

99 386

отдел редких книг

ВИНЕРЪ

О ЦВѢТНОЙ
ФОТОГРАФІИ

011

192.333

53. 99
B-48

dp 81

B-48

УП

ПРОФ. ОТТО ВИНЕРЪ.

В-48.

ОДЕССКАЯ ГОРОДСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
ИМЕНА
Н. Г. ГОРДЕСКОГО

О ЦВѢТНОЙ ФОТОГРАФИИ

Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. Н. П. КАСТЕРИНА.



ОДЕССА 1911.

OTTO WIENER

О ЦВѢТНОЙ ФОТОГРАФИИ



Эк

77
В-48

ОТТО ВИНЕРЪ

Профессоръ физики въ Лейпцигскомъ университетѣ

С. П. № 100.

Инт. № 808.

О ЦВѢТНОЙ ФОТОГРАФІИ

1944 г.

И РОДСТВЕННЫХЪ ЕЙ _____

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХЪ ВОПРОСАХЪ

Переводъ съ нѣмецкаго Д. А. КРЫЖАНОВСКАГО

Подъ редакціей проф. Н. П. КАСТЕРИНА.

Съ 3 цвѣтными таблицами и 4 рисунками въ текстѣ.



ОДЕССА 1911.

Инт. 1936 г. № 9038

АРХИВ

778. 6

7

ОДЕССА.

Типографія Акціонерного Южно-Русского Общества Печатного Дѣла.
(Пушкинская ул.. соб. домъ, № 18).

1910.

З. VI, № 100.

Числ. 12808.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Настоящая рѣчь была произнесена въ общемъ собраніи обѣихъ научныхъ главныхъ группъ на сѣздѣ естествоиспытателей въ Кёльнѣ и была въ почти неизмѣненномъ видѣ отпечатана въ Отчетахъ Общества Нѣмецкихъ Естествоиспытателей и Врачей. Настоящее изданіе также содержитъ по сравненію съ самою рѣчью лишь немногія измѣненія и дополненія. Эти дополненія взяты главнымъ образомъ изъ перваго наброска рѣчи, которая была задумана слишкомъ обширно. Я вынужденъ былъ признать, что болѣе чѣмъ часовая рѣчь не должна содержать слишкомъ много подробностей, чтобы не вызвать утомленія. Но читатель можетъ когда угодно прервать чтеніе и потому выносить болѣе подробное изложеніе.

Къ сожалѣнію, изъ за другихъ неотложныхъ дѣлъ, лишь незадолго до кёльнскаго сѣзда я получилъ возможность окончательно редактировать текстъ. Поэтому я совершенно не имѣю времени для подробнаго изученія литературы вопроса. Эти позднѣйшія литературныя изслѣдованія, относящіяся въ особенности къ исторіи цвѣтной фотографіи, основанной на собственныхъ цвѣтахъ тѣлъ, и къ біологической сторонѣ вопроса, приведены въ примѣчаніяхъ. Такъ я еще считалъ въ Кёльнѣ высказанную мною гипотезу для объясненія возможности унаслѣдованія функціонально приобрѣтенныхъ свойствъ новою и лишь послѣ того узналъ, что она уже была высказана Гачекомъ и другими въ совершенно аналогичной формѣ и отчасти даже съ приведеніемъ одинаковыхъ сопоставленій. Насколько я сожалѣю о томъ, что не назвалъ именъ этихъ ученыхъ во время рѣчи, настолько же съ другой стороны я былъ радъ услышать, что ту-же гипотезу уже выставляли люди, вполне владѣющіе пужными фактическими познаніями.

И другіе вопросы, казавшіеся мнѣ достойными ближайшаго разъясненія или обсужденія, а также болѣе подробныя литературныя указанія отнесены въ примѣчанія.

Читателю, не заинтересованному въ отдѣльныхъ пунктахъ, не слѣдуетъ обращать вниманія на ссылки на примѣчанія. Бѣглый просмотръ приложенія, послѣ прочтенія текста, быстро укажетъ ему, что именно среди нихъ представляется для него достойнымъ вниманія.

Крайняя запоздалость выхода въ свѣтъ этой брошюры вызвана была трудностью изготовленія цвѣтныхъ таблицъ, которыя должны были отчасти замѣнить показанныя во время рѣчи опыты.

Во время рѣчи не были показаны приложенныя здѣсь изображенія бабочекъ и другихъ насѣкомыхъ, которыми я обязанъ добротѣ профессора Штандфусса въ Цюрихѣ. Онъ былъ столь любезенъ, что прислалъ мнѣ большой выборъ насѣкомыхъ, въ подтвержденіе своихъ въ высшей степени замѣчательныхъ наблюденій надъ зависимостью между окраской и жизненными привычками бабочекъ и другихъ насѣкомыхъ.

Лейпцигской фирмѣ Др. Тренклеръ и К^о и ея служащимъ я особенно благодаренъ за тѣ старанія, которыя они приложили къ точному исполненію цвѣтныхъ таблицъ.

Отто Винеръ.

Лейпцигъ 30 іюня 1909 г.

СОДЕРЖАНІЕ.

	стр.
Предисловіе	III
Анализъ и синтезъ бѣлыхъ лучей	1
Природа собственной окраски тѣлъ	4
Аддитивное смѣшеніе цвѣтовъ съ помощью проекціоннаго аппарата Айвса съ тремя цвѣтами	6
Природа нашихъ цвѣтоощущеній	10
Трехцвѣтная фотографія, основанная на объективномъ суммированіи цвѣтовъ	13
Разностное смѣшеніе цвѣтовъ	15
Трехцвѣтная фотографія, основанная на разностномъ смѣшеніи цвѣтовъ	16
Непосредственные приемы цвѣтной фотографіи	20
Состоячія свѣтовые волны	22
Цвѣтная фотографія съ помощью структурныхъ цвѣтовъ	23
Цвѣтное фотографированіе посредствомъ собственныхъ цвѣтовъ тѣлъ	26
Задачи и цѣли техники цвѣтного фотографированія	29
Теоріи цвѣтныхъ ощущеній	31
Цвѣтовая приспособляемость въ природѣ	32
Практика и Теорія	35
Перечень нѣкоторыхъ самостоятельныхъ сочиненій по цвѣтной фотографіи	37
Примѣчанія, содержащія дополненія и литературныя указанія	39
Объясненіе таблицъ	65

COLE P. M. H. I. E.

БИБЛИОТЕКА
ИМЕНИ
В. Т. ВАСИЛЕНКО

Мнѣ было сдѣлано почетное предложеніе прочесть здѣсь докладъ о цвѣтной фотографіи. Въ томъ обстоятельствѣ, что докладъ поручили теоретику въ этой области, скрывается, на мой взглядъ, указаніе на то, что я не долженъ избѣгать теоретической стороны вопроса. Но съ другой стороны я полагаю, что многіе изъ присутствующихъ желаютъ также увидѣть цвѣтныя фотографіи и услышать, какъ далеко подвинулось искусство изготовленія ихъ. Намѣченный такимъ образомъ планъ оказывается весьма обширнымъ, что заставляетъ меня быть краткимъ въ изложеніи отдѣльныхъ вопросовъ.

Анализъ и синтезъ бѣлыхъ лучей.

Чтобы лучше ввести въ кругъ занимающихъ насъ вопросовъ тѣхъ изъ васъ, кто съ ними мало знакомъ, я нахожу целесообразнымъ бѣгло напомнить съ помощью опытовъ нѣкоторые факты.

Начнемъ съ вопроса: Какъ возникаютъ цвѣта въ природѣ? И въ частности: Какъ возникаютъ цвѣта радуги?

Вмѣсто солнца воспользуемся электрической лампой и съ помощью линзы отбросимъ изображеніе освѣщаемой ею щели на безцвѣтный экранъ. Вмѣсто водяной капли помѣстимъ за линзой безцвѣтную стеклянную призму „прямого зрѣнія“. Какъ видите, бѣлое пятно на экранѣ превратилось въ радужную полосу, въ спектръ.

Какъ объяснить это явленіе?

Прежде всего мы констатируемъ, что бѣлые лучи оказались разложенными въ пучекъ различно направленныхъ лучей; ихъ составныя части вызываютъ въ насъ цвѣтотыя ощущенія, и мы ихъ называемъ, для краткости, цвѣтными (окрашенными) лучами. Такимъ образомъ, мы имѣемъ передъ собой рядъ красныхъ, желтыхъ, зеле-

ныхъ, синихъ и фіолетовыхъ лучей съ ихъ переходными оттѣнками; возникаетъ вопросъ, являются ли они простѣйшими лучами, какіе только можно получить указаннымъ путемъ.

Помѣстимъ, по примѣру Ньютона, на пути лучей вторую призму; мы видимъ, что теперь цвѣтная полоса еще больше растянулась, но мы не замѣчаемъ ни новыхъ цвѣтовъ, ни новыхъ переходныхъ оттѣнковъ.

Дѣйствительно, можно показать, что полученные указаннымъ образомъ лучи являются физически простыми лучами, вдоль которыхъ распространяются свѣтовые волны вполне опредѣленной длины волны и опредѣленнаго числа колебаній. Число колебаній свѣтовой волны характеризуетъ съ физической стороны тотъ или другой цвѣтъ точно такъ же, какъ число колебаній звуковой волны характеризуетъ высоту тона.

Мы должны, слѣдовательно, прійти вмѣстѣ съ Ньютономъ къ тому заключенію, что бѣлые лучи составлены изъ элементарныхъ цвѣтовыхъ лучей.¹⁾

Если это вѣрно, то, направляя цвѣтные лучи на одно и то же мѣсто на экранѣ, мы должны получить снова бѣлое пятно. Этого можно легко достигнуть, поворачивая вторую призму около ея продольной оси на 180° , такъ чтобы она компенсировала отклоненія лучей, производимыя первой призмой. Производимъ опытъ и видимъ, что дѣйствительно получается бѣлый цвѣтъ.

Тотъ способъ смѣшенія, который мы только что примѣнили, Гельмгольцъ (Helmholtz) называетъ аддитивнымъ (суммарнымъ) смѣшеніемъ, точнѣе аддитивнымъ смѣшеніемъ лучей.

Но есть еще и другой способъ смѣшенія лучей. Для этого стоитъ только съ помощью вращающагося зеркала заставить скользить изображеніе цвѣтной полосы по одному и тому же мѣсту на экранѣ, притомъ настолько быстро, чтобы впечатлѣнія отдѣльныхъ цвѣтовъ смѣшивались въ нашемъ глазу. Такое смѣшеніе получается благодаря недостаточной способности нашего глаза расчленять впечатлѣнія въ ихъ послѣдовательности во времени.²⁾ Поэтому этотъ способъ приходится назвать субъективнымъ смѣшеніемъ лучей. Совершаемъ опытъ и наблюдаемъ, что дѣйствительно цвѣтная полоса превратилась въ неокрашенную (бѣзцвѣтную).

Мы можем видоизмѣнить этотъ опытъ, расположивъ цвѣта спектра съ помощью разноцвѣтныхъ прозрачныхъ листочковъ на стеклянномъ кружкѣ (въ видѣ секторовъ, не доходящихъ до самаго края диска) и приводя кружокъ въ быстрое вращеніе. И на этотъ разъ экранъ кажется безцвѣтнымъ,—но представляется ли онъ дѣйствительно бѣлымъ?

Освѣтимъ весь кружокъ до краевъ, а не только внутреннюю часть, покрытую цвѣтными секторами; теперь мы ясно видимъ, что на экранѣ внутренняя часть по сравненію съ ослѣпительно бѣлымъ кольцомъ вокругъ нея кажется сѣрой.

Въ чемъ же дѣло?

Прежде всего несомнѣнно, что внутренняя часть диска, покрытая листочками, пропускаетъ меньше свѣта, чѣмъ окружающее ее кольцо. Но менѣе ярко освѣщенная поверхность всегда кажется сѣрой по сравненію съ болѣе ярко освѣщенной. Такимъ образомъ нашъ опытъ показываетъ, что рѣшеніе вопроса о томъ, кажется ли экранъ въ опытѣ съ вращающимся дискомъ бѣлымъ или сѣрымъ, зависитъ отъ того, наблюдаемъ ли мы только эту часть экрана или же видимъ рядомъ съ нею поверхность, освѣщенную неослабленнымъ свѣтомъ.

Этотъ фактъ является слѣдствіемъ замѣчательной способности приспособленія нашего глаза, которому листъ бѣлой бумаги и въ сумерки кажется бѣлымъ, несмотря на то, что онъ посылаетъ въ этомъ случаѣ въ нашъ органъ зрѣнія гораздо меньше свѣта, чѣмъ, напримѣръ, черная бумага, освѣщаемая отвѣсно падающими лучами солнца.³⁾

Существуетъ еще третій способъ синтеза лучей, основанный на недостаточной способности нашего глаза расчленять впечатлѣнія въ пространственномъ отношеніи.⁴⁾ Для того, чтобы получить смѣшеніе цвѣтовъ по этому способу, возьмемъ кругъ, заполненный очень узкими разноцвѣтными секторами, чередующимися въ опредѣленномъ порядкѣ (рис. 1, табл. I). Ради простоты вмѣсто семи цвѣтовъ спектра здѣсь взяты только три подходящія краски.

Вы ясно видите, что около центра, гдѣ отдѣльные секторы видны подъ весьма малымъ угломъ зрѣнія, кружокъ кажется сѣрымъ, между тѣмъ какъ ближе къ краю глазъ ясно различаетъ отдѣльныя

краски—здѣсь секторы видны подѣ большимъ угломъ. Величина внутренней части, кажущейся сѣрой, зависитъ, помимо индивидуальныхъ качествъ глаза, отъ его разстоянія отъ экрана *). Стоитъ только употребить большее увеличеніе цвѣтного круга, чтобы увеличилось отношеніе окрашенной части круга ко всей площади круга; наоборотъ, беря меньшее увеличеніе, мы замѣчаемъ, что увеличилась (сравнительно) безцвѣтная центральная часть. (Вмѣсто этого опыта [съ проекціоннымъ фонаремъ] можно укрѣпить вертикально таблицу I и, постепенно удаляясь, смотрѣть на рис. 1. При этомъ безцвѣтная часть будетъ постепенно увеличиваться).

Этотъ, третій, способъ смѣшенія лучей тоже является субъективнымъ методомъ, но основаннымъ на субъективномъ смѣшеніи рядомъ расположенныхъ элементовъ воспріятія, тогда какъ ранѣе рассмотрѣнный методъ основывался на субъективномъ смѣшеніи быстро чередующихся (во времени) элементовъ. Въ обоихъ случаяхъ поверхность, освѣщенная смѣшанными (во времени или въ пространствѣ) лучами, представляется сѣрою по сравненію съ поверхностью, освѣщенной тѣмъ же самымъ, но не ослабленнымъ, свѣтомъ; между тѣмъ первый способъ смѣшенія лучей съ помощью ихъ физическаго или объективнаго сложенія (синтеза) даетъ совершенно бѣлый свѣтъ.

Цвѣтная фотографія воспользовалась до сихъ поръ только первымъ и третьимъ методомъ.

Подтвердилось то слѣдствіе изъ Ньютонова воззрѣнія, по которому лучи бѣлаго свѣта составлены изъ цвѣтныхъ лучей спектра. ¹⁾

Природа собственной окраски тѣлъ.

Цвѣта радуги представляютъ сравнительно рѣдко наблюдаемый примѣръ красокъ, встрѣчающихся въ природѣ. Гораздо чаще мы имѣемъ дѣло съ окрасками, обусловленными веществомъ тѣла, каковы, на примѣръ, зеленый цвѣтъ листы или разноцвѣтное олѣянне бабочекъ и другихъ животныхъ.

*) Очевидно, авторъ говоритъ о п р о з р а ч н о м ѣ окрашенномъ дискѣ изображеніе котораго проектируется фонаремъ на экранъ. (Перев.)

Это цвѣта того же рода, какіе мы получаемъ, покрывая матерію или бумагу естественнымъ или искусственнымъ красящимъ веществомъ. Желая отмѣтить такое происхожденіе этихъ цвѣтовъ, мы называемъ ихъ собственной окраской (или цвѣтомъ) тѣла (Körperfarbe).

Каково происхожденіе этихъ цвѣтовъ?

Прежде всего, какими свойствами должно обладать бѣлое или черное красящее вещество, чтобы казаться намъ бѣлымъ или, соответственно, чернымъ?

Если перемѣщать вдоль спектра кусокъ бѣлой бумаги, то онъ кажется краснымъ, когда находится въ красной части спектра, зеленымъ въ зеленой части, синимъ въ синей, т. е. бѣлая бумага отражаетъ всѣ падающіе на нее лучи. Наоборотъ, черная бумага кажется черной въ любомъ мѣстѣ спектра, т. е. она не можетъ отбрасывать или отражать никакихъ лучей, она всѣ ихъ какъ бы проглатываетъ или поглощаетъ.

Повторимъ этотъ же опытъ съ кускомъ чисто-красной бумаги. Въ красныхъ лучахъ она кажется красной, въ зеленыхъ же или въ синихъ черной, слѣдовательно красная бумага отбрасываетъ назадъ красные лучи и поглощаетъ всѣ другіе.

Дѣйствительно, можно показать, что окрашенныя тѣла отчасти уничтожаютъ лучистую энергію и переводятъ ее въ другія формы энергіи. Такимъ образомъ, собственныя окраски тѣлъ обязаны своимъ происхожденіемъ поглощенію свѣтовыхъ лучей.

Но можетъ также случиться, что тѣло способно отражать различные, отдѣльно стоящіе въ спектрѣ, лучи. Такъ, напримѣръ, пурпурово-окрашенная бумага кажется красной въ красныхъ лучахъ, синей въ синихъ лучахъ и черной во всѣхъ остальныхъ мѣстахъ спектра. Отсюда мы заключаемъ, что тѣло, кажущееся намъ пурпуровымъ, посылаетъ въ нашъ глазъ смѣсь красныхъ и синихъ лучей.

Если тѣ же опыты произвести не въ падающемъ свѣтѣ, а въ проходящемъ сквозь тѣло, то надо ожидать подобныхъ же результатовъ. Такъ, чисто-красное стекло кажется намъ краснымъ въ проходящемъ свѣтѣ по той причинѣ, что оно пропускаетъ красную часть падающихъ на него бѣлыхъ лучей, поглощая всѣ прочіе лучи. Это нетрудно доказать. Поставимъ красное стекло передъ щелью,

изображеніе которой мы снова отбрасываемъ на экранъ. Помѣщая затѣмъ между ними призму, мы видимъ, что весь спектръ исчезъ, за исключеніемъ красной части.

Мы получили такъ называемый спектръ поглощенія.

Подобнымъ же образомъ можно показать, что зеленое стекло пропускаетъ только зеленую часть спектра, синее — только синюю часть.

Три такихъ цвѣтныхъ стекла, изъ которыхъ каждое пропускаетъ приблизительно треть всѣхъ лучей спектра, будутъ въ нашихъ дальнѣйшихъ опытахъ играть значительную роль.

Здѣсь у меня два красныхъ желатиновыхъ листочка; на глазъ они кажутся одинаковаго красноватаго тона. Дадутъ ли они одинаковые спектры поглощенія?

Опытъ показываетъ что ихъ спектры совершенно различны между собой. Одинъ листокъ, окрашенный органической краской, даетъ одну лишь широкую полосу въ зеленой части спектра. Другой же, окрашенный кровью, даетъ двѣ ясно видимыя полосы поглощенія, одну рядомъ съ другой.

Здѣсь мы впервые сталкиваемся съ тѣмъ фактомъ, что двѣ окраски, кажущіяся глазу одинаковыми, образуются смѣшеніемъ различныхъ лучей.

Аддитивное смѣшеніе или синтезъ цвѣтовъ съ помощью проекціоннаго аппарата Айвса (Ives) съ тремя цвѣтами.

Для сокращенія нашихъ изслѣдованій, покинемъ путь анализа цвѣтовъ съ помощью спектра и займемся синтезомъ или сложеніемъ цвѣтовъ.

Раздѣлимъ имѣющіеся въ нашемъ распоряженіи лучи съ помощью зеркала на три части и по пути каждого полученнаго такимъ образомъ пучка лучей помѣстимъ по одному изъ употреблявшихся нами окрашенныхъ стеколъ, каждое изъ которыхъ пропускаетъ треть всѣхъ лучей спектра; наконецъ, направимъ всѣ три пучка на одно и то же мѣсто на экранѣ, гдѣ отдѣльные лучи снова смѣшаются.

Подобнаго рода смѣшеніе цвѣтовъ производилъ еще Максвеллъ⁵⁾. Я здѣсь пользуюсь приборомъ, основаннымъ на идеѣ Айвса⁶⁾ и построеннымъ по моей просьбѣ фирмой Цейсса, при особенно заботливой разработкѣ конструкціи ея научнымъ сотрудникомъ Леманомъ (H. Lehmann).

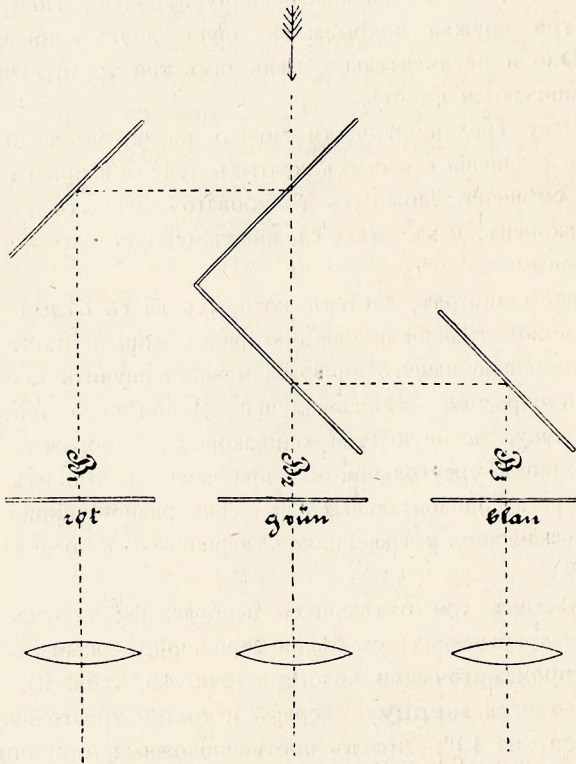


Рис. 2.

Расположеніе частей аппарата вы видите на этомъ чертежѣ (рис. 2). Въ мѣстахъ B_1 , B_2 , B_3 можно помѣщать вырѣзы или отдѣльныя изображенія, которыя съ помощью трехъ линзъ проектируются на одно и то же мѣсто экрана.

Помѣстимъ передъ линзами рамку съ тремя круглыми вырѣзами. Они расположены на равныхъ разстояніяхъ вокругъ центра рамки, составляя углы въ 120° при центрѣ. Сперва вы видите три

изображенія вырѣзовъ, окрашенныя въ красный, зеленый и синій цвѣтъ, стоящими отдѣльно. Теперь я заставляю эти изображенія сдвинуться, такъ чтобы они отчасти покрыли другъ друга (рис. 3, табл. I). Вы видите, что синтезъ или аддитивное смѣшеніе красныхъ и зеленыхъ лучей даетъ желтую окраску, зеленыхъ съ синими голубовато-зеленую, синихъ съ красными пурпуровую. По срединѣ же, гдѣ всѣ три кружка покрываютъ другъ друга, экранъ кажется бѣлымъ. Оно и неудивительно, вѣдь тамъ три трети лучей спектра снова смѣшиваются вмѣстѣ.

Окраску срединной части можно также разсматривать, какъ результатъ смѣшенія сложныхъ желтыхъ лучей съ простыми синими, или какъ смѣшеніе сложныхъ голубовато-зеленыхъ съ красными, или же, наконецъ, какъ смѣсь сложныхъ пурпуровыхъ лучей съ простыми зелеными.

Тѣ пары цвѣтовъ, синтезъ которыхъ даетъ бѣлый цвѣтъ, называются дополнительными или противоположными цвѣтами.

Съ помощью нашего аппарата можно получить также гораздо болѣе разнообразныя смѣшенія лучей. Я помѣщаю теперь передъ линзами рамку, дающую три одинаковыхъ изображенія въ видѣ равностороннихъ треугольниковъ, при чемъ каждый изъ нихъ раздѣленъ на пять горизонтальныхъ полосокъ равной ширины, яркость которыхъ скачками убываетъ отъ вершины къ основанію (рис. 4а, табл. II).

Совмѣстимъ три отдѣльныхъ изображенія; получается почти безцвѣтный треугольникъ съ бѣлой вершиной, чернымъ основаніемъ и сѣрыми промежуточными полосами (рис. 4б, табл. II).

Если теперь повернуть первый и третій треугольники около ихъ центровъ на 120° , но въ противоположныя стороны, то наиболѣе яркіе треугольнички отдѣльныхъ изображеній окажутся въ разныхъ вершинахъ совмѣщеннаго изображенія. Такимъ образомъ тамъ получатся чистые первоначальные цвѣта: красный, зеленый, синій (рис. 4с, табл. II).

Вмѣсто пяти полей мы видимъ теперь 25 полей, возникшихъ каждое изъ особой смѣси лучей. Посрединѣ оказывается сѣрый треугольничекъ, получающій поровну отъ cadaго изъ трехъ пучковъ. Между нимъ и каждымъ изъ чистыхъ основныхъ цвѣтовъ по угламъ треугольника мы видимъ оттѣнки одного и того же тона,

по различной цвѣтовой насыщенности или цвѣтового покрытія (Farbenverhüllung), какъ выражается Герингъ (Hering)⁷⁾, по терминологіи котораго цвѣта по угламъ пришлось бы называть самыми свободными (freiesten). Вдоль сторонъ треугольника цвѣта постепенно переходятъ отъ цвѣта одного угла къ цвѣту другого угла.

