

PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHES PRAKTIKUM

von

Dr. med. Dr. phil. S. M. RAPOPORT

ordentlicher Professor an der Humboldt-Universität Berlin

Direktor des Instituts für Physiologische Chemie

und

Dr. phil. H.-J. RADERECHT

wissenschaftlicher Oberassistent an der Humboldt-Universität Berlin

Vorlesungsbeauftragter für das physiol.-chem. Praktikum



VEB VERLAG TECHNIK

1956

Als Lehrbuch an den Universitäten und Hochschulen der Deutschen
Demokratischen Republik eingeführt.

Staatssekretariat für Hochschulwesen

Lektor: Dipl.-Biologin *L. Wietstruck*

Bestellnummer 6/6/1653

Alle Rechte vorbehalten • Copyright 1956 VEB Verlag Technik, Berlin W 8

Lizenz Nr. 201 • Dg. Nr. 370/15/55 Deutsche Demokratische Republik

Satz und Druck: Druckerei Fortschritt, Werk II, Erfurt

Inhaltsverzeichnis

Verhalten bei Unfällen	15
Protokollbuch	16

A. Analytische Methoden und physikalisch-chemische Grundlagen

I. Maßanalyse	17
1. Alkalimetrie, Azidimetrie	18
2. Oxydimetrie	18
a) Manganometrie	19
b) Jodometrie	19
b ₁) Oxydationsverfahren	20
b ₂) Reduktionsverfahren	20
3. Fällungsanalyse	20
4. Wägen	20
a) Nullpunktbestimmung	21
b) Tara (Leergewicht)	21
c) Einwaage	22
5. Starke und schwache Elektrolyte	22
a) Starke Elektrolyte	22
b) Schwache Elektrolyte	23
b ₁) Dissoziation des Wassers	23
b ₂) Dissoziation einer schwachen Säure	24
6. Indikatoren	26
a) Die Bestimmung des Äquivalenzpunktes einer Neutralisations- reaktion	27
Versuch A I. 1—8	30

II. Puffer	33
1. Puffergleichung nach <i>Henderson</i> und <i>Hasselbalch</i>	33
Versuch A II. 1—5	35
2. Pufferwirkung eines Phosphatpuffers gegen Säuren und Basen ...	35
Versuch A II. 6—7	35
3. Puffergemische	36
Versuch A II. 8—9	36
4. Ionenstärke	37
a) Herstellung eines Puffers bestimmter Ionenstärke	37

5. pH-Bestimmung mit Komparator	37
a) Mit Vergleichspuffern	38
Versuch A II. 10	38
b) Ohne Puffer	39
Versuch A II. 11	39
III. Elektrometrische pH-Messung	43
1. Konzentrationskette, Nernstsche Gleichung	43
2. Glaselektrode	44
3. Kalomelektrode	46
IV. Ampholyte	49
1. Isoelektrischer Punkt (I. P.)	49
a) Berechnung des isoelektrischen Punktes einer Aminosäure	50
Versuch A IV. 1—3	50
V. Kolloide	55
1. Sole und Gele	56
2. Dialyse	56
Versuch A V. 1	56
3. Lyophobe und lyophile Kolloide	56
a) Lyophobe Kolloide	57
Versuch A V. 2	57
b) Lyophile Kolloide	58
4. Schutzkolloide	58
Versuch A V. 3	59
5. Donnan-Gleichgewicht	59
a) Negative Kolloide	59
Versuch A V. 4	59
b) Positive Kolloide	59
Versuch A V. 5	59
VI. Diffusion	63
1. Gesetzmäßigkeiten der Diffusion	63
a) Abhängigkeit der Diffusion von der inneren Reibung der Lösung	64
Versuch A VI. 1—2	64
b) Abhängigkeit der Diffusion von der Teilchengröße	64
Versuch A VI. 3	64
VII. Adsorption	67
1. Unspezifische Adsorption	67
Versuch A VII. 1—2	67
2. Polare Adsorption	67
Versuch A VII. 3	68
3. Austauschadsorption	68
Versuch A VII. 4	68
4. Elution	69
Versuch A VII. 5	69

VIII. Manometrische Methoden	71
1. Methode nach <i>O. Warburg</i>	71
Versuch A VIII. 1	74
2. Methode nach <i>van Slyke</i>	75
Versuch A VIII. 2—4	76
IX. Polarimetrie	85
1. Nullpunktbestimmung des Polarimeters	86
2. Messung der Untersuchungslösung	86
X. Kolorimetrie, Fotometrie	89
1. Kolorimetrie	90
a) Kolorimeter nach <i>Dubosq</i>	91
b) Keilkolorimeter nach <i>Autenrieth-Hellige</i>	91
c) <i>Sahli</i> -Kolorimeter	91
2. Fotometrie	92
a) <i>Pulfrich</i> -Fotometer	92
b) <i>Lange</i> -Fotometer	92
c) Spektralfotometer	93
d) Komparatormethode	94
Versuch A X. 1	94
XI. Flammenfotometrie	97

