

反応工学 ～第4週～

物質生命化学科
准教授 佐々木 満

「反応工学」について

目標

1. 反応装置の種類、構造および特徴を理解する
2. 反応速度式を導出できるようになる
3. 実際の反応系を用いて反応速度を測定できるようになる

内容

1. 化学反応と反応装置
2. 反応速度式
3. 反応器設計の基礎式
4. 単一反応の反応速度解析
5. 反応装置の設計と操作
6. 複合反応
7. 非等温反応系の設計
8. 流通反応器の流体混合
9. 気固触媒反応
10. 気固反応
11. 気液反応と気液固触媒反応
12. 生物化学反応

← 本日の内容

評価

1. 授業中の小テスト 20%
2. 中間テスト 40%
3. 定期試験 40%

※ 欠席回数が多い方は定期試験受けさせません(『工学便覧』を参照のこと)。

宿題

テキスト pp. 11～24を予習しておくこと。

本日 学ぶこと

1. 反応速度とは？
2. 反応速度式とは？
3. 定常状態の近似とは？

反応速度とは？

量論式 $a A + b B \rightarrow c C + d D$

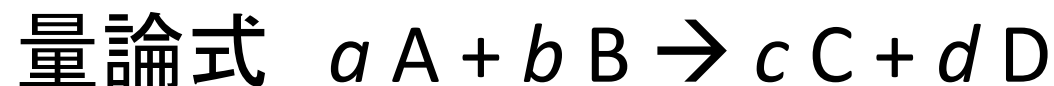
任意の反応成分(例. 成分Aに着目)の, 反応混合物の単位体積および単位時間において生成する成分Aの物質質量[mol]

・・・ **Aの反応速度**(記号: r_A [mol/(m³・s)])

QUIZ 1

成分A～成分Dの反応速度は正の数、負の数どっち？

反応速度とは？



反応速度の絶対値を量論係数で割った値は、各成分について等しくなり、その値は上記の量論式に対して固有な値になる。

・・・量論式に対する反応速度 r

QUIZ 2

つまり、どういうこと？ 式で表してみましよう。

例題(反応速度とは？)

$2A + B \rightarrow 2C$ の量論式に対する反応速度 r が $10 \text{ mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ のとき、各成分の反応速度 r_A, r_B, r_C の値を求めなさい。

反応速度とは？

m 個の量論式から成る複合反応を考える。
成分Aに着目した場合、成分Aの反応速度 r_A は、
各反応のAの生成速度; $r_{1A}, r_{2A}, \dots, r_{iA}, \dots, r_{mA}$
の総和として表現できる。

QUIZ 3

つまり、どういうこと？ 式で表してみましよう。

例題(複合反応の反応速度とは？)

次式で表される複合反応を考える。



この量論式に対する反応速度を r_1 と r_2 とするとき、各反応成分の反応速度を r_1 と r_2 を用いて表しなさい。

反応速度式とは？

反応成分の濃度のべき数の積の形で表されることが多い。しかしながら、必ずしも濃度のべき数の積の形で表現できない複雑な形をとるとは限らない。

QUIZ 4

なぜ？

素反応と定常状態の近似

Q. 素反応とは？

A. それ以上に分解することができない反応。
そこでは、分子の衝突により反応が進行すると考えられる。

素反応と反応速度式

Q. 量論式をいくつかの素反応に分解することで何ができるのか？

A. 全体(非素反応)としての速度式を得られる。

- ・各素反応について分子数(原料成分の数)が確定。

↓

- ・素反応についての速度式が書ける。

↓

- ・全体としての速度式が書ける。

(問題点)

- ・速度式は複雑である
- ・活性中間体の濃度が含まれる(濃度は極めて低く、通常の分析手法では定量困難)

素反応と反応速度式

Q. 活性中間体をどう扱えば「使える速度式」を得られるのか？

A. 活性中間体の反応性が非常に高く、かつ濃度が極めて低い場合には、**定常状態の近似法**により精度よく速度式を表現できる。

(要件)

①生成する活性中間体は直ちに消費されること.

$$r_{A^*} = (dC_{A^*}/dt) = 0$$

②活性中間体の濃度は極めて低いこと.

$$[A^*] \ll [A], [B], [D]$$

演習課題

(講義終了時に提出)

(問1) 量論式 $2A + 3B \rightarrow 4C$ で表される反応で、量論式に対する反応速度 r が $2 \text{ mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ で表されるとき、各成分に対する反応速度 r_A, r_B, r_C の値を求めなさい。

(問2) 次の反応に対する反応速度 r を求める式を、定常状態の近似法を用いて導出しなさい。