Но ясно, что съ помощью такого расположенія опыта мы не получили еще всѣхъ возможныхъ комбинацій изъ пяти ступеней яркости нашихъ трехъ основныхъ цвѣтовъ; иначе бы мы имѣли 5³ или 125 различно окрашенныхъ полей. Такъ какъ число это слишкомъ велико, то мы ограничимся четырьмя степенями яркости.

Съ помощью всѣхъ возможныхъ комбинацій должно получиться 4³ или 64 различно окрашенныхъ поля.

Такъ какъ мы имѣемъ дѣло съ тремя перемѣнными цвѣтами, то лучше всего примѣнить систему пространственныхъ координатъ. Употребляя плоское изображеніе, можно представить пространственное расположеніе тѣмъ, что располагаютъ четыре квадрата въ перспективномъ чертежѣ одинъ подъ другимъ. Вы видите теперь на экранѣ три отдѣльныхъ изображенія; каждое изъ нихъ состоитъ изъ четырехъ параллелограммовъ, расположенныхъ одинъ надъ другимъ (рис. 5а, табл. II).

Но у нихъ измѣненія яркости происходятъ не въ одинаковыхъ направленіяхъ, а именно: координата краснаго цвѣта, т. е. направленіе, въ которомъ растётъ яркость красной слагающей, направлена слѣва направо, координата зеленаго цвѣта — спереди назадъ, синія координата — снизу вверхъ. При совмѣщеніи трехъ изображеній получается дѣйствительно 64 различно окрашенныхъ маленькихъ параллелограмма, которые я ради краткости буду называть „пятнами“ (Flecke) (рис. 5b, табл. II).

Совершенно черное пятно лежитъ въ нижнемъ параллелограммѣ, спереди съ лѣвой стороны; бѣлое пятно находится въ верхнемъ параллелограммѣ, сзади по правой сторонѣ. Прямая, соединяющая центры чернаго и бѣлаго пятна, проходитъ черезъ середины двухъ сѣрыхъ пятенъ въ среднихъ параллелограммахъ.

Чисто-красное пятно находится въ нижнемъ параллелограммѣ, справа впереди; зеленое — тамъ же, слѣва сзади; чисто-синее — въ верхнемъ параллелограммѣ слѣва впереди. Смѣшанные цвѣта —

желтый, голубовато-зеленый, пурпуровый — лежать въ остальныхъ, еще не упомянутыхъ, углахъ нижняго и верхняго параллелограмма.

Но мы легко можемъ различить и дальнѣйшіе оттѣнки цвѣтовъ (Farbentöne). Въ нижнемъ параллелограммѣ мы видимъ переходы желтаго, краснаго и зеленаго цвѣта въ черный соотвѣтственно черезъ коричневые, красновато-коричневые и оливково- и темно-зеленые оттѣнки. Подобно этому, пурпурные тона переходятъ черезъ розоватыя оттѣнки въ бѣлый цвѣтъ. Мы зашли бы слишкомъ далеко, если бы захотѣли съ точностью прослѣдить всѣ ступени и переходы цвѣтовъ. Легко видѣть, что уже здѣсь мы имѣемъ по существу всѣ извѣстные намъ цвѣтовые тона. Мы тѣмъ полнѣе исчерпали бы послѣдніе, чѣмъ больше взяли бы переходныхъ ступеней.

Цвѣтовые оттѣнки лишь постольку представлены не вполне, поскольку смѣшанные цвѣта получаютъ у насъ менѣе насыщенными или менѣе свободными, чѣмъ они вообще могутъ быть. Но глазъ едва замѣчаетъ этотъ недостатокъ, такъ какъ не видитъ рядомъ со смѣшанными цвѣтами болѣе насыщенныхъ цвѣтовъ для сравненія.

Всѣ опыты, произведенные нами, являются лишь видоизмѣненіями даннаго еще Ньютономъ приѣма, называемаго „цвѣтовымъ кругомъ“.

Природа нашихъ цвѣтоощущеній.

Остановимся на минуту и спросимъ себя, благодаря чему оказывается возможнымъ составить всѣ извѣстные намъ цвѣтовые тона съ помощью аддитивнаго смѣшенія лучей трехъ основныхъ цвѣтовъ, мѣняя лишь ихъ относительную яркость.

Отдать себѣ отчетъ въ полномъ значеніи этого факта можно лишь съ помощью слѣдующаго акустическаго сравненія. Представимъ себѣ, что мы могли бы всѣ возможные аккорды оркестра изъ многихъ инструментовъ или даже вообще всѣ возможные звуки воспроизвести—въ смыслѣ одинаковаго дѣйствія на наше ухо—съ помощью единственнаго аккорда изъ трехъ опредѣленныхъ тоновъ, имѣя возможность лишь измѣнять по желанію силу каждаго изъ трехъ тоновъ.

Изъ этого сравненія видно, что наше воспріятіе цвѣтовъ покоится на существенно иномъ фізіологическомъ основаніи, чѣмъ воспріятіе звуковъ.

Весьма простое представленіе о сущности цвѣтовыхъ воспріятій разработали Йонгъ (Young) и Гельмгольцъ. Соотвѣтственно тремъ составнымъ частямъ въ нашемъ аддитивномъ смѣшеніи цвѣтовъ они предполагаютъ существованіе трехъ основныхъ ощущеній, т. е. ощущеній краснаго, зеленаго и синяго (или фіолетоваго) цвѣта, благодаря чему они могутъ, по крайней мѣрѣ, объяснить тотъ фактъ, что наше воспріятіе цвѣтовъ содержитъ лишь три независимыхъ переменныхъ.

Простое перенесеніе свойствъ физическихъ опытовъ на соотвѣтствующія фізіологическія допущенія казалось физикамъ въ большинствѣ случаевъ столь естественнымъ, что они согласились и съ допущеніемъ Йонга-Гельмгольца. Но это допущеніе не было вполне свободно отъ противорѣчій.

Я не могу не упомянуть здѣсь о пылкой борьбѣ Гете⁸⁾ противъ Ньютоновыхъ представленій. Одно лишь утвержденіе Ньютона, что бѣлый цвѣтъ состоитъ изъ окрашенныхъ цвѣтовъ, тотъ бѣлый цвѣтъ, который представляется намъ самымъ чистымъ, абсолютно несложнымъ цвѣтомъ, приводило Гете въ величайшее раздраженіе.

Я преднамѣренно выразился сейчасъ неточно. Утвержденія Гете покоятся какъ разъ на неясной постановкѣ вопроса и на перенесеніи⁹⁾ свойствъ фізіологическихъ процессовъ на физическіе.

Тотъ фактъ, что бѣлый лучъ состоитъ изъ одноцвѣтныхъ, составляющихъ его, лучей, стоитъ внѣ сомнѣній. Но совершенно другой вопросъ—это вопросъ о томъ, представляетъ ли наше воспріятіе бѣлаго цвѣта простое или сложное ощущеніе.

Представьте себѣ только, что мажорное трезвучіе казалось бы намъ столь же простымъ, какъ ощущеніе бѣлаго цвѣта,—и вы не сможете отрицать значенія за требованіемъ Гете, понимаемымъ психологически. „Бѣлое“—это для насъ простое ощущеніе, мы не въ состояніи найти въ немъ даже намекъ на окрашенный цвѣтъ.

Къ счастью, въ нашемъ распоряженіи есть еще одна теорія воспріятія цвѣтовъ, удовлетворяющая требованію, выставленному Гете. Я говорю о теоріи противоположныхъ цвѣтовъ Геринга, которой

собственно и предшествовала, по мнѣнію Кенига (Walter König¹⁰) теорія Гете. За основныя переменныя нашихъ цвѣтоощущеній Герингъ принимаетъ воспріятія трехъ переходовъ: бѣлый—черный, желтый—синій, красный—зеленый.

Эта теорія объясняетъ факты аддитивнаго смѣшенія не хуже, чѣмъ теорія Йонга-Гельмгольца и всякая другая теорія цвѣтовъ, принимающая три основныхъ ощущенія.

Но наряду съ требованіемъ Гете эта теорія удовлетворяетъ и тому свойству нашего чувства цвѣта, по которому также цвѣта желтый и синій, красный и зеленый представляются простыми цвѣтами, между тѣмъ какъ всѣ другіе цвѣта могутъ быть разсматриваемы и располагаемы между этими основными цвѣтами, какъ промежуточныя окраски, что сразу видно на изображеніи цвѣтового круга Геринга, въ которомъ приблизительно равныя ступени цвѣтовыхъ переходовъ лежатъ на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга (Табл. I, рис. 6).

Можетъ быть, вы спросите, почему нельзя построить на основаніи теоріи Геринга аппаратъ для смѣшенія цвѣтовъ, который давалъ бы такіе же результаты, какъ и аппаратъ Максвелла. Причина заключается въ томъ, что мы не можемъ безъ дальнѣйшаго подражать въ области физическихъ явленій физиологическимъ процессамъ. Чтобы сдѣлать это, надо имѣть возможность создать такое изображеніе, напримѣръ, для желто-синей переменной, которое могло бы воспроизвести всѣ переходы отъ желтаго къ синему.

Но зато было бы вполне возможно построить аппаратъ для смѣшенія четырехъ основныхъ цвѣтовъ Геринга: краснаго, желтаго, зеленаго и синяго; такой аппаратъ содержалъ бы на одну переменную больше, чѣмъ необходимо; дѣйствительно, съ его помощью можно было бы получить сѣрый цвѣтъ, комбинируя либо желтый съ синимъ, либо красный съ зеленымъ. Не подлежитъ никакому сомнѣнію, что такой аппаратъ давалъ бы возможность получить всѣ цвѣтныя тона еще лучше, чѣмъ аппаратъ съ тремя основными цвѣтами, такъ какъ онъ давалъ бы значительно болѣе насыщенные цвѣта¹¹).

Едва ли возможно совершенно пренебречь обсужденіемъ этихъ вопросовъ, не отказываясь въ тоже время отъ болѣе глубокаго пониманія принциповъ цвѣтной фотографіи, которая отчасти основывается на недостаткахъ нашего чувства цвѣта.

Трехцвѣтная фотографія, основанная на объективномъ суммированіи цвѣтовъ.

Вернемся къ нашему аппарату Айвса-Цейсса. Послѣ сказаннаго мною вы сами можете открыть способъ трехцвѣтной фотографіи.

Вы должны только сдѣлать три отдѣльныхъ снимка того предмета, изображеніе котораго вы желаете получить, обыкновеннымъ фотографическимъ аппаратомъ, но при такихъ условіяхъ, чтобы во время первой съемки на фотографическую пластинку дѣйствовала только красная треть спектра, во время второй съемки—только зеленая треть, во время третьей—только синяя. Лучи, исходящіе изъ свѣтлыхъ частей предмета, дадутъ черныя мѣста на пластинкѣ. Въ вашемъ распоряженіи окажутся, такимъ образомъ, три не г а т и в а; съ ихъ помощью вы приготовите три такъ называемыхъ ді а п о з и т и в а, снова обращающихъ свѣтлыя мѣста въ темныя и наоборотъ; эти діапозитивы помѣстите передъ тремя соотвѣтственнымъ образомъ окрашенными стеклами въ такомъ положеніи, чтобы всѣ три изображенія (проектируемая фонаремъ на экранъ) совпали между собой.

Вы получили цвѣтной фотографическій снимокъ.

Вмѣсто всякихъ дальнѣйшихъ разсужденій я покажу вамъ на экранѣ съ помощью этого аппарата три отдѣльныхъ снимка, одинъ подлѣ другого. Теперь я ихъ совмѣщаю, и вы видите передъ собой вѣрное изображеніе снятаго предмета со всѣми его цвѣтами. (Вмѣсто соотвѣтствующихъ иллюстрацій достаточно напомнить, что на рис. 4 и 5 табл. II воспроизведены какъ отдѣльныя, такъ и совмѣстныя изображенія).

Конечно, для успѣшнаго выполненія описанныхъ процессовъ необходимо располагать такими фотографическими пластинками, которыя были бы чувствительны по отношенію не только къ синимъ и зеленымъ лучамъ, но и къ краснымъ. Во времена Максвелла такихъ пластинокъ не существовало, а потому онъ и не могъ получить сколько нибудь точнаго воспроизведенія цвѣтовъ.

Существенный шагъ впередъ сдѣлалъ Фогель (Vogel) въ 1872 году, введя въ употребленіе свѣточувствительныя ко всѣмъ

цвѣтамъ или панхроматическія пластинки. Дальнѣйшее усовершенствованіе пластинокъ принадлежитъ проф. Митэ (Miethe) въ Шарлоттенбургѣ.¹²⁾ Оно состоитъ въ томъ, что для всѣхъ трехъ съемокъ можно употреблять одинаковыя пластинки, помѣщая каждый разъ лишь новый свѣтофильтръ.

Тому же Митэ мы обязаны еще однимъ нововведеніемъ, позволяющимъ увеличить яркость изображеній. Сила свѣта, даваемого проекціоннымъ фонаремъ, ограничена тѣмъ предѣломъ, при переходѣ черезъ который линзы конденсатора могутъ лопнуть отъ чрезмѣрнаго нагрѣванія. Въ томъ аппаратѣ, который мы до сихъ поръ употребляли, свѣтъ одной дуговой лампы расщепляется на три части; вмѣсто этого Митэ употребляетъ три дуговыхъ лампы, т. е. по одной лампѣ для cadaго изображенія.¹³⁾ Конечно, полученіе удачнаго изображенія обусловлено въ этомъ случаѣ тѣмъ требованіемъ, чтобы всѣ три лампы въ теченіе долгаго времени горѣли одинаково ярко. А это предполагаетъ непрерывное внимательное регулированіе лампъ. Благодаря любезности проф. Митэ мы здѣсь имѣемъ его аппаратъ и можемъ насладиться созерцаніемъ его великолѣпныхъ снимковъ.¹⁴⁾

Оба описанныхъ мною аппарата основаны на объективномъ аддитивномъ смѣшеніи цвѣтовъ. Но и субъективное смѣшеніе лучей было недавно съ успѣхомъ примѣнено. Еще Жоли (Joly¹⁵⁾), слѣдуя указанію Дюко дю Горона (Ducos du Hauron¹⁶⁾), воспользовался весьма густой трехцвѣтной рѣшеткой, которая, будучи разсматриваема съ нѣкотораго разстоянія, кажется одноцвѣтною сѣрой; позади нея Жоли помѣстилъ панхроматическую пластинку. Произведя снимокъ, изготовляютъ діапозитивъ и помѣщаютъ его въ такое же положеніе относительно рѣшетки, какое занималъ передъ тѣмъ негативъ. Но рѣшетки Жоли не были достаточно густы для того, чтобы получилось достаточное субъективное смѣшеніе цвѣтовъ.

Этого удалось достигнуть братьямъ Люмьеръ съ помощью ихъ, ставшихъ знаменитыми, крайне остроумно построенныхъ пластинокъ „Автохромъ“.¹⁷⁾ Вмѣсто рѣшетки, такая пластинка содержитъ мелкія крахмальныя зерна трехъ цвѣтовъ, около $\frac{1}{100}$ м.м. толщиной; эти зерна, будучи спрессованы въ одинъ слой, не оставляютъ между собой никакихъ промежутковъ. Каждая пластинка содержитъ одно- временно окрашенный (фильтрующий) и свѣточувствительный слой.

Точныя указанія относительно продолжительности проявленія позволяют даже новичку воспользоваться методомъ Люмьера.

Вы видите здѣсь нѣкоторые такіе снимки и можете наслаждаться эффектами, полученными столь простыми средствами. Но бѣлыя части оригинала кажутся намъ и въ изображеніи бѣлыми благодаря лишь тому, что глазъ рядомъ не видитъ неослабленнаго свѣта. Въ противномъ случаѣ эти части кажутся сѣрыми. Это согласно съ уже отмѣченнымъ нами фактомъ, состоящимъ въ томъ, что субъективное сложеніе цвѣтовъ даетъ не бѣлый, а сѣрый цвѣтъ. Вообще, слабое освѣщеніе изображеній составляетъ замѣтный недостатокъ метода Люмьера.¹⁸⁾

Разностное смѣшеніе цвѣтовъ.

Можетъ быть нѣкоторыхъ изъ моихъ слушателей удивило то утвержденіе, что смѣшеніе желтыхъ и синихъ лучей даетъ бѣлый цвѣтъ. Живописцы привыкли получать зеленую краску, смѣшивая желтую и синюю.

Еще Гельмгольцъ подробно выяснилъ этотъ вопросъ. Здѣсь дѣло идетъ о смѣшеніи совершенно другого рода. Простой опытъ объяснить намъ, въ чемъ дѣло. Окрасимъ изображеніе щели въ желтый цвѣтъ, помѣщая передъ нею листикъ желатины; ставя на пути лучей призму, мы убѣждаемся въ томъ, что этотъ листикъ желатины поглотилъ синюю часть спектра. Наоборотъ, синій желатиновый листокъ устраняетъ изъ спектра его красно-желтую часть. Если помѣстить передъ щелью оба листика, одинъ за другимъ, то они пропустятъ одни только зеленые лучи. Предполагается, конечно, что наши листики окрашены не въ точно дополнительные цвѣта. Если бы желтый листикъ поглощалъ какъ разъ болѣе преломляемую половину спектра, а синій — менѣе преломляемую, то ни одинъ лучъ не прошелъ бы сквозь оба листика, и получился бы не зеленый, а черный цвѣтъ.

Во всякомъ случаѣ этотъ способъ смѣшенія принципиально отличается отъ ранѣе описаннаго. Съ помощью листиковъ мы поочередно удаляемъ различные лучи, т.е. мы вычитаемъ цвѣтные лучи, тогда какъ раньше мы ихъ прибавляли. Поэтому этотъ

новый способъ смѣшенія называютъ разностнымъ или субтрактивнымъ; онъ осуществляется съ помощью смѣшенія не лучей, а окрашенныхъ веществъ.

И въ томъ случаѣ, когда мы наносимъ на бумагу или на полотно смѣсь желтой и синей краски, падающіе на это мѣсто лучи должны пройти сквозь желтыя и синія частицы прежде, чѣмъ они отразятся отъ бѣлой подкладки. Такимъ образомъ и здѣсь имѣеть мѣсто вычитаніе.

Съ помощью разностнаго смѣшенія трехъ основныхъ цвѣтовъ тоже можно получить всевозможные цвѣтовые тона; но въ этомъ случаѣ стекла должны пропускать не по одной, а по двѣ трети спектра. Слѣдовательно, они должны быть дополнительными къ основнымъ цвѣтамъ аддитивнаго смѣшенія; надо взять желтый, зеленовато-синій и пурпуровый цвѣтъ.

Здѣсь вы видите изображенія трехъ желатиновыхъ листковъ, окрашенные въ названные цвѣта. Когда я сдвигаю изображенія отчасти вмѣстѣ (см. Табл. I, рис. 7), то желтый и синій листокъ пропускаютъ только зеленую треть спектра, зеленовато-синій и пурпуровый—только синюю, пурпуровый и желтый—только красную треть. Тамъ, гдѣ всѣ три круга покрываютъ другъ друга, получается черное пятно: ни одна треть спектра не можетъ пройти сквозь всѣ три листка.

Трехцвѣтная фотографія, основанная на разностномъ смѣшеніи цвѣтовъ.

Само собою разумѣется, что и на этомъ разностномъ методѣ можно обосновать цвѣтную фотографію.

Слѣдуетъ лишь обратить вниманіе на то, что при экспозиціи свѣтофильтры должны быть по существу одинаковы съ тѣми, которые примѣняютъ при аддитивномъ методѣ. Но основные цвѣта при воспроизведеніи должны быть, какъ мы только что видѣли, дополнительны къ цвѣтамъ аддитивнаго способа. Поэтому теперь слѣдуетъ употреблять для каждаго изъ трехъ цвѣтныхъ снимковъ свѣтофильтръ цвѣта дополнительнаго къ тому, который былъ употребленъ при сниманіи, на примѣръ, для желтой пластинки брать синій фильтръ.

99386.

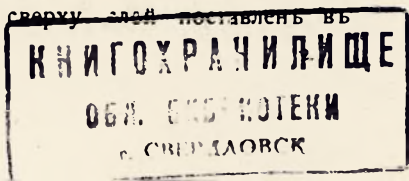
Окрашиваніе діапозитива или нанесеніе красящаго вещества на бумагу при пользованіи этимъ методомъ производится въ большинствѣ случаевъ посредствомъ желатиновыхъ пластинокъ, пропитанныхъ растворомъ двуххромо-кислаго кали. Въ освѣщенныхъ мѣстахъ такой хромо-желатиновой пластинки бихроматъ разлагается, желатина при этомъ твердѣетъ, становится нерастворимой и теряетъ свою способность разбухать. Различіемъ въ свойствахъ такой измѣненной желатины по отношенію къ водѣ и къ красящимъ веществамъ пользуются самыми разнообразными способами для полученія изображеній. Большею частью освѣщенная часть желатины либо сама окрашивается, либо служитъ къ окрашиванію. Въ дальнѣйшія подробности мы здѣсь входить не можемъ. Замѣчу только, что существуетъ много различныхъ методовъ, основанныхъ на разностномъ смѣшеніи цвѣтовъ.¹⁹⁾

Разработкой этихъ методовъ мы обязаны, въ числѣ другихъ, Зелле (Selle), Гофману (Hofmann), братьямъ Люмьеръ, Санджеръ-Шепарду (Sanger-Shepard), Кёнигу; послѣдній разработалъ методъ, указанный Леономъ Дидье (Didier), назвавъ его „пинатипіей“.

Я позволю себѣ показать вамъ нѣсколько снимковъ, сдѣланныхъ приватъ-доцентомъ Дамсомъ (Dahms) (въ Лейпцигѣ) по способу, сходному съ методомъ Санджеръ-Шепарда и сравнительно удобному. При этомъ г. Дамсъ обратилъ особенное вниманіе на выборъ красокъ. Несомнѣнно, что по яркости эти снимки далеко превосходятъ автохроматическіе снимки братьевъ Люмьеръ, что объясняется тѣмъ, что снимки Дамса пропускаютъ лучи свѣта въ бѣлыхъ частяхъ изображенія безъ всякаго поглощенія. Но за то они требуютъ больше труда, экспериментальной ловкости и чувства цвѣта. Для фотографовъ-любителей, располагающихъ необходимымъ временемъ, этотъ способъ представляется особенно привлекательнымъ.

Менте благопріятно, чѣмъ для изображеній, разсматриваемыхъ въ проходящемъ свѣтѣ, складываются обстоятельства въ случаѣ изображеній, наклеенныхъ на бумагѣ, и въ случаѣ печатанія въ три краски,²⁰⁾ основы котораго даны Кросомъ (Cros) и Дюко дю Горономъ.²¹⁾ Именно, въ послѣднемъ случаѣ три цвѣтныхъ отпечатка не равнозначны. Лежащій сверху слой поставленъ въ

О. ВИНЕРЪ. О ЦВѢТНОЙ ФОТОГРАФІИ.



наилучшія условія *), самый нижній въ наихудшія. Поэтому нижнему слою (отпечатку) слѣдуетъ, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ, давать болѣе яркую окраску. Недостатокъ, обусловленный этой неравнозначностью слоевъ, называютъ перекрытіемъ.

Въ случаѣ фототипіи три краски печатаютъ одну на другой; хотя этотъ способъ представляетъ чисто разностное смѣшеніе, но перекрытіе проявляется въ немъ со всей силой и потому этотъ способъ не гарантируетъ одинаковости экземпляровъ при большихъ тиражахъ. Поэтому перешли къ рельефному изображенію (фотолитографіи), которое въ большей степени обезпечиваетъ эту одинаковость экземпляровъ. По этому способу полутоны получаютъ посредствомъ разложенія изображенія на точки и штрихи, съ помощью рѣшетокъ, какъ при автотипіи.

Но этотъ способъ печатанія въ три краски не является болѣе чисто разностнымъ. Это смѣшанный способъ, состоящій въ примѣненіи субъективнаго аддитивнаго смѣшенія цвѣтовъ — тамъ, гдѣ различно окрашенныя точки лежатъ рядомъ, — и разностнаго смѣшенія красокъ съ перекрытіемъ — тамъ, гдѣ такія точки покрываютъ другъ друга. Но это перекрытіе является принципиально-неустранимымъ, ибо иначе оказалось бы невозможнымъ полученіе чернаго цвѣта.

Если хотите, этотъ способъ можно разсматривать, какъ чисто разностный, но только представляющій соединеніе объективнаго и субъективнаго способа смѣшенія. Въ самомъ дѣлѣ, вѣдь и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ различныя краски расположены рядомъ, онѣ поглощаютъ изъ числа лучей, отражаемыхъ чистой бумагой, каждая лучи своего дополнительнаго цвѣта. Надо только имѣть въ виду, что количество лучей, поглощаемыхъ каждой краской, неодинаково въ мѣстахъ, покрытыхъ нѣсколькими красками, и въ мѣстахъ, покрытыхъ одной краской.

Къ тому же оказывается невозможнымъ выбрать теоретически правильные три основные цвѣта ²²⁾, если обращать большое вниманіе на правильность передачи въ свѣтлыхъ частяхъ изображенія. По крайней мѣрѣ до сихъ поръ это не удавалось. Слѣдствіемъ

*) По отношенію къ воздѣйствію на нашъ глазъ.

этого является то, что не получается ни чисто - черныхъ, ни чисто-сѣрыхъ тоновъ.

Дѣлались попытки устранить это зло употребленіемъ четвертой пластинки для печатанія сѣрыхъ и черного цвѣтовъ. Др. Альбертъ (Albert)²³⁾ придумалъ очень остроумный приѣмъ для механическаго выдѣленія сѣраго и черного тоновъ изъ трехъ снимковъ, служащихъ для цвѣтного печатанія, чтобы получить четыре принципиально правильныя пластины для печатанія красками.

