befolyásolása

# A reakciók iránya

- ▶ elméletileg minden reakció megfordítható (kétirányú)
- ▶ a gyakorlatban vannak egyirányú reakciók
  - ▶ olyan körülményeket kellene biztosítani a visszafordításhoz, amelyet egyáltalán nem, vagy nagyon nehezen lehet biztosítani

# Dinamikus egyensúlyi rendszerek

- ▶ előfordul, hogy a visszaalakulás térben és időben ugyanott és ugyanakkor megy végbe, mint az átalakulás
- ▶ egyes reakcióelegyekben a reakció úgy játszódik le, hogy bizonyos anyagmennyiség-aránynál olyan állapotba kerül a rendszer, amelyben a reaktánsok és a termékek egyaránt jelen vannak
- ▶ bármelyik mennyiségének megváltoztatása a többi anyag mennyiségét változtatja addig, mígnem az elegy ismét egy „állandó összetételű” új állapotba nem kerül

# Dinamikus egyensúlyi rendszerek

- ▶ a termékképződés (átalakulás) sebessége megegyezik a termék visszaalakulásának sebességével
- ▶ a részecskék szintjén van változás, a koncentrációk viszont állandóak (**de NEM feltétlenül EGYENLŐEK!**)

# A tömeghatás törvénye

- ▶ egy elszigetelt egyensúlyi rendszerben, állandó hőmérsékleten a reakciótermékek egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatának, valamint a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatának aránya állandó értéket ad
  - ▶ ez az állandó az **egyensúlyi állandó** ( $K$ )

# A tömeghatás törvényének alkalmazása

➤ egy általánosan felírt egyenlet:  $A + 3 B \rightleftharpoons 2 C$

➤ a tömeghatás törvénye felírható:

$$K = \frac{[C]_e^2}{[A]_e^1 \cdot [B]_e^3}$$

➤ a  $K$  mértékegysége ebben az esetben  $(\text{mol}/\text{dm}^3)^{-2}$

➤ az egyensúlyi állandónak csak a részecskeszám-változással járó reakciók esetében van mértékegysége

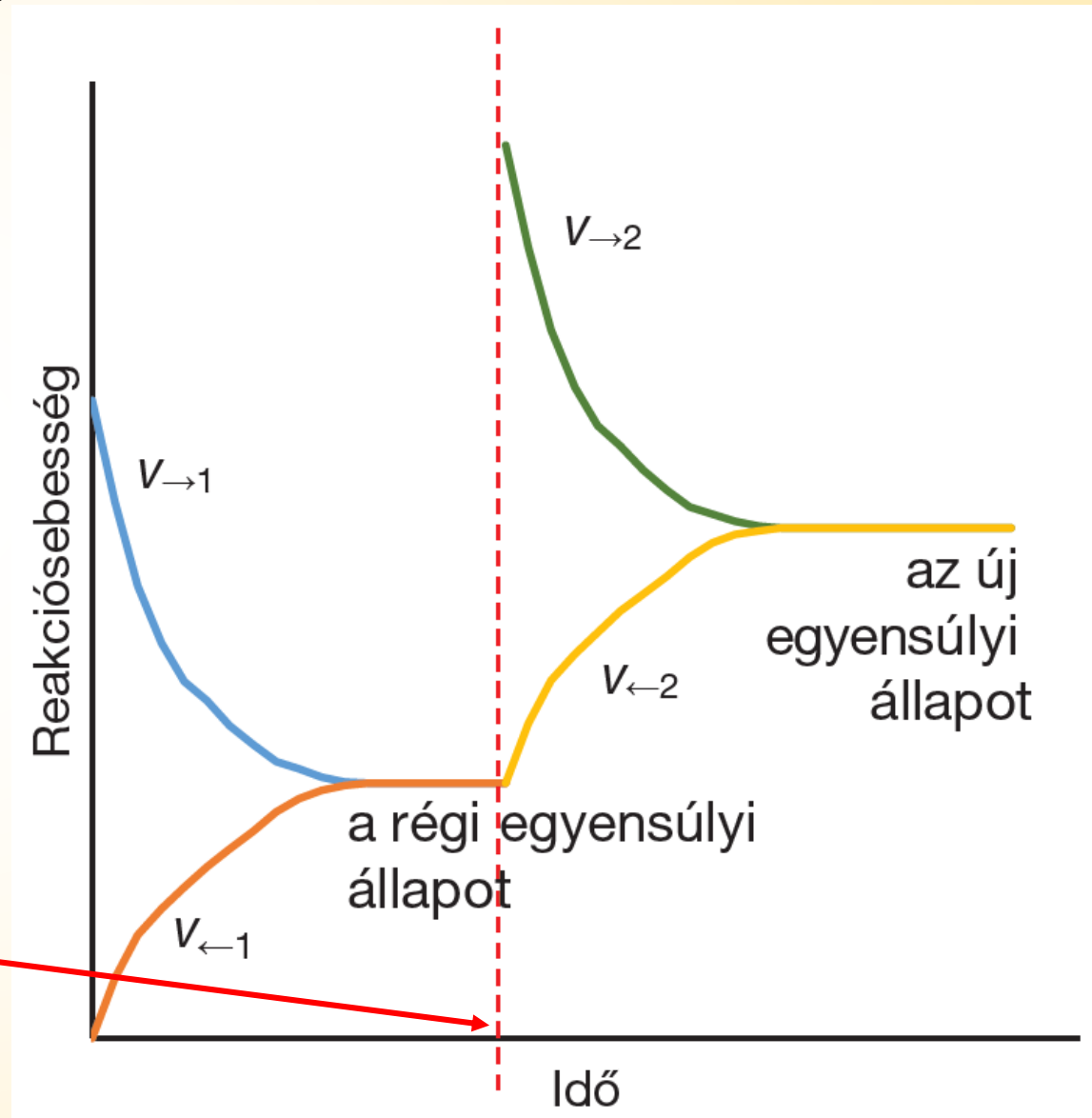
# A Le Châtelier–Braun-elv, vagyis a legkisebb kényszer elve