B. Naturstoffe

I. Kohlenhydrate	99
1. Monosaccharide	99
Versuch B I. 1—3	100
a) Reduktionsproben der Zucker	101
Versuch B I. 4—8	102
b) Farbreaktionen	102
Versuch B I. 9	104
b ₁) Nachweis von Fruktose	104
Versuch B I. 10—12	104
b ₂) Nachweis von Pentosen	105
Versuch B I. 13—14	105
c) Quantitative Bestimmungen	105
Versuch B I. 15—16	106
d) Demonstration der Mutarotation	107
Versuch B I. 17	107
2. Disaccharide	107
Versuch B I. 18—20	108
a) Aufspaltung des Rohrzuckers durch Säure	108
Versuch B I. 21	108
b) Aufspaltung des Rohrzuckers durch Fermente	108
Versuch B I. 22	108

3. Polysaccharide	109
a) Stärke	109
Versuch B I. 23	109
a ₁) Spaltung der Stärke durch Säuren	109
Versuch B I. 24—25	110
a ₂) Spaltung der Stärke durch Fermente	110
Versuch B I. 26—29	110
a ₃) Untersuchungen von stärkehaltigen Nahrungsmitteln	112
Versuch B I. 30—34	112
b) Zellulose	114
Versuch B I. 35—38	114
II. Fette	117
1. Fettspaltung	117
Versuch B II. 1—4	117
a) Fettspaltung durch Lipase	118
Versuch B II. 5—6	118
b) Ranzigwerden der Fette	118
Versuch B II. 7—8	119
2. Seifen	119
Versuch B II. 9—11	120
III. Steroide	123
1. Cholesterin	123
a) Isolierung von Cholesterin	123
Versuch B III. 1	123
b) Nachweis von Cholesterin	124
Versuch B III. 2—4	124
IV. Ketonkörper	127
1. Azeton	127
Versuch B IV. 1—2	127
2. Azetessigsäure	128
Versuch B IV. 3—4	128
V. Eiweiße	131
1. Aminosäuren	131
a) Farbreaktionen	131
Versuch B V. 1—14	131
b) Quantitative Bestimmung	136
Versuch B V. 15—17	136
2. Eiweißkörper	137
Versuch B V. 18—20	137
a) Denaturierung	139
Versuch B V. 21—27	139
b) Trennung von Albuminen und Globulinen	140
Versuch B V. 28—31	141

c) Chemische Eiweißspaltung (Eiweißhydrolyse)	143
Versuch B V. 32	143
d) Fermentative Eiweißspaltung	144
Versuch B V. 33—37	144
3. Milch	146
Versuch B V. 38—44	146
4. Endprodukte des Eiweißabbaus	147
a) Harnstoff	147
Versuch B V. 45—49	147
b) Kreatinin	149
VI. Nukleinstoffe	151
1. Nukleinsäuren	151
Versuch B VI. 1—8	152
2. Harnsäure	153
Versuch B VI. 9—10	153
VII. Pyrrolabkömmlinge	157
1. Hämoglobin und Oxyhämoglobin	157
a) Chemische Untersuchung des Blutes	159
Versuch B VII. 1	159
b) Spektroskopische Untersuchungen des Blutes	159
Versuch B VII. 2—5	159
2. Karboanhydrase	160
Versuch B VII. 6	161
3. Porphyrine	161
a) Hämatoporphyrin	162
Versuch B VII. 7	162

C. Zellatmung

I. Aktivierung von Sauerstoff und Wasserstoff	165
1. Modellversuche	165
Versuch C I. 1—3	166
2. Enzymversuche	166
a) Xanthinoxydase	166
Versuch C I. 4	167
b) Sukzinodehydrase	167
Versuch C I. 5	168
c) Zytochromoxydase	168
Versuch C I. 6	169
d) Peroxydase	170
Versuch C I. 7—13	170
e) Katalase	172
Versuch C I. 14—19	172
e ₁) Wechselzahl der Katalase	172

