

ВВЕДЕНІЕ ВЪ АКУСТИКУ И ОПТИКУ.

А. Г. Столѣтова,
профессора Московскаго Университета.

Съ 285 чертежами въ текстѣ.

МОСКВА.

Изданіе Императорскаго Московскаго Университета.

1895.

Университетская типографія, Страстной бульварь.

Предисловіе.

Предлагаемая книга передаетъ, въ сжатой и элементарной формѣ и въ объемѣ соотвѣтствующемъ университетскому курсу общей физики, основы ученія о колебаніяхъ и волнахъ, съ приложеніемъ къ Акустикѣ и Оптикѣ.

Сочиненіе дѣлится на двѣ неравныя части. Въ первой излагаются наиболѣе простыя и общія соображенія, для которыхъ Акустика является естественной и ближайшей иллюстраціей. Во второй части рассматриваются спеціальнѣе явленія свѣта и тѣ пункты теоріи, которые имѣютъ наибольшій интересъ по отношенію къ Оптикѣ. Эта вторая часть названа «Физической Оптикой», такъ какъ въ общемъ изложеніе примыкаетъ къ путеводной нити физической теоріи: такъ-называемая «геометрическая оптика» представлена въ самомъ краткомъ видѣ и притомъ въ связи съ ученіемъ о волнахъ (извѣстно, что, теряя эту связь, геометрическая оптика рискуетъ придти къ выводамъ, несогласнымъ съ дѣйствительностью); изъ фізіологической оптики приведено только необходимое. Теорія оптическихъ инструментовъ, въ связи съ условіями зрѣнія, представлена въ предположеніи безконечно-тонкихъ стеколъ: на первыхъ порахъ естественнѣе ограничиться этой упрощенной теоріей, но послѣдовательно и строго провести ее черезъ все ученіе о простомъ и вооруженномъ зрѣніи (авторъ старался достигнуть этого въ большей мѣрѣ, чѣмъ то дѣлается обыкновенно въ небольшихъ учебникахъ), — нежели посвящать много мѣста общимъ теоремамъ Гауссовой теоріи, а потомъ не пользоваться ею для приложеній (какъ нерѣдко бываетъ). Болѣе общая теорія центрированной діоптрической системы (для центральныхъ лучей) дана въ концѣ книги, такъ какъ иначе слишкомъ нарушала бы систему изложенія; статья объ астигматическихъ пучкахъ и каустическихъ поверхностяхъ отсутствуетъ вовсе.

Въ своемъ трудѣ авторъ имѣлъ въ виду возможно просто и возможно точно передать главные результаты опыта и теоріи. Опущены, съ одной стороны, подробности объ отдѣльныхъ опытахъ и снарядахъ: такія описанія мѣшали бы ходу изложенія, не замѣняя ни зрѣлища самаго опыта, ни—тѣмъ болѣе—личной работы надъ его приготовленіемъ. Мы думаемъ, что между первоначальнымъ ознакомленіемъ съ физикой, непосредственно опирающимся на простые и хорошо подобранные опыты, и болѣе спеціальнымъ изученіемъ теорій параллельно съ личными экспериментальными занятіями, должна быть промежуточная стадія, гдѣ интересъ устремленъ на научную связь фактовъ, на систему, гдѣ опытъ является уже не источникомъ изложеній, а иллюстраціей, и гдѣ однакожъ математика не преобладаетъ надъ физикой; это цѣль имѣлась въ виду при составленіи нашей книги.—Съ другой стороны, опущены нерѣдко промежуточные рассужденія, ведущія отъ одного положенія къ другому: неизбѣжно приходится такъ дѣлать въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ полная передача хода мысли (въ особенности—съ помощью только элементарной математики) слишкомъ усложнила бы дѣло и затруднила первоначальную ориентировку.