Неудивительно, если при печатаніи въ три краски вѣрная передача цвѣтовъ представляетъ огромныя трудности. До сихъ поръ она въ большей степени зависѣла отъ искуснаго и обильнаго ретушированія, чѣмъ отъ правильности трехъ первичныхъ негативовъ.

Быть можетъ, было бы лучше, если бы по крайней мѣрѣ при печатаніи изображеній, предназначенныхъ для книгъ, обращали меньше вниманія на вѣрность цвѣтовъ въ свѣтлыхъ мѣстахъ изображенія:

Далѣе, мнѣ кажется, что можно было бы механически примѣнить переходъ отъ аддитивнаго способа къ разностному въ одномъ и томъ же изображеніи, вызывая, начиная съ извѣстнаго покрытія, другія степени яркости въ клише. Тогда пришлось бы для каждого клише употреблять два или еще больше негатива-рѣшетки, которые можно было бы получить по какому-нибудь способу, подобному упомянутому способу Альберта.

Можетъ быть, для почти полнаго устраненія тѣхъ недостатковъ, которые не зависятъ отъ выбора основныхъ цвѣтовъ, по крайней мѣрѣ недостатка перекрытія, было бы еще проще поступить такимъ образомъ: въ каждомъ изображеніи налагать одно на другое три тисненія въ три краски каждое, но мѣняя въ каждомъ изъ нихъ порядокъ красокъ и переставляя каждый разъ соотвѣтственнымъ образомъ рѣшетки.

Какъ бы тамъ ни было, но ясно то, что при одномъ экспериментированіи безъ опредѣленнаго плана врядъ-ли можно разсчитывать на успѣхъ. Уже фонъ Гюбль (von Hübl), авторъ прекраснаго сочиненія о цвѣтной фотографіи, жалуется на то, что даже самыя общія теоретическія правила не находятъ себѣ примѣненія у типографовъ²⁴⁾. Я полагалъ бы, что болѣе крупная

фирмы, примѣняющія трихромію, сдѣлали бы полезное дѣло, — полезное, быть можетъ, въ двухъ отношеніяхъ, — если бы онѣ обязались физически и химически образованными сотрудниками, чтобы все производство поставить на болѣе научное и цѣлесообразное основаніе. Но, не взирая на все, приходится иногда удивляться тому, какія красивыя подѣлашки попадаютъ трихроміи.

Комбинированіе автохромнаго метода Люмьера съ печатаніемъ въ три или въ четыре краски позволяетъ всякому имѣть трехцвѣтные литографскіе отпечатки своихъ люмьеровскихъ снимковъ. Онъ долженъ для этого лишь послать проявленные негативы Люмьера подходящей репродукціонной фирмѣ.

Непосредственные приемы цвѣтной фотографіи.

До сихъ поръ мы обозрѣвали въ общихъ чертахъ область трехцвѣтной фотографіи, — тѣхъ приемовъ, которымъ обыкновенно даютъ названіе косвенныхъ. Характернымъ для нихъ является то, что они пользуются посторонними цвѣтами, въ противоположность тѣмъ приемамъ, при которыхъ цвѣта возникаютъ непосредственно въ освѣщенной пластинкѣ.

Эти прямые приемы, или приемы „собственныхъ цвѣтовъ“, не получили до сихъ поръ на практикѣ большого значенія, но въ настоящее время нельзя еще судить о томъ, обречены ли они навсегда оставаться безполезными.

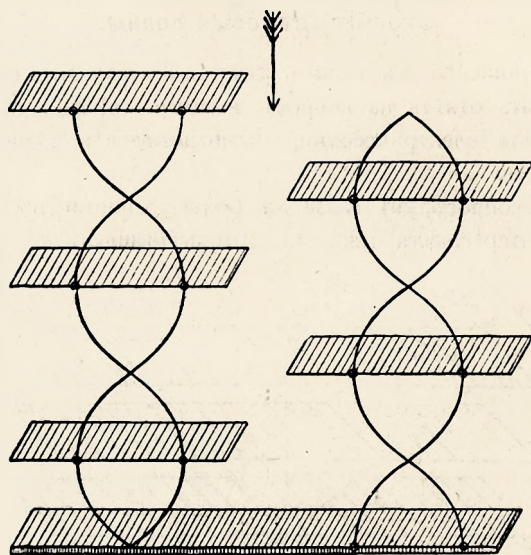
Переходя къ этимъ непосредственнымъ приемамъ, я не могу умолчать о моихъ собственныхъ изслѣдованіяхъ. Вы мнѣ позволите вкратцѣ объяснить, какъ я вообще пришелъ къ тому, что сталъ заниматься цвѣтной фотографіей.

Поводомъ къ этому въ извѣстномъ смыслѣ послужило то блестящее подтвержденіе, которое теорія Максвелла нашла въ прекрасныхъ опытахъ Герца (Hertz). Благодаря беспроводной телеграфіи эти вещи теперь стали извѣстны и не-специалистамъ.

Теорія Максвелла утверждаетъ, что свѣтъ представляетъ электромагнитное возмущеніе въ эфирѣ, и что всякое такое возмущеніе распространяется по пространству въ видѣ волнъ. Когда физику

нужно доказать, что тотъ или иной процессъ основанъ на волнообразномъ распространѣніи, то лучшимъ средствомъ является обнаруженіе періодическихъ состояній въ пространствѣ, возникающихъ благодаря встрѣчѣ или интерференціи двухъ волнъ.

Если какая-нибудь правильная волна, напримѣръ, на поверхности воды, падаетъ на плоское препятствіе, которое физики называютъ зеркаломъ, то оно отражаетъ, отбрасываетъ волну, и все пространство отъ взаимодѣйствія падающихъ и отраженныхъ волнъ подраз-



ЗЕРКАЛО.

Рис. 8.

дѣляется на неизмѣнные по своему положенію въ пространствѣ участки, называемые стоячими волнами. Ихъ характеризуетъ то, что извѣстныя точки, такъ называемые узлы, находятся въ полномъ покоѣ. Они расположены на плоскостяхъ, параллельныхъ зеркалу. Изображеніе, которое вы видите (рис. 8), представляетъ такіе узлы. Между узлами лежатъ точки, наиболѣе подвижныя; ихъ называютъ пучностями. Герцу удалось обнаружить существованіе такихъ стоячихъ волнъ передъ большимъ металлическимъ зеркаломъ, отра-

жавшимъ электрическія волны. Съ помощью такъ называемаго резонатора, въ которомъ Герцъ наблюдалъ маленькія искорки, онъ показалъ, что у самого зеркала и на опредѣленныхъ, равномерно измѣняющихся разстояніяхъ отъ него не было никакихъ электрическихъ силъ, но между этими мѣстами силы были наибольшія. Онъ обнаружилъ у этихъ волнъ также магнитныя силы; но ихъ пучности приходились какъ разъ тамъ, гдѣ лежали узлы электрическихъ силъ, какъ видно на чертежѣ.

Стоячія свѣтovyя волны.

По отношенію къ самымъ свѣтовымъ волнамъ опыты Герца не могли дать отвѣта на вопросъ, вызываются ли извѣстныя намъ дѣйствія свѣта электрическими, магнитными или тѣми и другими силами разомъ.

Этотъ вопросъ, въ связи съ болѣе ранними изслѣдованіями, особенно интересовалъ меня ²⁶⁾, и я размышлялъ о томъ, нельзя

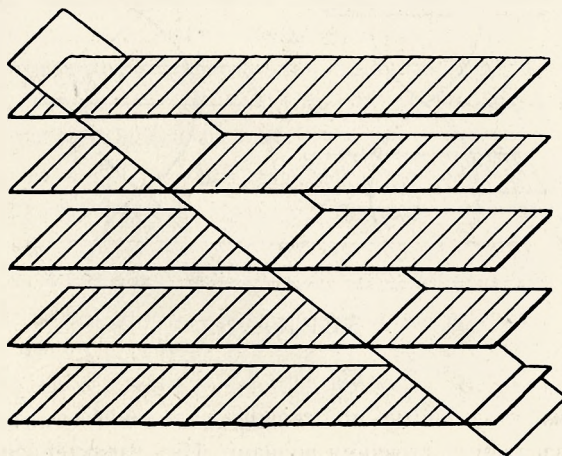


Рис. 9.

ли изслѣдовать состояніе стоячихъ свѣтовыхъ волнъ способомъ, аналогичнымъ тому, который примѣнилъ Герцъ къ электрическимъ и Кундтъ (Kundt) къ звуковымъ волнамъ.

Наиболѣе подходящимъ вспомогательнымъ средствомъ мнѣ представлялась фотографическая пластинка; но для того, чтобы

произвести отдѣленіе узловъ и пучностей, она должна быть тонка по сравненію съ длиной волны свѣта, то есть не толще нѣсколькихъ сотысячныхъ долей миллиметра. Въ дѣйствительности удалось получить тонкіе слои эмульсіи, имѣвшіе не больше двухъ сотысячныхъ миллиметра въ толщину, смачивая для этого стеклянную пластинку нѣсколькими каплями эмульсіи изъ хлористаго серебра съ коллодіумомъ и давая ей высохнуть; благодаря счастливому обстоятельству эти пластинки оказались достаточно чувствительными негативами. Отъ подобной пластинки, изображавшей какъ бы прозрачный глазъ, приходилось ожидать замѣчательнаго свойства: будучи помѣщена передъ зеркаломъ, какъ разъ въ узловой плоскости, она не должна была подвергаться дѣйствію свѣта, въ плоскости же пучностей должна была испытывать это дѣйствіе въ наиболѣе сильной степени.



Рис. 10.

Чтобы получить на фотографической пластинкѣ одновременно какъ линіи узловъ, такъ и линіи пучностей, я далъ ей весьма незначительный наклонъ относительно зеркала, какъ то видно на изображеніи (рис. 9). Послѣ проявленія она должна была оказаться покрытой рядомъ свѣтлыхъ и темныхъ полосъ. Вы видите на экранѣ изображеніе приготовленнаго такимъ образомъ крайне тонкаго негатива (рис. 10).

Дальнѣйшія изслѣдованія показали, что пластинка чернѣла тамъ, гдѣ находились пучности электрическихъ волнъ, а не тамъ, гдѣ лежали пучности магнитныхъ волнъ.

Но что общаго у всѣхъ этихъ вещей съ цвѣтной фотографіей? — спросите вы. Отвѣтъ гласитъ: если бы оказалось, что въ дѣйствіяхъ свѣтовыхъ волнъ принимаютъ въ равной степени участіе не только электрическія, но и магнитныя силы волны, то извѣстные способы цвѣтной фотографіи, о которыхъ я сейчасъ буду говорить, оказались бы невозможными.

Цвѣтная фотографія съ помощью структурныхъ цвѣтовъ.

О томъ, что стоячія свѣтовые волны могли играть роль въ прежнихъ замѣчательныхъ опытахъ, я впервые узналъ изъ книги по фотохроміи Вильгельма Ценкера ²⁷⁾ (1868 г.), къ которой

я обратился за свѣдѣніями насчетъ приготовленія очень тонкихъ слоевъ свѣточувствительной эмульсіи. Ценкеръ сообщаетъ въ этой книгѣ объ одномъ весьма замѣчательномъ открытіи Эдм. Беккереля (Edmond Becquerel). ²⁸⁾ Беккерель электролитически покрывалъ серебряное зеркало слоемъ хлористаго и полухлористаго серебра толщиной въ нѣсколько длинъ свѣтовой волны. Такую пластинку онъ освѣщалъ, помѣщая въ спектръ. Черезъ нѣкоторое время пластинка принимала въ каждомъ мѣстѣ цвѣтъ падавшихъ на нее лучей. Ценкеръ впервые далъ этому удивительному явленію слѣдующее объясненіе, правда, не пытаясь провѣрить его опытнымъ путемъ. По его мнѣнію передъ серебрянымъ зеркаломъ должны возникать стоячія свѣтовые волны, въ пучностяхъ которыхъ полухлористое серебро возстанавливается. Такимъ образомъ возникаютъ тонкія прозрачныя серебряныя зеркала, раздѣляющія весь листокъ на тонкіе слои. А такіе тонкіе слои должны давать цвѣта на подобіе тонкихъ мыльных пленокъ.

Это отнюдь не собственные цвѣта тѣлъ (körperliche Farben), возникающіе благодаря поглощенію; вѣдь мыльный растворъ прозраченъ. Цвѣта здѣсь возникаютъ благодаря взаимодействию или интерференціи свѣтовыхъ волнъ, отражающихся у передней и задней поверхности пленки. Поэтому физикъ называетъ ихъ интерференціонными или кажущимися цвѣтами, а біологъ назвалъ бы ихъ переливающимися или структурными цвѣтами.

Такъ какъ каждый одноцвѣтный лучъ имѣетъ свою вполне определенную длину волны, то можно самой свѣтовой волнѣ приписывать определенное строеніе; тогда становится понятнымъ, что свѣтовая волна сообщаетъ беккерелевой пластинкѣ въ каждой ея точкѣ свое собственное строеніе, такъ что пластинка кажется окрашенной въ тотъ именно цвѣтъ, какой дѣйствовалъ на нее во время экспозиціи.

Но опыты Беккереля не получили практическаго значенія по той причинѣ, что нельзя было и думать о фиксированіи (закрѣпленіи) его негативовъ.

Прежде чѣмъ я подумалъ о провѣркѣ заманчивыхъ мыслей Ценкера, появилась статья Липмана (Lippmann) ²⁹⁾, въ которой онъ сообщаетъ о разрѣшеніи задачи цвѣтного фотографированія съ помощью изложеннаго структурнаго метода.

Липманъ ознакомился съ теоріей Ценкера благодаря моей работѣ, но онъ уже много лѣтъ до того занимался этимъ вопросомъ, побуждаемый къ этому своими лекціями по акустикѣ и оптикѣ³⁰⁾. Большой успѣхъ способа Липмана обусловленъ возможностью фиксированія цвѣтовъ.

Липману удалось приготовить совершенно прозрачный слой желатины съ бромистымъ серебромъ, достаточно толстый, который онъ освѣщалъ передъ ртутнымъ зеркаломъ и затѣмъ проявлялъ и закрѣплялъ обыкновеннымъ способомъ. Такимъ образомъ передъ зеркаломъ необходимо образовывались стоячія свѣтовые волны, въ пучностяхъ которыхъ возникали, на правильномъ разстояніи другъ отъ друга, серебряныя зеркала. Сообщенное листку строеніе³¹⁾ обуславливало его цвѣтъ.

Вы видите на экранѣ изображеніе подобнаго снимка спектра по способу Липмана. Въ томъ, что здѣсь рѣчь идетъ не о собственной „тѣлесной“ окраскѣ, легко убѣдиться, направляя струю водяного пара на желатину. Послѣдняя при этомъ разбухаетъ, разстояніе между слоями увеличивается, и вмѣсто цвѣтовъ съ короткими волнами появляются цвѣта съ болѣе длинными волнами. Когда пластинка высыхаетъ, цвѣта занимаютъ свое старое мѣсто.

Воспроизведеніе цвѣтовъ посредствомъ такой непокрытой пластинки страдаетъ недостатками, особенно по той причинѣ, что ея поверхность не отвѣчаетъ ея внутреннему строенію. Отраженіе у поверхности можно устранить, покрывая пластинку слегка клинообразнымъ стекломъ и заполняя промежутокъ бензоломъ или канадскимъ бальзамомъ.³²⁾ Вы видите, что это дѣйствительно улучшаетъ передачу цвѣтовъ.

Въ Германіи практической разработкѣ этого метода особенно много содѣйствовали проф. Нейгауссъ (Neuhaus) въ Берлинѣ³³⁾ и Гансъ Леманъ (Hans Lehmann) въ Іенѣ.³⁴⁾ Вы увидите на экранѣ нѣсколько изображеній, полученныхъ этимъ путемъ. Они отличаются особенной яркостью красокъ. Снимки со смѣшанными цвѣтами удались бы еще лучше, если бы фотографическій осадокъ не былъ столь темно-коричневаго цвѣта, благодаря чему участіе въ образованіи цвѣтовъ могутъ принимать лишь нѣсколько зеркалецъ. Пользованіе болѣе тонкимъ, а потому и болѣе прозрачнымъ

осадкомъ позволило въ послѣднее время Герберту Айвсу (Ives) добиться дальнѣйшихъ успѣховъ.³⁵⁾ Ему же мы обязаны комбинаціей способа Липмана съ трехцвѣтной фотографіей, при чемъ онъ образуетъ элементы трехдольной рѣшетки изъ липмановыхъ пластинъ, освѣщенныхъ однородными лучами.³⁶⁾

Недостатокъ до сихъ поръ изготовляемыхъ пластинокъ Липмана имѣть и свою хорошую сторону, какъ на то указалъ Гансъ Леманъ такъ какъ тусклые тона на картинахъ получаются въ болѣе яркомъ видѣ. Я желаю полного успѣха стараніямъ Лемана ввести способъ Липмана въ болѣе широкихъ размѣрахъ въ практику, чѣмъ то имѣло мѣсто до сихъ поръ. Само собой разумѣется, что здѣсь рѣчь идетъ объ изображеніяхъ, предназначенныхъ для проектированія и для панорамныхъ ящиковъ, а не для воспроизведенія на бумагѣ.

Принципіальное отличіе этого способа отъ трехцвѣтной фотографіи состоитъ въ томъ, что онъ—по крайней мѣрѣ при совершенномъ его примѣненіи—не обусловливается недостатками нашего воспріятія цвѣтовъ и являлся бы вѣрнымъ воспроизведеніемъ цвѣтовъ даже для существа съ самымъ совершеннымъ чувствомъ цвѣта.

Цвѣтное фотографированіе посредствомъ собственныхъ цвѣтовъ тѣлъ.

Возможность осуществленія пріема Липмана еще не разрѣшала вопроса о справедливости объясненія наблюденій Беккереля, даннаго Ценкеромъ. Съ другой стороны, имѣлись столь удивительныя сообщенія о давнихъ наблюденіяхъ надъ непосредственнымъ воспроизведеніемъ цвѣтовъ³⁷⁾, что я, побуждаемый потребностью въ отысканіи истины, рѣшился подробнѣе изслѣдовать вопросъ.³⁸⁾

Еще задолго до изобрѣтенія основъ современной фотографіи, Гете сообщилъ въ 1810 году въ своемъ „ученіи о цвѣтахъ“ весьма замѣчательный опытъ, произведенный Зеебекомъ (Seebeck). Зеебекъ наносилъ на бумагу слой порошка хлористаго серебра, принявшаго сѣрый цвѣтъ отъ дѣйствія свѣта, и наблюдалъ, что подъ дѣйствіемъ цвѣтныхъ лучей оно принимало приблизительно одина-

ковую съ ними окраску. Пуатвень (Poitevin)³⁹⁾ позднѣ получилъ аналогичнымъ образомъ значительно лучшее воспроизведение цвѣтовъ.

Можно ли и эти цвѣта объяснять по Ценкеру стоячими волнами? — Гдѣ, въ такомъ случаѣ, слѣдуетъ искать въ этихъ порошкахъ то зеркало, которое могло бы породить эти стоячія волны? Какъ вы видите, приходилось рѣшить принципиальный вопросъ о томъ, являлись ли эти цвѣта структурными или же это была собственная окраска тѣлъ.

Какимъ же образомъ можно различать оба способа сбразованія цвѣтовъ?

Какъ вѣстмъ вамъ извѣстно, структурные или переливающиеся цвѣта мѣняются, если мѣнять мѣсто наблюденія, тогда какъ собственные цвѣта тѣлъ при этомъ остаются неизмѣнными. Но, къ несчастью, полухлористое серебро имѣетъ столь сильную преломляющую способность, что наклонъ лучей въ немъ можетъ измѣняться лишь въ слабой степени даже при большомъ измѣненіи наклона лучей въ воздухѣ. Въ виду этого я попробовалъ разсматривать его черезъ сильно-преломляющую прямоугольную стеклянную призму, которая помѣщалась на изображеніи, а пространство между ними заполнялось бензоломъ; такое устройство позволило наблюдать изображение подъ угломъ около 45° .

И вотъ оказалось, что въ случаѣ изображенія Беккереля цвѣта перемѣщались, а у препаратовъ, сдѣланныхъ по способу Зеебека и Пуатвена, они оставались на мѣстѣ. Такимъ образомъ объясненіе Ценкера годилось только для перваго случая, тамъ мы имѣемъ дѣло дѣйствительно со структурными цвѣтами; во второмъ же случаѣ цвѣта принадлежать самимъ тѣламъ.

Этимъ было установлено, что дѣйствительно существуютъ такія вещества, въ которыхъ цвѣтные лучи вызываютъ собственную окраску того же цвѣта.

Какъ же объяснить столь удивительный результатъ?

Ислѣдованія Кари Ли (Carey Lea)⁴⁰⁾ помогли мнѣ напасть на слѣдъ. Серебро образуетъ съ полухлористымъ серебромъ соединенія, химической или физической природы, которымъ можно сообщить, въ зависимости отъ способа ихъ полученія, самая разнообразная окраски.

Въ чемъ же заключается преимущество веществъ, принимающихъ окраску, соответствующую цвѣту падающихъ на нихъ лучей, передъ веществами неодинаковой окраски?

Это преимущество состоитъ, очевидно, въ томъ, что первыя вещества отражаютъ падающіе лучи вмѣсто того, чтобы поглощать ихъ. Поэтому подъ вліяніемъ лучей они не могутъ претерпѣвать дальнѣйшихъ химическихъ измѣненій. Собственными цвѣтами они до нѣкоторой степени какъ бы защищаются или приспособляются къ освѣщенію того же цвѣта.⁴¹⁾

Я не стану сообщать здѣсь о дальнѣйшихъ подтвержденіяхъ этого, скажу только въ нѣсколькихъ словахъ о томъ, какія послѣдствія вытекаютъ изъ принятія такого объясненія.

Прежде всего для меня было ясно, что это даетъ новый принципъ для цвѣтной фотографіи. Стоитъ только смѣшать нѣсколько—не меньше трехъ—подходящихъ веществъ, обладающихъ описанной цвѣточувствительностью и образующихъ смѣсь черного цвѣта. Тогда подъ дѣйствіемъ освѣщенія лучами любой окраски должна будетъ возникнуть такая же собственная окраска смѣси, между тѣмъ какъ черный цвѣтъ оставить смѣсь неизмѣненной, то есть черной.

Закрѣпленія приходилось достигать соответственными химическими воздѣйствіями или же сообщеніемъ свѣточувствительности, съ помощью подходящихъ примѣсей, веществамъ вначалѣ не чувствительнымъ къ дѣйствію свѣта.

Мнѣ неизвѣстно, были ли найдены новыя окрашенные смѣси, у которыхъ, подъ вліяніемъ освѣщенія, дѣйствительно возникаютъ новыя сочетанія цвѣтовъ.

Зато дѣлалось много опытовъ, въ которыхъ имѣющіяся красящія вещества, смотря по окраскѣ освѣщенія, либо разрушаются, либо выцвѣтаютъ (линяютъ). Этотъ пріемъ, примѣненный Валло (Vallot),⁴²⁾ Воредемъ (Worel),⁴³⁾ Нейгауссомъ,⁴⁴⁾ Щепаникомъ (Szcepanik),⁴⁵⁾ Смитомъ (Smith)⁴⁶⁾ и другими, называется поэтому также пріемомъ выцвѣтанія.⁴⁷⁾ Какъ извѣстно, линяніе состоитъ въ процессѣ окисленія.

Поэтому въ качествѣ „сенсibilизаторовъ“ были съ успѣхомъ примѣнены перекись водорода Нейгауссомъ, эфирныя масла Воредемъ и другими.

Разумѣется, отъ первыхъ попытокъ, сдѣланныхъ въ этомъ направленіи, не приходится ожидать особеннаго блеска и вѣрности тоновъ. Но все же я хочу показать вамъ маленькое изображеніе, полученное по этому способу Нейгауссомъ.

Большинство практиковъ сомнѣвается въ томъ, чтобы въ болѣе или менѣе близкомъ будущемъ можно было ожидать дѣйствительно годныхъ результатовъ. Однако Нейгауссъ обращаетъ наше вниманіе на то, что онъ иногда получалъ необыкновенно кратковременныя экспозиціи. Ему только не удалось еще опредѣлить условія для полученія такого успѣшнаго результата.

Можетъ быть время опытовъ наступитъ лишь тогда, когда удастся приготовить окрашенныя вещества такой сложности, какъ хлорофилъ. Во всякомъ случаѣ задача полученія непосредственно въ фотографической камерѣ или, по крайней мѣрѣ, подъ цвѣтнымъ діапозитивомъ изображенія, окрашеннаго одинаково съ предметомъ, остается попрежнему заманчивой. Еще на дняхъ Смитъ сообщилъ мнѣ, что ему удалось достичь дальнѣйшихъ успѣховъ и что онъ легко можетъ дѣлать копіи съ автохромныхъ пластинокъ.

Въ сказанномъ мною я обозрѣлъ, если не всѣ до сихъ предложенныя или примѣненныя, то во всякомъ случаѣ наиболѣе важныя способы цвѣтной фотографіи; въ концѣ концовъ всякій родъ физическаго образованія цвѣтовъ, каковы преломленіе⁴⁸⁾, диффракція⁴⁹⁾, интерференція и поляризація, можетъ служить основаніемъ для соотвѣтствующаго метода цвѣтного фотографированія; только поляризацию до сихъ поръ, повидимому, не пробовали примѣнить, хотя она несомнѣнно представляется пригодной для извѣстныхъ цѣлей.⁵⁰⁾

Задачи и цѣли техники цвѣтного фотографированія.

