

Теорія свѣтовыхъ ощущеній при кратковременныхъ освѣщеніяхъ сѣтчатки при центральномъ зрѣніи.

II. Лазаревъ.

Въ работахъ, посвященныхъ теоріи периферическаго зрѣнія, мной было показано ¹⁾, что при кратковременномъ освѣщеніи глаза въ теченіе t секундъ свѣтомъ яркости J , выполняется при одинаковости ощущеній соотношеніе

$$Jt = a + bt \text{ или } J = b + \frac{a}{t},$$

гдѣ a и b постоянныя.

Увеличеніе времени освѣщенія уменьшаетъ необходимую для полученія опредѣленнаго впечатлѣнія силу раздражающаго свѣта.

Теорія прекрасно подтверждалась опытами, произведенными какъ предшествовавшими авторами ²⁾, такъ и моими изслѣдованіями ³⁾. Для центральнаго зрѣнія имѣются весьма тщательныя наблюденія Брока и Зулцера ⁴⁾, изслѣдовавшихъ впечатлѣнія, получаемыя при освѣщеніи сѣтчатки свѣтомъ опредѣленной яркости по сравненію съ впечатлѣніями, полученными отъ постояннаго освѣщенія сѣтчатки. Интереснымъ результатомъ этихъ авторовъ является то обстоятельство, что при освѣщеніи глаза втеченіе разнаго времени t ощущеніе яркости растетъ съ увеличеніемъ t сначала непрерывно, затѣмъ достигается максимумъ и при дальнѣйшемъ увеличеніи времени t ощущеніе яркости дѣлается меньшимъ. Теоретическое выясненіе этого обстоятельства, могущаго пролить свѣтъ на особенности процессовъ въ сѣтчаткѣ, составляетъ предметъ настоящей работы.

¹⁾ P. Lasareff. Pflüger's Archiv, 154, p. 459. 1913.

П. Лазаревъ. Изслѣдованія по іонной теоріи возбужденія. Стр. 96—100. Москва. 1916.

²⁾ Bloch. Comptes rendus de la société de Biologie, 2, p. 495. 1885.

Charpentier. Comptes rendus de la société de Biologie, 2, p. 5. 1887.

Mac Dougall. Journal of Psychology, 1, Abt. 2. 1904.

Blondel et Rey. Journal de Physique (5), 1, p. 530. 1911.

³⁾ П. Лазаревъ. Извѣстія Академіи Наукъ. Стр. 1283. 1917.

⁴⁾ A. Broca et D. Sulzer. Journal de Physiologie et de Pathologie générale. T. 4, p. 632. 1902.

Если мы имѣемъ пигментъ свѣтчатки, разлагающійся на свѣту, то при реакціи получаются вещества, которые или сами по себѣ или путемъ дальнѣйшаго распада вызываютъ образованіе раздражающихъ нервныхъ окончаній субстанцій, имѣющихъ характеръ іоновъ. Мы будемъ допускать, что разложеніе пигмента A , съ концентраціей C_0 ведетъ къ образованію веществъ B съ концентраціей C_1' и эти, въ свою очередь, вызываютъ раздраженіе нервовъ. Допуская, что фотохимическая реакція въ A и реакція перехода A въ B мономолекулярны, мы получимъ, называя черезъ J_1 яркость свѣта, черезъ k постоянную абсорбціи и α_1 коэффициентъ реакціи, слѣдующія уравненія

$$\frac{dC}{dt} = -\alpha_1 k J_1 C + \varphi(C_1'),$$

гдѣ $\varphi(C_1')$ есть скорость обратной реакціи новообразованія C . Эта скорость невелика, уменьшается съ C_1' и при кратковременномъ освѣщеніи можетъ быть пренебрегаема по отношенію къ первому члену.

Такимъ образомъ, чистая фотохимическая реакція выразится въ этихъ условіяхъ уравненіемъ

$$\frac{dC}{dt} = -\alpha_1 k J_1 C \quad (I)$$

Вещество, получающееся при фотохимической реакціи B и имѣющее концентрацію C_1' , должно удовлетворять уравненію

$$\frac{dC_1'}{dt} = \alpha_1 k J_1 C - \alpha_2 C_1' \quad (II)$$

гдѣ α_2 коэффициентъ скорости разрушенія вещества B , переходящаго въ вещество D и т. д.