Руководящая роль теоріи поставлена на первый планъ. Но съ нѣкоторой полнотой и строгостью могла быть передана элементарнымъ (по возможности геометрическимъ) путемъ только кинематическая сторона теоріи. Динамическая же сторона съ трудомъ поддается такому изложенію; здѣсь приходилось болѣе описывать, чѣмъ выводить,—приходилось сообщать готовый результатъ — только съ намеками на возможность доказательства, или просто «на вѣру». Считалось за лучшее не доказывать вовсе, чѣмъ предлагать доказательства поверхностныя, или же настолько сложныя и искусственныя, что они слишкомъ отвлекали бы вниманіе изучающаго отъ усвоенія основныхъ положеній и фактовъ въ сторону формально-логическихъ интересовъ.

Такъ напр. въ оптикѣ кристалловъ принято за исходную точку положеніе объ эллипсоидѣ Френеля. Допустивъ это положеніе, легко вывести (или указать, какъ можно вывести) цѣлый рядъ простыхъ и важныхъ слѣдствій, которыя составляютъ содержаніе этого отдѣла. Оптики. Они позволяютъ разобратся въ массѣ

разнообразныхъ фактовъ, они были провѣрены прямыми и косвенными опытами; благодаря этому, вся эта статья резюмируется такъ-сказать въ одномъ геометрическомъ построеніи, съ которымъ можно и должно ознакомиться на первыхъ же порахъ. Но выводъ самаго построенія изъ тѣхъ или другихъ началъ,—опущенъ, какъ принадлежащій собственно-теоретической физикѣ.

Въ области Оптики такое изложеніе оправдывается не одними педагогическими условіями. Здѣсь кинематика явленій, выработанная по образцу теоріи упругости, остается неизблемою и въ новой «электромагнитной теоріи свѣта»,—хотя и получаетъ иное (и покамѣстъ—символическое) значеніе. Таюю по существу кинематическій характеръ имѣютъ наши наиболѣе установившіяся свѣдѣнія о свѣтовыхъ лучахъ и волнахъ, объ ихъ переходѣ изъ одной среды въ другую, объ интерференціи, диффракціи и пр.—Въ динамикѣ же свѣтовыхъ явленій издавна были пункты невыясненные и спорные; существовала не одна динамическая теорія, а нѣсколько теорій. Изъ нихъ наиболѣе общающая (и единственная достаточно широкая, чтобы обнять и факты «электрооптики»),—электромагнитная теорія—лежитъ такъ-сказать въ предѣлахъ обыкновенной или явной динамики.

Съ развитіемъ этой электромагнитной теоріи, Оптика становится частью ученія объ электричествѣ; въ нашемъ изложеніи она примыкаетъ къ механикѣ обыкновенныхъ колебаній, и только немногіе намеки на электромагнитную теорію встрѣчаются кое-гдѣ на страницахъ книги. Мы думаемъ, что изъ педагогическихъ соображеній Оптику и теперь естественнѣе излагать вслѣдъ за Акустикой, какъ новое и болѣе обширное приложеніе теоріи обыкновенныхъ волнъ. Изучающій долженъ прежде всего овладѣть принципами этой послѣдней, и въ это время не цѣлесообразно смущать его оговорками, что рѣчь идетъ о какихъ-то «электромагнитныхъ» волнахъ, истинная механическая картина которыхъ намъ и до сихъ поръ неизвѣстна. Ученіе объ электричествѣ и безъ того требуетъ отъ изучающаго не мало умственной работы, и желательно, чтобы, подходя къ отдѣлу о волнообразныхъ электрическихъ процессахъ, онъ уже обладалъ подробными свѣдѣніями о волнахъ, пріобрѣтенными на болѣе простомъ и наглядномъ матеріалѣ. Одна Акустика не можетъ достаточно под-

готовить къ изученію «Гертцовыхъ волнъ», такъ какъ слишкомъ мало знакомить съ поперечными волнами; въ Оптикѣ же мы легко демонстрируемъ не только все то, что недавно научились воспроизводить въ электрическихъ волнахъ значительной длины, но и такія явленія, которымъ еще не умѣетъ подражать съ помощью этихъ послѣднихъ. Такимъ образомъ представляется пока болѣе естественнымъ, чтобы Оптика предшествовала изученію электромагнитныхъ волнъ; а когда дошла очередь до нихъ, тогда можно возвратиться къ пересмотру и обоснованію самой Оптики съ точки зрѣнія электрическихъ началъ. При этомъ пересмотрѣ придется не переучиваться, а только доучиваться, если въ предварительномъ изложеніи Оптики преобладала описательная или кинематическая сторона.