Всегда желательно, чтобы техника не ограничивалась лишь нѣсколькими пріемами. Сравненіе съ другими областями техники показываетъ, что для одной и той же цѣли, напримѣръ, для освѣщенія, производства силы, передвиженія, могутъ служить, не вытѣсняя одинъ другого, самые разнообразныя процессы; для этого они должны быть только достаточно разнохарактерны, чтобы при тѣхъ или иныхъ обстоятельствахъ представлять особые преимущества.

Только среди очень сходныхъ между собой приемовъ находить мѣсто вытѣсненіе менѣе важнаго, подобно тому, что мы наблюдаемъ въ природѣ у родственныхъ видовъ.

Во всякомъ случаѣ по различнымъ мотивамъ слѣдуетъ желать дальнѣйшаго мощнаго развитія техники цвѣтного фотографированія.

Въ области обученія, насколько мнѣ извѣстно, далеко еще не достаточно оцѣнены способности глаза къ воспріятію и непосредственное созерцаніе. Въ наукѣ существуютъ даже такіа теченія, которыя это воспріятіе глазомъ отбрасываютъ, какъ вредные костыли ума.

Но въ виду все возрастающаго объема всего того матеріала, который каждому изъ насъ приходится усвоить, мнѣ кажется, что такимъ подспорьемъ нельзя пренебрегать, не вредя продуктивности. Какъ богато содержаніе того, что глазъ можетъ воспринять однимъ взглядомъ! Самую простую карту приходится предпочесть самому обстоятельному описанію пути. Кривая при одномъ взглядѣ на нее открываетъ намъ самое существенное содержаніе обширныхъ таблицъ. Инженеръ все болѣе привыкаетъ писать, пользуясь иллюстраціями.

А прибавьте ко всему этому еще возможность легкой передачи красокъ, и передъ вами откроются самая заманчивыя перспективы. Книги по естественной исторіи станутъ преимущественно воспроизводить камни, растенія, животныхъ и страны въ ихъ естественныхъ цвѣтахъ. Ученый путешественникъ, возвращаясь домой, дастъ намъ возможность насладиться вмѣстѣ съ нимъ великолѣпіемъ видѣнныхъ имъ красокъ.

Кинематографъ станетъ показывать только цвѣтныя, быть можетъ даже стереоскопически пространственныя картины. Уровень такихъ всѣмъ доступныхъ зрѣлищъ повысится, и не одни только жители большихъ городовъ смогутъ наслаждаться произведеніями искусствъ и наукъ. Уже и теперь можно имѣть за умѣренную плату если не совершенныя, то все же хорошія изображенія знаменитыхъ картинъ изъ нашихъ галлерей, которыя позволяютъ представить себѣ впечатлѣніе, производимое оригиналомъ.

Лишь тогда весь народъ станетъ помогать защитѣ и процвѣтанію нашей культуры, когда онъ получитъ возможность вмѣстѣ съ нами воспринимать и понимать ее.

Теорія цвѣтовыхъ ошущеній.

Мой отчетъ не былъ бы полонъ, если бы я не коснулся еще двухъ естественнаучныхъ вопросовъ, самымъ тѣснымъ образомъ связанныхъ съ принципами цвѣтной фотографіи.

Наше чувство цвѣта можно разсматривать, какъ самый важный для насъ примѣръ цвѣтной фотографіи.

Мы уже видѣли, какъ теоріи воспріятія съ помощью трехъ цвѣтовъ объясняютъ возможность трехцвѣтной фотографіи. Не заключаетъ ли въ себѣ и всякій методъ цвѣтной фотографіи возможности объясненія чувства цвѣта?⁵¹⁾

Дѣйствительно, уже Ценкеръ⁵²⁾, а въ послѣднее время Рельманъ (Raehlmann)⁵³⁾ полагаали, что это чувство цвѣта можно свести къ образованію стоячихъ волнъ въ палочкахъ сѣтчатки глаза.

Но такія теоріи приписываютъ чувству цвѣта своего рода способность осязанія, подобную той, какою обладаетъ чувство слуха, и приводятъ поэтому къ допущенію большаго числа независимыхъ переменныхъ, чѣмъ сколько ихъ въ дѣйствительности имѣетъ наше чувство цвѣта.⁵⁴⁾

Къ тому же эти теоріи представляются фізіологически недопустимыми, съ тѣхъ поръ какъ Дитлеръ (Dittler)⁵⁵⁾ показалъ, что палочки ретины могутъ сокращаться и не будучи подвергнуты дѣйствию свѣта.

Можетъ быть болѣе успѣшной оказалась бы попытка привести чувство цвѣта въ связь съ явленіями собственныхъ цвѣтовъ тѣла. Уже найдены въ глазу человѣка и животныхъ различные пигменты, но по всей видимости эти пигменты служатъ прежде всего не чувству цвѣта, а для свѣтовой изоляціи свѣточувствительныхъ элементовъ⁵⁶⁾. Извѣстны даже зрительные органы безъ всякаго пигмента⁵⁷⁾.

Конечно, въ свѣточувствительныхъ элементахъ должно имѣть мѣсто поглощеніе свѣтовыхъ лучей, ибо въ противномъ случаѣ былъ бы нарушенъ обмѣнъ энергіи; но возможно, что обусловленное этимъ поглощеніемъ окрашиваніе столь незначительно, что легко можетъ ускользнуть отъ наблюденія.

Я полагаю, что фактъ полученія ошущенія бѣлаго цвѣта съ помощью дополнительныхъ цвѣтовъ, а именно не только посредствомъ обѣихъ половинъ спектра, но и посредствомъ двухъ подходящихъ

однородныхъ лучей,—этотъ фактъ долженъ занять центральное мѣсто во всякой теоріи воспріятія цвѣтовъ, какъ то мы видимъ у Геринга.

Я бы хотѣлъ сдѣлать этотъ процессъ понятнѣе, сравнивъ его съ вкусовыми ощущеніями. Нашъ языкъ очень легко отличаетъ кислый вкусъ отъ щелочнаго. Но если смѣшать растворъ кислоты съ основаніемъ въ эквивалентномъ отношеніи, то смѣсь кажется ни кислой, ни щелочной, а соленой.

Аналогично этому, полагаетъ Герингъ, на примѣръ, желтые и синіе лучи производятъ взаимно-борющіяся дѣйствія, при чемъ одни вызываютъ диссимиляцію (распаденіе), а другіе ассимиляцію (соединеніе) и потому порождаютъ различныя ощущенія. Одновременное дѣйствіе желтыхъ и синихъ лучей должно поэтому нейтрализоваться, и остается безцвѣтное ощущеніе свѣта — бѣлый цвѣтъ, соответствующій нейтральному вкусу соли.

Перспективы этой теоріи умножаются благодаря новымъ наблюденіямъ надъ дополнительными дѣйствіями лучей короткихъ и длинныхъ волнъ. Я имѣю въ виду наблюденія Дамса⁵⁸⁾ надъ возбужденіемъ и прекращеніемъ флуоресценціи у флуоресцирующихъ тѣлъ и наблюденія Стоббе (Stobbe)⁵⁹⁾ надъ потемнѣніемъ и посвѣтлѣніемъ у фульгидовъ.

Цвѣтовая приспособляемость въ природѣ.

Наконецъ, позвольте мнѣ бросить взглядъ на объясненіе нѣкоторыхъ удивительныхъ явленій цвѣтовой приспособляемости въ царствѣ животныхъ, явленій, повидимому, имѣющихъ связь съ процессами цвѣтного фотографированія посредствомъ собственныхъ цвѣтовъ тѣлъ.⁶⁰⁾

Здѣсь прежде всего мы встрѣчаемся съ подробно излѣдованной Пультономъ (Poulton) непосредственной цвѣтовой приспособляемостью гусеницъ и ихъ куколокъ.

Пультонъ показалъ, что гусеницы, которыя развиваются изъ яицъ одной и той же бабочки, оказываются то свѣтлыми, то темными, смотря по окружающей ихъ средѣ⁶¹⁾ (см. табл. III, рис. 11, ср. объясненіе той же таблицы). Аналогично этому, куколки различныхъ видовъ бабочекъ принимаютъ до извѣстной степени окраску тѣхъ естественныхъ или искусственныхъ предметовъ, среди которыхъ они развиваются.⁶²⁾ Изображеніе на таблицѣ III, рис. 12

(сравни объясненіе таблицы на стр. 67) показываетъ различныя окраски куколокъ *Pieris gaea*, возникающія при различныхъ освѣщеніяхъ. Въ особенности чувствительнымъ къ цвѣту окружающихъ предметовъ бываетъ періодъ непосредственно передъ превращеніемъ въ куколку, когда гусеница перестала питаться. При этомъ воздѣйствіе происходитъ не черезъ посредство глазъ, какъ то имѣетъ мѣсто, напр., у хамелеона. Ослѣпленіе гусеницы не имѣетъ никакого вліянія. Сама кожа воспринимаетъ дѣйствующее раздраженіе.

Конечно, нечего и думать о простомъ перенесеніи принциповъ цвѣтной фотографіи съ помощью собственныхъ цвѣтовъ тѣлъ; здѣсь привходитъ еще фізіологическій моментъ въ видѣ передачи раздраженія по нервамъ.⁶³⁾

Поразительны наблюденія Штандфусса (*Standfuss'a*) (въ Цюрихѣ)⁶⁴⁾, на которыя обратилъ мое вниманіе мой уважаемый лейпцигскій коллега Хунъ (*Chun*). Штандфуссъ подмѣтилъ большую зависимость между безразлично-окрашеннымъ покровомъ бабочки во время покоя и ея обычной обстановкой.

Какъ извѣстно, бабочки, садясь на землю, складываютъ свои крылышки, такъ что только остающіяся снаружи части крыльевъ образуютъ одѣяніе бабочки въ спокойномъ состояніи (*Ruhekleid*). Но у различныхъ видовъ бабочекъ приемы складыванія крыльевъ весьма разнообразны. Однѣ складываютъ отдѣльно переднія и заднія крылья, другія отчасти или даже цѣликомъ всовываютъ переднія крылья въ промежутки между задними, третьи, наоборотъ, заднія крылья помѣщаютъ внутри переднихъ; при этомъ возможно, что маленькіе рубчики и уголки остаются не прикрытыми. Всегда безразличное (т. е. не бросающееся въ глаза) окрашиваніе происходитъ лишь постольку, поскольку соответствующія поверхности крыльевъ оказываются на виду въ состояніи покоя (см. табл. III, рис. 13, и соответствующее объясненіе на стр. 67).

Штандфуссъ держится того мнѣнія, что по крайней мѣрѣ эти маленькіе уголки оставались бы незамѣченными и при болѣе выдѣляющейся окраскѣ, такъ что они не имѣютъ никакого значенія для защиты бабочки. Онъ думаетъ, что, какъ и въ случаѣ гусеницъ и куколокъ Пультона, окраска окружающей среды непосредственно вліяетъ на окраску крыльевъ, и что послѣдняя въ ряду поколѣній переходитъ по наслѣдству посредствомъ воздѣйствія на зародышевую плазму.⁶⁵⁾

Конечно, этимъ онъ становится въ противорѣчіе съ принципомъ невозможности унаслѣдованія прибрѣтенныхъ качествъ, который выставилъ Вейсманъ (Weissman)⁶⁶⁾ и который не остался безъ возраженій и въ біологическихъ кругахъ.⁶⁷⁾

Какъ не-спеціалистъ, я, конечно, не могу имѣть въ этомъ вопросѣ авторитетнаго мнѣнія.

Но Вейсманъ такъ ясно излагаетъ мотивы своихъ взглядовъ, что и не-спеціалистъ можетъ усмотрѣть въ нихъ пробѣлы.

Либо, говоритъ онъ, для такого унаслѣдованія должны имѣться прямые нервные пути между частями тѣла и соотвѣтствующими частями зародышевой плазмы; но такое представленіе врядъ ли можно было бы строго провести;—либо нужно принять вмѣстѣ съ Дарвиномъ, что всѣ части тѣла могутъ выдѣлять маленькіе зародыши, которые собираются въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ зародышевой плазмы. Но такое представленіе стоитъ въ противорѣчій съ нашими свѣдѣніями относительно свойствъ зародышевыхъ клѣтокъ.

Позвольте указать на третью возможность, которая въ сущности примыкаетъ къ взглядамъ Дарвина и въ сходной формѣ была уже отмѣчена разными біологами, въ особенности Ганчекомъ (Hantschek).⁶⁸⁾

Какъ извѣстно, свѣтотыя волны, посылаемыя парами натрія, и поглощаются этимъ же натріемъ; это явленіе мы сводимъ къ явленіямъ резонанса или отзвука. Сегодня мы видѣли, что свѣтотыя волны въ подходящихъ веществахъ могутъ вызывать непосредственно явленія пространственнаго или временнаго резонанса въ широкомъ смыслѣ слова. Подобнаго же рода приспособляемость заставляетъ кристаллы расти только изъ своего собственнаго или родственнаго маточнаго разсола.⁶⁹⁾

Не могутъ ли съ помощью подобной приспособляемости или взаимоотношенія продукты обмѣна веществъ въ частяхъ тѣла опредѣленнаго фізіологическаго характера вліять какъ разъ на тѣ части зародышевой плазмы, изъ развитія которыхъ возникаютъ эти самыя части тѣла? Нельзя ли сравнить эти продукты обмѣна веществъ съ различно сработанными ключами, изъ которыхъ каждый открываетъ только ему соотвѣтствующій замокъ?⁶⁹⁾

Развѣ мы не знаемъ, что прекращеніе дѣятельности извѣстныхъ железъ часто вызываетъ обширныя явленія „выпаденія“ во

всемъ организмъ? Стоитъ только вспомнить о кретинизмѣ, который можетъ вызываться устраненіемъ щитовидной железы.

Развѣ мы не знаемъ далѣе того, что кровь можетъ одновременно содержать множество противоядій противъ самыхъ разнообразныхъ заразныхъ болѣзней?

Вспомнимъ о томъ, что часто даже незначительное измѣненіе видовъ исключаетъ возможность ихъ плодотворнаго скрещиванія. Должно ли послѣ этого казаться столь ужъ невѣроятнымъ, чтобы физиологически различныя части тѣла вели себя въ его плазмѣ, какъ различныя виды, могущіе въ обмѣнѣ веществъ вліять только на соотвѣтствующія мѣста въ зародышевой плазмѣ? Мнѣ уже приходилось слышать возраженіе, что нѣкоторые примѣры эволюціи въ мірѣ животныхъ произошли несомнѣнно безъ унаслѣдованія пріобрѣтенныхъ свойствъ, и что экономія науки требуетъ, чтобы былъ удержанъ одинъ лишь прилагающійся здѣсь объяснительный принципъ естественнаго подбора Вейсмана.

На это можно, конечно, возразить, что подобно тому, какъ въ цвѣтной фотографіи самые разнообразныя принципы могутъ, какъ мы видѣли, вести къ цѣли, такъ и природа обильно снабжена средствами для достиженія одного и того же дѣйствія разнообразными путями.

Практика и теорія.

Я кончаю.

Мое изложеніе было отчасти чисто теоретическимъ; но только практическое осуществленіе вызываетъ замѣтный прогрессъ.

Поэтому я долженъ согласиться съ Эрнстомъ Кёнигомъ (Ernst Köpfig), который въ одной книгѣ⁷⁰⁾ по фотографіи выразился такъ: „Не умаляя заслугъ первыхъ изобрѣтателей и теоретиковъ, приходится признать, что фотографическая практика въ несравненно болѣе степени обязана тѣмъ людямъ, которымъ удалось преодолѣть всѣ трудности благодаря терпѣнію и технической ловкости“.

Я думаю только, что теоретикъ и не ждетъ особенной благодарности и болѣею частью радъ, если имѣетъ случай и время поработать надъ вопросами, его интересующими.

Но я нигдѣ не находилъ такого яснаго выраженія самопознанія со стороны теоретика, какъ въ великолѣпномъ сочиненіи Маха

(Mach, „Erkenntniss und Irrtum“ ⁷¹) („Познание и заблуждение“). Махъ говоритъ: „Цѣликомъ погруженный въ свои мысли, изслѣдователь внѣ общества, былъ бы біологически нестойкимъ патологическимъ явленіемъ“.

Это изреченіе имѣетъ двѣ стороны. Изслѣдователь стоитъ не внѣ общества, а внутри очень обширнаго общества; и чѣмъ быстрѣ послѣднее увеличивается, тѣмъ сильнѣе становится потребность въ раздѣленіи труда.

Технически и практически пригодное осуществленіе какой-нибудь одной мысли уже требуетъ участія всѣхъ способностей человѣка. Тысячи затрудненій, ничего общаго не имѣющихъ съ основной мыслью, играютъ главную роль, а фабричное изготовленіе требуетъ участія въ борьбѣ за патенты.

Хотя мы и удивляемся созданіямъ людей, совмѣщающихъ въ себѣ дѣятельность изобрѣтенія и открытія, тѣмъ не менѣе я полагаю, что среди государственнаго механизма должны бы имѣться такія мѣста, гдѣ бы люди могли жить интересами чистой науки безъ побочныхъ цѣлей. Какія обширныя области жизни еще и по сію пору оплодотворяетъ теорія Максвелла, хотя бы и обходными путями, этого теперь никто больше не можетъ оспаривать. Наряду съ беспроволочной телеграфіей сюда относится и цвѣтная фотографія, хотя и въ гораздо болѣе ограниченномъ смыслѣ.

Возможность цѣльнаго и свободнаго отъ противорѣчій изображенія основныхъ чертъ всѣхъ естественныхъ процессовъ является въ то же время предпосылкой для удачнаго разрѣшенія всѣхъ практическихъ вопросовъ. Если поэтому теперь, послѣ прежняго недооцѣниванія значенія техники, умножаются голоса, которые учрежденія чистой науки называютъ мало плодотворными и требуютъ отъ нихъ доказательства ихъ непосредственной полезности, то я на это могъ бы возразить, что именно ради собственной выгоды государства и общества и основана свободная наука, свободная отъ необходимости доказывать свою непосредственную полезность, свободная, разумѣется, отъ какихъ-либо указателей пути и предостерегающихъ надписей передъ запретными путями, ведущихъ свое начало изъ временъ минувшихъ состояній культуры.

Перечень нѣкоторыхъ самостоятельныхъ сочиненій по цвѣтной фотографіи.

1. Wilhelm Zenker: Lehrbuch der Photochromie, Berlin, Selbstverlag des Verfassers 1868; neuherausgegeben von B. Schwalbe, Verl. von F. Vieweg & Sohn in Braunschweig 1900.
2. H. W. Vogel: Handbuch der Photographie, Verl. von Robert Oppenheim, Berlin, 1. Aufl. 1870, 4. Aufl. 1890.
3. Josef Maria Eder: Ausführliches Handbuch der Photographie. Verl. von W. Knapp, Halle a. S., 1. Aufl. 1884; 3. Aufl. 1905.
4. Eduard Valenta: Die Photographie in natürlichen Farben mit besonderer Berücksichtigung des Lippmannschen Verfahrens. Verl. von W. Knapp, Halle a. S. 1894.
5. Hermann Krone: Die Darstellung der natürlichen Farben durch Photographie. (Deutsche Photogr. Bibl. Bd. 3.) Verl. der Deutschen Photographenzeitung (K. Schwier), Weimar 1894.
6. Arthur Freiherr von Hübl: Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendrucks und der photographischen Pigmentbilder in natürlichen Farben. (Enzyklopädie der Photographie Bd. 26). Verl. von W. Knapp, Halle a S., 1. Aufl. 1897; 2. Aufl. 1902.
7. Carlo Bonacini: La Fotografia dei colori, Mailand, Verl. von Ulrico Hoepli, 1897. Боначини опубликовалъ также рядъ работъ по цвѣтной фотографіи, основанной на интерференціи и на собственныхъ цвѣтахъ тѣлъ, въ „Bulletino della Societa Fotografia Italiana“ и другихъ итальянскихъ журналахъ.

8. R. Neuhauss: Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren. (Enz. d. Phot. Bd. 33.) Verl. von W. Knapp, Halle a. S. 1898.
 9. A. Miethè: Dreifarbenphotographie nach der Natur nach den am photochemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin angewandten Methoden. (Enz. d. Phot. Bd. 50.) Verl. von W. Knapp, Halle a. S. 1. Aufl. 1904; 2. Aufl. 1908.
 10. E. König: Die Farbenphotographie. Eine gemeinverständliche Darstellung der verschiedenen Verfahren nebst Anleitung zu ihrer Ausführung. (Phot. Bibl. Bd. 19.) Verl. von Gustav Schmidt (vorm. Robert Oppenheim), Berlin, 1. Aufl. 1904; 2. Aufl. 1906.
 11. A. Miethè: Die geschichtliche Entwicklung der farbigen Photographie; Rektoratsrede; Verl. von Denter und Nicolas, Berlin 1905.
 12. B. Donath: Die Grundlagen der Farbenphotographie. (Sammlung: „Die Wissenschaft“ Bd. 14.) Verl. von F. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1906.
 13. Hans Lehmann: Beiträge zur Theorie und Praxis der direkten Farbenphotographie mittels stehender Lichtwellen nach Lippmanns Methode. Verl. von C. Trömers Universitätsbuchhandlung (F. Harms) Freiburg i. Br. 1906.
 14. Arthur Freiherr von Hübl: Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten. (Enz. d. Phot. Heft. 60.) Verl. von W. Knapp, Halle a. S., 1. Aufl. 1907; 2. Aufl. 1909.
 15. E. König: Die Autochromphotographie und die verwandten Dreifarbenrasterverfahren. (Phot. Bibl. Bd. 23.) Verl. von Gustav Schmidt (vorm. R. Oppenheim), Berlin 1908.
 16. G. Kümmell: Photochemie, (Aus Natur und Geisteswelt Bd. 227.) Verl. von B. G. Teubner in Leipzig 1908.
 17. A. Traube und H. Auerbach: Photographie und Farbenphotographie, ihre Geschichte und Entwicklung. (Handel, Industrie und Verkehr in Einzeldarstellungen Bd. 14.) Verl. für Sprach- und Handelswissenschaft S. Simon, Berlin W. 1908.
-

Примѣчанія, содержащія дополненія и литературныя указанія.

¹⁾ Точнѣ слѣдовало бы сказать: „что бѣлые лучи порождаютъ простые цвѣтные лучи или могутъ быть разсматриваемы, какъ составленные изъ послѣднихъ“. Ихъ отношеніе къ простымъ лучамъ приблизительно то же, что и отношеніе шума, напримѣръ, отъ фонтана къ простому тону, какъ тонъ камертона. Ср. статью P. Zeeman, „L'origine des couleurs du spectre“ ^{*}), Rivista di Scienza (5), годъ III, (Bologna, Nicola Zanichelli, Leipzig, Wilhelm Engelmann) 1909, гдѣ, между прочимъ, въ простой формѣ изложенъ ходъ идей у Gouy (Sur le mouvement lumineux, Journal de phys. 15, p. 354, 1886), у Rayleigh (On the character of the complete radiation at a given temperature, Phil. mag. 27, p. 460, 1889), у A. Schuster (On interference phenomena Phil. mag. 37, p. 509, 1894).

²⁾ Въ зависимости отъ большей или меньшей силы лучей, различіе моментовъ ихъ воздѣйствія перестаетъ быть замѣчаемо, если они слѣдуютъ другъ за другомъ каждыя $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{50}$ секунды; см. H. v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl., Hamburg und Leipzig, Verl. von Leopold Voss, S. 489, 1896.

³⁾ См. E. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, Leipzig, Verl. von W. Engelmann, 1 Lieferung 1905, S. 14.

⁴⁾ Двѣ свѣтлыхъ черты или звѣзды, отстоящія другъ отъ друга на уголь зрѣнія приблизительно въ одну минуту, могутъ еще

^{*}) Есть русскій переводъ: „Происхожденіе цвѣтовъ спектра“, изд. „Mathesis“ (Одесса 1910).

быть видимы раздѣльно, но при вдвое меньшемъ разстояніи двѣ звѣзды не могутъ быть болѣе отличаемы одна отъ другой. См. цитированное выше руководство физиологіи Гельмгольца, стр. 256.

⁵⁾ Brit. Journ. of Phot. 1861, p. 270; цитирую по: Eder, Geschichte der Photographie, 1 Bd. выше цитированнаго сочиненія, 3 Aufl., 1905, S. 428 (Перечень, № 3).

⁶⁾ Journal of the Franklin Institute 1889, p. 58; цитировано по Eder l. c.

⁷⁾ Hering, l. c. S. 49.

⁸⁾ Вопросъ объ отношеніи ученія о цвѣтахъ Гете къ теоріи Геринга уже разбирали J. Stilling, въ рѣчи, опубликованной въ „Strassburger Goethevorträge“, Strassburg i. E., Verl. v. K. Trübner, 1899, и W. König въ торжественной рѣчи по случаю 150-лѣтія со дня рожденія Гете въ Физическомъ Обществѣ во Франкфуртѣ н./М., озаглавленной „Goethes Optische Studien“ (C. Naumanns Druckerei, Frankfurt a. M. 1899).

⁹⁾ Въ моей рѣчи я говорилъ объ „обмѣнѣ“; Кёнигъ, конечно, правъ, допуская только перенесеніе (l. c. S. 20).

¹⁰⁾ l. c. S. 16.