D. Körperflüssigkeiten

I. Magensaft	175
Versuch D I. 1—6	176
II. Galle	181
1. Gallensäuren	181
Versuch D II. 1—2	182
2. Schleime (Muzine)	182
Versuch D II. 3	182
3. Gallenfarbstoff (Bilirubin)	182
a) Isolierung des Bilirubins aus Gallensteinen	182
Versuch D II. 4	183
b) Nachweis des Bilirubins	183
Versuch D II. 5—8	183
c) Abbauprodukte des Bilirubins	184
Versuch D II. 9—12	185
III. Harn	189
1. Normale Harnbestandteile	189
Versuch D III. 1	189
a) Anorganische Bestandteile	190
Versuch D III. 2—7	190
b) Organische Bestandteile	191
Versuch D III. 8	191
b ₁) Harnstoff	193
b ₂) Kreatinin	193
Versuch D III. 9—10	194
b ₃) Harnsäure	194
Versuch D III. 11	194
2. Pathologische Harnbestandteile	195
a) Eiweiß	195
Versuch D III. 12—15	195
b) Zucker	196
Versuch D III. 16—20	196
c) Ketonkörper	197
Versuch D III. 21—23	197
d) Indoxylschwefelsäure	198
Versuch D III. 24—25	199
e) Diazokörper	199
Versuch D III. 26	199
f) Gallenfarbstoffe	199
g) Blut	199
Versuch D III. 27	199
IV. Nieren- und Blasensteine	203
Versuch D IV. 1	203

V. Blut	207
1. Spezifisches Gewicht von Vollblut und Plasma	207
Versuch D V. 1	207
2. Anorganische Bestandteile	208
Versuch D V. 2—3	208
3. Organische Bestandteile	209
a) Zucker	209
Versuch D V. 4	209
b) Eiweiß	211
Versuch D V. 5	211
c) Bilirubin	211
Versuch D V. 6	211
d) Reststickstoff	213
Versuch D V. 7	213

Anhang

I. Diagramme	218
II. Chemische Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten	221
III. Atomgewichte einiger Elemente nebst Logarithmen	224
IV. Dampfdruck des gesättigten Wasserdampfes [Torr] in Abhängigkeit von der Temperatur	224
V. Isoelektrischer Punkt einiger Proteine	225
VI. pK_S und pK_B einiger Aminosäuren	225
VII. Reagenzien	226
VIII. Präparate	243
IX. Pufferlösungen	247
X. Natriumazetat-Essigsäurepuffer	250
XI. Logarithmentafel	251
XII. pH - CO_2 -Nomogramm	254
Sachwortverzeichnis	255
Spektraltafel	

S.M.RAPOPORT UND H.-J.RADERECHT
PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHES PRAKTIKUM

ВЫСШЕГО СРЕДНЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ
ИЗДАНИЕ 1954 г.

PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHES PRAKTIKUM

von

Dr. med. Dr. phil. S. M. RAPOPORT

ordentlicher Professor an der Humboldt-Universität Berlin

Direktor des Instituts für Physiologische Chemie

und

Dr. phil. H.-J. RADERECHT

wissenschaftlicher Oberassistent an der Humboldt-Universität Berlin

Vorlesungsbeauftragter für das physiol.-chem. Praktikum



VEB VERLAG TECHNIK

1956

Als Lehrbuch an den Universitäten und Hochschulen der Deutschen
Demokratischen Republik eingeführt.

Staatssekretariat für Hochschulwesen

Lektor: Dipl.-Biologin *L. Wietstruck*

Bestellnummer 6/6/1653

Alle Rechte vorbehalten • Copyright 1956 VEB Verlag Technik, Berlin W 8

Lizenz Nr. 201 • Dg. Nr. 370/15/55 Deutsche Demokratische Republik

Satz und Druck: Druckerei Fortschritt, Werk II, Erfurt

Vorwort

Das vorliegende Praktikum, vorwiegend für Medizinstudenten gedacht, entsprang nicht so sehr dem inneren Bedürfnis, einer besonderen Auffassung Ausdruck zu verleihen, als vielmehr einer dringenden praktischen Notwendigkeit, die durch das mehrjährige Fehlen einer deutschsprachigen Anleitung bedingt ist. Der Gedanke, ein Praktikum aus einer anderen Sprache zu entnehmen, erschien wegen der Unterschiedlichkeit der Studienpläne der verschiedenen Länder von vornherein undurchführbar.

Die biochemische — man möge in althergebrachter Weise auch sagen physiologisch-chemische — Wissenschaft befindet sich in einer stürmischen Entwicklung. Dies macht die Herausgabe jedes Werkes auf diesem Gebiet zu einem Wagnis, denn ihm wird sicherlich in kurzer Zeit das Schicksal der Veraltung beschieden sein. Gegenüber den Lehrbüchern, die im Vergleich zu denen von vor 20 Jahren weder dem Inhalt noch dem Umfang nach wiederzuerkennen sind, hat sich die Veränderung der praktischen Übungen in viel gemäßigteren Bahnen bewegt, sicherlich zum großen Teil wegen der bedeutenden personellen, materiellen und zeitlichen Anforderungen, die jede Erweiterung praktischer Übungen mit sich bringen muß.