Книга представляетъ существенную переработку конспекта, изданнаго два года тому назадъ моими слушателями и разошедшагося между ними по подпискѣ. (Большинство чертежей, 166 изъ 285, воспроизведены по прежнимъ клишэ, предоставленнымъ въ мое распоряженіе студентами-издателями). Нѣкоторая неравномѣрность изложенія,—замѣтная и автору при окончаніи труда,—отчасти объясняется этимъ обстоятельствомъ: статьи, перешедшія съ небольшими измѣненіями изъ перваго изданія, болѣе подходятъ къ типу конспекта; статьи вновь написанныя—къ типу учебника. Вообще же нѣкоторая сжатость изложенія—умышленная: казалось полезнымъ—съ одной стороны, по возможности рельефно и безъ многословія намѣчать главную сущность разсужденія или факта; съ другой стороны, предполагать въ изучающемъ извѣстную степень вниманія и самостоятельности, при наличности которыхъ онъ успѣшнѣе овладѣетъ предметомъ по сжатому указанію, чѣмъ по тексту, допускающему болѣе легкое, но и болѣе пассивное чтеніе.

Историческихъ указаній въ текстѣ очень мало, ссылокъ на литературу вовсе нѣтъ; но въ концѣ книги приложены хронологическій обзоръ и списокъ лучшихъ современныхъ руководствъ.

А. Столѣтовъ.

Мартъ 1895 г.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

Часть I. Общія свѣдѣнія о колебаніяхъ и волнахъ, съ примѣненіемъ къ Акустикѣ.

	Стран.
§§ 1, 2, 3, 4.....	3—4

I. КОЛЕБАНИЯ.

A. КИНЕМАТИКА КОЛЕБАНИЙ.

Простое колебаніе. 5. Опредѣленіе.—6. Значеніе въ Акустикѣ и Оптикѣ.—7, 8. Уравненіе простого колебанія.—9. Графическое изображеніе —10. Маятникъ.....	5—9
Сложеніе и разложеніе колебаній. Сложныя колебанія. 11. Общее правило.—I. <i>Колебанія направлены по одной прямой.</i> 12.—Наложеніе.—13, 14. 1) Періоды T равны.—15. 2) Періоды приблизительно, но не въ точности равны.—16. 3) Періоды T_1 и T_2 неравны, но соизмѣримы.—17. 4) Приближенные случаи.—18. Гармоническія колебанія. Теорема Фурье.—II. <i>Колебанія направлены взаимно перпендикулярно.</i> 19, 20, 21, 22. 1) Періоды одинаковы.—23. 2) Періоды относятся какъ 1:2, 1:3, 2:3 и т. д.—24. Свойство траекторій—25. Теорема о круговыхъ колебаніяхъ.....	9—18
Опытная иллюстрація сложныхъ колебаній. 26. Двойной маятникъ.—27. Калейдофонъ.—28. Пишущіе камертоны.—29. Оптическая метода Лиссажу.....	18—19

B. ДИНАМИЧЕСКІЯ ЗАМѢЧАНІЯ О КОЛЕБАНИЯХЪ.

30. Происхожденіе и передача колебаній.—31. Колебанія свободныя и принужденныя.—32. Угасаніе и поддержка колебаній.—33. Резонансъ.—34. Сложеніе малыхъ дѣйствій.—35. Энергія колебаній.—36. Интерференція колебаній.....	19—23
--	-------

II. ВОЛНЫ.

А. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛНЪ ВЪ ОДНОЙ СРЕДѢ.

Стр.