¹¹⁾ Сомнительно, чтобы съ существующими теперь свѣтофильтрами возможно было выдѣлить, не теряя слишкомъ много свѣта, достаточно узкія части спектра, чего требуетъ подобный аппаратъ съ четырьмя цвѣтами. Я думалъ поэтому примѣнить въ качествѣ свѣтофильтра пластинку Липмана, сперва освѣщенную однородными на всемъ протяженіи лучами и затѣмъ проявленную. Во всякомъ случаѣ, принципиально рѣшеніе вопроса этимъ путемъ возможно. Разумѣется, пластинки слѣдуетъ примѣнять не въ проходящемъ, а въ отраженномъ свѣтѣ. Если желаютъ избѣжать при этомъ измѣненія направленія лучей, то надо примѣнить либо двукратное отраженіе при перпендикулярно падающихъ лучахъ, либо расположеніе, подобное расположенію въ случаѣ оборотной призмы. Идея такого метода соприкасается съ идеей, осуществленной недавно Гербертомъ Айвсомъ въ способѣ трехцвѣтной фотографіи съ помощью изображенія рѣшетки, элементы которой состоятъ изъ однородно освѣщенныхъ пластиночекъ Липмана (ср. текстъ стр. 26 и прим. 36).

¹²⁾ Мите употребляетъ для сенсibilизаціи въ особенности Aethylrot; см. Miethe (Перечень, № 9), 2. Aufl., S. 12. Пригото-

вленные по указаніямъ Мите „Perchromoplaten“ можно получить у Perutz'a въ Мюнхенѣ; см. тамъ же S. 23.

¹³⁾ Описаніе большого проекціоннаго аппарата Мите имѣется, между прочимъ, въ только что названной работѣ Miethе, S. 58. Аппаратъ изготовляетъ фирма Goerz, Berlin - Friedenau.

Если поставить вопросъ о полезномъ эффектѣ освѣщенія при раздѣленіи свѣта одной лампы на три пучка по сравненію съ употребленіемъ трехъ лампъ, то отвѣтъ получится существенно иной, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда, какъ въ текстѣ, вопросъ идетъ о вообще достижимой общей яркости. А именно, полезный эффектъ растетъ быстрѣе, чѣмъ сила тока (ср., напримѣръ, таблицу въ „Hilfsbuch für Elektrotechnik“ Streckер Berlin, Verlag von J. Springer, 1907, стр. 621, или книгу Liebenthal „Praktische Photometrie, Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1907, стр. 345). Еще лучшіе результаты получаются, если имѣть въ виду количество того свѣта, который испускается подѣ наиболѣе благоприятнымъ угломъ, какой употребляется въ проекціонныхъ фонаряхъ; этимъ замѣчаніемъ я обязанъ письменному сообщенію Г. Лемана. Напротивъ, потери свѣта, обусловленные зеркалами, не имѣютъ почти никакого значенія.

¹⁴⁾ Сотрудникъ профессора Мите, др-ъ Эрихъ Леманъ (въ Шарлоттенбургѣ) былъ столь любезенъ, что показалъ въ проекціи на Экранъ снимки Мите, вызвавшіе особенное одобреніе со стороны собранія.

¹⁵⁾ См. напр. у В. Eder, Jahrbücher der Photographie, Bd. 9, 1895, S. 512.

¹⁶⁾ См. напр. у В. Eder, Geschichte der Photographie, 3 Aufl., S. 440.

¹⁷⁾ Автохромныя пластинки имѣются въ продажѣ съ лѣта 1907 года. Относительно пользованія ими см. у А. v. Hübl и у Ernst Köpиг (перечень, № 14 и 15).

¹⁸⁾ Для того, чтобы уменьшить потерю въ свѣтѣ, фирма Цейсса въ Іенѣ построила, по даннымъ Ганса Лемана сильно отражающій экранъ, одинъ экземпляръ котораго, размѣра 5^m/5^m, она любезно предоставила для моего доклада въ Кельнѣ. Но пользоваться такимъ экраномъ слѣдуетъ лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда его разсматриваютъ подѣ малымъ угломъ къ перпендикуляру и когда въ тѣхъ частяхъ изображенія, которыя видны подѣ большими укло-

нами, не требуется особенно большой яркости. Такія части кажутся даже слабѣ освѣщенными, чѣмъ на обыкновенномъ бумажномъ экранѣ.

¹⁹⁾ Субтрактивные (разностные) приемы особенно подробно разбирает Ernst Köpzig (см. перечень, № 10).

²⁰⁾ Трехцвѣтное печатаніе особенно подробно рассмотрѣно въ книгѣ Arthur Freiherrn von Hübl, см. № 6 перечня сочиненій по цвѣтной фотографіи.

²¹⁾ См. у Eder, Geschichte der Photographie, I. c. S. 430.

²²⁾ Какъ отмѣчено уже на стр. 16, основные цвѣта должны отражать около двухъ третей спектра каждый. Точнѣ говоря, они должны отстоять въ кругѣ цвѣтовъ Геринга на 120° одинъ отъ другого. См. Hübl I. c. S. 83 и сл.

²³⁾ См. Hübl, I. c. S. 182.

²⁴⁾ См. Hübl, I. c. S. 178.

²⁵⁾ Такого рода репродукціями специально занимается графическій художественный институтъ Joh. Hamböck вѣ Мюнхенѣ. Судя по его сообщеніямъ, онъ провелъ „полную и замкнутую шкалу изъ желтаго, краснаго, синяго и чернаго“.

²⁶⁾ Въ моей работѣ „Объ измѣненіи фазъ свѣта при отраженіи и о методахъ опредѣленія толщины тонкихъ листочковъ“, Wied. App. Bd. 31, S. 629, 1887, я вывелъ изъ опыта Ллойда (Lloyd), въ которомъ получается обращеніе фазы при скользящемъ паденіи свѣтовыхъ волнъ на стеклянное зеркало, то заключеніе, что такое же обращеніе фазы должно бы имѣть мѣсто и въ случаѣ отвѣсно падающихъ волнъ, что соотвѣтствуетъ теоріи Френеля. Послѣ этого Фогтъ (Voigt) любезно обратилъ мое вниманіе, указавъ работу Маскара (Mascart), на то обстоятельство, что такое заключеніе справедливо лишь при условіи допущенія, что колебанія, перпендикулярныя къ плоскости паденія, при переходѣ черезъ поляризационный уголъ не испытываютъ скачка фазы; это соотвѣтствуетъ предварительному принятію точки зрѣнія теоріи Френеля (Fresnel) (Wied. App. 35, S. 99, 1888). Этому указанію Фогта, которое было въ состояніи совершенно потрясти мои тогдашнія теоретическія представленія, я обязанъ первымъ побужденіемъ подтвердить ихъ новыми опытами, о которыхъ упомянуто въ текстѣ. Но на языкѣ электромагнитной теоріи свѣта допущенія Френеля совпадаютъ съ

тѣмъ допущеніемъ, что дѣйствія свѣтовыхъ волнъ обусловлены ихъ электрическими силами. См. мою работу „Стоячія свѣтовые волны и направленіе колебаній въ поляризованномъ свѣтѣ“ (Wied. Ann. Bd. 40, S. 203, 1890). Упомянутыя здѣсь соображенія точнѣе разобраны на стр. 237 этой статьи.

²⁷⁾ Дѣло было уже представлено въ такомъ видѣ, будто мысли Ценкера побудили меня изслѣдовать опытнымъ путемъ стоячія свѣтовые волны. Между тѣмъ это совершенно невѣрно. Мой планъ возникъ у меня раньше, чѣмъ я что либо вообще узналъ о Ценкерѣ. И онъ былъ мнѣ внушенъ не практическими, а теоретическими соображеніями и возникъ описаннымъ въ предыдущемъ примѣчаніи образомъ. Лишь когда я сталъ искать свѣдѣній о подходящихъ фотографическихъ слояхъ, мнѣ попалось въ руки важное сочиненіе Ценкера (см. перечень № 1).

²⁸⁾ Edmond Becquerel, Annales de chimie et de physique, Serie 3, v. 22, p. 451, 1848; v. 25, p. 447, 1849; v. 42, p. 81, 1854; подробное изложеніе—обзоръ своихъ изслѣдованій Becquerel далъ въ книгѣ „La lumière, ses causes et ses effets“ Paris, Librairie de Firmin Didot Frères, Fils et Comp. v. II, 1868, Livre III, Chapitre IV (Reproduction des couleurs par l'action de la lumière, p. 209.)

²⁹⁾ Lippmann, Compt. rend. 112, p. 274, 1891.

³⁰⁾ Согласно любезному письменному сообщенію Липмана, автору рѣчи въ письмѣ 1891 года въ отвѣтъ на пожеланіе успѣха по поводу прекраснаго открытія Липмана.

³¹⁾ Нейгауссъ (R. Neuhaus) первый обнаружилъ строеніе пластинокъ Липмана посредствомъ микрофотографіи микротомическаго разрѣза; см. его статью „Nachweis der dünnen Zenerschen Blättchen in den nach Lippmanns Verfahren aufgenommenen Farbenbildern“. Wied. Ann. Bd. 65, S. 164, 1898. Болѣе подробное микроскопическое изслѣдованіе этого строенія въ зависимости отъ рода пластинки и отъ освѣщенія произвели позднѣ Hans Lehmann (см. „перечень“ № 13), Ramón y Cajal, Zeitschr. f. wiss. Phot. Bd. 5, S. 213, 1907, Herbert Ives, Astrophys. Journ. Bd. 27, S. 325, 1908 и Zeitschr. f. wiss. Phot. Bd. 6, S. 373, 1908.

³²⁾ См. O. Wiener „Ursache und Beseitigung eines Fehlers bei der Lippmannschen Farbenphotographie, zugleich ein Beitrag zu ihrer Theorie“, Wied. Ann. Bd. 69, S. 488, 1899.

³³⁾ Neuhauss, рядъ замѣтокъ въ Eder „Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik“ и въ „Photographische Rundschau“.

³⁴⁾ Hans Lehmann, см. „перечень“ № 13, а также статью „Über eine neue kornlose Platte für Lippmanphotographie“, Zeitschr. für wiss. Phot. Bd. 5, S. 279, 1907.

³⁵⁾ Herbert Ives, „An experimental study of the Lippmann color photograph“, Astrophysical Journal, Bd. 27, S. 325, 1908.

³⁶⁾ I. c. S. 346,

³⁷⁾ Zenker, I. c. и Hermann Krone, см. „перечень“ № 5.

³⁸⁾ O. Wiener, „Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur“, Wied. Ann. Bd. 55, S. 225, 1895.

³⁹⁾ Zenker, I. c., 1. Aufl., S. 52.

⁴⁰⁾ Carey Lea, Amer. Journ. of Sc. 3. Serie Bd. 33, S. 363, 1887. Недавно Dr. Lüppo-Cramer перевелъ относящіяся сюда работы и вновь издалъ въ книгѣ „Kolloides Silber und die Photohaloide von Carey Lea“, Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden 1908.

⁴¹⁾ Лишь послѣ Кельнской рѣчи, составляя настоящія литературныя указанія, я нашелъ время разобратъся подробнѣе въ тѣхъ объясненіяхъ возникновенія цвѣтовъ съ помощью собственныхъ окрасокъ тѣлъ, которыя предлагались раньше. Особенно важны изслѣдованія Джона Гершеля (John Herschel). Его важнѣйшими работами въ этой области являются статьи: „О химическомъ дѣйствіи лучей солнечнаго спектра на препараты изъ серебра и другихъ веществъ, какъ металловъ, такъ и не-металловъ, и о нѣкоторыхъ фотографическихъ процессахъ“, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, T. 130, стр. 1, 1840, I. и „О дѣйствіи лучей солнечнаго спектра на растительныя краски и о нѣкоторыхъ новыхъ фотографическихъ процессахъ“, тамъ же T. 132, стр. 181, 1842, I. Важнѣйшее относящееся сюда открытіе Гершеля состояло въ томъ, что обыкновенно краски обезцвѣчиваются подъ вліяніемъ лучей дополнительнаго цвѣта. Это открытіе сообщено во второй изъ названныхъ работъ на стр. 189, въ параграфѣ 170, который гласитъ буквально такъ: „Помимо этого, можно также замѣтить, что лучи, дѣятельно разрушающіе данную окраску, въ громадномъ числѣ случаевъ таковы, что ихъ соединеніе даетъ цвѣтъ дополнительный къ разрушенному, или по крайней мѣрѣ принадлежащій къ тому классу цвѣтовъ, къ которому можно отнести такую

дополнительную окраску. Напримѣръ, желтые цвѣта, переходящіе въ оранжевые, съ большей энергіей разрушаются синими лучами; синіе цвѣта — красными, оранжевыми и желтыми лучами; пурпуровые и розовые цвѣта разрушаются желтыми и зелеными лучами“. Но въ § 172 мы встрѣчаемъ ограниченіе этого правила: „Третье правило“ — подъ этимъ понимается только что цитированное — „много менѣе обще, такъ что его приходится толковать довольно широко; но среди исключеній изъ него я не смогъ открыть никакого общаго принципа, допускающаго ясную формулировку“.

Недавно уже представляли дѣло въ такомъ видѣ, будто изъ открытія Гершеля, согласно которому тѣлесныя окраски преимущественно выцвѣтаютъ подъ дѣйствіемъ лучей дополнительныхъ цвѣтовъ, непосредственно вытекаетъ объясненіе болѣе раннихъ пріемовъ цвѣтной фотографіи. Между тѣмъ при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что эти пріемы не допускаютъ никакихъ законченныхъ объясненій. Но несомнѣнно, что открытіе Гершеля даетъ намъ новый принципъ для объясненія, хотя и неясно выраженный. Дѣйствительно, самъ Гершель, описывая въ своей первой статьѣ какъ разъ процессы фотографированія съ помощью собственныхъ цвѣтовъ тѣлъ, далеко превзошедшія все, что было тогда достигнуто, нигдѣ не даетъ подобнаго объясненія. Не больше находимъ мы у Фогеля (H. W. Vogel), который еще въ 1890 году въ четвертомъ изданіи первой части своей Фотохиміи, на стр. 57 сообщаетъ это открытіе Гершеля и тѣмъ не менѣе въ появившемся въ 1894 году четвертомъ изданіи второго тома на стр. 243 при объясненіи опытовъ Гершеля съ собственными цвѣтами тѣлъ примыкаетъ къ объясненію Ценкера съ помощью стоячихъ свѣтовыхъ волнъ.

Въ противоположность этому, я нашелъ совсѣмъ недавно у Э. Беккереля весьма замѣчательное мѣсто, судя по которому онъ, повидимому, склоненъ толковать свои собственные опыты въ связи съ открытіемъ Гершеля, хотя его слова и не могутъ быть приняты за ясное, недвусмысленное объясненіе; между тѣмъ какъ разъ для этихъ опытовъ годится прежде всего объясненіе съ помощью стоячихъ волнъ по Ценкеру. Это мѣсто находится въ статьѣ Беккереля „De l'image photographique colorée du spectre solaire“, Annales de chimie et de physique, 3. Serie, v. 22, 1848, стр. 458; вотъ оно:

„Какъ же теперь объяснить этотъ по истинѣ поразительный фактъ полученія фотографическаго изображенія солнечнаго спектра съ цвѣтами, напоминающими его собственные цвѣта? Я не знаю; и если лишь простая случайность заставляетъ описанное выше соединеніе испытывать различныя химическія реакціи подѣ влияніемъ спектра, то приходится считать дѣйствительно необычайнымъ это стеченіе обстоятельствъ, заставляющее красные лучи спектра сообщать красную же окраску, желтые лучи—желтую окраску, зеленые—зеленую, синіе—синюю и иногда даже бѣлые лучи давать бѣлую окраску, и т. д.! Не является ли возможнымъ, что свѣтъ, начиная химически дѣйствовать на извѣстныя вещества, сообщаетъ имъ свой собственный цвѣтъ, и что затѣмъ послѣдующія химическія измѣненія измѣняютъ это дѣйствіе. Слѣдующія совпаденія, наблюдаемая надъ растительными окрасками, могли бы подкрѣпить такое утвержденіе: дѣйствительно, зеленое вещество растеній образуется подѣ влияніемъ желтыхъ и зеленыхъ лучей; кромѣ того, такъ какъ растительныя краски въ общемъ разрушаются, какъ показали опыты Гершеля, главнымъ образомъ лучами дополнительнаго цвѣта, то возможно, что лучи, порождающіе эти растительныя краски, если послѣднія произведены свѣтомъ, сообщаютъ имъ свой собственный цвѣтъ. Впрочемъ, я выдвигаю эти соображенія съ большою осторожностью, такъ какъ опытъ долженъ сказать свое слово прежде, чѣмъ можно будетъ что либо утверждать по этому поводу“.

Еще неопредѣленныя звучатъ тѣ соображенія, которыя Беккерель приводитъ въ своей книгѣ „*La lumière, ses causes et ses effets*“, Paris, Firmin Didot frères, fils et Cie, т. 2, 1868, стр. 232 и 233, въ концѣ описанія своихъ собственныхъ опытовъ цвѣтнаго фотографированія, при чемъ онъ въ весьма общей формѣ намекаетъ на явленія резонанса. Вотъ это мѣсто:

„Какъ объяснить при современномъ состояніи науки явленія окрашиванія фотографическихъ изображеній въ натуральные цвѣта дѣйствующихъ лучей? Въ предыдущей книгѣ мы видѣли, что полухлористое серебро, измѣняясь, даетъ мѣсто электрическому току, который легко можно измѣрить; этотъ токъ, какъ оказывается, имѣетъ всегда одно и то же направленіе, независимо отъ рода дѣйствующихъ свѣтовыхъ лучей и отъ окраски вещества; это обстоятельство, въ связи съ тѣмъ, что вещество во всѣхъ лучахъ приобрѣ-

таетъ однообразную сѣрую окраску, если лучи дѣйствуютъ достаточно долго, показываетъ, что невозможно допускать столько же различныхъ реакцій, сколько цвѣтовъ въ спектрѣ. Имѣетъ мѣсто химическое преобразование вещества, подвергающагося дѣйствию лучей, и, въ то же время, временно различное физическое состояніе этого же вещества, смотря по преломляемости дѣйствующихъ лучей.

Такъ какъ свѣтъ является результатомъ колебаній, распространяющихся отъ свѣтящихся тѣлъ до сѣтчатки глаза, а каждый лучъ спектра соотвѣтствуетъ особой скорости колебанія, то возможно, что чувствительное вещество, подвергшееся дѣйствию луча, т. е. колебаній опредѣленной скорости, приобретаетъ способность колебаться потомъ легче подъ дѣйствіемъ колебаній той же скорости, какою обладалъ этотъ лучъ. Такимъ образомъ, въ этомъ случаѣ получилось бы то же явленіе, какое происходитъ, когда комплексъ звуковъ встрѣчаетъ натянутую струну; лишь тѣ звуки, которые имѣютъ ту же высоту, какая присуща звукамъ этой струны, приводятъ ее въ колебательное движеніе. Аналогично этому, и въ нашихъ явленіяхъ пучокъ разсѣяннаго свѣта, который встрѣчаетъ произведенное свѣтомъ окрашенное изображеніе, заключаетъ въ себѣ множество различныхъ колебаній, и каждая часть изображенія должна бы колебаться по преимуществу подъ дѣйствіемъ лучей такой же длины волны, какую имѣли лучи, производившіе изображеніе; тогда лучи, отраженные различными точками этого изображенія, оказались бы тождественными тѣмъ, которые создали изображеніе въ этихъ же точкахъ“.

Когда я самъ приступалъ къ обработкѣ этого вопроса, мнѣ были неизвѣстны всѣ эти, впрочемъ, малоопредѣленные предположенія, въ особенности открытіе Гершеля относительно дополнительныхъ цвѣтовъ. Я ограничился тогда изученіемъ сочиненія Ценкера, который знаетъ только объясненіе съ помощью стоячихъ волнъ. Позже появившееся сочиненіе Кроне (H. Krone) (см. перечень № 5.) тоже не давало болѣе точныхъ указаній. Трудности, которыя мнѣ предстояло преодолѣть, заключались не столько въ объясненіи, сколько въ установленіи фактовъ, и прежде всего въ отвѣтѣ на вопросъ, идетъ ли рѣчь о собственныхъ цвѣтахъ тѣлъ или же о кажущихся окраскахъ. Когда подходящій методъ изслѣдованія былъ найденъ, его примѣненіе къ порошку полухлористаго

серебра встрѣтило затрудненіе въ томъ обстоятельствѣ, что послѣдній, находясь подъ бензоломъ, очень быстро измѣнялъ свою окраску на свѣту, при которомъ приходилось судить объ окраскѣ, тогда какъ впослѣдствіи изслѣдованіе изображеній по способу Пуатвена (Poitevin) не представляло болѣе никакихъ существенныхъ затрудненій. Когда такимъ путемъ былъ поставленъ внѣ сомнѣній тотъ фактъ, что при освѣщеніи окрашенными лучами въ тѣлахъ возникаютъ собственныя окраски того же цвѣта, то вскорѣ само собой представилось мнѣ подходящее объясненіе. (Ср. также относящіяся къ 1889 году замѣтки Лизеганга (R. Ed. Liesegang) объ обезцвѣчивающихъ процессахъ, въ нижеслѣдующемъ примѣчаніи 47).

Относительно химической природы изображеній Пуатвена производилъ недавно опыты Dr. Lüppo-Cramer. (Neue Untersuchungen zur Theorie der photographischen Vorgänge. LXIV. Über die Photohaloide Carey Leas. Auffassung derselben und des latenten Bildes als Adsorptionsverbindungen von Halogensilber und Silber. — Phot. Korresp., стр. 286 и 328. 1907; LXV. Zur Photochemie der Photohaloide und Theorie der Poitevinischen Photochromie, стр. 376 и 439, 1907.) Люппо-Крамеръ приходитъ къ тому результату, что фотогоалоиды состоятъ, вѣроятно, изъ адсорпціонныхъ соединеній серебра съ галоидами серебра. Вотъ самое важное для насъ мѣсто, на 443 стр. его послѣдней статьи:

„Такимъ образомъ въ опытахъ Пуатвена измѣненіе темнаго фотохлорида въ красный и, наконецъ, въ бѣлый представляетъ, несомнѣнно, обезцвѣчиваніе, окисленіе серебра, отщепленнаго отъ хлористаго серебра первымъ совмѣстнымъ освѣщеніемъ и затѣмъ имъ же вновь адсорбированнаго. Количество серебра въ фотохлоридѣ уменьшается, такимъ образомъ, съ увеличеніемъ окисленія и вмѣсто первоначальной сѣровато-синей окраски принимаетъ красный и иногда даже своеобразный желтый цвѣтъ, который происходитъ не отъ бихромата. Послѣ полного окисленія серебра остается, наконецъ, чистое хлористое серебро. Можно было бы, поэтому, думать, что различно окрашенные фотохлориды вмѣстѣ съ увеличеніемъ содержанія адсорбированнаго серебра мѣняють свой цвѣтъ, переходя отъ желтаго черезъ красный до синяго. По крайней мѣрѣ многое говоритъ въ пользу и такого допущенія. Такъ и серебро, выпадающее при физическомъ проявленіи первично фиксированныхъ хло-

ристосеребряныхъ пластинокъ, переходить, какъ я описалъ, отъ желтаго цвѣта къ красному и, наконецъ, къ синему, т. е. это измѣненіе спектральнаго поглощенія идетъ параллельно увеличенію количества серебра и такимъ образомъ при процессѣ, обратномъ окисленію въ опытахъ Пуатвена“.

Въ свое время мнѣ самому пришлось наблюдать, что воспроизводимые цвѣта возникаютъ не сразу, но послѣ ряда переходныхъ ступеней. На 263 стр. моей выше цитированной работы о фотографіи, основанной на собственныхъ цвѣтахъ тѣль (Körperfarbenphotographie), я сообщалъ, что при освѣщеніи желтыми лучами прежде всего образуется красное вещество, которое лишь постепенно принимаетъ оранжево-желтую окраску, соответствующую цвѣту лучей. „Такимъ образомъ, желтое вещество, повидимому, образуется въ результатъ разложенія краснаго вещества“.

Если допустить, что дѣйствительно существуетъ такое синее вещество, которое, какъ предполагаетъ выше Липпо-Крамеръ, при освѣщеніи спектральными лучами большой длины волны переходитъ, благодаря постепенному окисленію, черезъ красный и желтый цвѣтъ къ бѣлому, то это вещество должно вѣрно воспроизводить синій, красный, желтый и бѣлый цвѣта. Въ самомъ дѣлѣ, въ тотъ моментъ, когда вещество принимаетъ окраску освѣщающихъ его лучей, его окисленіе, если и не вполне останавливается, то все же значительно задерживается въ виду того, что вещество лишь слабо поглощаетъ лучи одного съ нимъ цвѣта. Смѣшанные цвѣта, какъ, напримѣръ, зеленый, могли бы получиться, хотя, быть можетъ, и не столь удачно, благодаря тому, что часть вещества окислилась бы до перехода въ желтый цвѣтъ, а другая часть осталась бы синей; благодаря этому и могла бы возникнуть смѣшанная зеленая окраска. При достаточно продолжительномъ и интенсивномъ освѣщеніи окисленіе могло бы перейти далеко за предѣлы одинаковой съ лучами окраски и при случаѣ даже могло бы дойти до приобрѣтенія веществомъ бѣлаго цвѣта, поскольку при переходныхъ окраскахъ вещество поглощало бы хоть слѣды одинаково окрашенныхъ лучей. Но это обстоятельство никомъ образомъ не могло бы представить принципиальнаго затрудненія при примѣненіи такого вещества для цвѣтной фотографіи, если бы только возможно было одновременно наблюдать вѣрное для всѣхъ цвѣтовъ время освѣщенія.

Вѣдь и обыкновенная фотографія непримѣнима при слишкомъ сильномъ освѣщеніи, а нашъ глазъ при освѣщеніи однородными лучами мѣняющейся напряженности получаетъ впечатлѣніе, все болѣе приближающееся къ бѣлому цвѣту.

