

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Я. Л. ШЕХТМАН, А. А. КРАСНОВСКИЙ и И. В. ВЕРЕЩИНСКИЙ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫЦВЕТАНИЯ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО
ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ**

(Представлено академиком А. Н. Терениным 17 VII 1950)

В целях изучения закономерностей, связанных с механизмом действия радиации на водные растворы органических веществ, было исследовано выцветание водного раствора метиленового голубого под действием рентгеновских лучей.

Раствор метиленового голубого в 0,1 N серной кислоте отличается большой устойчивостью при хранении и достаточной чувствительно-

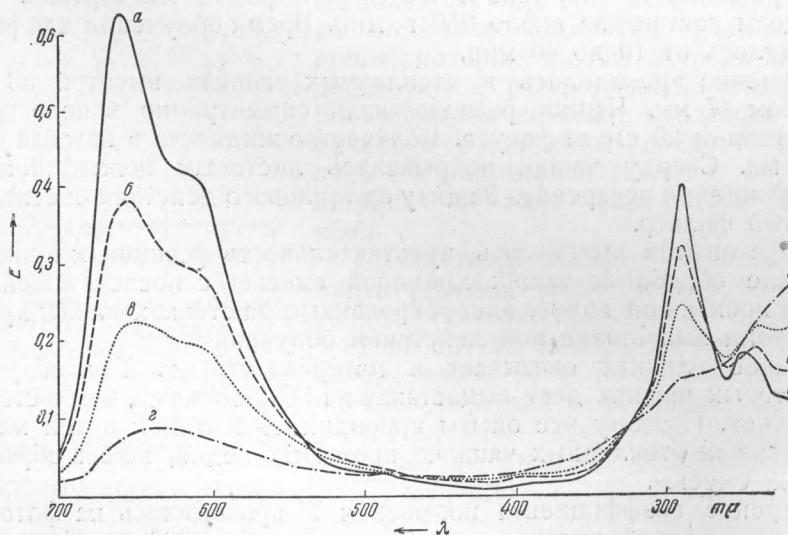


Рис. 1. Спектр поглощения метиленового голубого. *a* — до облучения, *b*, *c*, *d* — после облучения дозами, соответственно, 5, 10 и 20 кг. Измерения через каждые 10 м μ .

стью к облучению. Под действием облучения происходит необратимый деструктивный распад красителя — его выцветание.

Раствор кристаллического метиленового голубого в 0,1 N серной кислоте имеет широкую полосу поглощения 670—580 м μ с четким максимумом при 660 м μ , отвечающим мономерной форме красителя, и вторым менее выраженным максимумом при 610 м μ , обусловленным димерной формой (см. рис. 1).

Следует отметить, что выцветание мономера при облучении происходит быстрее, чем выцветание димера. Подобное явление относительной устойчивости димерной формы часто наблюдается при фотохимических реакциях красителей⁽¹⁾.

Молярный коэффициент погашения кристаллического препарата метиленового голубого, измеренный на фотоэлектрическом спектрофотометре типа Бекмана, при $660 \text{ м} \mu$, составляет $\epsilon = 6,18 \cdot 10^4$.

Облучение производилось на полуволновом рентгеновском аппарате с конденсаторами, выравнивающими пульсации напряжения, на трубке типа Т-180. Для установления влияния колебаний напряжения в сети в цепь питания накала трубы был включен феррорезонансный стабилизатор. Ток, проходящий через трубку, контролировался миллиамперметром, а напряжение на трубке — вольтметром, включенным в первичную цепь высоковольтного трансформатора. Мощность дозы измерялась ионизационным дозиметром типа УД-ГРИ, градуированным в рентгенах⁽²⁾.

Контроль постоянства показаний дозиметра обеспечивался радиоактивным препаратом, вводимым непосредственно в ионизационный объем. В измеренную мощность дозы вносились поправка на квадрат расстояния и на поглощение в воздухе.

Общая доза на поверхности препарата определялась путем умножения мощности дозы на время облучения. Облучение производилось при напряжении 100 кв, токе 5 ма, с фильтром 1 мм картона. Мощность дозы составляла около 250 г/мин. Время облучения для разных доз менялось от 10 до 40 мин.

Облучение проводилось в стеклянных чашках высотой 30 мм и диаметром 47 мм. Чашки располагались симметрично в поле трубы на расстоянии 20 см от фокуса. Количество жидкости в каждой чашке было 6 мл. Сверху чашки покрывались листовым целлофаном для предупреждения испарения. Защиту от теплового действия обеспечивал картонный фильтр.