Поперечныя и продольныя волны. 37. Волны на линейномъ тѣлѣ.—38, 39. (a) Поперечныя.—40. (b) Продольныя.—41. Волны на плоскости.—42. Сферическія волны.—43. Плоскія волны.—44. Энергія волны, напряженность.—45. Отсутствие поперечныхъ волнъ въ жидкостяхъ и газахъ.....	23— 30
Скорость волнъ (скорость звука). 46. Формула Ньютона.—47. Газы. Формула Лапласа.—48. Жидкости.—49. Твердыя тѣла —50. Опыты.....	30— 33
Интерференція волнъ. Стоячія волны. 51, 52. Разность фазъ, упреждение, разность хода.—53. Интерференція волнъ.—54. Опыт.—55. Стоячая волна.....	34— 37

В. ОТРАЖЕНІЕ И ПРЕЛОМЛЕНІЕ ВОЛНЪ.

Отраженіе на линіи. 56, 57. (I) Отраженіе съ перемѣной знака.—58. (II) Отраженіе безъ перемѣны знака.—59. Происхожденіе стоячихъ волнъ чрезъ отраженіе.—60. Опыты.....	38— 41
Общій случай отраженія и преломленія. 61. Законы отраженія и преломленія.—62. Примѣненія къ Акустикѣ.—63. Концентрація звука.....	41— 43

С. ПОГЛОЩЕНІЕ ВОЛНЪ.

64. Поглощеніе общее и избирательное.—65. Звуковыя тѣни.....	43— 45
--	--------

III. ЗВУЧАЩІЯ ТѢЛА.

А. СОБСТВЕННЫЕ ТОНЫ ТѢЛЪ.

Тѣла съ гармоническими тонами. 66. Линейныя тѣла.—67. Поперечные тоны струны.—68. Опыты.—69, 70. Продольные тоны стержня.—71. Тоны трубъ.—72. Уклоненія отъ законовъ Бернулли.—73. Демонстраціи.—74. Возбужденіе трубъ.—75. Метода Рундга.....	45— 51
Прочія звучащія тѣла. 76. 77. Камертоны.—78. Пластика, перепонка.....	51— 52

В. СЛОЖНЫЕ ЗВУКИ.

79. Анализъ звуковъ.—80. Комбинаціонные тоны.—81. Записываніе звуковъ. Фонографъ.....	53— 54
---	--------

С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА КОЛЕБАНИЙ.

Стран.

82. Графическая метода.—83. Сирена.—84. Относительныя числа. —	
85. Вліяніе относительнаго движенія.....	54— 56

IV. СЛУХЪ И МУЗЫКА.

Ощущеніе звуковъ. 86. Колебанія въ ухѣ.—87. Сила.—88. Вы-	
сота.—89. Тембръ. 90. Ощущеніе тембра. Синтезъ тембровъ.—91. Ухо-	
анализаторъ звуковъ	57— 60
Сродство и консонансъ звуковъ. 92, 93, 94. Объясненіе	
сродства.—95, 96, 97. Объясненіе консонанса и диссонанса.....	60— 64
Гаммы. Обозначеніе звуковъ. 98. Диатоническая гамма.—99.	
Обозначеніе звуковъ.—100. Тонъ, полутонъ, komma.—101. Дізы и	
бемоли.—102. Уравненная гамма.....	64— 68

Часть II. Физическая Оптика.

103. Гипотеза объ эфирѣ.—104. Эфиръ въ тѣлахъ.—105. Цвѣтность	
и періодъ. Сохраненіе періода.—106. Невидимые лучи.....	71— 73

I. ОБЩИЙ ОТДѢЛЪ. ИЗОТРОПНЫЯ ТѢЛА.

А. РАСПРОСТРАНЕНІЕ СВѢТА ВЪ ОДНОЙ СРЕДѢ.

Законъ прямолинейнаго распространенія. 107. Лучи.—108.	
Тѣни. Изображенія въ темной комнатѣ.....	74— 76
Приложеніе къ фотометріи. 109. Законъ освѣщенія.—110. Фо-	
тометры. Сравненіе силъ свѣта.—111. Сравненіе яркостей. —112. Еди-	
ницы свѣта.....	76— 79
Теорія прямолинейнаго распространенія. 113. Огибающая	
волна. — 114. Принципы Гейгенса.—115. Зоны Гейгенса. Теорія	
Френеля.	79— 83
Скорость свѣта. 116. (1) Наблюденіе затменій спутника Юпи-	
тера.—117. (2) Аберрація свѣта.—118. (3) Метода Физд.—119. (4)	
Метода Фуко.....	83— 87

В. ОТРАЖЕНІЕ СВѢТА.