⁴²⁾ Vallot, см. Jahrb. für Photographie Eder, Bd. 10, стр. 499, 1896. Оригинальное сообщеніе, цитируемое по Jahrb. Eder'a: Moniteur de la Phot. стр. 318, 1895; затѣмъ Phot. Wochenblatt, стр. 417, 1895.

⁴³⁾ K. Worel, см. Eder Jahrbuch für Photographie Bd. 16, стр. 544. 1902. Оригинальное сообщеніе, согласно Jahrbuch Eder'a: Anzeigen der Wiener Kais. Akademie der Wissenschaften vom 13. März 1902.

⁴⁴⁾ R. Neuhauss, первое сообщеніе въ январской тетради „Photographische Rundschau“ за 1902 г. Дальнѣйшія сообщенія въ томъ же журналѣ за слѣдующіе годы, а также въ „Jahrbuch der Photographie“ Eder'a за 1902 и слѣд. годы.

⁴⁵⁾ Szcepanik, цитировано по Handbuch Eder'a; Phot. Korresp. 1902.

⁴⁶⁾ „Utopapier“ Смита, см. Smith und Merckens въ Цюрихѣ: „Ausbleichverfahren und direkte Farbenphotographie“, Eders Jahrbuch f. Photographie 1907, стр. 113. Англійскій патентъ 31 Янв. 1907 г., см. Eders Jahrbuch, 1908, стр. 240.

⁴⁷⁾ О томъ, что уже Р. Лизегангъ предлагалъ способъ обезцвѣчиванія, я узналъ, изучая литературу для Кельнскаго сообщенія; но лишь послѣ прочтенія рѣчи мнѣ удалось, благодаря любезности г. Эдера изъ Вѣны, приславшаго мнѣ нужный томъ, лично ознакомиться съ относящимся сюда мѣстомъ. Такъ какъ его не легко раздобыть и оно не длинно, то я приведу здѣсь цѣликомъ эту глубокомысленную замѣтку. Она помѣщена въ „Photographisches Archiv“, Eduard Liesegangs Verlag, Düsseldorf 1889, Nr. 633, стр. 328 подъ заглавіемъ „Photographisches Mosaik“ и гласитъ такъ:

„Теоретически наиболѣе правильнымъ методомъ геліохроміи является методъ, основанный на слѣдующемъ принципѣ. Какъ извѣстно, красящее вещество разлагается подъ вліяніемъ только тѣхъ лучей, которые оно само поглощаетъ, другими словами—при освѣщеніи лучами дополнительнаго цвѣта. Нѣкоторыя анилиновые краски очень быстро блѣднѣютъ (линяютъ)

на свѣту. Если смѣшать три основныхъ краски, красную, желтую и синюю, то получимъ черное вещество (т. е. въ случаѣ пигментовъ). Если такую черную смѣсь изъ весьма свѣточувствительныхъ анилиновыхъ красокъ нанести на бумагу и направить на нее цвѣтное изображеніе, то въ красныхъ лучахъ выцвѣтетъ зеленая часть смѣси, т. е. синяя и желтая, такъ что останется только красная. Въ синихъ лучахъ останется только синяя составная часть, въ зеленыхъ зеленая, и т. д. Конечно, краски должны довольно точно соответствовать цвѣтамъ спектра и быть одинаково чувствительными. Хотя полученіе такого изображенія потребовало бы на практикѣ слишкомъ продолжительнаго времени, однако возможно, что тотъ же результатъ можно получить и съ болѣе чувствительными веществами. Изображеніе изъ анилиновыхъ красокъ пришлось бы, разумѣется, прекращеніемъ доступа воздуху (фиксированіемъ и т. д.) предохранить отъ дальнѣйшаго вліянія свѣта“.

Въ этой замѣткѣ Лизегангъ предлагаетъ способъ выцвѣтания, какъ чистое построеніе, независимо отъ того или иного объясненія прежнихъ пріемовъ. Въ позднѣйшей замѣткѣ 1891 года (см. ниже 51-ое примѣчаніе) онъ, однако, примѣняетъ объяснительный принципъ и къ прежнимъ методамъ, но распространяетъ его безъ дальнѣйшихъ объясненій между прочимъ и на способъ Беккереля, что, конечно, легко понять безъ болѣе точнаго изслѣдованія.

Еще болѣе раннюю литературу приводитъ Fr. Limmer: „Eine Zusammenstellung der für das Farbenanpassungsverfahren wichtigen Literatur“, Phot. Korresp. März 1909, Nr. 582, а также въ замѣткѣ „Zur Geschichte des Verfahrens der Farbenanpassung“, Phot. Rundschau 1909, Heft 7. Какъ онъ указываетъ, уже Grothuss (Jahresverh. d. Kurländ. Ges. f. Lit. u. Kunst, Bd. 1, 1819 и Bd. 152 изъ „Ostwalds Klassikern“, herausgegeben von Luther u. v. Oettingen) высказалъ положеніе, „...что окрашенный свѣтъ стремится разрушить ту окраску освѣщаемыхъ имъ тѣлъ, которая противоположна его собственному цвѣту, и что онъ стремится сохранить окраску одинаковую или подобную его собственному цвѣту“.

⁴⁸⁾ Липманъ сообщилъ объ одномъ способѣ цвѣтной фотографіи, основанномъ на преломленіи свѣта, въ замѣткѣ: „Des divers principes sur lesquels on peut fonder la photographie directe

des couleurs. Photographie directe des couleurs fondée sur la dispersion prismatique“. *Comptes Rendus*, v. 143, стр. 270. 1906. Липманъ отбрасываетъ изображеніе предмета на мелкую рѣшетку, изображеніе которой съ помощью слабо преломляющей призмы получается на негативѣ. Призма разлагаетъ цвѣта въ спектръ, ширина котораго не должна превосходить ширины рѣшетки на изображеніи ея. При обращеніи хода лучей, позитивъ изображенія, будучи освѣщенъ сзади, даетъ цвѣтное изображеніе предмета на рѣшѣткѣ, полосы которой, при разсматриваніи съ достаточно большого разстоянія, исчезаютъ.

⁴⁹⁾ Вудъ (Wood) копируетъ три негатива трехцвѣтной съемки черезъ три соотвѣтствующія рѣшетки въ видѣ сѣтки непосредственно рядомъ другъ съ другомъ на пластинкѣ изъ хромированной желатины, которую онъ разсматриваетъ или проектируетъ въ такомъ направленіи, въ которомъ три употребленныя сѣтки отклоняютъ три основные цвѣта. R. W. Wood: An application of the diffraction-grating to colour-photography, *Phil. Mag.* Bd. 47, (5 Ser.), стр. 368, 1899; *Eders Jahrbuch*, Bd. 19, стр. 213, 1905. См. также Donath (въ „перечень“ № 12), стр. 125.

⁵⁰⁾ Пластинки слюды и гипса подходящей толщины, будучи помѣщены между перекрещенными николями, даютъ цвѣта большой насыщенности. Ихъ можно было бы примѣнить къ способу рѣшетокъ или къ аддитивному приему, подобному хромоскопу Айвса. Комбинируя съ цвѣтными стеклами, можно съ помощью такого расположенія построить свѣтофильтры для сколь угодно узкихъ областей спектра. Можно было бы этимъ же способомъ получить фильтры для аппарата съ четырьмя цвѣтами. См. 11 примѣчаніе.

⁵¹⁾ Сходныя мысли я нашель въ послѣдствіи въ замѣткѣ R. Ed. Liesegang'a, озаглавленной „*Heliochromie und Farbenempfindung*“. Она помѣщена въ „*Photographischer Almanach*“ за 1891 годъ, стр. 22, Düsseldorf, Ed. Liesegang's Verlag и гласитъ такъ:

„Существуютъ двѣ различныя теоріи воспріятія цвѣтовъ человѣческимъ глазомъ. Согласно одной изъ нихъ, предложенной Йонгомъ и Гельмгольцемъ, сѣтчатка содержитъ три рода нервныхъ волоконъ, каждый изъ которыхъ чувствителенъ лишь къ одному основному цвѣту, такъ что раздраженіе волоконъ перваго рода вызываетъ ощущеніе краснаго, раздраженіе волоконъ втораго рода—

зеленаго, третьяго—фіолетоваго. Другая теорія принадлежит Герингу. Онъ допускаетъ существованіе только одного рода нервныхъ волоконъ (смотри объ этомъ подробнѣе въ текстѣ моей рѣчи стр. 11 и 12), вещество которыхъ подъ вліяніемъ однихъ лучей окисляется, подъ вліяніемъ другихъ возстановливается.

Задача фотографированія въ естественныхъ цвѣтахъ имѣетъ двѣ формы, соотвѣтственно этимъ двумъ теоріямъ воспріятія цвѣтовъ.

Теоріи Геринга соотвѣтствуетъ гелиохромія въ узкомъ смыслѣ слова, въ томъ видѣ, въ какомъ она разработана Niepce de St. Victor'омъ, Беккерелемъ и др. Она основана на томъ, что на чувствительный слой (до сихъ поръ употребляли серебряныя соли) различные лучи вліяютъ различнымъ образомъ. Возникающія при этомъ соединенія имѣютъ иногда цвѣтъ падающихъ на нихъ лучей. Способъ цвѣтной фотографіи, соотвѣтствующій теоріи Йонга — Гельмгольца впервые былъ предложенъ Дюко дю Горономъ.

Этотъ способъ—его можно было бы назвать цвѣтной фототипіей—состоитъ въ томъ, что получаемое съ помощью линзъ изображеніе воспринимается послѣдовательно тремя различными негативами, изъ которыхъ каждый чувствителенъ только къ одному основному цвѣту. По этимъ негативамъ готовятся фототипныя клише; послѣднія, въ соотвѣтствующихъ краскахъ, отпечатываютъ, одно поверхъ другого, на бумагѣ.

Надъ обоими способами въ послѣднее время много работали. Верессу (Veress) удалось до нѣкоторой степени фиксировать гелиохромію (въ узкомъ смыслѣ слова), что побудило многихъ другихъ изслѣдователей къ дальнѣйшимъ попыткамъ.

Цвѣтная фототипія, повидимому, нѣсколько усовершенствована въ послѣднее время Бириштадтомъ (Bierstadt).

Употребляемый имъ четвертый негативъ для передачи нейтральнаго тона (что, впрочемъ, уже задолго до него примѣняли Höschi, Löwy и др.) соотвѣтствуетъ такъ называемымъ палочкамъ сѣтчатки, которыя служатъ только для количественнаго различія свѣта.

Способъ, занимающій промежуточное положеніе, далъ я нѣсколько времени тому назадъ (Phot. Archiv 1889, p. 328). Послѣдній основанъ на томъ, что краска выцвѣтаетъ только отъ такого свѣта, который она поглощаетъ. Нанесемъ на бумагу смѣсь изъ трехъ весьма свѣточувствительныхъ анилиновыхъ или подобныхъ красокъ,

по возможности лучше соответствующих основнымъ цвѣтамъ. Эта смѣсь будетъ чернаго цвѣта. Если на нее направить изображеніе, даваемое объективомъ, то въ красныхъ лучахъ побѣлѣтъ зеленая составная часть смѣси, т. е. синяя и желтая краска, такъ что неизмѣнной останется только красная краска. Такимъ же образомъ возникнутъ и другіе цвѣта. Въ кислородѣ процессъ идетъ быстрѣе. Можетъ быть, изображенія могутъ быть проявлены благодаря тому, что окисляющая среда сильнѣе дѣйствуетъ на части, уже нѣсколько окисленные дѣйствіемъ свѣта, чѣмъ на прочія части.

Если разсматривать слой, какъ смѣсь элементовъ, каждый родъ которыхъ чувствителенъ только по отношенію къ опредѣленнымъ лучамъ, то получается процессъ, весьма точно соответствующій теоріи цвѣтовыхъ ощущений Йонга — Гельмгольца. Онъ согласуется съ этой теоріей даже лучше, чѣмъ цвѣтная фототипія, такъ какъ воспроизведеніе трехъ цвѣтовъ происходитъ одновременно.— Если же смотрѣть на слой не какъ на смѣсь, то онъ, подобно полу-хлористому серебру, оказывается веществомъ, неодинаково чувствительнымъ по отношенію къ различнымъ лучамъ, представляя, такимъ образомъ, способъ, относящійся къ гелиохроміи въ собственномъ смыслѣ.

⁵²⁾ Zenker, „Versuch einer Theorie der Farbenperception“, Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max Schultze Bd. 3, стр. 248, 1867. Теорія изложена не вполне ясно. Я понялъ ее въ томъ смыслѣ, что воспринимающимъ элементамъ сѣтчатки приписывается способность распознавать, если не форму, то, по крайней мѣрѣ, число отрѣзковъ возникающихъ въ нихъ стоячихъ свѣтовыхъ волнъ. Къ сожалѣнію, измѣренія Ценкеромъ структуры пластиночекъ относятся какъ разъ къ палочкамъ (Stäbchen), которымъ теперь приписываютъ лишь воспріятіе яркости, а не цвѣтовъ; поэтому относящіяся сюда разсужденія Ценкера не могли имѣть значенія.

⁵³⁾ E. Raehlmann, „Eine neue Theorie der Farbenempfindung auf anatomisch-physikalischer Grundlage“, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 112, стр. 172, 1906; Zeitschrift für Augenheilkunde, Bd. 16, стр. 448, 1906; Wiener Medizinische Wochenschrift 1907; Рэلمانъ предполагаетъ „перемѣщеніе частей вещества внутренняго члена“ колбочекъ „такого рода, что образующіеся реакціонные

сегменты въ точности соотвѣтствуютъ длинамъ волны дѣйствующаго раздражающаго свѣта“ (стр. 452 послѣдней статьи), укладываясь такимъ образомъ въ отрѣзки стоячихъ волнъ.

⁵⁴⁾ Изъ этихъ же соображеній я нахожу, что и „теорія ступеней“ (Stufentheorie) Вундта противорѣчитъ фактамъ смѣшенія цвѣтовъ. (Grundzüge der physiologischen Psychologie, 5. Aufl., Bd. 2, стр. 240 и сл. Leipzig, Verl. von W. Engelmann 1902). Вундтъ говоритъ на стр. 243: „Хроматическое движеніе представляетъ собой многообразный фотохимическій процессъ, постепенно измѣняющійся, вмѣстѣ съ измѣненіемъ длины волны, являясь почти періодической функцией этой послѣдней, причемъ наиболѣе различающіяся длины волнъ дѣйствуютъ сходнымъ образомъ, а дѣйствія извѣстныхъ промежуточныхъ по длинѣ волнъ взаимно противоположны, такъ что онѣ, подобно противоположнымъ фазамъ колебательнаго движенія, могутъ вполнѣ компенсировать другъ друга“. Если принять существованіе *n* взаимно-независимыхъ элементарныхъ движеній, то придемъ къ чувству цвѣта объ *n* измѣреніяхъ или съ *n* независимыми переменными, тогда какъ опытъ обнаруживаетъ ихъ только три. Если *n* раздраженій не оказываются взаимно независимыми, но сводятся къ тремъ, то нѣтъ больше элементарныхъ раздраженій и тогда теорія практически сводится къ теоріи Геринга.

⁵⁵⁾ Rudolf Dittler, „Über die Zapfenkontraktion der isolierten Froschnetzhaut“, Pflügers Archiv für d. ges. Physiol. Bd. 117, стр. 448, 1907.

⁵⁶⁾ Ср., напримѣръ, Richard Hesse, „Das Sehen der niederen Tiere“ (расширенная обработка доклада, читаннаго на 79 съѣздѣ нѣмецкихъ естествоиспытателей и врачей въ Дрезденѣ 1907 г.), Verl. von G. Fischer, Jena, 1908, стр. 9.

⁵⁷⁾ Тамъ же, стр. 7. Кромѣ того: Theodor Beer, „Über primitive Sehorgane“, nach einem am 22 Mai 1900 gehaltenen Vortrag; Wiener Klinische Wochenschrift, 1901, стр. 13 и 46.

⁵⁸⁾ Albert Dahms, „Beiträge zur Kenntnis von den Erscheinungen der Phosphoreszenz“. Habilitationsschrift, Leipzig, Druck von Oskar Leiner, 1903. Ann. d. Phys. 13, стр. 425, 1904.

⁵⁹⁾ Hans Stobbe, „Phototropieerscheinungen bei Fulgiden und anderen Stoffen“, Liebigs Ann. d. Chemie, Bd. 359, стр. 1. 1908.

⁶⁰⁾ Ср. мою работу, цитированную въ 38 примѣч., стр. 267

⁶¹⁾ Edward B. Poulton, „Further experiments upon the colour-relation between certain lepidopterous larvae, pupae, cocoons, and imagines and their surroundings“; Transactions of the entomological Society of London 1892, стр. 293 по 487; сюда относится въ особенности стр. 317; къ этому мѣсту см. Taf. XIV, Fig. 1 и 2. См. далѣе Poulton, „The colours of animals“, London, Kegan Paul, Trench, Trübner and Co. 1890, 2 Aufl. (The international scientific series, Bd. 68). Дальнѣйшую литературу см. у P. Bachmetjew, „Experimentelle entomologische Studien“, Bd. 2, Sophia, Staatsdruckerei 1907.

⁶²⁾ E. B. Poulton, „An enquiry into the cause and extent of a special colour-relation between certain exposed Lepidopterous pupae and the surfaces, which immediately surround them; Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Bd. 178, 1887, II. стр. 311—441; сюда въ особенности относятся стр. 409 и 410. Taf. XXVI, Fig. 24—30 и 32—41. — По Standfuss, „Handbuch der paläarktischen Gross-Schmetterlinge“ (Jena, G. Fischer, стр. 173, 1896) въ извѣстныхъ случаяхъ можетъ оказывать вліяніе, на ряду съ окраской, и температура окружающей среды.

⁶³⁾ Poulton помѣстилъ переднюю и заднюю часть гусеницы въ различную среду и получилъ при этомъ на всемъ тѣлѣ одинаковую, среднюю окраску (Phil. Trans. 178, стр. 373, 1887; Colours of animals, стр. 131, Trans. ent. Soc. стр. 420 и 446, 1892). Съ другой стороны, имѣются наблюденія, по которымъ передняя и задняя сторона получаютъ различныя окраски. Повидимому, еще окончательно не выяснено, является ли возможнымъ различное окрашивание какъ разъ въ томъ случаѣ, если граница освѣщенныхъ частей расположена параллельно направленію нервовъ и сосудовъ, и оказывается ли оно невозможнымъ при поперечномъ къ нимъ расположеніи этой границы.

⁶⁴⁾ M. Standfuss: Die Beziehungen zwischen Färbung und Lebensgewohnheit bei den paläarktischen Grossschmetterlingen“, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 39., стр. 85, 1894.—Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge, Jena, G. Fischer, 1896, стр. 341 и 342. „Der Einfluss der Umgebung auf die äussere Erscheinung der Insekten“. „Insekten - Börse“, Bd. 21, 1904.

Есть основанія думать, что у бабочекъ, поскольку вообще имѣетъ мѣсто аналогія съ фотографированіемъ посредствомъ соб-

ственныхъ цвѣтовъ тѣлѣ, фізіологическіе процессы и внутреннее строеніе играютъ еще большую роль, чѣмъ у куколокъ и гусеницъ, такъ что цвѣтъ окружающей среды вмѣстѣ съ указанными обстоятельствами опредѣляютъ окраску крыльевъ сложнымъ, мѣняющимся отъ одного вида къ другому, образомъ.

⁶⁵⁾ M. Standfuss: Handbuch, I. с. стр. 342 и 343. Далѣе: „Zur Frage der Gestaltung und Vererbung auf Grund achtundzwanzig-jähriger Experimente“; nach dem Vortrage in der Züricher Naturforschenden Gesellschaft am 13. Januar 1902; „Insekten - Börse“ 1902.

⁶⁶⁾ August Weismann: „Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung“. Jena, Verl. von G. Fischer 1892. Одно изъ главныхъ соображеній, заставляющихъ Вейсмана отвергать унаслѣдованіе приобрѣтенныхъ свойствъ, заключается въ томъ, что во всякомъ случаѣ лишь тогда можно ожидать отъ одного только естественнаго подбора значительныхъ приспособленій, когда исключена возможность унаслѣдованія приобрѣтенныхъ свойствъ. (A. Weismann: „Die Allmacht der Naturzüchtung“, Jena, G. Fischer, 1893, стр. 14 и сл.).

Это должно имѣть мѣсто въ государствахъ насѣкомыхъ, какъ напримѣръ у муравьевъ, у которыхъ отъ половыхъ животныхъ происходятъ различные работники и солдаты съ особенно сильными челюстями, которые сами безплодны, или какъ у пчелъ, у безплодныхъ работницъ которыхъ развились особыя корзиночки для переноса, какихъ нѣтъ у трутней и матокъ, предназначенныхъ исключительно для размноженія. (См., напримѣръ, также J. W. Sprengel „Was uns die Bienen über Vererbung lehren“, Deutsche Revue 1902).

Съ другой стороны Herbert Spencer („A rejoinder to Professor Weismann“, the contemporary review Bd. 64, стр. 893, 1893), Emery („Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen“, Biologisches Zentralblatt Bd. 14, стр. 53, 1894) и Oscar Hertwig (Zeit- und Streitfragen der Biologie, Jena, G. Fischer, стр. 124 и сл., 1894) указывали на то, что подобно тому, какъ характеръ питанія рѣшаетъ вопросъ о томъ, будетъ ли пчела работницей или маткой, питаніе можетъ оказаться рѣшающимъ обстоятельствомъ для дальнѣйшаго различія формъ (Emerys Nahrungspolymorphismus)

Можно было бы предположить, что различныя формы создались уже въ зародышѣ у досоціальныхъ предковъ и лишь позднѣе развились подъ вліяніемъ разнообразнаго питанія (Спенсеръ).

Но можно также, подобно тому, какъ это сдѣлано дальше въ текстѣ, предположить, что на зародышевую плазму оказываютъ вліяніе извѣстныя вещества, обращающіяся въ крови, что такимъ же образомъ, напримѣръ, пчелы—работницы вліяютъ, посредствомъ доставляемой ими и въ извѣстной степени инфицированной пищи, на зародышевую плазму питаемыхъ ими личинокъ матокъ. Во всякомъ случаѣ нельзя говорить о невозможности такого рода зависимостей, на которыхъ можно было бы построить логическія заключенія такой значительности, какъ это сдѣлано Вейсманомъ.

⁶⁷⁾ См. напр. Herbert Spencer: „The Inadequacy of „Natural Selection“. Contemporary Review Bd. 63, 1893, стр. 153 и 439; „Professor Weismanns Theories“, а postscript, тамъ-же стр. 743. Сюда же относятся: A. Weismann: „The All-Sufficiency of Natural Selection. A Reply to Herbert Spencer“, тамъ-же Bd. 64, 1893, стр. 309 и 596; по нѣмецки въ „Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer“, Jena, Verlag von G. Fischer 1893. Далѣе Herbert Spencer: „A rejoinder to Professor Weismann“, тамъ-же Bd. 64, стр. 893; „Weismannism once more“, тамъ-же. Bd. 66, стр. 592, 1894. На это отвѣтъ Вейсмана: „Heredity once more“, тамъ-же Bd. 68, стр. 420, 1895; по нѣмецки подъ заглавіемъ: „Neue Gedanken zur Vererbungstheorie. Eine Antwort an Herbert Spencer“, Jena, G. Fischer 1895; наконецъ: Herbert Spencer: „Heredity once more. A letter to the editor“, тамъ же Bd. 68, стр. 608, 1895. Далѣе Oskar Hertwig: „Zeit- und Streitfragen der Biologie“ Heft 1, Jena, G. Fischer 1894.

О дальнѣйшихъ случаяхъ, дѣлающихъ вѣроятнымъ унаслѣдованіе приобрѣтенныхъ свойствъ, и изслѣдованія этого вопроса см. въ слѣд. работахъ:

Pfeffer Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., 2. Bd., стр. 240 и сл. Verl. von W. Engelmann, Leipzig 1904.

Richard von Wettstein: „Über directe Anpassung, Vortrag geh. in d. Sitzung d. K. Akad. d. Wiss. in Wien am 28. Mai 1902.

Eimer: „Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererbung erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen des organischen Wachstums“, 2 Bde., Verl. von W. Engelmann, Leipzig 1887 и 1897.

Max Kassowitz: „Allgemeine Biologie“ 2. Bd., въ особенности главы 26—32, Verl. von Moritz Perles, Wien 1899.

Ludwig Plate: Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung“, 3 Aufl., въ особенности гл. IV, I. A. Verl von W. Engelmann, Leipzig 1908.

⁶⁸⁾ Это мѣсто въ рѣчи гласило такъ (см. Verhandl. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1. Teil., стр. 135, 1908): „и быть можетъ въ этомъ видѣ еще не было отмѣчено“. Лишь послѣ моего возвращенія изъ Кельна мой лейпцигскій коллега zur Strassen обратилъ мое вниманіе на рѣчь Гачека (Hatschek) въ Меранѣ, которую послѣдній былъ любезенъ прислать мнѣ потомъ вмѣстѣ съ другими статьями, и на дальнѣйшую приводимую ниже литературу, которая до тѣхъ поръ была мнѣ неизвѣстна.

По словамъ Plate („Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung“, Verl. von W. Engelmann, Leipzig, 3. Aufl., стр. 332, 1908) Semon (1904) и Rignano („Über die Vererbung erworbener Eigenschaften. Hypothese einer Zentroepigenese, Leipzig, Verl. von W. Engelmann 1907; тамъ же разбираются и другія теоріи, касающіяся унаслѣдованія приобрѣтенныхъ качествъ) предполагали „нервные возбужденія“ для объясненія передачи измѣненій клѣточекъ тѣла на зародышевыя клѣтки, Геккель (Häckel) предполагалъ въ 1876 г. „въ своей „Perigenesistheorie“ особыя формы движенія“, Hering и Tornier (1896) указывали на возможность того, что эту передачу осуществляютъ нервы. „Другіе изслѣдователи (O. Hertwig, Kassowitz, Rabl [1904], Hatschek [1905, 1907]) предполагаютъ, что кровь или вообще тѣлесные соки переносятъ къ зародышевымъ клѣткамъ тѣ химическія вещества, которыя образуются въ тѣлѣ параллельно его измѣненіямъ, и тѣмъ вызываютъ въ зародышевой плазмѣ „однозначная“ измѣненія“.

