

Simulation einer Titration

Problemstellung

1 Liter Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$

wird titriert mit Salzsäure der Konzentration $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/l}$.

Der pH-Wert Lösung soll für verschiedene zugegebene HCl-Volumina $V(\text{HCl})$ berechnet werden.

Simulation einer Titration

Anfangssituation

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00

Am Anfang befindet sich 1 Liter NaOH der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ in dem Gefäß. Daraus folgt $n(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol}$ und $\text{pH-Wert} = 14$.

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 10 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99

Die 10 ml HCl neutralisieren 10 ml NaOH, also ist $n(\text{NaOH})$ nur noch 0,99 mol. Daher verringert sich auch $c(\text{NaOH})$ und damit der pH-Wert der Lösung.

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 50 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96

Die 50 ml HCl neutralisieren 50 ml NaOH, also ist $n(\text{NaOH})$ nur noch 0,95 mol. Daher verringert sich auch $c(\text{NaOH})$ und damit der pH-Wert der Lösung.

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 100 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96
0,10	1,10	0,90	0,818	13,91

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 500 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96
0,10	1,10	0,90	0,818	13,91
0,50	1,50	0,50	0,333	13,52

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 900 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96
0,10	1,10	0,90	0,818	13,91
0,50	1,50	0,50	0,333	13,52
0,90	1,90	0,10	0,053	12,72

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 990 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96
0,10	1,10	0,90	0,818	13,91
0,50	1,50	0,50	0,333	13,52
0,90	1,90	0,10	0,053	12,72
0,99	1,99	0,01	0,005	11,70

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 999 ml HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
0	1,00	1,00	1,000	14,00
0,01	1,01	0,99	0,980	13,99
0,05	1,05	0,95	0,905	13,96
0,10	1,10	0,90	0,818	13,91
0,50	1,50	0,50	0,333	13,52
0,90	1,90	0,10	0,053	12,72
0,99	1,99	0,01	0,005	11,70
0,999	1,999	0,001	0,001	10,70

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 1 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(NaOH)	c(NaOH)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00

Ganz korrekt ist diese Rechnung nicht, denn in einer neutralen Lösung gilt $c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \text{ mol/l}$. Also ist $c(\text{NaOH})$ ebenfalls $= 10^{-7} \text{ mol/l}$. Diese geringe Konzentration kann aber vernachlässigt werden.

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 1,001 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(HCl)	c(HCl)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00
1,001	2,001	0,001	0,0005	3,30

Die Konzentration der NaOH verändert sich jetzt nicht mehr.
Die HCl-Konzentration dagegen steigt stetig an.

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 1,01 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(HCl)	c(HCl)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00
1,001	2,001	0,001	0,0005	3,30
1,01	2,01	0,01	0,0050	2,30

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 1,1 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(HCl)	c(HCl)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00
1,001	2,001	0,001	0,0005	3,30
1,01	2,01	0,01	0,0050	2,30
1,1	2,1	0,1	0,0476	1,32

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 1,5 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(HCl)	c(HCl)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00
1,001	2,001	0,001	0,0005	3,30
1,01	2,01	0,01	0,0050	2,30
1,1	2,1	0,1	0,0476	1,32
1,5	2,5	0,5	0,2000	0,70

Simulation einer Titration

nach Zugabe von 2 Liter HCl

V(HCl)	V(Lösung)	n(HCl)	c(HCl)	pH
in Liter	in Liter	in mol	in mol/l	
1,00	2,00	0,00	0,000	7,00
1,001	2,001	0,001	0,0005	3,30
1,01	2,01	0,01	0,0050	2,30
1,1	2,1	0,1	0,0476	1,32
1,5	2,5	0,5	0,2000	0,70
2,0	3,0	1,0	0,3333	0,48

Simulation einer Titration