120. Законы отраженія.—121. Теорія отраженія плоской волны отъ	
плоскости.—122. Значеніе огибающей.—123. Упрощенное доказатель-	
ство.—124. Принципы кратчайшаго пути.—125. Несовершенныя зеркала	87— 94
Плоское зеркало. 126. Отраженіе сферической волны.—127. Изо-	
браженіе предмета.....	94

Сферическія зеркала. 128. Отраженіе въ вогнутомъ зеркалѣ.—	
129. Основная формула.—130. Разборъ формулы.—131. Изображеніе	
предмета.—132. Увеличеніе.—133. Выпуклое зеркало.....	95—100

С. ПРЕЛОМЛЕНІЕ СВѢТА.

134, 135. Законы преломленія.—136. Полное отраженіе.—137. Удѣль-	
ное преломленіе.—138. Теорія преломленія плоской волны чрезъ плос-	
кость.—139. Значеніе огибающей.—140. Несостоятельность теоріи исте-	
ченія.—141. Построеніе преломленныхъ волнъ и лучей.—142. Плоско-	
параллельные слои.—143. Принципъ быстрѣйшаго прихода.—144. Опти-	
ческий путь луча.—145. Общій случай.—146. Преломленіе сферической	
волны чрезъ плоскость.....	100—108
Призма. 147. Преломленіе плоской волны.—148. Наименьшее от-	
клоненіе.—149. Тонкія призмы.....	108—111
Преломленіе чрезъ сферическую поверхность. 150. Основ-	
ная формула.—151. Главные фокусы.—152. Изображеніе предмета.	
Увеличеніе.....	111—114
Оптическія стекла (чечевицы). 153. Чечевицы собирающія и	
разсѣивающія.—154. Основная формула бесконечно-тонкой двояковы-	
пуклой чечевицы.—155. Разборъ формулы.—156. Изображеніе пред-	
мета. Увеличеніе.—157. Прочія чечевицы.—158. Сложная чечевица..	115—120

Д. ДИСПЕРСИЯ СВѢТА.

159. Дисперсія нормальная и аномальная.—160. Соотношеніе между	
n и λ .—161. Призматическій спектр.—162. Чистый спектр.—163.	
Спектроскопъ.—164. Призма прямого зрѣнія.—165. Фраунгоферовы	
линии.—166. Опытъ перекрестныхъ призмъ.—167. Смѣшеніе цвѣтовъ.	120—129
Ахроматизмъ. 168, 169. Ахроматическая призма.—170. Хромати-	
ческая абберрація чечевицы.—171. Ахроматическая чечевица.....	129—133
Измѣреніе показателей преломленія. 172. Спектрометръ. Ме-	
тода наименьшаго отклоненія.—173. Измѣреніе преломляющаго угла.—	
174. Метода полного отраженія....	133—135

Е. ЗРѢНІЕ И ОПТИЧЕСКІЕ ИНСТРУМЕНТЫ.

Объективные оптическіе инструменты (пролагатели). 175.	
Камеръ-обскура.—176. Проекціонный снарядъ.—177. Объективный (сол-	
нечный) микроскопъ.....	135—137
Зрѣніе. 178. Устройство глаза.—179. Приведенный глазъ.—180.	
Изображеніе въ глазу.—181. Приспособленіе.—182. Сила приспособ-	
ленія.—183. Классификація глазъ.—184, 185. Очки.—186. Освѣщеніе.—	
187. Прямое зрѣніе.....	137—143