Мы будемъ допускать, что раздраженіе нервныхъ окончаній вызывается веществомъ B , вещества A и D не раздражаютъ нервовъ или это раздраженіе мало и имъ можно пренебречь.

$-\alpha_1 k J_1 t$

Интеграль уравненія (I) есть $C = C_0 e$.

Подставляя это выраженіе въ уравненіе (II), находимъ интеграль удовлетворяющій условію при $t = 0$ $C_1' = 0$

$$C_1' = C_0 \frac{\alpha_1 k J_1}{\alpha_2 - \alpha_1 k J_1} \left[\frac{e^{-\alpha_1 k J_1 t} - e^{-\alpha_2 t}}{-e^{-\alpha_2 t}} \right] \quad . . . (III)^1$$

¹⁾ Уравненія (I) и (II) и ихъ интеграль, представляемый выраженіемъ (III) являются по формѣ тождественными съ уравненіями радиоактивнаго распада вещества, когда вещество A переходитъ въ B , B въ C и т. д., какъ это было установлено Рутерфордомъ [См. E. Rutherford. Radioactive Substances and ihre Strahlung.

Если освѣщать сѣтчатку втеченіе времени t , то количество раздражающаго вещества B выразится величиной C_1' (III). При одновременномъ длительномъ освѣщеніи (осѣдлыхъ частей сѣтчатки мы можемъ такъ подобрать яркость постояннаго освѣщенія J , чтобы ощущение отъ длительного и кратковременнаго освѣщенія были одинаковы. При стационарномъ освѣщеніи имѣемъ

$$\varphi(C_1') = \alpha_1 k J C.$$

Такъ какъ при $C_1' = 0$ $\varphi(C_1') = 0$ и C_1' невелико, то $\varphi(C_1') = \beta C_1'$ гдѣ β постоянная. Кроме того, C можетъ быть принято въ виду его, малой измѣнчивости постояннымъ. При этихъ условіяхъ C_1' отъ кратковременнаго освѣщенія, равное по величинѣ C_1' при постоянномъ воздѣйствіи свѣта и выражаемое формулой (III), должно быть пропорціонально яркости длительного освѣщенія J .

Кривая C_1' , представляемая формулой (III) и слѣдовательно кривая эквивалентныхъ значеній J начинается отъ нуля, достигаетъ максимума и затѣмъ падаетъ.

Положеніе максимума для J или для C_1' опредѣляется изъ (III) условіемъ

$$\frac{-\alpha_1 k J_1 t}{\alpha_1 k J_1 e} = \frac{-\alpha_2 t}{\alpha_2 e}$$

или

$$t = \frac{\lg \alpha_2 - \lg(\alpha_1 k J_1)}{\lg e [\alpha_2 - \alpha_1 k J_1]}$$

Мы видимъ такимъ образомъ, что максимумъ кривой C_1' не остается постояннымъ, а смѣщается въ зависимости отъ яркости кратковременно-дѣйствующаго свѣта J_1 .

Провѣрка этихъ заключеній можетъ быть сдѣлана на основаніи данныхъ, полученныхъ Брока и Зульцеромъ ¹⁾.

Въ таблицѣ I приведены данныя, полученные экспериментально Брока [См. табл. I работы Брока и Зульцера, 1^o Broca]. При чемъ наряду съ значеніями яркости непрерывнаго свѣта J (наб.), который являлся по опытнымъ даннымъ эквивалентнымъ дѣйствию свѣта J_1 освѣщающаго втеченіе времени t сѣтчатку, приведены теоретическія значенія J (выч.), вычисленные по формулѣ

$$J = AC_1' = AC_0 \frac{\alpha_1 k J_1}{\alpha_2 - \alpha_1 k J_1} \left[\frac{e^{-\alpha_1 k J_1 t} - e^{-\alpha_2 t}}{e^{-\alpha_1 k J_1 t} - e^{-\alpha_2 t}} \right]$$

gen. p. 370—371. Leipzig. 1913]. Случай n послѣдовательныхъ превращеній былъ для радиоактивныхъ тѣлъ разобранъ Батеманомъ [Bateman. Proc. Camb. Phil. Soc., 15, p. 423. 1910].

¹⁾ A. Broca et D. Sulzer. Journal de Physiologie et de Pathologie générale. 4^e p. 632. 1902.