Chemie EF Gk1 und Gk2 (Püt)

Ermittlung des Geschwindigkeitsgesetzes/derGeschwindigkeitsgleichung sowie der Geschwindigkeitskonstanten k aus experimentellen Daten

Im folgenden wird die Vorgehensweise erläutert, wie man aus experimentell gewonnenen Daten die Geschwindigkeitsgleichung erarbeiten kann. Dies soll dann selbst an zwei weiteren Beispielen geübt werden.

Bei der Reaktion von U und V zu W ($U + V \rightarrow W$) werden folgende Daten gemessen:

Experiment Nummer	c_0(U) in mol/l	c_0(V) in mol/l	v(W) in mol/l*min
1	0,02	0,05	$6{,}2 \cdot 10^{-4}$
2	0,06	0,05	$6{,}2 \cdot 10^{-4}$
3	0,06	0,1	$2{,}48 \cdot 10^{-3}$

Aus der Tabelle geht hervor, dass drei Experimente gemacht wurden. Angegeben werden für jedes Experiment die eingesetzten Anfangskonzentrationen c_0 der beiden Edukte U und V sowie die Geschwindigkeit v, mit der der sich das Produkt W bildet.

Nun muss analysiert werden, ob die Konzentration c_0(U) des Stoffes U einen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit hat: bei Experiment 1 und 2 wird c_0(U) variiert, c_0(V) hingegen ist unverändert. Diese Veränderung von c_0(U) wirkt sich aber nicht auf v(W) aus, der Wert ist bei Experiment 1 und 2 identisch. Hieraus lässt sich folgern, dass eine Veränderung der Anfangskonzentration des Stoffes U keinen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit hat, also geht v(W) nicht in die Geschwindigkeitsgleichung ein.
Bei Experiment 2 und 3 wird nun die Konzentration des Stoffes U nicht verändert, sondern nur die Konzentration des Stoffes V. Dies führt zu einer Veränderung der Geschwindigkeit, mit der sich das Produkt W bildet. Daraus folgt, dass c_0(V) in die Geschwindigkeitsgleichung eingeht.

Aber wie sieht die Geschwindigkeitsgleichung konkret aus? Wir wissen nur, das c_0(V) und die Geschwindigkeitskonstante k darin vorkommen. Wir wissen aber nicht, ob c_0(V) eventuell zum Quadrat, in der dritten Potenz oder noch höher potenziert darin vorkommt. Dies muss nun ausprobiert werden. Hierzu sollte man sich zunächst einige mögliche Geschwindigkeitsgleichungen notieren, dabei immer mit den einfachsten anfangen. Statt c_0(V) kann man auch [V] schreiben.

Mögliche Geschwindigkeitsgleichungen:

1) $v(W) = k \cdot [\,V\,]$

2) $v(W) = k \cdot [\,V\,]^2$

3) $v(W) = k \cdot [\,V\,]^3$

4) $v(W) = k \cdot [\,V\,]^4$

Nun werden die Werte für die einzelnen Experimente in die Gleichung 1) eingesetzt. Hierfür wird diese nach k umgestellt, denn bekannt sind ja die Werte für v(W) und [V].

Experiment 1: $k = v(W) / [V] = 6{,}2 \cdot 10^{-4}$ mol/l·min / 0,05 mol/l = 0,0124 min^{-1}

Experiment 2: $k = v(W) / [V] = 6{,}2 \cdot 10^{-4}$ mol/l·min / 0,05 mol/l = 0,0124 min^{-1}

Experiment 3: $k = v(W) / [V] = 2{,}48 \cdot 10^{-3}$ mol/l·min / 0,1 mol/l = 0,0248 min^{-1}

Somit erhält man aber für die Gleichgewichtskonstante k keinen konstanten Wert, und genau das ist dann ja keine Konstante. Gleichung Nummer 1 ist also nicht die gesuchte Geschwindigkeitsgleichung.

Also probieren wir es mit Gleichung Nummer 2:

Experiment 1: $v(W) = k \cdot [V]^2 = 6{,}2 \cdot 10^{-4}$ mol/l·min / $(0{,}05$ mol/l$)^2$ = 0,248 l/mol·min

Experiment 2: $v(W) = k \cdot [V]^2 = 6{,}2 \cdot 10^{-4}$ mol/l·min / $(0{,}05$ mol/l$)^2$ = 0,248 l/mol·min

Experiment 3: $v(W) = k \cdot [V]^2 = 2{,}48 \cdot 10^{-3}$ mol/l·min / $(0{,}1$ mol/l$)^2$ = 0,248 l/mol·min

Nun erhält man also für die Konstante k tatsächlich einen konstanten Wert. Daraus folgt, dass Gleichung 2 die gesuchte Geschwindigkeitsgleichung ist.

Aufgabe 1)

Bei der Reaktion von A und B zu C werden aus drei Versuchen die folgenden Daten gewonnen:

Experiment Nummer	c_0(A) in mol/l	c_0(B) in mol/l	v(C) in mol/l·min
1	0,30	0,15	$7{,}0 \cdot 10^{-3}$
2	0,60	0,30	$2{,}8 \cdot 10^{-2}$
3	0,30	0,30	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$

a) Stellen Sie die Geschwindigkeitsgleichung der Reaktion auf.
b) Wie groß ist der nummerische Wert der Geschwindigkeitskonstante k?

Aufgabe 2)

Die Zahlen in der Tabelle beziehen sich auf die Reaktion

$2\ NO_{(g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow NO_{2\ (g)}$

Experiment	Anfangskonzentration c(NO) in mol/l	c(O_2) in mol/l	Anfangsgeschwindigkeit v (NO_2) in $mol \cdot l^{-1} \cdot s^{-1}$
A	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-6}$
B	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-6}$
C	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$21 \cdot 10^{-6}$
D	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$84 \cdot 10^{-6}$
E	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$189 \cdot 10^{-6}$

Wie lautet die Geschwindigkeitsgleichung und welchen nummerischen Wert hat die Geschwindigkeitskonstante?