В ходе опытов выяснилась чувствительность реакции к примесям. Так, после обработки чашек хромовой смесью с последующей тщательной промывкой водой, адсорбированные на стенках следы хромата увеличивали выцветание под действием облучения.

Большое влияние оказывает и материал чашек. Так, облучение в эbonитовых чашках дает выцветание на 14% большее, чем в стеклянных чашках. Поэтому все опыты проводились в одних и тех же пронумерованных стеклянных чашках, промытых водой, но без обработки хромовой смесью.

Измерение коэффициента погашения E проводилось на фотоэлектрическом спектрофотометре типа Бекмана при $\lambda = 660 \text{ м} \mu$. Количество разложившегося вещества Δc определялось по изменению величины коэффициента погашения ΔE следующим образом:

$$\Delta c = \frac{\Delta E}{\epsilon} = \frac{\Delta E}{6,18 \cdot 10^4} = 16,3 \Delta E \text{ } \mu M / \text{л.}$$

Результаты измерений представлены на рис. 2 и 3. На рис. 2 показано изменение коэффициента погашения E в зависимости от дозы при различных исходных концентрациях облучаемого раствора. При рассмотрении рис. 2 обращает на себя внимание близкий к прямолинейному ход кривых для всех исследованных концентраций.

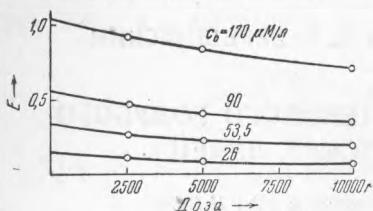


Рис. 2. Выцветание метилового голубого в зависимости от дозы рентгеновских лучей при различных концентрациях

На основании результатов измерений может быть вычислен выход реакции в молекулах на пару ионов. Из кривых рис. 2 при дозе 10 000 г, в среднем для всех исследованных растворов, выход реакции составляет от 0,147 до 0,57 $\mu M/l \cdot 1000$ г, или от 0,054 до 0,21 молекул на пару ионов.

Полученные результаты согласуются с данными ряда авторов (^{3,4}) о величинах ионного выхода радиохимических реакций, происходящих в водных растворах органических и неорганических соединений.

Нами было исследовано также влияние добавки хинона, гидрохинона, глюкозы и глицерина к раствору. Результаты опытов представлены на рис. 4. Полученные данные показывают, что прибавление к раствору красителя посторонних органических соединений оказывает значительное блокирующее действие.

Эти результаты могут служить подтверждением общепринятой теории действия радиации в водных растворах, согласно которой радиохимические реакции являются результатом воздействия радиации в основном не на растворенное вещество, а на воду, посредством образования в воде активных продуктов (радикалов и ионов), которые в свою очередь взаимодействуют с растворенным веществом. Блокирующее действие вводимых органических соединений следует объяснить их взаимодействием с образующимися в воде радикалами и ионами.

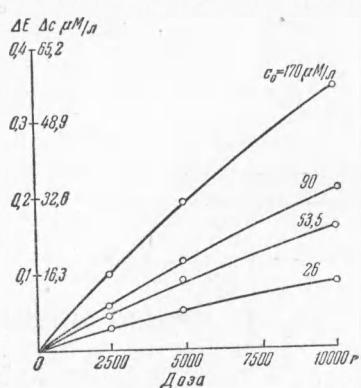


Рис. 3. Выход реакции выцветания метиленового голубого под действием рентгеновских лучей для различных концентраций

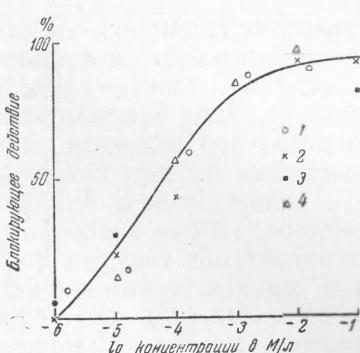


Рис. 4. Блокирующее действие органических соединений на выцветание метиленового голубого. Доза рентгеновских лучей 10 000 г. 1 — глицерин, 2 — глюкоза, 3 — гидрохинон, 4 — хинон

приборов (например, фотометра Пульфриха).

Лаборатория излучений и изотопов
Института биохимии им. А. Н. Баха
Академии наук СССР

Поступило
7 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Теренин, Фотохимия красителей, 1947, стр. 91. ² Я. Л. Шехтман, Изв. АН СССР, ОМЕН, 12, 125 (1930); Советская рентгенология, 1, 127 (1934). ³ E. Gallico and Canserino, Experientia, 4, 109 (1948). ⁴ D. E. Lea, Actions of Radiations on Living Cells, Cambridge, 1946, p. 46.