



BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
CHIMIE	GE	Durée de l'épreuve 2,5 h
		Date de l'épreuve 01/06/2017
		Numéro du candidat

### Säure-Base-Reaktionen (20)

#### 1. Säuren (3.5+1.5)

- Wie viel Milliliter reine Perchlorsäure ( $\rho = 1,77 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) müssen in Wasser gelöst werden um 1,5 Liter einer Lösung mit  $\text{pH} = 2$  zu erhalten?
- Kaliumperchlorat ist ein Salz der Perchlorsäure. Formulieren Sie die Gleichung für das Lösen des Salzes im Wasser. Bestimmen und begründen Sie den Charakter dieser wässrigen Lösung anhand des Verhaltens der vorhandenen Ionen.

#### 2. Titration (2+3)

→ Siehe Anhang: Titrationskurve

GHB (auch: 4-Hydroxybutansäure,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ ) ist seit einigen Jahren als Party-Droge im Umlauf. Wegen seiner narkotisierenden Wirkung bei der Einnahme von erhöhten Mengen, hat GHB traurige Berühmtheit als sogenannte *Date-Rape-Drug* oder *KO-Tropfen* erlangt.

- 200 mL einer wässrigen Lösung von GHB wurden mit einer Kaliumhydroxidlösung der Stoffmengenkonzentration  $c = 2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  titriert. Bestimmen Sie den  $\text{pK}_s$ -Wert von GHB graphisch anhand der Titrationskurve und begründen Sie Ihre Antwort anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung.
- Berechnen Sie die Ausgangskonzentration und den  $\text{pH}$ -Wert der Lösung vor der Titration.

### 3. pH-Wert (4+4+2)

Berechnen Sie den pH-Wert:

- von 80 mL einer wässrigen Lösung, die 10,7 g Ammoniumchlorid enthalten.
- von 120 mL einer wässrigen Ammoniaklösung mit einem Massenanteil von  $w = 10 \%$ , ( $\rho = 0,958 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ).
- der Lösung die entsteht, wenn die Lösungen a) und b) zusammengeschüttet werden. Wie bezeichnet man eine solche Lösung?

### Elektrochemie (15)

#### 4. Vorhersage von Reaktionen (2+2+2)

Bei der Herstellung von Computerplatinen wird das überflüssige Kupfer chemisch entfernt, indem sie in eine Lösung getaucht werden.

Welche der folgenden Lösungen würden sich zum Entfernen von Kupfer eignen? Begründen Sie Ihre Antwort für jedes Beispiel ausführlich anhand der elektrochemischen Spannungsreihe (ohne Teilgleichungen).

- Eine Kaliumnitrat-Lösung ( $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )
- Eine Eisen(III)-chlorid-Lösung ( $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )
- Eine Schwefelsäure-Lösung ( $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )

#### 5. Batterie (2.5+2.5+1)

Ihnen stehen im Labor die folgenden Halbzellen zur Verfügung:

- Zinn taucht in eine Zinn(II)-chlorid-Lösung
- Standardwasserstoffelektrode
- Aluminium taucht in eine Aluminiumnitrat-Lösung
- Ein Bleistab taucht in eine Blei(II)-chlorid-Lösung
- Eine Platinelektrode taucht in Bromwasser, das auch Bromidionen enthält

(Alle Konzentrationen betragen  $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )

- Ordnen Sie diese Redoxpaare nach absteigendem Standardpotential.
- Bestimmen Sie, welche zwei Halbzellen das galvanische Element bilden, das die **größte Spannungsdifferenz** aufweist. Geben Sie die entsprechenden Teilgleichungen und die Gesamtgleichung dieses galvanischen Elements an, sowie die Polung der Elektroden und benennen Sie diese.
- Berechnen Sie die Spannung dieses galvanischen Elements bei Standardbedingungen.

## 6. Schützen von Eisen (2+1)

Das Aufbringen von Oberflächenschutzschichten spielt eine große Rolle beim Korrosionsschutz von Eisen.

- Worauf beruht die Schutzwirkung, wenn man das Eisen mit einem edleren, bzw. einem unedleren Metall überzieht?
- Erklären Sie, wieso mit Zinn überzogenes Eisen bei Kratzern rascher korrodiert als ungeschütztes Eisen.

## Organische Chemie (25)

### 7. Radikalische Substitution (6)

Formulieren Sie den ausführlichen Reaktionsmechanismus der Monosubstitution von Ethan mit Chlor (inklusive der Abbruchreaktionen). Benennen Sie dabei ebenfalls alle auftretenden Stoffe.