Эти послѣдніе авторы ближе стоятъ къ нашимъ взглядамъ, и потому я позволю себѣ привести по нѣскольку особенно характерныхъ фразъ каждаго изъ нихъ.

Oscar Hertwig говоритъ въ своемъ учебникѣ „Die Zelle und die Gewebe“ (2 Buch, стр. 243, Verl. von G. Fischer, Jena 1898; во второмъ изданіи подъ заглавіемъ „Algemeine Biologie“ стр. 578, 1906):

„Нашъ взглядъ можно, поэтому, выразить въ видѣ такого тезиса: Измѣненія, происходяшія въ общемъ состояніи организма вслѣдствіе измѣненія той или дру-

гой его функціи во время жизни индивидуума, вызываютъ, въ случаѣ, если они продолжительны, измѣненія и въ отдѣльныхъ клѣткахъ организма, въ особенности же въ той субстанціи, которую мы называли носительницей видовыхъ признаковъ. Такимъ путемъ состоянія сложнаго организма превращаются въ видовыя признаки клѣтокъ, въ другую матеріальную систему. Количество наслѣдственныхъ признаковъ обогащается новымъ членомъ, новымъ предрасположеніемъ, которое при развитіи ближайшаго поколѣнія снова проявляется. Вновь возникающій индивидъ воспроизводитъ въ большей или меньшей степени уже „изъ зародыша“ или по внутреннимъ причинамъ тѣ качества, которыя его родители приобрѣли во время своей индивидуальной жизни въ общеніи съ внѣшнимъ міромъ“.

Подобнымъ же образомъ выражается Kassowitz въ своей „Allgemeine Biologie“ 2. Bd. Vererbung und Entwicklung (Verl. von Moritz Perles, Wien 1899) на стр. 195:

„Если унаслѣдованіе представляетъ химическій процессъ и если имѣетъ мѣсто унаслѣдованіе приобретенныхъ свойствъ, въ чемъ предшествующее не позволяетъ сомнѣваться, то и это унаслѣдованіе можетъ осуществляться только химическимъ путемъ и находящій здѣсь свое примѣненіе принципъ врядъ ли можетъ быть инымъ, чѣмъ тотъ, который мы только что развили, а именно: составъ молекулъ протоплазмы въ тѣлѣ измѣняется подъ внѣшними вліяніями особеннымъ образомъ, затѣмъ возникающія изъ соединеній этихъ молекулъ протоплазмы при своемъ функціональномъ или связанномъ съ ростомъ распадѣ тоже даютъ соотвѣтственно измѣненные обломки, поэтому и зародышевая плазма, строящая свои молекулы изъ этихъ обломковъ, сама должна получить соотвѣтственно измѣненныя химическія свойства, а вмѣстѣ съ тѣмъ и соотвѣтственно измѣненную формационную способность“.

Karl Rabl говорить въ примѣчаніи къ своей ректорской рѣчи „Über die züchtende Wirkung funktioneller Reize“, Verl. von W. Engelmann, Leipzig, 1904, стр. 41 и 42:

„Перенесеніе новаго свойства врядъ ли можетъ, согласно настоящему состоянію нашихъ знаній, осуществляться иначе, какъ посредствомъ крови или—у низшихъ формъ—гемолимфы или, если предпочтительно еще болѣе общее выраженіе, посредствомъ тѣлесныхъ соковъ. Но есть основаніе думать, что всѣ органы, исполняя свои функціи, измѣняютъ въ нѣкоторой, хотя бы и очень незначительной степени, составъ крови. Этому учать явленія, возникающія послѣ полного удаленія щитовидныхъ железъ, явленія, слѣдующія за кастраціей, явленія, сопровождающія заболѣванія блуждающихъ почекъ, и многіе другіе факты.

Если какой нибудь органъ усиленно функціонируетъ въ теченіе нѣсколькихъ поколѣній, то питаніе зародышевыхъ клѣтокъ происходитъ нѣсколько иначе, чѣмъ раньше. Можно сказать, что благодаря функціонирующимъ органамъ измѣняется химическій составъ крови, и это измѣненіе дѣйствуетъ, въ свою очередь, измѣняющимъ образомъ на качества зародышевой клѣтки. Врядъ ли можно думать, что благодаря этому образуются новыя качества зародышевой клѣтки, и еще менѣе вѣроятно, чтобы эти новыя качества въ любомъ мѣстѣ приводили въ прочное соединеніе прежнихъ свойствъ, скорѣе можно предполагать, что измѣненіе крови будетъ дѣйствовать измѣняющимъ или усиливающимъ образомъ только на уже имѣющіяся свойства зародышевыхъ клѣтокъ, а именно только на тѣ свойства, которыя въ извѣстной степени уже къ этому настроены.

Если затѣмъ изъ зародышевой клѣтки развивается новый организмъ, то въ немъ окажутся измѣненными или укрѣпленными какъ разъ только тѣ органы, которые образовались благодаря измѣненнымъ или усиленнымъ свойствамъ плазмы зародышевой клѣтки“.

Теорія Гачека изложена въ его рѣчи на 77 сѣздѣ естествоиспытателей въ Меранѣ 29 Сентября 1905 года (Verl. von W. Engelmann, Leipzig 1905; краткое резюмэ имѣется въ Verh. d. Ges. D. Nat. и Ärzte; 2. Teil, стр. 245, 1906), далѣе подъ заглавіемъ „Die Generatültheorie, Grundideen meiner Vererbungshypothese und

deren Kritik durch Plate“ въ *Biolog. Zentralblatt* Bd. 27, стр. 311, 1907 и наконецъ подъ заглавiемъ „Beantwortung der theoretischen Einwände Plates gegen meine Vererbungstheorie“ тамъ-же Bd. 28, стр. 306, 1908.

Гачекъ различаетъ два вида молекулъ, молекулы роста или „генератулы“ и рабочія молекулы или „эргатулы“. Всякое функциональное раздраженіе дѣйствуетъ сперва на эргатулы, которыя отвѣчаютъ на него со сверхкомпенсацией и выделяютъ при этомъ особые вещества — „эргатины“; послѣдніе одновременно дѣйствуютъ на генератулы тѣхъ же клѣтокъ и на того же вида генератулы зародышевыхъ клѣтокъ. Эти эргатины обладаютъ специфическимъ характеромъ, подобнымъ тому, какой обнаруживаютъ токсины по отношенію къ антитоксинамъ. „Въ связи съ этимъ свойствомъ находится то обстоятельство, что они одновременно переносятся въ крови, не вліяя другъ на друга, такъ какъ они дѣйствуютъ только на опредѣленные вещества (именно на тѣ, которыя вызвали ихъ появленіе), къ которымъ ихъ химизмъ долженъ подходить, какъ ключъ къ замку“ (изъ послѣдней цитированной работы, стр. 316).

Наконецъ я бы хотѣлъ указать на то, что самъ Эрлихъ (Ehrlich), работы котораго особенно содѣйствовали болѣе подробной разработкѣ такихъ гипотезъ, имѣлъ въ виду примѣненіе своихъ результатовъ къ теоріямъ наслѣдственности.

Его работы собраны въ: „Gesammelte Arbeiten zur Immunitätsforschung, herausgegeben von Prof. P. Ehrlich“ Verl. von A. Hirschwald, Berlin 1904. Очень подробный обзоръ составилъ Ludwig Aschoff: „Ehrlichs Seitenkettentheorie und ihre Anwendung auf die künstlichen Immunisierungsprozesse“, in *Verworn's Zeitschrift für allgemeine Physiologie* стр. 69 общихъ рефератовъ 1902. Наконецъ, самъ Эрлихъ далъ обзоръ своихъ работъ и стремленій въ нобелевской рѣчи „Über die Partialfunktion der Zelle“, прочитанной 11 Дек. 1908 г. въ Стокгольмѣ (опубликована въ „Münchener medizinische Wochenschrift“ № 5, 1909).

Указаніе Эрлиха на примѣненіе его теоріи къ явленіямъ наслѣдственности находится въ послѣдней названной книгѣ на VII и VIII страницахъ. Вотъ оно:

„Я увѣренъ, что значеніе моей теоріи выходитъ далеко за предѣлы чистаго изслѣдованія иммунитета и что она можетъ оказаться весьма полезной для пониманія процессовъ жизни и для знанія управляющихъ всею жизнью интрацеллюлярныхъ процессовъ обмѣна веществъ въ ихъ главныхъ фазахъ ассимиляціи и дезассимиляціи. Обнаруженіе того факта, что вещества, искусственно полученные путемъ иммунизации, представляютъ не что иное, какъ средства нормальной жизни клѣтокъ, которыя мы можемъ равнымъ образомъ освободить посредствомъ процесса иммунизации изъ мѣста ихъ образованія, чтобы изслѣдовать ихъ въ изолированномъ видѣ,—открываетъ совершенно новые пути для изученія жизненныхъ процессовъ, которое, помимо фізіологіи и патологіи обмѣна веществъ, обнимаетъ еще и другія важныя проблемы фізіологіи, каковы секречія и унаслѣдованіе“.

⁶⁹⁾ И это выраженіе я употреблялъ, не подозревая, что оно играло уже большую роль у Эмиля Фишера, Эрлиха и Гачека (см. предыдущее примѣчаніе). У Эрлиха, напримѣръ, оно встрѣчается въ цитированной выше нобелевской рѣчи (стр. 3 отдѣльнаго оттиска) и гласитъ такъ: „Такъ какъ отношенія между токсиномъ и его антитоксиномъ имѣютъ строго опредѣленный характеръ—такъ антитоксинъ столбняка нейтрализуетъ исключительно тетановый ядъ, сыворотка змѣй только змѣиный ядъ, чтобы привести только нѣкоторые изъ сотенъ примѣровъ,—то должно принять, что между этими антиподами наступаетъ химическая связь, которая въ виду ея строгой специфичности легче всего можетъ быть объяснена существованіемъ двухъ группъ опредѣленной конфигураціи,—группъ, относящихся другъ къ другу, какъ „ключъ къ замку“ — по образному выраженію Эмиля Фишера“.

Я думаю, что это выраженіе означаетъ не одно только поверхностное сравненіе. По новѣйшимъ воззрѣніямъ физиковъ атомы всякой молекулы связаны другъ съ другомъ электрическими и быть можетъ магнитными силами. Процессъ кристаллизаціи, о которомъ идетъ рѣчь въ текстѣ, осуществляется вѣроятно благодаря тому, что молекулы одновременно являются ключемъ и замкомъ и въ этомъ смыслѣ одинаково ориентированы другъ относительно друга. Сколько имѣется различнаго рода молекулъ, столько же различнаго рода силовыхъ полей и различнаго вида ключей и замковъ. Благо-

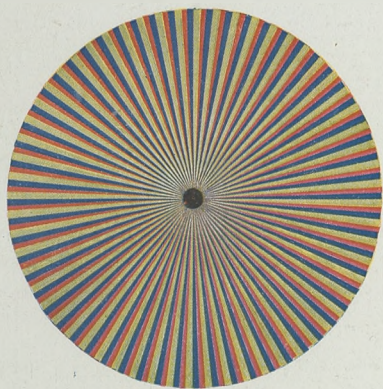
даря этому становится непосредственно понятнымъ, почему кристаллы образуются только изъ своего собственнаго или по крайней мѣрѣ схожаго маточнаго разсола. Но чѣмъ болѣе разнообразна молекула, тѣмъ съ большимъ основаніемъ можно разсматривать молекулу, какъ большой комплексъ изъ цѣлого ряда замковъ и ключей, такъ что связь можетъ имѣть мѣсто и тогда, когда не вся форма, а только части полной формы двухъ различныхъ молекулъ подходятъ другъ къ другу. Этотъ случай вѣроятно имѣетъ мѣсто по отношенію къ жидкимъ кристалламъ Лемана (Lehmann), многообразіе проявленій которыхъ близко подходитъ къ многообразію біологическихъ процессовъ (сравни О. Lehmann „Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens, Vortr. geh. auf d. 78. Vers. D. Naturf. u. Ärzte; Leipzig, Verl. von J. A. Barth, 1906 *).

Такимъ образомъ здѣсь и при упоминаніи о кристаллахъ въ текстѣ я имѣлъ въ виду пространственное приспособленіе, тогда какъ приспособленіе во времени, поскольку оно не связано съ пространственнымъ, быть можетъ играетъ меньшую роль.

⁷⁰⁾ E. König, см. „перечень“ № 15, стр. 60.

⁷¹⁾ E. Mach, „Erkenntnis und Irrtum, Skizzen zur Psychologie der Forschung“, стр. 58, Verl. von J. A. Barth, Leipzig 1905.

*) Есть русскій переводъ: О. Леманъ. Жидкіе кристаллы и теоріи жизни. Одесса 1908 г. Изд. Матезисъ.



1.

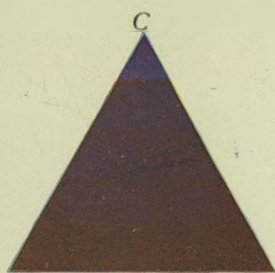


6.

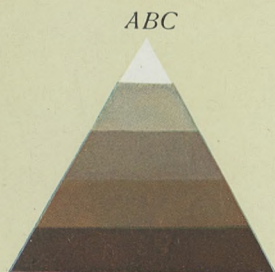
3. →



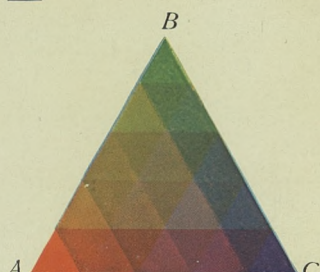
← 7.



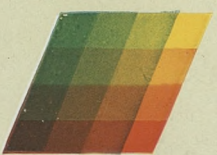
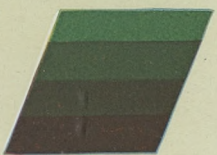
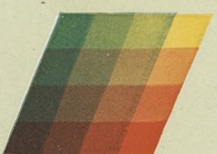
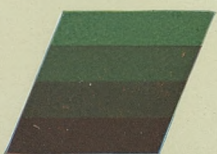
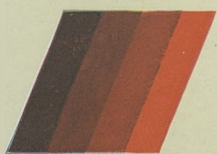
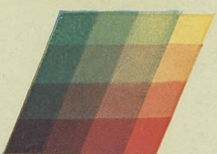
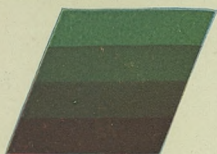
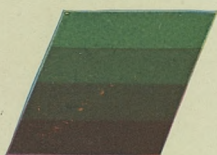
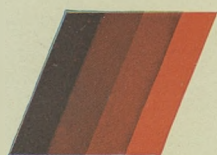
4a.



4b.



4c.



5a.

5b.



1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.



12.

13.



11.



2.

1.

4.

5.

3.



7.



6.



12.

Объясненіе таблицъ.

Табл. I, рис. 1. См. стр. 3 рѣчи. Оригиналѣмъ для этого рисунка служилъ цвѣтной дискъ изъ раскрашенныхъ бумажекъ. Др. Дитлеръ (Dittler) былъ любезенъ такъ подобрать три сорта бумаги — красную, зеленую и синюю, — что онѣ, будучи расположены на вращающемся дискѣ въ видѣ секторовъ въ 120^0 каждый, давали нейтральный сѣрый цвѣтъ. Съ оригинала была снята трехцвѣтная фотографія и затѣмъ сдѣланъ отпечатокъ черезъ рѣшетку тремя основными красками — желтой, голубой и пурпуровой — рисунокъ 3 и 7.

Табл. I, рис. 3. См. стр. 8 рѣчи. Здѣсь основными цвѣтами служили цвѣта маленькихъ внутреннихъ круговыхъ треугольниковъ — желтый, голубой и пурпуровый; ихъ наложеніе по два дало большіе внѣшніе круговые треугольники.

Табл. I, рис. 6. См. стр. 12 рѣчи. Оригиналѣмъ для этого рисунка служилъ, съ любезнаго разрѣшенія автора, цвѣтной кругъ изъ „Lehre vom Lichtsinn“ Геринга (цитировано въ 3 примѣчаніи). Основными цвѣтами при печатаніи въ три краски служили желтая, голубая и пурпуровая краска, отпечатанныя безъ рѣшетки на двухъ боковыхъ и одномъ нижнемъ неполныхъ секторахъ. Ясно, что воспроизведеніе всей верхней половины цвѣтного круга посредствомъ только двухъ красокъ не могло дать особенно хорошихъ результатовъ. Къ тому же голубая краска —, находящаяся противъ желтой, — содержитъ немного зеленого цвѣта; далѣе неудачно вышла оранжевая краска между красной и желтой, другіе переходы тоже не достаточно чисты и не представляютъ правильныхъ ступеней.

Табл. I, рис. 7. См. стр. 16 рѣчи. Этотъ рисунокъ полученъ простымъ отпечатаніемъ, одинъ поверхъ другого, трехъ круговъ желтой, голубой и пурпуровой краской внѣшнихъ круговыхъ треугольниковъ.

Табл. II, рис. 4 и 5. См. стр. 8 и 9 рѣчи. Въ качествѣ оригиналовъ для этихъ рисунковъ служили фигуры, изготовленныя фирмой Цейсса, изъ бѣлыхъ, сѣрыхъ и черныхъ полосокъ. Чтобы обезпечить одинаковыя отношенія яркости сосѣднихъ полей, Леманъ былъ любезенъ подобрать образчики сѣрыхъ бумагъ на основаніи фотометрическихъ измѣреній. По этимъ фигурамъ фирмой Dr. Trenkler & Co. были приготовлены негативы, съ которыхъ въ свою очередь были получены позитивы на целлоидинной бумагѣ. Съ этихъ позитивовъ были сдѣланы снимки черезъ рѣшетку. Основными цвѣтами при печатаніи служили цвѣта рис. 3, табл. I. Такъ, напримѣръ, красныя части рис. 4а и рис. 5а получены наложеніемъ другъ на друга равномѣрнаго слоя желтой и пурпуровой краски и отпечатаніемъ поверхъ нихъ еще голубой краски, въ видѣ полосокъ постепенно мѣняющейся яркости. Подобнымъ же образомъ получены зеленныя и синія части тѣхъ же рисунковъ. Рис. 4b полученъ наложеніемъ трехъ одинаково расположенныхъ отпечатковъ съ мѣняющейся скачками яркостью; рис. 4с полученъ при соотвѣтственномъ поворотѣ треугольниковъ. Рис. 5b полученъ отпечатаніемъ, одинъ поверхъ другого, трехъ оттисковъ съ мѣняющеюся яркостью — желтаго, пурпуроваго и голубого. Синія части рис. 4а и 5а вышли нѣсколько темно. При описанныхъ многочисленныхъ промежуточныхъ стадіяхъ процесса (изготовленія рисунковъ) невозможно соблюсти равномѣрность въ измѣненіяхъ яркости отъ поля къ полю.

Табл. III, рис. 11. См. стр. 32 рѣчи. Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ XIV табл., приложенной въ Trans. Ent. Soc. Lond. 1892 къ работѣ Пультона цитированной въ 61 примѣчаніи; онъ воспроизведенъ посредствомъ трехцвѣтнаго снимка при уменьшеніи въ 11 : 18 и отпечатанъ нормальными красками. Оригинальное изображеніе сдѣлано въ естественную величину.

№ 1 и 2 этого рисунка изображаютъ гусеницъ *Hemerophylla abruptaria*, развившихся изъ одной и той же кучки яицъ одной и той же бабочки, изъ которыхъ одни (№ 1) развивались въ свѣтлой, другіе (№ 2) въ темной обстановкѣ (стр. 316 и 317 выше цитиро-

ванного журнала за 1892). На № 2 рисунка видна также темная куколка; но ее темная окраска существенно зависит от примеси маленьких частиц отделившихся от окружающих предметов и застрявших в ее ткани.

№№ 3—7 изображают гусениц *Rumia crataegata* (стр. 317—319 цитированного тома), тоже из одной кучки яиц. №№ 3—5 развивались в темной, №№ 6 и 7 в светлой среде.

Табл. III, рис. 12. См. стр. 32 и 33 рѣчи. Изображение взято из работы Пультон, цитированной в 62 примѣч. (Phil. Trans Roy. Soc. Lond. 1887, табл. XXVI, рис. 32—41). На оригинальных рисунках в Phil. Trans. куколки вдвое больше их естественной величины; здѣсь эти изображенія уменьшены в отношеніи 11:18, такъ что и наши рисунки в 11:9 разъ больше естественной величины. При трехкрасочномъ печатаніи и здѣсь были взяты нормальные цвѣта. Эти рисунки изображаютъ куколки *Pieris rapae* (капустницы, см. 410 и сл. стр. цитированной работы Пультон, получившіяся при освѣщеніи лучами различныхъ окрасокъ.

Табл. III, рис. 13. См. стр. 33 рѣчи. Этими рисунками я обязанъ любезности проф. Штанффуса (въ Цюрихѣ), который передалъ мнѣ наѣкомыхъ для полученія фотографическихъ снимковъ и приложилъ подробныя объясненія, которыми я здѣсь пользуюсь. Масштабъ представляетъ 11:18 естественной величины. И здѣсь при печатаніи в три краски употреблены нормальные цвѣта.

№№ 1 и 2 изображаютъ два экземпляра *Euchloë belia*. № 1 даетъ видъ сбоку в почти естественномъ состояніи покоя. Крылышки подняты вверхъ, причемъ переднія крылья вдвинуты между задними. Только при внимательномъ разсматриваніи можно замѣтить, что правый верхній уголокъ принадлежит не заднему, а переднему крылу, въ общемъ скрытому за заднимъ. № 2 даетъ видъ снизу. Уголки переднихъ крыльевъ лишь постольку имѣютъ рисунокъ и цвѣтъ заднихъ крыльевъ, поскольку первыя высовываются изъ-за вторыхъ въ состояніи покоя. Сравни: Standfuss, „Die Beziehungen zwischen Färbung und Lebensgewohnheit usw.“ (цитировано в 64 примѣч.), стр. 87 и 88.

№№ 3 и 4 изображаютъ два экземпляра *Lophopteryx camelina* (верблюжий прядильщикъ). № 3 представляетъ видъ сбоку в покоѣ; голова на рисункѣ находится, конечно, сверху. Крылья прижаты къ

туловищу въ видѣ крыши, при чемъ заднія крылья почти совершенно закрыты передними, и только у спины маленькій уголокъ задняго крыла выглядываетъ изъ-за передняго крыла. На № 4, изображающемъ ту же бабочку съ поднятыми крыльями, видно, что только въ этихъ маленькихъ уголкахъ заднія крылья имѣютъ окраску переднихъ.

№№ 5 и 6 изображаютъ два экземпляра *Thaumetopoea pityocampa*, у которыхъ крылья расположены такимъ же образомъ (какъ у № 3 и 4), съ той лишь разницей, что здѣсь выступающіе уголки заднихъ крыльевъ имѣютъ еще меньшіе размѣры. На № 6 этотъ уголокъ у праваго задняго крыла совершенно не замѣтенъ на рисункѣ, тогда какъ у самой бабочки онъ ясно виденъ. Ср. къ №№ 3—7 Standfuss, l. c., стр. 88 и 89, а также *Handbuch der palaearkt. Grossschmetterlinge* (цитировано въ 64 примѣчаніи), стр. 341—343.

№№ 7 и 8 представляютъ два экземпляра *Notodonta trepida*. № 7 даетъ видъ справа и сверху въ состояніи покоя, № 8—видъ бабочки съ распростертыми крыльями. Тотъ край задняго крыла, который при выпрямленныхъ крыльяхъ примыкаетъ къ переднему крылу, при сложенныхъ крыльяхъ выступаетъ впередъ изъ-подъ передняго крыла. Рис. 8 показываетъ, что только эти края заднихъ крыльевъ имѣютъ рисунокъ и окраску переднихъ крыльевъ. Ср. Standfuss, „Beziehungen usw.“, стр. 92, 115, 116.

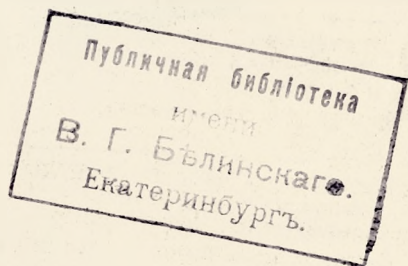
Рис. 9 изображаетъ экземпляръ *Smerinthus ocellata* (вечернее павлинье око). Въ состояніи покоя заднія крылья вдвигаются подъ переднія, при чемъ съ обѣихъ сторонъ первая нѣсколько выступаютъ изъ подъ вторыхъ. Рисунокъ показываетъ, что красная окраска, окружающая „око“, занимаетъ столько мѣста, сколько покрывается переднимъ крыломъ. Ср. Standfuss, „Beziehungen usw.“, стр. 96 и др.

№№ 10 и 11 изображаютъ два экземпляра *Phylloptera ovalifolia*, № 10 даетъ видъ сбоку въ состояніи покоя, № 11 видъ поднятыхъ крыльевъ. Концы заднихъ крыльевъ, выступающіе въ состояніи покоя изъ подъ переднихъ, имѣютъ зеленую предохранительную окраску переднихъ крыльевъ.