Субъективные оптическіе снаряды (вооруженное зрѣніе). 188. Общія замѣчанія.—189. Лупа (простой микроскопъ).—190. Увеличеніе лупы.—191. Освѣщеніе, поле зрѣнія лупы.—192. Общая схема сложнаго діоптрическаго инструмента.—193. (I) Увеличеніе.—194. Частные случаи.—195, 196. (II) Глазной кружокъ.—197. (III) Освѣщеніе.—198, 199. (IV) Поле зрѣнія.—200. Объективная система.—201. Иммерсія. Апохромать.—202. Окулярная система.—203. Окуляры Рамсдена и Гейгенса.—204. Земной окуляръ.—205. Разсѣвающий окуляръ.—206. Рефлекторы (катоптрическіе телескопы... 144—159	
Дополнительныя свѣдѣнія о зрѣніи. 207. Чувствительность сѣтчатки.—208. Слѣпое пятно.—209. Ощущенія цвѣтовъ.—210. Яркость.—211. Бѣлый и черный цвѣта.—212. Три основныя цвѣта.—213. Сохраненіе ощущеній.—214. Стробоскопъ.—215. Притупленіе чувствительности.—216. Цвѣтовое утомленіе. Контрастъ цвѣтовъ.—217. Пространственное зрѣніе.—218, 219. Зрѣніе двумя глазами.—220. Стереоскопъ..... 159—165	

Г. Испусканіе и поглощеніе лучей. Анализъ излученій.

Испусканіе. 221. Два рода испусканія.—222, 223. Испускательная способность.—224. Законъ испусканія..... 166—169	
Спектры испусканія. 225. Типы спектровъ испусканія: (1) непрерывный.—226. (2) Спектръ линейный.—227. Спектральный анализъ.—228. Полученіе газовыхъ спектровъ..... 169—171	
Поглощеніе. 229. Общія замѣчанія.—230. Поглощательная способность.—231. Спектры поглощенія.—232. Коэффициентъ прозрачности.—233. Цвѣта тѣлъ: (а) чрезъ поглощеніе.—234. (б) Чрезъ отраженіе.—235. Обратность спектровъ поглощенія и спектровъ испусканія.—236. Происхожденіе Фраунгоферовыхъ линій.—237. Земныя линіи.—238. Принципъ Допплера-Физо.—239. Превращенія поглощенной лучистой энергіи.. 171—177	
Тепловое дѣйствіе лучей. 240. Тепловая оцѣнка лучей.—241. Подвижное равновѣсіе температуры.—242. Кажущееся испусканіе холода.—243. Связь между испусканіемъ и поглощеніемъ.—244. Законъ Кирхгоффа.—245, 246. Слѣдствія..... 177—180	
Актинометрія. 247. Чувствительныя термоскопы: (1) термомультипликаторъ.—248. (2) Микрорадиометръ.—249. (3) Болومترъ.—250. Изслѣдованіе инфракраснаго спектра.—251. Распредѣленіе энергіи въ солнечномъ спектрѣ..... 180—184	
Химическія дѣйствія лучей. 252. Общія замѣчанія.—253. Есть ли „химическіе лучи“?—254. Фотограммы спектра.—255. Понятіе о способахъ фотографіи: (1) дагерротипія.—256. (2) Дальнѣйшіе успѣхи фотографіи..... 185—188	

Лучи и электричество. 257. Электрические лучи Герца.—258. Лучи малых периодов.—259. Электрическое действие лучей.....	188—189
Лучи и самосвѣщеніе. 260. Свѣщеніе, производимое лучами.—261. Спектръ флуоресценціи.—262. Фосфороскопъ.—263. Истощеніе фосфоресценціи.—264. Измѣненіе періода лучей при флуоресценціи. Калоресценціи.—265. Обзоръ дѣйствій лучистой энергіи—266. Неразлучность этихъ дѣйствій..	189—193

Г. ИНТЕРФЕРЕНЦІЯ СВѢТА.

Опыты Френеля и др. Стоячія волны свѣта. 267. Принципы опыта.—268. Явленіе въ различныхъ цвѣтахъ.—269. Зеркала и би-призма Френеля.—270. Измѣреніе длины волнъ.—271. Употребленіе лупы.—272. Разность хода не измѣняется глазомъ и оптическими стеклами.—273. Дѣйствіе тонкой пластинки.—274. Метода Майкельсона.—275. Примѣненіе къ измѣренію λ .—276. Интерференція при большой разницѣ хода.—277. Необходимость общаго источника лучей.—278. Стоячія волны.....	193—201
Цвѣта тонкихъ и толстыхъ пластинокъ. 279. Принципы опыта.—280. Разность хода проходящихъ лучей.—281. Потеря полуволны въ отраженныхъ лучахъ.—282. Кольца Ньютона.—283. Вычисленіе колець.—284. Отраженные кольца съ бѣлымъ центромъ.—285. Метода Физо.—286. Стода тонкихъ пластинокъ.—287. Цвѣтная фотографія.—288. Толстыя пластинки.....	201—210

Н. ДИФФРАКЦІЯ СВѢТА.