### 8. Alkohole (3+4+2)

- Zeichnen Sie die Halbstrukturformeln eines primären, eines sekundären und eines tertiären Alkohols der Summenformel  $C_5H_{12}O$  und benennen Sie diese.
- Diese drei Alkohole werden nun jeweils mit Kupfer(II)-oxid erhitzt. Formulieren Sie mit Hilfe der Halbstrukturformeln die Reaktionsgleichungen für die möglichen Reaktionen und geben Sie die Oxidationszahlen der an den Redoxreaktionen beteiligten Atome, sowie die Namen der Produkte an.
- Welches der unter b) entstandenen Produkte liefert eine positive Silberspiegelprobe? Geben Sie die Reaktionsgleichung dieser Nachweisreaktion an, inklusive der Sekundärreaktion (ohne Oxidationszahlen).

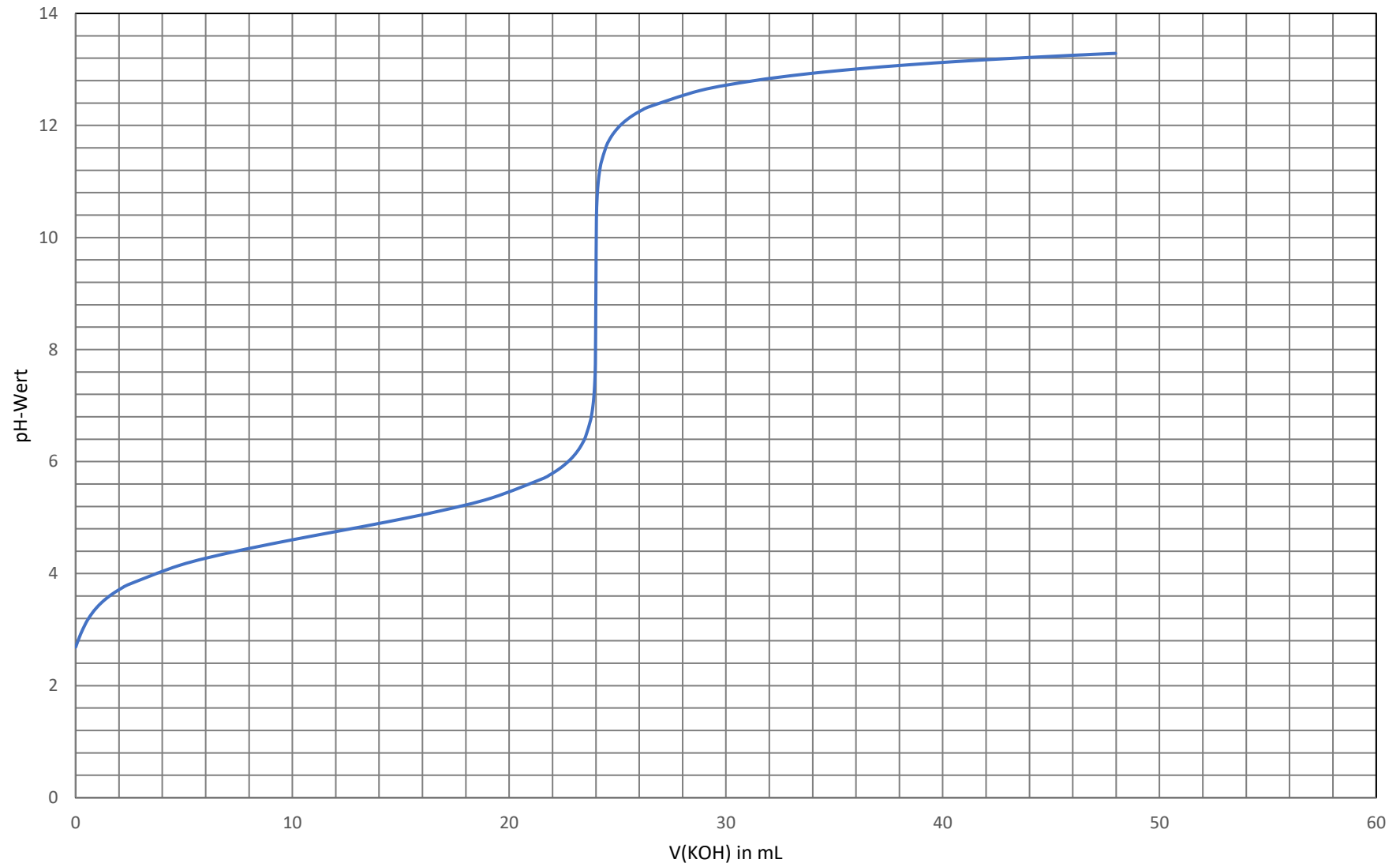
### 9. Ester (2+2)

- Formulieren Sie mit Hilfe der Halbstrukturformeln die Reaktionsgleichung zur Herstellung von Propansäurebutylester.
- Vergleichen Sie die Siedetemperaturen der beiden Edukte dieser Reaktion und begründen Sie Ihre Antwort anhand der zwischenmolekularen Kräfte. Fertigen Sie eine Skizze an.

