

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen**

**Ostwald, Wilhelm  
Luther, Robert**

**Leipzig, 1902**

Inhalt

# Inhalt.

	Seite
Erstes Kapitel: Das Rechnen . . . . .	I
Allgemeines 1. Einleitende Rechnungen 1. Einfache Messungen 3. Zusammengesetzte Messungen 4. Berechnung der Messungen 6. Mittlerer Fehler der Beobachtung und des Mittelwertes 7. Zusammengesetzte Fehler 8. Zufällige und konstante Fehler 10. Wahrscheinlicher Wert eines konstanten Intervalls 12. Korrekturen 12. Ausführung graphischer Interpolationen 14. Benutzung der Korrekturen 16. Mehrfache Korrekturen 16. Regeln für das Zahlenrechnen 18. Angenähertes Rechnen 21. Rechenhilfsmittel 21. Rechenschieber 22. Herstellung eines Rechenschiebers 24. Tabelle für die Mutterteilung des Rechenschiebers 26. Logarithmische Rechentafel 27. Andere Hilfsmittel 28.	
Zweites Kapitel: Längenmessung . . . . .	29
Allgemeines 29. Die Teilmaschine 29. Teilungen auf Glas 31. Das Ätzen in Glas 33. Prüfung der Teilmaschine 34. Andere Teilvorrichtungen 35. Willkürliche Einheit 37. Längenmessung 38. Die Ablesung 41. Feine Ablesung. Nonius und Mikroskop 43. Flächenmessungen 45. Volummessungen 45. Winkelmessungen 46.	
Drittes Kapitel: Wägung . . . . .	46
Die Wage 46. Die Wägung 49. Auftrieb der Luft 52. Die Gewichte 55. Bestimmung der Masse mit der Wage 59.	
Viertes Kapitel: Messung und Regulierung der Temperatur 60	
Temperaturskalen 60. Vergleich der verschiedenen Skalen 60. Messapparate 61. Genauigkeit der Temperaturmessung 61. Quecksilberthermometer 62. Die Nachwirkungserscheinungen 62. Der herausragende Faden 65. Der tote Gang 66. Die Ablesung 68. Die Einstellungszeit 68. Bestimmung einer Temperatur mit Hilfe eines von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüften Thermometers 68. Eispunktsbestimmung 70. Aichung des Quecksilberthermometers 70. Vergleich eines Thermometers mit einem Normalthermometer 70. Aichung mit Hilfe einer Reihe von Fixpunkten 71.	

Aichung des Thermometers durch Kalibrieren der Kapillare 72. Der Siedepunkt 76. Reduktion auf das Gasthermometer 77. Quecksilberthermometer für höhere Temperaturen 78. Die Bestimmung sehr hoher und sehr niedriger Temperaturen sowie sehr kleiner Temperaturdifferenzen 78. Das Luftthermometer 78.

#### Fünftes Kapitel: Thermostaten . . . . . 78

Schmelztemperaturen 78. Siedetemperaturen 80. Thermostaten mit konstantem Temperaturgefälle (Wärmefluss) 84. Selbstthätige Temperaturregulierung 84. Der Reguliermechanismus 86. Heizung 87. Gasregulatoren 89. Dampfregulatoren 89. Flüssigkeitsregulatoren 91. Thermostaten mit festen Körpern 93. Elektromagnetische Regulatoren 94. Temperaturen unter Zimmertemperatur 96. Das Bad 97. Das Rührwerk 98. Kleine Motoren 100.

#### Sechstes Kapitel: Glasblasen . . . . . 102

Allgemeines 102. Röhren schneiden 103. Erhitzen einer Röhre. Drehen 105. Röhren ausziehen 106. Röhren schliessen 107. Kugeln blasen 107. Röhren zusammensetzen 108. T-Röhren 110. Röhren biegen 110. Ränder umlegen 111. Platindrähte einschmelzen 111. Platin schweissen und löten 113. Kitten 113.

#### Siebentes Kapitel: Druckmessungen . . . . . 115

Manometer 115. Ablesen von Quecksilberhöhen 116. Vakuum-Mannometer 119. Barometer 120. Höhere Drucke 122. Federmanometer 123. Kolbenmanometer 125.

#### Achtes Kapitel: Volum und Dichte . . . . . 126

Allgemeines 126. Volummessung 127. Reinigung des Quecksilbers 130. Geräte zur Volumbestimmung 132. Geteilte Pipetten 140. Messkolben und Cylinder 140. Dichte oder spezifisches Gewicht 141. Pyknometer 141. Wägung von Glasgefässen 143. Dichtebestimmung mit der Pipette 144. Hydrostatische Wage 144. Der versenkte Schwimmer 146. Feste Körper 146. Methode des Schwebens 148. Gase. Allgemeines über das spezifische Gewicht und Volum derselben 150. Bestimmung der Gasdichte 151. Luftpumpen, Hähne, Schcliffe, Gasometer 152. Indirekte Gaswägung 155. Messung eines Gasvolums 155. Ausflussmethode 157. Bestimmung der Dampfdichte nach dem Verdrängungsverfahren 158. Verfahren von Dumas 161. Verfahren von Gay-Lussac und Hofmann 162. Kalibrierung von Gasmessröhren 163.