289. Общія замѣчанія.....	210—211
Диффракція Френеля. 290. Круглое отверстіе.—291. Круглый экранъ.—292. Устраненіе четныхъ или нечетныхъ зонъ.—293. Прямолнейный край экрана.—294. Узкій экранъ.—295. Узкая щель.—296. Графическое представленіе.—297. Примѣръ.....	211—217
Диффракція Фраунгофера. 298. Характеръ явленій.—299. Узкая щель.—300. Графическое представленіе.—301. Линіи наибольшей яркости.—302. Диффракціонная рѣшетка.—303. Диффракціонные спектры.—304. Диффракціонный спектръ какъ „нормальный“.—305. Отражательная рѣшетка.—306. Вогнутая отражательная рѣшетка: (1) ея дѣйствіе.—307. (2) Теорія.—308. (3) Установка.—309. Измѣреніе длины свѣтовыхъ волнъ.—310. Числовые результаты (λ и N).....	217—229

II. ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ СВѢТЪ. КРИСТАЛЛЫ.

А. Общія свѣдѣнія о поляризаціи свѣта.

311. Прямолинейная (плоская) поляризація.—312. Турмалинъ. Поляризаторъ, анализаторъ.—313. Плоскость поляризаціи.—314. Попереч-
--

ность свѣтовыхъ колебаній. Направленіе колебаній.—315. Естественный лучъ.—316. Двойко-преломляющіе кристаллы вообще.—317. Зеркало.—318. Уголъ поляризаціи.—319. Стеклянная стопа.—320. Законъ Малюса.—321. Яркость двухъ лучей въ кристаллѣ.—322. Интерференція поляризованныхъ лучей.—323. Поляризація эллиптическая и круговая.—324. Общее представленіе о лучѣ естественномъ.—325. Приведеніе какого угодно луча къ двумъ плоско-поляризованнымъ слагающимъ.—326. Полученіе эллиптического луча посредствомъ кристаллической пластинки.—327. Пластика „четверть волны“,—328. Превращеніе эллиптического или кругового луча въ плоско-поляризованный.—329. Пластика „полволны“.—330. Компенсаторъ Бабинѣ.—331. Исслѣдованіе компенсатора.—332. Анализъ эллиптического луча.—333. Эллиптическая поляризація чрезъ отраженіе.—334. Параллелепипедъ Фрепеля.	230—246
--	---------

В. РАСПРОСТРАНЕНІЕ СВѢТА ВЪ КРИСТАЛЛАХЪ.

Волны и лучи въ кристаллической средѣ. 335. Оптическая анизотропія.—336. Эллипсоидъ Френеля.—337. Главныя скорости волнъ.—338. Кристаллы одноосные.—339. Обыкновенная и необыкновенная волна.—340. Кристаллы двуосные.—341. Подраздѣленіе двуосныхъ кристалловъ.—342. Характеристика волнъ двуоснаго кристалла.—343. Оптическая классификація прозрачныхъ тѣлъ.—344. Поверхность волнъ.—345. Поверхность волнъ для одноосныхъ кристалловъ.—346. Лучи въ одноосномъ кристаллѣ. Скорость лучей.—347. Сопряженные лучи и волны.—348. Поверхность волнъ для двуосныхъ кристалловъ.—349. Сопряженные лучи и волны.—350. Поляризація волнъ и лучей	246—259
--	---------

Двойное преломленіе. 351. Построеніе Гейгенса.—352. Законъ синусовъ.—353. Показатели преломленія.—354. Преломленные лучи.—355. Замѣчанія.—356; 357. Частные случаи для однооснаго кристалла.—358. Частные случаи для двуоснаго кристалла.—359. Коническое преломленіе.	259—266
---	---------

Аппараты. 360. Двупреломляющія призмы.—361. Поляризующія призмы.—362. Анализаторъ съ полутѣнями.	266—269
---	---------

С. ЦВѢТА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХЪ ПЛАСТИНОКЪ (ЦВѢТНАЯ ПОЛЯРИЗАЦІЯ).