### 10. Alkene (1.5+1.5+3)

- Formulieren Sie mit Hilfe der Halbstrukturformeln die Gleichung für die Reaktion von 1,2-Dichlorethen mit Brom (ohne Mechanismus) und benennen Sie das Produkt.
- Formulieren Sie mit Hilfe der Halbstrukturformeln die Gleichung für die Reaktion von 2,3-Dimethyl-2-buten mit Brom (ohne Mechanismus) und benennen Sie das Produkt.
- Erklären Sie im Detail, welche dieser beiden Reaktionen schneller abläuft.

Titrationskurve: GHB mit KOH ( $c = 2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )



# Das Periodensystem der Elemente

Haupt -

gruppen

	1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA		
1	1,0 1 H																		4,0 2 He	1
2	6,9 3 Li	9,0 4 Be	<i>Nebengruppen</i>										10,8 5 B	12,0 6 C	14,0 7 N	16,0 8 O	19,0 9 F	20,2 10 Ne	2	
3	23,0 11 Na	24,3 12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	27,0 13 Al	28,1 14 Si	31,0 15 P	32,1 16 S	35,5 17 Cl	39,9 18 Ar	3	
4	39,1 19 K	40,1 20 Ca	45,0 21 Sc	47,9 22 Ti	50,9 23 V	52,0 24 Cr	54,9 25 Mn	55,8 26 Fe	58,9 27 Co	58,7 28 Ni	63,5 29 Cu	65,4 30 Zn	69,7 31 Ga	72,6 32 Ge	74,9 33 As	79,0 34 Se	79,9 35 Br	83,8 36 Kr	4	
5	85,5 37 Rb	87,6 38 Sr	88,9 39 Y	91,2 40 Zr	92,9 41 Nb	95,9 42 Mo	99 43 Tc	101,1 44 Ru	102,9 45 Rh	106,4 46 Pd	107,9 47 Ag	112,4 48 Cd	114,8 49 In	118,7 50 Sn	121,8 51 Sb	127,6 52 Te	126,9 53 I	131,3 54 Xe	5	
6	132,9 55 Cs	137,3 56 Ba	<i>57 bis 71 La-Lu</i>	178,5 72 Hf	180,9 73 Ta	183,8 74 W	186,2 75 Re	190,2 76 Os	192,2 77 Ir	195,1 78 Pt	197,0 79 Au	200,6 80 Hg	204,4 81 Tl	207,2 82 Pb	209,0 83 Bi	209 84 Po	210 85 At	222 86 Rn	6	
7	223 87 Fr	226 88 Ra	<i>89 bis 103 Ac-Lr</i>	261 104 Rf	262 105 Db	263 106 Sg	262 107 Bh	265 108 Hs	268 109 Mt	269 110 Uun	272 111 Uuu	277 112 Uub		289 114 Uuq		289 116 Uuh		293 118 Uuo	7	

<i>Lanthanoide</i>	138,9 57 La	140,1 58 Ce	140,9 59 Pr	144,2 60 Nd	147 61 Pm	150,4 62 Sm	152,0 63 Eu	157,3 64 Gd	158,9 65 Tb	162,5 66 Dy	164,9 67 Ho	167,3 68 Er	168,9 69 Tm	173,0 70 Yb	175,0 71 Lu
<i>Actinoide</i>	227 89 Ac	232 90 Th	231 91 Pa	238 92 U	237 93 Np	244 94 Pu	243 95 Am	247 96 Cm	247 97 Bk	251 98 Cf	252 99 Es	257 100 Fm	258 101 Md	259 102 No	260 103 Lr