#### Neuntes Kapitel: Wärmeausdehnung, Siedepunkt, Dampfdrucke und kritische Grössen . . . . . 165

Wärmeausdehnung der Flüssigkeiten 165. Bestimmung des Molekulavolums von Flüssigkeiten bei ihrem Siedepunkt 170. Dampfdruck, Siedepunkt 172. Statische Methode der Dampfdruckmessung 172. Indirekte statische Methoden 174. Dynamische Methode. Siedepunkt 174. Siedepunkte von Lösungen oder Gemengen 177. Siedeerleichterer 178. Druckmessung 179. Die Genauigkeit einer Siedepunktsbestimmung 180. Zur Bestimmung des Teildruckes der Bestandteile eines Gemenges 180. Schmelzpunkt und Gefrierpunkt 180. Umwandlungstemperatur 181. Kritische Grössen 181. Kritischer Druck 184.

## Zehntes Kapitel: Kalorimetrische Arbeiten . . . . . 187

Allgemeines 187. Genauigkeit kalorimetrischer Messungen 188. Kalorimeter 188. Die Wärmekapazität des Kalorimeters 191. Die Wärmeinheit 194. Der Wärmeaustausch mit der Umgebung 196. Spezifische Wärmen 201. Spezifische Wärme von Gasen 206. Schmelzwärme 206. Indirekte Bestimmung der Schmelzwärme 207. Dampfwärme 207. Indirekte Bestimmung der Verdampfungswärme 210. Lösungswärme 211. Kalorimeter mit Reaktionskammer 212. Reaktionen in verdünnten Lösungen 212. Verbrennungswärme 214. Das Eiskalorimeter 217.

## Elftes Kapitel: Optische Messungen . . . . . 220

Brechungskoeffizienten. Allgemeines 220. Das Spektrometer von Meyerstein 221. Das Spektrometer von Abbe 224. Das Refraktometer von Pulfrich 225. Das Refraktometer von Abbe 229. Differenz-Refraktometer 230. Verwendung des Brechungskoeffizienten zu analytisch-chemischen Zwecken 230. Licht von bestimmter Wellenlänge 231. Die Refraktionskonstanten 233. Dispersion 234. Spektralbeobachtungen 235. Erzeugung der Spektre 236. Spalt. Stellung der Lichtquelle zum Apparat 237. Spektrophotographie 238. Photographische Aufnahmen 241. Kolorimetrie 246. Spektrokolorimetrie und Spektrophotometrie 250. Drehung der Polarisations ebene 254. Die Beobachtungsröhren 257. Fluoreszenz und Opaleszenz 259.

## Zwölftes Kapitel: Innere Reibung, Oberflächenspannung und Diffusion . . . . . 259

Innere Reibung 259. Relative Reibung 260. Oberflächenspannung 262. Molekulare Oberflächenenergie. Assoziationsfaktor 267. Diffusionskoeffizienten 268.

## Dreizehntes Kapitel: Löslichkeit . . . . . 269

Allgemeines 269. Flüssigkeiten in Gasen 270. Feste Stoffe 273. Lösungen in Flüssigkeiten. Gase 274. Die Herstellung gasfreier Flüssigkeiten 276. Chemische Methoden 277. Flüssigkeiten in Flüssigkeiten 278. Feste Stoffe in Flüssigkeiten 279. Bestimmung von Ionenkonzentrationen durch Löslichkeitsverminderung 286. Bestimmung der Lösungswärme aus dem Temperaturkoeffizienten der Löslichkeit 286. Löslichkeitsbestimmungen von veränderlichen Stoffen 286. Teilungskoeffizient eines Stoffes zwischen zwei nicht mischbaren Lösungsmitteln 287.

## Vierzehntes Kapitel: Molekulargewichtsbestimmungen an Lösungen . . . . . 287

Allgemeines 287. Methode der Gefrierpunktserniedrigung 288. Beckmannsches Thermometer 290. Herstellung der Lösungen 292. Impfstift 293. Hygroskopische Lösungsmittel 293. Die Berechnung der Versuche 295. Die Genauigkeit 297. Ausfrieren fester Lösungen 297. Gefrierpunkte und Gefrierpunktserniedrigungen sehr konzentrierter Lösungen 297. Gefrierpunkts-Bestimmungen mit Lösungsmittel-Gemengen 297. Genaueres Verfahren 298. Die Siedemethode 301. Lösungsmittelgemenge 307. Lösungen flüchtiger Stoffe 307.

Andere Methoden zur Bestimmung der Siedepunktserhöhung 308. Molekulargewichtsbestimmung durch Dampfdruckerniedrigung 308. Gasströme, Luftpumpen und Ähnliches 310.