- ▶ amennyiben egy dinamikus egyensúlyi rendszer valamelyik állapotjelzőjét külső hatással megváltoztatjuk, akkor az újra kialakuló egyensúlyi rendszerben olyan folyamatok indulnak be, amelyek a zavaró külső hatás mértékét csökkentik vagy megszüntetik
  - ▶ ilyen külső hatás a melegítés, a hűtés, a nyomás- és a térfogat megváltoztatása

# A legkisebb kényszer elve

- ▶ az egyensúly megzavarását követően új egyensúlyi rendszer jön létre

itt megzavartuk az egyensúlyi rendszert





# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

## ➤ a hőmérséklet változtatása:

### ➤ melegítés:

- mindkét irányban gyorsul a reakció, de endoterm irányban jelentősebben, ezért az endoterm irányba tolódik el az egyensúly

### ➤ hűtés:

- mindkét irányban lelassul a reakció, de az exoterm irányban kevésbé, ezért az exoterm irányba tolódik el az egyensúly

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ a hőmérséklet változtatása:  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$   $\Delta_r H < 0$  kJ/mol
  - ▶ a reakcióhő mindig a felső nyíl irányába mutató reakcióra vonatkozik
  - ▶ ezek szerint a felső nyíl irányába exoterm a folyamat
  - ▶ melegítés:
    - ▶ az endoterm reakció felé, vagyis a visszaalakulás (a  $\text{SO}_3$  bomlása) felé tolódik el az egyensúly
  - ▶ hűtés:
    - ▶ **mindkét irányban lelassul a reakció**, de az exoterm irányban kevésbé, ezért a  $\text{SO}_3$  képződése irányába tolódik el az egyensúly

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ a koncentrációk változtatása
  - ▶ az egyensúlyi elegy egyik komponensének növeljük a koncentrációját
    - ▶ az adott anyag részecskéje többször tud ütközni, így a fogyását segítő folyamat lesz hangsúlyosabb
  - ▶ az egyensúlyi elegy egyik komponensének csökkentjük a koncentrációját
    - ▶ az adott anyag részecskéje alig tud ütközni, így a fogyását segítő folyamat lelassul, ellenben a képződését segítő reakció hangsúlyossá válik

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ a koncentrációk változtatása:  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$ 
  - ▶ a  $\text{SO}_2$  vagy az  $\text{O}_2$  koncentrációjának a növelésével a  $\text{SO}_3$  képződésének irányába tolódik el az egyensúly
  - ▶ a  $\text{SO}_3$  koncentrációjának a növelésével a  $\text{SO}_3$  bomlásának irányába tolódik el az egyensúly
  - ▶ a  $\text{SO}_2$  vagy az  $\text{O}_2$  koncentrációjának a csökkentésével a  $\text{SO}_3$  bomlásának irányába tolódik el az egyensúly
  - ▶ a  $\text{SO}_3$  koncentrációjának a csökkentésével a  $\text{SO}_3$  képződésének irányába tolódik el az egyensúly

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ gázreakciók esetében a nyomás változtatása (a térfogat változtatása) zárt rendszer esetén
  - ▶ csak akkor van a nyomás változtatásának hatása, ha a folyamat során a gázrészecskék száma megváltozik
  - ▶ növeljük az elegy nyomását (csökkentjük a zárt rendszer térfogatát)
    - ▶ a részecskeszám-csökkenés irányába tolódik el az egyensúly
      - ▶ ezáltal csökken a zárt rendszerben a nyomás
  - ▶ csökkentjük az elegy nyomását (növeljük a zárt rendszer térfogatát)
    - ▶ a részecskeszám-növekedés irányába tolódik el az egyensúly
      - ▶ ezáltal nő a zárt rendszerben a nyomás

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ gázreakciók esetében a nyomás változtatása (a térfogat változtatása) zárt rendszer esetén:  
$$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$$
- ▶ a reakció során 3 mólnyi gázrészecske 2 mólnyi mennyiségű gázterméket eredményez
- ▶ növeljük az elegy nyomását (csökkentjük a zárt rendszer térfogatát)
  - ▶ a részecskeszám-csökkenés irányába tolódik el az egyensúly, vagyis a  $\text{SO}_3$  képződésének irányába tolódik el az egyensúly
- ▶ csökkentjük az elegy nyomását (növeljük a zárt rendszer térfogatát)
  - ▶ a részecskeszám-növekedés irányába tolódik el az egyensúly, vagyis a  $\text{SO}_3$  bomlásának irányába tolódik el az egyensúly

# Az egyensúlyi rendszer befolyásolása („eltolása”)

- ▶ katalizátor alkalmazása
  - ▶ mindkét irányban azonos mértékben növeli a reakció sebességet
  - ▶ az egyensúly nem tolódik el egyik irányba sem

# Felhasznált források

- ▶ OH-KEM910TB/I. tankönyv: *19. A kémiai egyensúly és befolyásolása* (Oktatási Hivatal, 2021, 88-91. oldal)