

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-

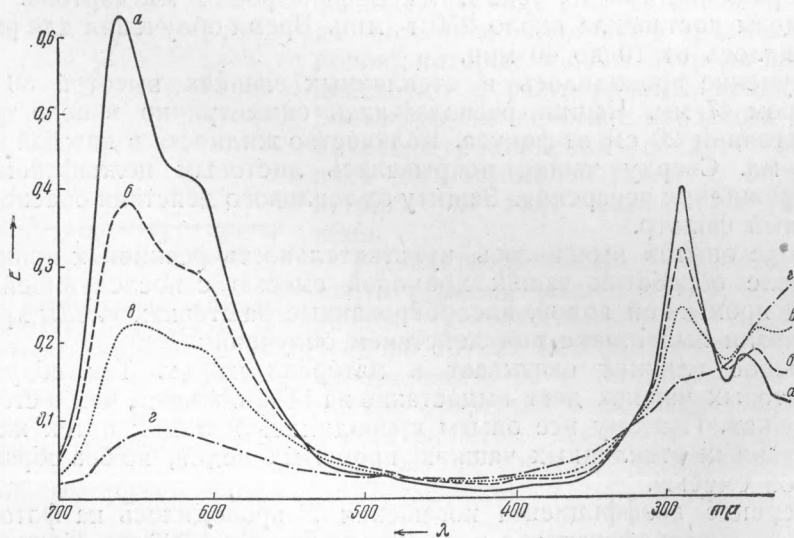


Рис. 1. Спектр поглощения метиленового голубого. *a* — до облучения, *б*, *в*, *г* — после облучения дозами, соответственно, 5, 10 и 20 кг. Измерения через каждые 10 мμ

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 мμ с четким максимумом при 660 мμ, отвечающим мономерной форме красителя, и вторым менее выраженным максимумом при 610 мμ, обусловленным димерной формой (см. рис. 1).

Следует отметить, что выцветание мономера при облучении происходит быстрее, чем выцветание димера. Подобное явление относительно 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 мμ, 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 трубки был включен феррорезонансный стабилизатор. Ток, проходящий через трубку,

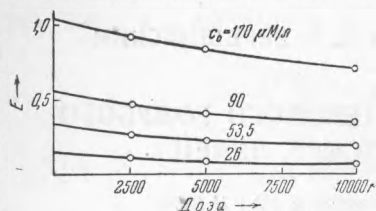


Рис. 2. Выцветание метилового голубого в зависимости от дозы рентгеновских лучей при различных концентрациях

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 вносилась 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 трубки 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 эбонитовых 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 $\lambda = 660 \text{ мμ}$. Количество разложившегося вещества Δc определялось по изменению величины коэффициента погашения ΔE следующим образом:

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

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.

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 $\mu\text{M}/\text{л} \cdot 1000 \text{ г}$, 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.

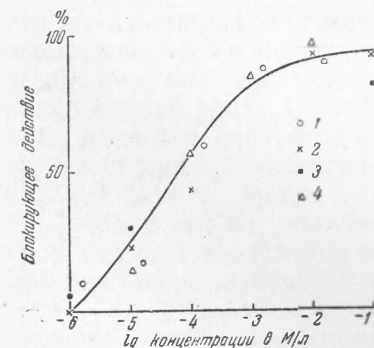


Рис. 4. Блокирующее действие органических соединений на выцветание метиленового голубого. Доза рентгеновских лучей 10 000 г. 1 — глицерин, 2 — глюкоза, 3 — гидрохинон, 4 — хинон

приборов (например, фотометра Пульфриха).

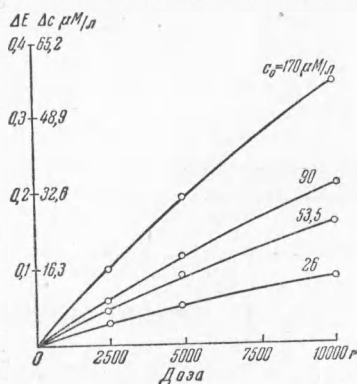


Рис. 3. Выход реакции выцветания метиленового голубого под действием рентгеновских лучей для различных концентраций

Удовлетворительная воспроизводимость реакции выцветания и ее достаточная чувствительность к дозам от 1—2 до 15—25 килорентгенов позволяет применить ее в ряде случаев в качестве „рентгено-химического дозиметра“. При этом возможно использование более простых фотометрических

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, ОМОН, 12, 125 (1930); Советская рентгенология, 1, 127 (1934). ³ E. Gallico and Cancerino, Esperientia, 4, 109 (1948). ⁴ D. E. Lea, Actions of Radiations on Living Cells, Cambridge, 1946, p. 46.