Das vorliegende Praktikum ist auf eine Gesamtstundenzahl von etwa 100 zugeschnitten, ein Umfang, der in den nächsten Jahren wohl kaum großen Veränderungen unterliegen wird. In dieser Stundenzahl können nach unseren Erfahrungen sämtliche Versuche (mit Ausnahme der Manometrie und der Flammenfotometrie, die in kleinen Gruppen demonstriert oder in Sonderpraktika durchgeführt werden) bewältigt werden.

Bei der Einrichtung des Praktikums schwebten uns folgende Gesichtspunkte vor: Eine Kenntnisnahme

1. der physikalisch-chemischen Grundlagen, insbesondere der Elektrolyte, des pH-Werts und der Puffer, die für den Arzt von vielfacher theoretischer und praktischer Bedeutung sind und unmittelbar am Krankenbett Anwendung finden,
2. der hauptsächlichen Meßmethoden, die im klinischen Laboratorium angewendet werden und die eine wesentliche Hilfe bei der Erziehung der Studenten zum quantitativen Denken und Handeln, das im steigenden Maße die Medizin beherrscht, darstellen,

3. der Hauptgruppen der Stoffe im Organismus unter Berücksichtigung ihrer fermentativen Veränderungen,
 4. der Zellatmung, wenn auch nur kursorisch, und
 5. der wichtigsten Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen, denen der Arzt bei seiner diagnostischen Tätigkeit im klinischen Laboratorium begegnet.
- Soweit tunlich, wurde auf messende Versuche Wert gelegt.

Die Anordnung des Praktikums ist systematisch; jedoch wird seine Durchführung zweckmäßigerweise von der strengen Reihenfolge abweichen. Nach eigener Erfahrung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Polarimetrie bei den Kohlenhydraten, die manometrischen Methoden bei der Zellatmung und die Kolorimetrie und Fotometrie bei der Durchführung kolorimetrischer Bestimmungen am Blut zu behandeln.

Wir sind Herrn Prof. *Lohmann*, der die Grundlagen des Praktikums in Berlin schuf und dessen Praktikumsanleitung ein Teil der Versuche entnommen sind, für seine Unterstützung zu Dank verpflichtet.

Wir danken ferner allen Kollegen, deren kollektive Erfahrung eine entscheidende Hilfe darstellte. Insbesondere ist es uns ein Bedürfnis, die aufopferungsvolle Arbeit von Frl. *Schölzel* zu würdigen. Wir sind weiter Frl. *Baehr* und Frau *Richter* für ihre Sorgfalt bei der Abfassung des Manuskripts und Frl. *Kuboschek* für die Zeichnungen zu Dank verpflichtet.

Es ist wohl unvermeidlich, daß jeder ersten Auflage eines Werkes viele Unzulänglichkeiten anhaften. Wir wären für jede Anregung und Kritik, insbesondere von Seiten der Medizinstudenten, von Herzen dankbar.

S. M. Rapoport

H.-J. Raderecht

Berlin, im August 1956

Inhaltsverzeichnis

Verhalten bei Unfällen	15
Protokollbuch	16

A. Analytische Methoden und physikalisch-chemische Grundlagen

I. Maßanalyse	17
1. Alkalimetrie, Azidimetrie	18
2. Oxydimetrie	18
a) Manganometrie	19
b) Jodometrie	19
b ₁) Oxydationsverfahren	20
b ₂) Reduktionsverfahren	20
3. Fällungsanalyse	20
4. Wägen	20
a) Nullpunktbestimmung	21
b) Tara (Leergewicht)	21
c) Einwaage	22
5. Starke und schwache Elektrolyte	22
a) Starke Elektrolyte	22
b) Schwache Elektrolyte	23
b ₁) Dissoziation des Wassers	23
b ₂) Dissoziation einer schwachen Säure	24
6. Indikatoren	26
a) Die Bestimmung des Äquivalenzpunktes einer Neutralisations- reaktion	27
Versuch A I. 1—8	30

II. Puffer	33
1. Puffergleichung nach <i>Henderson</i> und <i>Hasselbalch</i>	33
Versuch A II. 1—5	35
2. Pufferwirkung eines Phosphatpuffers gegen Säuren und Basen ...	35
Versuch A II. 6—7	35
3. Puffergemische	36
Versuch A II. 8—9	36
4. Ionenstärke	37
a) Herstellung eines Puffers bestimmter Ionenstärke	37