Red	Ox + z e <sup>-</sup>	Standardpotential E <sup>0</sup> (in Volt)
2 F <sup>-</sup>	F <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	+ 2,87
2 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 2,00
4 H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,78
PbSO <sub>4</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	PbO <sub>2</sub> + HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 3 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,69
MnO <sub>2</sub> + 6 H <sub>2</sub> O	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	+ 1,68
Mn <sup>2+</sup> + 12 H <sub>2</sub> O	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 8 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 5 e <sup>-</sup>	+ 1,49
Pb <sup>2+</sup> + 6 H <sub>2</sub> O	PbO <sub>2</sub> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,46
Au	Au <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	+ 1,42
2 Cl <sup>-</sup>	Cl <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,36
2 Cr <sup>3+</sup> + 21 H <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> + 14 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 6 e <sup>-</sup>	+ 1,33
6 H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup>	+ 1,23
Mn <sup>2+</sup> + 6 H <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,21
Pt	Pt <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,20
I <sub>2</sub> + 18 H <sub>2</sub> O	2 IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 12 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 10 e <sup>-</sup>	+ 1,20
2 Br <sup>-</sup>	Br <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	+ 1,07
NO + 6 H <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	+ 0,96
Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,85
Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	+ 0,80
2 Hg	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,80
Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	+ 0,77
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub> + 2 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,68
MnO <sub>2</sub> + 4 OH <sup>-</sup>	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 2 H <sub>2</sub> O + 3 e <sup>-</sup>	+ 0,59
2 I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,54
Cu	Cu <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	+ 0,52
4 OH <sup>-</sup>	O <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O + 4 e <sup>-</sup>	+ 0,40
2 Ag + 2 OH <sup>-</sup>	Ag <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,34
Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,34
2 Hg + 2 Cl <sup>-</sup>	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,27
Ag + Cl <sup>-</sup>	AgCl + e <sup>-</sup>	+ 0,22
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,20
Cu <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	+ 0,16
H <sub>2</sub> S + 2 H <sub>2</sub> O	S + 2 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	+ 0,14
Ag + Br <sup>-</sup>	AgBr + e <sup>-</sup>	+ 0,07
H <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	2 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	0
Fe	Fe <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	-0,04
Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,13
Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,14
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2 OH <sup>-</sup>	O <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	-0,15
Ag + I <sup>-</sup>	AgI + e <sup>-</sup>	-0,15
Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,23
Pb + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PbSO <sub>4</sub> + 2 e <sup>-</sup>	-0,36
Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,40
Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,41
Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-0,76
H <sub>2</sub> + 2 OH <sup>-</sup>	2 H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	-0,83
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2 OH <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	-0,92
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 4 OH <sup>-</sup>	N <sub>2</sub> + 4 H <sub>2</sub> O + 4 e <sup>-</sup>	-1,16
Al	Al <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	-1,66
Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-2,38
Na	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	-2,71
Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-2,76
Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	-2,90
K	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	-2,92
Li	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	-3,02

## pK-Werte

pK <sub>s</sub>	Säure	korrespondierende Base	pK <sub>B</sub>
vollständige Protonenabgabe	HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Keine Protonenaufnahme
	HI	I <sup>-</sup>	
	HCl	Cl <sup>-</sup>	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
-1,74	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	15,74
-1,32	HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15,32
1,92	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12,08
2,13	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	11,87
2,22	[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	[Fe(OH)(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> ] <sup>2+</sup>	11,78
3,14	HF	F <sup>-</sup>	10,86
3,35	HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	10,65
3,75	HCOOH	HCOO <sup>-</sup>	10,25
4,75	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	9,25
4,85	[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	[Al(OH)(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> ] <sup>2+</sup>	9,15
6,52	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,48
6,92	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	7,08
7,00	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	7,00
7,20	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6,80
9,25	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	4,75
9,40	HCN	CN <sup>-</sup>	4,60
10,40	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	3,60
12,36	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,64
13,00	HS <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	1,00
15,74	H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>	-1,74
Keine Protonenabgabe	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sup>-</sup>	vollständige Protonenaufnahme
	NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	
	OH <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>	
	H <sub>2</sub>	H <sup>-</sup>	

## Indikatoren

Indikator	Farbe der Säure	pH-Bereich des Farbumschlags	Farbe der Base	pK <sub>s</sub> (H-In)
Thymolblau	rot	1,2- 2,8	gelb	1,7
Methylorange	rot	3,0- 4,4	gelb-orange	3,4
Bromkresolgrün	gelb	3,8- 5,4	blau	4,7
Methylrot	rot	4,2- 6,2	gelb	5,0
Lackmus	rot	5,0- 8,0	blau	6,5
Bromthymolblau	gelb	6,0- 7,6	blau	7,1
Thymolblau	gelb	8,0 - 9,6	blau	8,9
Phenolphthalein	farblos	8,2-10,0	purpur	9,4
Thymolphthalein	farblos	9,3-10,5	blau	10,0
Alizarinengelb R	gelb	10,1 -12,1	rot	11,2