## Fünfzehntes Kapitel: Elektrische Messungen. Allgemeines. Technisches . . . . . 314

Elektrische Grössen und Einheiten 314. Stromquellen 317. Leitungen, Schlüsselschrauben 319. Galvanometer 325. Versilberung von Glas 330. Direkt zeigende Strom- und Spannungsmesser 331. Das Thomson'sche Quadrant-Elektrometer 332. Kapillarelektrometer 333. Stromverzweigungen 342. Die Wheatstone'sche Brücke 343. Messdraht 345. Kalibrieren eines Messdrahtes mittelst eines Rheostaten 349. Kalibrierung eines Messdrahtes nach der Methode von Strouhal und Barus 350. Widerstandssätze 353. Kalibrierung eines Widerstandssatzes 354. Herstellung von Widerständen 354. Regulierwiderstände für stärkere Ströme 357. Löten 358.

## Sechzehntes Kapitel: Elektromotorische Kraft . . . . . 361

Das Cadmiumnormalelement 361. Andere Normalelemente 364. Messung elektromotorischer Kräfte. Direktes Verfahren 365. Messung elektromotorischer Kräfte nach dem Kompensationsverfahren 367. Allgemeines über Potentialunterschiede 372. Metallelektroden 376. Elektroden aus oxydablen Metallen 378. Elektroden zweiter und dritter Art 379. Unangreifbare Elektroden 379. Kalomel-Normalelektrode 381. Andere Normalelektroden 383. Berechnung der E. K. von Einzelelektroden durch Vergleich mit der Normalelektrode 384. Potentialdifferenz an der Berührungsstelle zweier verschiedener Lösungen 386. Bestimmung der Verdünnungs- und Überführungsarbeit eines Elektrolyten 387. Bestimmung der Gleichgewichtskonstante und der Abnahme der freien Energie einer Reaktion 387. Bestimmung des stromliefernden Vorganges 389. Bestimmung von Konzentrationen 389. Löslichkeitsbestimmung 390. Verwendung des Elektrometers als Indikator bei der Titrieranalyse 390. Polarisation und Zersetzungsspannung 390. Untersuchung elektrolytischer Vorgänge 393. Elektrometrische Bestimmung von Stromstärke und Widerstand. Aichung von Strom- resp. Spannungsmessern und Galvanometern 393.

## Siebzehntes Kapitel: Leitfähigkeit der Elektrolyte (Dielektrizitätskonstante) . . . . . 395

Allgemeines 395. Die Genauigkeit 406. Sehr verdünnte Lösungen und sehr grosse Widerstände 406. Bestimmung der molekularen Leitfähigkeit 406. Tabelle 409. Dissoziationsgrad und Dissoziationskonstante 411. Bestimmung des Grenzwertes der molekularen Leitfähigkeit 414. Tabelle 416. Reines Wasser 421. Bestimmung der Basicität von Säuren aus der Leitfähigkeit 423. Die Herstellung der Natronlauge aus metallischem Natrium 424. Hydrolyse 425. Leitfähigkeitsmessungen als analytisches Hilfsmittel 426. Löslichkeitsbestimmungen schwer löslicher Salze durch Leitfähigkeitsbestimmungen 426. Titration von Säuren und Basen durch Leitfähigkeitsbestimmung 426. Die Bestimmung des Widerstandes von Elementen 427. Dielektrizitätskonstante 428.

	Seite
<b>Achtzehntes Kapitel: Elektrizitätsmenge und Überführungszahl</b> . . . . .	428
Gewichtsvoltmeter 428. Volumvoltmeter 431. Titrationsvoltmeter 432. Hittorfsche Überführungszahl 433. Die Berechnung der Versuche 436. Bestimmung der Wanderungsrichtung 438.	
<b>Neunzehntes Kapitel: Elektrische Temperaturmessung</b> . . . . .	439
Widerstandsthermometer 439. Thermoelemente 442. Aichung von Widerstandsthermometern und Thermoelementen 443.	
<b>Zwanzigstes Kapitel: Chemische Dynamik</b> . . . . .	447
Geschwindigkeit chemischer Vorgänge 447. Massanalytisches Verfahren 450. Gefäße zur Beobachtung des Reaktionsverlaufes 451. Beispiel 453, 456, 458, 459. Bestimmung der Ordnung des Reaktionsverlaufes 460.	
<b>Einundzwanzigstes Kapitel: Anwendung physiko-chemischer Methoden auf chemische Fragen</b> . . . . .	463
Konstitutionsbestimmungen 463. Die Untersuchung von Gleichgewichten 466.	
<b>Anhang</b> . . . . .	468
1. Molekulargewichtsbestimmung durch Gefrierpunktserniedrigung . . . . .	468
2. Molekulargewichtsbestimmung durch Siedepunktserhöhung . . . . .	469
3. Kalorimetrie . . . . .	470
4. Optische Messungen . . . . .	471
5. Überführungszahl . . . . .	472
6. Elektromotorische Kraft . . . . .	473
7. Leitfähigkeit von Elektrolyten . . . . .	476
8. Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	478
<b>Register</b> . . . . .	479
<b>Nachweis der im Text vorkommenden Tabellen, Zahlenangaben, Rezepte</b> . . . . .	490