363. Основной фактъ.—364. Объясненіе.—365, 366. Явленія въ параллельныхъ лучахъ.—367. Явленія въ сходящихся лучахъ.—368. Случай двуосной пластинки, вырѣзанной равно-наклонно къ оптическимъ осямъ.—369. Изохроматическая поверхность: а) Случай однооснаго кристалла.—370. б) Изохроматическая поверхность двуоснаго кристалла.—371. Способъ наблюденій.—372. Приложенія.—373. Полярископы съ цвѣтами.	269—278
--	---------

Д. ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ.

Стран.

Естественное вращение. 374. Основные факты.—375. Цвѣта пластинки. — 376. Чувствительный отбѣнокъ.—377. Биеварцъ.—378. Компенсаторъ Солейля.—379. Связь съ частичнымъ строеніемъ.—380. Удѣльная вращательная способность. — 381. Сахариметрія. Сахариметръ съ биеварцомъ.—382. Сахариметръ съ полутѣнями.—383. Теорія Френеля.—384. Трипризма Френеля.—385. Имитація вращательной способности.....	278—287
Магнитное вращение. 386. Основные факты. Законъ Верде.—387. Особенность магнитнаго вращенія.....	287—289

Е. ОТРАЖЕНІЕ И ПРЕЛОМЛЕНІЕ ПОЛЯРИЗОВАННАГО СВѢТА.

388. Задача изслѣдованія.....	289
Результаты теоріи Френеля. 389. I. Главные азимуты. Поляризація и фаза.—390. II. Главные азимуты. Амплитуда отраженнаго луча.—391. III. Слѣдствія.—392. IV. Отраженіе при другихъ азимутахъ.—393. V. Отраженіе луча естественнаго. Поляризація чрезъ отраженіе.—394. VI. Преломленный лучъ.—395. VII. Поляризація чрезъ преломленіе.—396. Приложенія: 1) Поляризационный фотометръ.—397. 2) Поляриметръ.....	289—296
Дополнительныя свѣдѣнія.—398. Уклоненія отъ формулъ Френеля.—399. Металлическое отраженіе.—400, 401. Отраженіе и преломленіе въ кристаллахъ.—402. Отраженіе въ магнитномъ полѣ.....	296—300

ДОПОЛНЕНІЯ.

СВОЙСТВА ЦЕНТРИРОВАННОЙ ДИОПТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

403. Задача изслѣдованія.—404. Сопряженные лучи. Сопряженные точки.—405. Фокусы системы.—406. Перспективность сопряженныхъ точекъ. Увеличеніе.—407. Главныя точки системы.—408. Фокусныя разстоянія системы.—409. Соотношеніе между величиной изображеній и расходимостью лучей.—410. Отношеніе фокусныхъ разстояній.—411. Узловыя точки (узлы).—412. Построеніе изображеній.—413. Фокусы системы.—414, 415. Приведеніе системы къ одной поверхности или къ одной чечевицѣ.—416. Сложеніе двухъ системъ: а) построеніе.—417. б) Формулы.—418. в) Средняя точка.—419. Кардинальныя точки выпуклой чечевицы.—420. Прочія чечевицы.....	301—316
--	---------

ХРОНОЛОГИЧЕСКІЙ УКАЗАТЕЛЬ.

I. Общая часть и Акустика.—II. Оптика, лучистыя явленія.....	317—323
--	---------

ПОСОБІЯ.

I. Общая часть и Акустика.—II. Оптика.....	324—325
--	---------

ЧАСТЬ I.

ОБЩІЯ СВѢДѢНІЯ О КОЛЕБАНІЯХЪ И ВОЛНАХЪ,
СЪ ПРИМѢНЕНІЕМЪ КЪ АКУСТИКѢ.