

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРІЯ ЗРѢНІЯ.

П. Лазаревъ.

(Читано 16 сентября 1914 года.)

Приложенія математическаго анализа въ области физики, начиная съ работъ Фурье, дали рядъ блестящихъ примѣровъ могущественности этого метода изслѣдованія и создали въ настоящее время огромный и важный отдѣлъ науки теоретическую физику.

Исходя изъ экспериментальныхъ фактовъ путемъ чистой дедукціи выводятся рядъ количественныхъ законовъ, связывающихъ отдѣльные разрозненные классы физическихъ явленій въ одно стройное цѣлое, предсказываются новыя комбинаціи явленій и такимъ образомъ ставятся новыя задачи экспериментальному изслѣдованію. Провѣрка теоретическихъ законовъ опытомъ является дальнѣйшей стадіей физическаго изслѣдованія, такъ что въ настоящее время развитіе физики можетъ идти только при параллельной работѣ теоретиковъ и экспериментаторовъ.

Успѣхи, сдѣланные математической теоріей физическихъ явленій, и важная роль этой теоріи, какъ путеводной нити для экспериментальнаго изслѣдованія заставляютъ думать, что и въ области біологическихъ наукъ, въ частности въ области ученія объ ощущеніяхъ математика можетъ имѣть то же значеніе, какое она приобрѣла въ области наукъ физическихъ. Въ настоящей работѣ и дана попытка аналитической теоріи одного класса біологическихъ явленій, именно явленій зрѣнія.

Дифференціальное уравненіе фотохимической реакціи въ сѣтчаткѣ.

Зрѣніе человека слѣгается по существу изъ двухъ совершенно различныхъ классовъ явленій: именно изъ зрѣнія центрального, позволяющаго намъ различать детали предметовъ и ихъ окраску при значительной яркости свѣта, при чемъ ощущенія получаются главнымъ образомъ при посредствѣ маленькаго участка сѣтчатки — желтаго пятна, и зрѣнія периферическаго, наблюдаемаго при очень слабыхъ яркостяхъ освѣщенія на периферіи сѣтчатки, когда формы предметовъ ощущаются въ очень несовершенной, грубой формѣ, цвѣтовъ же мы совершенно не ощущаемъ. Этимъ двумъ родамъ зрѣнія, такъ называемому цвѣтному или свѣтлому зрѣнію (Farbensehen, Hellsehen) и безцвѣтному или темному зрѣнію (Dunkelsehen), соотвѣтствуютъ и два воспринимающихъ аппарата. Цвѣта мы ощущаемъ при помощи колбочекъ, безцвѣтному зрѣнію соотвѣтствуютъ особые воспринимающіе аппараты-палочки. Мы ограничимся пока только безцвѣтнымъ зрѣніемъ. Весьма естественно предполагать, что свѣтъ вызываетъ въ воспринимающихъ аппаратахъ матеріальный, химическій процессъ, освобождающій такія вещества, которыя дѣйствуютъ раздражающимъ образомъ на нервы сѣтчатки. Какъ разъ въ палочкахъ, слѣдовательно въ элементахъ, ощущающихъ только различіе яркости, но не цвѣта, еще въ срединѣ прошлаго столѣтія былъ найденъ розоватый пигментъ, разлагающійся отъ свѣта, и мы будемъ его разложение считать причиною, вызывающею данный процессъ въ нервахъ и какъ слѣдствіе его зрительное ощущеніе. Слѣдовательно для дальнѣйшихъ расчетовъ необходимо знать законы разложения на свѣту зрительнаго пурпура. Какъ было показано мною¹⁾ въ 1907 году за основной законъ, управляющій химическими дѣйствіями свѣта, должно признать законъ, по кото-

¹⁾ P. Lasareff, Annalen d. Physik. Bd. 24. S. 661. 1907.

рому свѣтъ вызываетъ разложеніе въ веществѣ пропорціональное количеству поглощенной этимъ послѣднимъ энергіи, независимо отъ цвѣтности и, слѣдовательно, длины волны луча. Этотъ законъ, какъ я обнаружилъ¹⁾ далѣе, прилагается къ веществамъ съ однимъ максимумомъ въ спектрѣ поглощенія, а таковыя именно оптическія свойства и имѣетъ зрительный пурпуръ, и дѣйствительно, какъ это слѣдуетъ изъ опытовъ Тренделенбурга, разложеніе пурпура свѣтомъ слѣдуетъ основному закону фотохиміи.

Если продуктовъ разложенія пурпура будетъ въ сѣтчаткѣ мало, то мы не будемъ ощущать свѣта, и первое ощущение мы получимъ тогда, когда разложеніе и, слѣдовательно, концентрація продуктовъ распада достигнетъ извѣстнаго предѣла.

Пользуясь этими предпосылками, мы можемъ получить дифференціальное уравненіе для концентраціи продуктовъ распада въ сѣтчаткѣ слѣдующимъ образомъ.

Пусть C есть концентрація зрительнаго пурпура въ сѣтчаткѣ, J сила однороднаго падающаго свѣта, k постоянная абсорпціи пигмента для тѣхъ же лучей, наконецъ, α_1 постоянная реакціи; тогда количество распавшагося пигмента $d\eta$ за время dt было бы равно по основному закону фотохиміи α_1 , умноженному на количество поглощеннаго свѣта $J(1 - e^{-kC})$ и на промежутокъ времени dt , то-есть

$$d\eta = \alpha_1 J (1 - e^{-kC}) \cdot dt$$

Съ другой стороны, образовавшіеся за время dt продукты распада будутъ уводиться изъ поля реакціи частью путемъ диффузіи, частью химическимъ путемъ и количество удаленныхъ за это время продуктовъ можно принять пропорціональнымъ ко-

¹⁾ P. Lasareff, Annalen d. Physik. Bd. 37. S. 842. 1912. П. Лазаревъ, Выцвѣтаніе красокъ и пигментовъ въ видимомъ спектрѣ. Опытъ изслѣдованія основныхъ законовъ химическаго дѣйствія свѣта. Москва, 1911.