№ 12 представляетъ экземпляръ *Epilampra verticalis*. Это насекомое въ спокойномъ состояніи всегда покрываетъ отчасти правое

переднее крыло лѣвымъ переднимъ. На правомъ переднемъ крылѣ рѣзко видна граница части, покрываемой лѣвымъ переднимъ крыломъ. Въ противоположность бабочкамъ, у прямокрылыхъ, къ которымъ принадлежатъ *phylloptera ovalifolia* и *epilampra verticalis* (№№ 10—12), своеобразный предохранительный покровъ не образуется напередъ, но въ теченіе жизни насѣкомаго образуется окраска вслѣдствіе обычнаго положенія во время покоя этихъ видовъ. Къ 10—12 ср. Standfuss, „Einfluss der Umgebung usw.“ (цитировано въ 64 примѣч.), стр. 1—3.

У различныхъ индивидовъ *Odontomantis* (*Micromantis*) *javana* различна, по Штандфуусу („Einfluss der Umgebung usw.“), привычка покрывать правое крыло лѣвымъ или наоборотъ. Отъ этого зависитъ, которое изъ двухъ крыльевъ имѣетъ въ покрываемомъ мѣстѣ коричневую окраску вмѣсто нормальной зеленой.





Вышли въ свѣтъ слѣдующія изданія:

АРРЕНІУСЪ, СВ. проф. *Физика неба* *). Перев. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. VIII+250 стр. 8°. 66 черн. и 2 цвѣтн. рис. въ текстѣ. Черная и спектральная таблицы. 1905. Ц. Р. 2 —

Научность содержанія, ясность и простота изложенія и превосходный переводъ соперничаютъ другъ съ другомъ. *Русская Мысль*.

АБРАГАМЪ, Г. проф. *Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ* *) Перев. съ франц. подъ ред. прив.-доц. *Б. П. Вейнберга*.

Часть I: XVI+272 стр. 8°. Свыше 300 рис. 2-е изд. 1909. Ц. 1 Р. 50 к. Систематически составленный сводъ наиболѣе удачныхъ, типичныхъ и поучительныхъ опытовъ. *Вѣстникъ и Библіотека Самообразования*.

Часть II: 434+LXXV стр. 8°. Свыше 400 рис. 2-е изд. 1910. Ц. Р. 2. 75 к. Мы надѣемся, что разбираемый трудъ станетъ настольной книгой каждой физической лабораторіи въ Россіи. *Русская Мысль*.

УСПѢХИ ФИЗИКИ *). Сборникъ статей подъ ред. *„Вѣстн. Опытной Физики и Элементарной Математики“*. 3-е изданіе. VIII+148 стр. 8°, 41 рис. и 2 таблицы. 1910. Ц. 75 к.

Нужно надѣяться, что послѣднее... послужитъ къ широкому распространенію этой чрезвычайно интересной книги. *Русская Мысль*.

АУЗРБАХЪ, Ф. проф. *Царица міра и ея тѣнь* *). Общедоступное изложеніе основаній ученія объ энергіи и энтропіи. Пер. съ нѣм. VIII+50 стр. 8°. 5-е изданіе. 1911. Ц. 40 к.

Слѣдуетъ признать брошюру Ауэрбаха чрезвычайно интересной. *Ж. М. Н. Пр.*

НЬЮКОМЪ, С. проф. *Астрономія для всѣхъ* *). Перев. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. XXIV+286 стр. 8°. Съ портретомъ автора. 64 рис. и 1 табл. 1905. Печатается 2-е изданіе. Ц. Р. 1. 50 к.

И вполнѣ научно, и совершенно доступно, и изящно написанная книга... переведена и издана очень хорошо. *Вѣстникъ Воспитанія*.

ВЕБЕРЪ, Г. и ВЕЛЬШТЕЙНЪ, І. проф. *Энциклопедія элементарной алгебры* *) Т. I. Перев. съ нѣм. подъ ред. и съ примѣч. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*. XIV+623 стр. 8°. Съ 38 чер. 1907. Печатается 2-е изд. Ц. Р. 3. 50 к.

Вы все время видите передъ собой мастера своего дѣла, который съ любовью показываетъ великія творенія человѣческой мысли, извѣстныя ему до тончайшихъ подробностей. *Педагогическій Сборникъ*.

ДЕДЕКИНДЪ, Р. проф. *Непрерывность и иррациональныя числа*. Перев. съ нѣм. съ примѣч. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*; съ присоединеніемъ его статьи: *Доказательство существованія трансцендентныхъ чиселъ*. 2-е изданіе. 40 стр. 8°. 1909. Ц. 40 к.

Небольшой по объему, но, такъ сказать, законодательный по содержанію трудъ... *Русская Школа*.

ПЕРРИ, ДЖ. проф. *Вращающійся волчокъ* *). Публичная лекція. Пер. съ англ. VIII+96 стр. 8°. Съ 63 рис. 2-е изданіе. 1908. Ц. 60 к.

Книжка, воочію показывающая, какъ люди истиннаго знанія, не цеховой только науки, умѣютъ распоряжаться научнымъ матеріаломъ при его популяризаціи. *Русская Школа*. *С. Шохоръ-Троцкий*.

*) Изданія, отмѣченныя звездочкой, Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. признаны заслуживающими вниманія при пополненіи ученическихъ библіотекъ среднихъ учебныхъ

ШЕЙДЪ, К. *Химические опыты для юношества.* Перев. съ нѣмек. подъ ред. лаборанта *Е. С. Ельчанинова.* IV+192 стр. 8°. Съ 79 рисунками. 1907. Ц. Р. 1. 20 к.

Превосходная книга, какой намъ давно не хватало. Всюду въ книгѣ сохраняешь благотворное чувство, что находишься въ совершенно надежныхъ рукахъ... учить серьезной наукѣ въ болѣ легкой формѣ.

Zeitschrift für Lehrmittelwesen und pädagogische Litteratur.

ВИХЕРТЬ, Э. проф. *Введение въ геодезію* *). Перев. съ нѣмек. 80 стр. 16°. Съ 14 рисунок. 1907. Ц. 35 к.

Излагаетъ основы низшей геодезіи, имѣя въ виду пользованіе ею въ школѣ въ качествѣ практическаго пособия... Изложеніе очень сжато, но полно и послѣдовательно.

Вопросы Физики.

ШМИДЪ, В. проф. *Философская хрестоматія* *). Пер. съ нѣм. *Ю. А. Говстьева* подъ ред. и съ пред. проф. *Н. Н. Лауге.* VIII+172 стр. 8°. 1907. Ц. Р. 1. —

... Для человѣка, занятаго самообразованіемъ и немного знакомаго съ философіей и наукой, она (книга) даетъ разнообразный и интересный матеріалъ.

Вопросы философіи и психологии.

ТРОМГОЛЬТЪ, С. *Игры со спичками.* Задачи и развлеченія. Пер. съ нѣм. 146 стр. 16°. Свыше 250 рис. и черт. 1907. Ц. 50 к.

ВЕТГЭМЪ, В. проф. *Современное развитіе физики* *). Пер. съ англ. подъ ред. проф. *Б. П. Вейнберга* и прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго.* Съ прилож. рѣчи *А. Бальфура: Нѣсколько мыслей о новой теоріи вещества.* VIII+319 стр. 8°. Съ 5 портрет., 6 таблиц. и 33 рисунок. Ц. Р. 2. —

Старается представить въ стройной и глубокой системѣ всѣ явленія физическаго опыта и рисуетъ читателю дѣйствительно захватывающую картину грандіозныхъ завоеваній человѣческаго гения.

Современный Миръ.

УШИНСКИЙ, Н. проф. *Лекціи по бактериологіи.* VIII+135 стр. 8°. Съ 34 черными и цвѣтными рисунками. 1908. Ц. Р. 1. 50 к.

РИГИ, А. проф. *Современная теорія физическихъ явленій* *). (іоны, электроны, радиоактивность). Пер. съ 3 итальянск. изданія. VIII+146 стр. 8°. Съ 21 рис. 1910. *Второе изданіе.* Ц. 90 к.

Книгу Риги можно смѣло рекомендовать образованному человѣку, какъ лучшее имѣющееся у насъ изложеніе новѣйшихъ взглядовъ на обширную область физическихъ явленій.

Педагогическій Сборникъ.

КЛОССОВСКИЙ, А. проф. *Физическая жизнь нашей планеты на основаніи современныхъ воззрѣній* *). 46 стр. 8°. 2-е изданіе, испр. и дополн. 1908. Ц. 40 к.

Рѣдко можно встрѣтить изложеніе, въ которомъ въ такой степени соединялась бы высокая научная эрудиція съ картинностью и увлекательностью рѣчи.

Педагогическій Сборникъ.

ЛАКУРЪ, П. и АППЕЛЬ, Я. *Историческая физика* *). Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣстн. Опытн. Физики и Элементарн. Матем.*“ Въ 2-хъ том. большого формата, 892 стр. Съ 799 рис. и 6 отдѣльными цвѣтными таблицами. 1908. Ц. Р. 7. 50 к.

„Нельзя не привѣтствовать этого интереснаго изданія... Книга читается легко; содержитъ весьма удачно подобранный матеріалъ и обильно снабжена хорошо выполненными рисунками. Переводъ никакихъ замѣчаній не вызываетъ“...

Ж. М. Н. Пр.

АРРЕНИУСЪ, СВ. проф. *Образованіе міровъ* *). Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *К. Д. Покровскаго.* VIII+200 стр. 8°. Съ 60 рис. 1908. Ц. Р. 1. 75 к.

Книга чрезвычайно интересна и богата содержаніемъ.

Педагог. Сборн.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. **Задача обоснованія геометріи въ современной постановкѣ.** Рѣчь, произнесенная при защитѣ диссертациі на степень магистра чистой математики. 35 стр. 8°. Съ 11 чертеж. 1908. Ц. 35 к.

ЦИММЕРМАНЪ, В. проф. **Объемъ шара, шарового сегмента и шарового слоя.** 34 стр. 16°. Съ 6 черт. 1908. Ц. 25 к.

Распространеніе подобнаго рода элементарныхъ монографій среди учащихся весьма желательно. *Русская Школа.*

РИГИ, А. проф. **Электрическая природа матеріи *).** Вступительная лекція. Пер. съ итальянскаго подъ ред. „*Вѣстн. Опыт. Физ. и Эл. Мат.*“ 28 стр. 8°. 2 изданіе. 1911. Ц. 30 к.

Эта прекрасная рѣчь обладаетъ всѣми преимуществами многочисленныхъ популярныхъ сочиненій знаменитаго проф. Болоньскаго унив. *Ж. М. Н. Пр.*

ЛЕМАНЪ, О. проф. **Жидкіе кристаллы и теоріи жизни.** Пер. съ нѣмецк. *П. В. Казанецкаго.* VIII+43 стр. 8°. Съ 30 рис. 1908. Ц. 40 к.

.....весьма кстати является краткая сводка главныхъ фактовъ, сдѣланная проф. Леманомъ. *Педагогическій Сборникъ.*

РЕЙБЕРГЪ, І. проф. **Новое сочиненіе Архимеда *).** Посланіе Архимеда къ Эратосеену о нѣкоторыхъ вопросахъ механики. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко.* XV+27 стр. 8°. Съ 15 рис. 1909. Ц. 40 к.

Математикамъ... будетъ весьма интересно познакомиться съ новой драгоценной научной находкой... *Образованіе.*

ВЕЙНБЕРГЪ, В. П. проф. **Снѣгъ, иней, градъ, ледъ и ледники *).** IV+127 стр. 8°. Съ 138 рис. и 2 фототип. табл. 1909. Ц. Р. 1.

Mathesis можетъ гордиться этимъ изданіемъ. *Ж. М. Н. Пр.*

КОВАЛЕВСКІЙ, Г. проф. **Введеніе въ исчисленіе безконечно-малыхъ *).** Перев. съ нѣмецкаго подъ редакц. и съ прим. прив.-доц. *С. О. Шапуновскаго.* VIII+140 стр. 8°. Съ 18 черт. 1909. Ц. Р. 1.

Книга проф. Ковалевскаго, несомнѣнно, прекрасное введеніе въ высшій анализъ... *Русская Школа.*

ТОМПСОНЪ, СИЛЬВАНУСЪ, проф. **Добываніе свѣта *).** Общеизвестная лекція для рабочихъ, прочит. на собраніи Британск. Ассоціаціи 1906. Перев. съ англ. VIII+88 стр. 16°. Съ 28 рис. 1909. Ц. 50 к.

Въ этой весьма интересно составленной рѣчи собранъ богатый матеріалъ по вопросу добыванія свѣта. *Ж. М. Н. Пр.*

СЛАВИ, А. проф. **Резонансъ и затуханіе электрическихъ волей.** Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣстн. Опыт. Физ. и Элемент. Матем.*“ 41 стр. 8°. Съ 36 рис. Ц. 40 к.

СНАЙДЕРЪ, Н. проф. **Картина міра въ свѣтѣ современнаго естествознанія.** Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. *В. В. Завьялова.* VIII+193 стр. 8°. Съ 16 отдѣльными портретами. 1909. Ц. Р. 1. 50 к.

Книга касается интереснѣйшихъ вопросовъ о природѣ. *Педагог. Сборникъ.*

РАМЗАЙ, В. проф. **Благородные и радиоактивные газы.** Пер. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 37 стр. 16°. Съ 16 рис. 1909. Ц. 25 к.

БРУНИ, К. проф. **Твердые растворы *).** Пер. съ итал. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 37 стр. 16°. 1909. Ц. 25 к.

БОЛЛЪ, Р. С. проф. **Вѣка и приливы.** Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго.* 104 стр. 8°. Съ 4 рис. и 1 табл. 1909. Ц. 75 к.

.....настоящее изданіе „*Mathesis*“ слѣдуетъ привѣтствовать, наравнѣ съ прочими, какъ почтенный, заслуживающій распространенія и серьезнаго вниманія, вкладъ въ русскую науку. *Русская Школа.*

СЛАВИ, А. проф. **Безпроводочный телефонъ.** Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 28 стр. 8°. Съ 23 рис. 1909. Ц. 30 к.

ЛИНДЕМАНЪ, Ф. проф. **Спектръ и форма атомовъ.** Рѣчь ректора Мюнхенскаго университета. 23 стр. 16°. Изд. 2-ое. 1909. Ц. 15 к.

КУТУРА, Л. **Алгебра логики.** Перев. съ французскаго съ прибавленіями проф. *И. Слешинскаго.* IV+107+XIII стр. 8°. 1909. Ц. 90 к.

ВЕБЕРЪ Г. и ВЕЛЬШТЕЙНЪ I., проф. **Энциклопедія элементарной геометріи.** Томъ II, книга I. **Основанія геометріи.** Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ примѣч. прив.-доц. *В. Ф. Кагана.* XII+362 стр. 8°. Съ 144 черт. и 5 рис. 1909. Ц. Р. 3.

ЛОРЕНЦЪ, Г. проф. **Курсъ физики.*)** Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина.*

Т. I. VIII+348 стр. больш. 8°. Съ 236 рис. 1910. Ц. Р. 2. 75 к.

Т. II. VIII+466 стр. больш. 8°. Съ 257 рис. 1910. Ц. Р. 3. 75 к.

Съ появленіемъ этого перевода русская литература обогатилась превосходнымъ курсомъ физики. *Ж. М. Н. Пр.*

ГЕРНЕТЪ В. А. **Объ единствѣ вещества.** 46 стр. 16°. Ц. 25 к.

ЗЕЕМАНЪ, П. проф. **Происхожденіе цѣтловъ спектра.** Съ прил. статьи *В. Ритца.* „**Линейные спектры и строеніе атомовъ**“. 50 стр. 16°. Ц. 30 к.

НЬЮКОМЪ, С. проф. **Теорія движенія Луны.** (Исторія и современное состояніе этого вопроса). 26 стр. 16°. Ц. 20 к.

КЛОССОВСКИЙ, А. проф. **Основы метеорологіи.*)** XVI+527 стр. больш. 8°. Съ 199 рис., 2 цвѣтн. и 3 черн. табл. 1910. Ц. Р. 4.

Честь и слава „*Mathesis*“ за изданіе этой прекрасной книги, которою можетъ гордиться русская наука! *Ж. М. Н. Пр.*

КЭДЖОРИ, Ф. проф. **Исторія элементарной математики** (съ нѣкоторыми указаніями для препод.)*) Перев. съ англ. подъ ред. и съ примѣч. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко.* VIII+368 стр. 8°. Съ рис. 1910. Ц. Р. 2. 50 к. Книга читается съ большимъ интересомъ и весьма полезна. Мы настоятельно рекомендуемъ „Исторію элемент. мат.“ Кэджори. *Вѣст. Восток.*

РАМЗАЙ, В. проф. **Введеніе въ изученіе физическаго химіи.** Перев. съ англ. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова.* VIII+76 стр. 16°. 1910. Ц. 40 к.

РОУ, С. **Геометрическія упражненія съ кускомъ бумаги.** Пер. съ англ. XVI+173 стр. 16°. Съ 87 рис. и чертежами. 1910. Ц. 90 к.

ТОМСОНЪ, Дж. Дж. проф. **Корпускулярная теорія вещества.** Переводъ съ англійск. *Г. Левинтова.* подъ ред. „*Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ VIII+162 стр. 8°. Съ 29 рис. 1910. Ц. Р. 1. 20 к.

ГРАФФЪ, К. **Комета Галлея.*)** Пер. съ нѣм. VIII+71 стр. 16°. Съ 13 рис. и 2 отд. табл. Изданіе второе исправл. и дополненное 1910. Ц. 30 к. Брошюра Граффа хорошо выполняетъ свое назначеніе. *Педагог. Сборникъ.*

НИМФЮРЪ Р. **Воздухоплаваніе.*)** Научныя основы и техническое развитіе. Пер. съ нѣм. VIII+161 стр. 8°. Съ 52 рис. 1910. Ц. 90 к.

Галлеява Комета въ 1910 году. *Общедоступное изданіе.* Содержаніе: О вселенной—О кометахъ—О кометѣ Галлея. 32 стр. 8°. Съ 12 иллюстраціями 1910. Ц. 12 к.

КАЙЗЕРЪ Г. проф. **Развитіе современной спектроскопіи.*)** Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 45 стр. 16° 1910. Ц. 25 к.

ГАМПСОНЪ-ШЕФЕРЪ. **Парадоксы природы.*)** Книга для юношества, объясняющая явленія, которыя находятся въ противорѣчій съ повседневнымъ опытомъ. Пер. съ нѣм. VIII+193 стр. 8° Съ 67 рис. Ц. Р. 1. 20 к.

ВЕБЕРЪ и ВЕЛЬШТЕЙНЪ, проф. **Энциклопедія элементарной математики*.)** Т. II, кн. 2 и 3. Тригонометрія, аналитическая геометрія и стереометрія. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *В. Кагана.* VIII+321 стр. 8°. Съ 109 рис. 1910. Ц. Р. 2. 50 к.

КАГАНЪ В. прив.-доц. **Что такое алгебра?**^(*) 72 стр. 16° Ц. 40 к

ПУАНКАРЕ, Г. проф. **Наука и Методъ.** Пер. съ франц. И. Брусиловскаго подъ ред. прив.-доц. *В. Кагана.* VIII+384 стр. 16° 1910. Ц. Р. 1. 50 к.

ЛЁВЪ, Динамика живого вещества. Переводъ съ нѣм. подъ ред. прсф. *В. В. Завьялова.* VIII+352 стр. 8°. Съ 64 рис. 1910. Ц. Р. 2. 50 к.

АДЛЕРЪ, А. **Теорія геометрическихъ построений.** Перев. съ нѣмецкаго подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго.* XXIV+325 стр. 8°. Съ 177 рис.—1910. Ц. Р. 2. 25 к.

СОДДИ, Ф. проф. **Радій и его разгадка.** Пер. съ англ. подъ ред. лаборанта Новоросс. универс. *Д. Хмырова.* VII+190 стр. 8°. Съ 31 рис. 1910. Ц. Р. 1. 25 к.

СМИТЬ, А. проф. **Введение въ неорганическую химию.** Пер. англ. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова.* Вып. I. VI+400 стр. 8°. Съ рис. 1911. Ц. Р. 2.—

КОВАЛЕВСКИЙ Г., проф. **Курсъ дифференціального и интегрального исчислений.** Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. Шатуновскаго.* VIII+503 стр. 8°. 1911. Ц. Р. 3. 50 к.

БОРЕЛЬ, Э. проф. **Элементарная математика.** Ч. I. Ариѳметика и Алгебра. Въ обработкѣ проф. *П. Штэккеля.* Пер. съ нѣмецк. подъ ред. прив.-доц. *В. Ф. Кагана.* Съ приложеніемъ его статьи „О реформѣ преподаванія математики“. LXIV+434 стр. 8°. 1911. Ц. Р. 3.—

ВИНЕРЪ, О. проф. **О цвѣтной фотографіи и родственныхъ ей естественно-научныхъ вопросахъ** Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина.* VI+69 стр. 8°. Съ 3 цвѣтн. таблицами. 1911. Ц. 60 к.

МАРКОВЪ, А. акад. **Исчисленіе конечныхъ разностей.** Въ двухъ частяхъ. Изд. 2-ое исправл. и дополненное. VIII+274 стр. 8°. 1911. Ц. Р. 2.—

Имѣются на складѣ:

МУЛЬТОНЪ, Ф. проф. **Эволюція солнечной системы.** Перев. съ англійск. IV+82 стр. 16°. Съ 12 рис. 1908. Ц. 50 к.

Изложеніе гипотезы образованія солнечной системы изъ спиральной туманности съ попутной критикой космогонической теоріи Лапласа.

ЕФРЕМОВЪ, Д. кандид. матем. наукъ. **Новая геометрія треугольника** 334+XIII стр. 8°. 1902 Ц. Р. 2.—

Печатаются и готовятся къ печати:

КЛЕЙНЪ, Лекціи по элементарной математикѣ для учителей. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *В. Кагана.*

ОСТВАЛЬДЪ, В. проф. **Натурфилософія.** Съ двумя дополн. статьями. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. Страсбург. Универс. *Л. Мандельштама.*

ТРЕЛЬСЪ-ЛУНДЪ, Небо и мировоззрѣніе въ круговоротѣ времени. Пер. съ нѣмецкаго.

ЛОВЕЛЛЬ, П. **Обитаемость Марса.** Пер. съ англ. Со мног. рис.

ШУБЕРТЪ, Г. проф. **Математическія развлеченія.** Пер. съ нѣм. подъ ред. „В. Оп. Ф. и Эл. Мат.“.

АНДУАЙЕ, проф. Курсъ астрономіи. Переводъ съ французскаго.

ФУРЬЕ ДАЛЬВЪ, Два новыхъ міра (Инфра-міръ. Супра-міръ). Перев. съ англійскаго.

УСПѢХИ ФИЗИКИ. Сборникъ статей подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.“ Выпускъ второй.

ШАМЛОКЪ, Л. проф. **Стереохимія**. Переводъ съ нѣмецкаго подъ ред. проф. П. Меликова.

ГАССЕРТЪ, проф. **Исслѣдованія полярныхъ странъ**. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. Г. Танфильева.

РУДИО. **Архимедъ, Гюйгенсъ. Лагранжъ и Ламбертъ о квадратурѣ круга**. Пер. съ нѣм.

БРАЗУНЪ, Ф. проф. **Мои работы по беспроволочной телеграфіи и по электрооптиціи**. Пер. съ рукописи. Съ 25 рис. и портретомъ автора.

ЛОДЖЪ Оливеръ, проф. **Мировой зенитъ**. Пер. съ англ. подъ ред. лаборанта Новороссійскаго университета Д. Хмырова.

МОРЭНЪ, проф. **Физическія состоянія вещества**. Переводъ съ французскаго.

ДЗЮБЕКЪ, проф. **Курсъ аналитической геометріи**. Въ 2 част. Пер. съ нѣм. подъ ред. преподав. С.П.Б. высш. женск. курсовъ В. І. Шиффъ.

Русская математическая библиографія въ 1908 г. Подъ ред. проф. Д. Н. Синцова.

КЛАРКЪ, А. **Исторія астрономіи XIX столѣтія**. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. С.П.Б. университета В. Серафимова.

ШТОКЪ-ШТЕЛЕРЪ. **Практическое руководство по количественному неорганическому анализу**. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. П. Меликова.

ВЕРИГО, Б. Ф. проф. **Основы общей біологіи**. Около 30 печатныхъ листовъ.

Выписывающіе изъ главнаго склада изданій „Матезисъ“ (Одесса, Новосельская 66) на сумму 5 руб. и больше за пересылку не платятъ.

Подробный каталогъ высылается по требованію бесплатно.

Отдѣленія склада изданій „Матезисъ“:

Въ **Москвѣ**—Книжн. магазинъ „Образованіе“, Кузнецкій мостъ, 11

Въ **С.-Петербургѣ**—Книжн. магаз. Г. С. Цукермана, Алексан.пл., 5.

Въ **Варшавѣ**—Книжный магазинъ „Оросъ“, Новый Свѣтъ, 70.

ОБЪЯВЛЕНІЕ.

ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

Выходитъ 24 раза въ годъ
отд. вып., не меньше 24 стр.
каждый.

и
ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

подъ ред. пр.-доц. В. Ф. Хагана

Подп. цѣна съ пер. за годъ 6 р., за 1/2 года 3 р. Учащіе въ низшихъ училищахъ и всѣ учащіеся платятъ за годъ 4 р., за 1/2 года 2 р.

Пробный номеръ бесплатно.

Адр.: Одесса. Въ редакцію „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“.



Тип. Акц. Южно-Русского
Общества Печатного Дѣла
Одесса, Пушкинская, 18.

Цѣна 60 коп.



у { 2 пендент
Детанн Майн

18 50
нез 60к

