

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Московский физико-технический институт  
(государственный университет)

Кафедра молекулярной физики

## **ЙОДИРОВАНИЕ АЦЕТОНА.**

Лабораторная работа № 7  
по курсу: Основы химической физики

МОСКВА 1980

Составитель: Захаров Игорь Васильевич, д.х.н.

Йодирование ацетона. Лабораторная работа № 7 по курсу: Основы химической физики. – М: МФТИ, 1980. – 6 с.

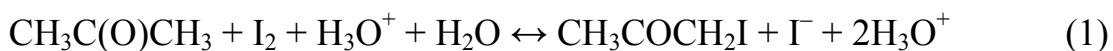
В работе спектрофотометрическим методом исследуется кинетика реакции йодирования ацетона в кислой среде. Изучаются зависимости скорости йодирования от концентрации йода, ацетона и кислоты. Определяется константа скорости реакции.

## ЙОДИРОВАНИЕ АЦЕТОНА.

Лабораторная работа № 7  
По курсу: Основы химической физики

### Теоретическая часть.

Реакция йодирования ацетона в кислом водном растворе



протекает в две стадии. В кислой среде ацетон становится протофильным и присоединяет протон иона гидрооксония:



Водород метильной группы кетоенола приобретает подвижность и соединяется с молекулой воды:



Таким образом, первая стадия реакции представляет собой превращение кетона в енол. На второй стадии реакции енол присоединяет йод:



Вторая стадия (1.2) реакции протекает значительно быстрее первой и практически до конца. Поэтому скорость реакции (1) определяется скоростью образования енола в (1.1) и не зависит от концентрации йода. Скорость расходования ацетона в системе равна скорости расходования йода. Поскольку в процессе реакции происходит увеличение числа ионов гидрооксония, реакция является автокаталитической. Реакция йодирования протекает по первому порядку для двух реагирующих веществ (ацетон и ион гидрооксония), и исходное дифференциальное уравнение для определения константы скорости реакции  $k$  может быть записано в виде:

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A \cdot H,$$

где  $A = [\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3]$ ,  $H = [\text{H}_3\text{O}^+]$  – текущие концентрации ацетона и ионов гидрооксония. Применяя индекс "0" для обозначения начального момента времени, после интегрирования уравнения получим для  $k$  следующее выражение:

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{1}{A_0 + H_0} \cdot \ln \left\{ \frac{A_0(H_0 + x)}{H_0(A_0 - x)} \right\},$$

где  $x$  – изменение концентрации йода за время  $\tau$ . Если начальные концентрации  $A_0$  и  $H_0$  выбраны существенно большими, чем концентрация йода, то автокаталитичность реакции (1) незначительна, и мы имеем для  $k$ :

$$k \approx \frac{x}{\tau} \cdot \frac{1}{A_0 \cdot H_0}$$

Значение величины  $x$  определяется спектрофотометрическим методом по изменению оптической плотности раствора. Применение спектрофотометра для определения концентрации окрашенного реагента (йода, в нашем случае) основано на существовании зависимости между оптической плотностью раствора и концентрацией в нем окрашенного реагента. Для многих веществ (в диапазоне

сравнительно небольших концентраций) эта зависимость является линейной, т.е. справедлив закон Бэра (1853г.), который может быть записан в виде:

$$D = \lambda \cdot d \cdot C,$$

где  $D$  – оптическая плотность (коэффициент поглощения света) слоя раствора толщиной  $d$ , а  $C$  – концентрация в нем окрашенного реагента. Таким образом, для определения концентрации данного реагента в растворе спектрофотометрическим методом, необходимо знать значение молярного коэффициента экстинкции  $\lambda$ . Возможность определения концентрации йода в исследуемом реакционном растворе обусловлена малостью оптических плотностей всех исходных веществ и продуктов реакции по сравнению с йодом (на используемой длине волны 520 нм).

### **Порядок работы на спектрофотометре “SPECTROMOM”.**

Спектрофотометр определяет оптическую плотность  $D$  исследуемого раствора по отношению к некоторому опорному раствору на длинах волн в интервале 3600 – 10000 Å

Для проведения измерения необходимо:

1. Включить спектрофотометр переключением тумблера на левой боковой панели прибора в положение "MAINS" – при этом должна загореться контрольная лампа на лицевой панели прибора.
2. Включить источник света тумблером "LAMP" на левой боковой панели прибора.
3. Включить контрольно-измерительный прибор тумблером на его лицевой панели.
4. Прогреть прибор в течение 10-12 минут.
5. Установить переключатель рода работ (в правом нижнем углу лицевой панели прибора) в положение "DARK CURRENT", снять крышку с рабочей полости прибора.
6. Установить требуемую длину волны (520 нм) рукояткой "WAVELENGTH"; переключить фотоэлемент прибора для работы в соответствующем режиме (для этого следует передвинуть рычажок фотоэлемента на правой стенке рабочей полости прибора в положение, отмеченное голубой точкой); установить требуемый светофильтр (кольцо со светофильтрами, расположенное на левой стенке рабочей полости прибора, следует повернуть прозрачным светофильтром вниз).
7. Установить темновой ток рукояткой "DARK CURRENT", расположенной на лицевой панели прибора (стрелка измерителя должна находиться в положении "0").
8. Кюветы с исследуемым и опорным растворами установить в кюветодержатель на подвижную платформу в рабочей полости прибора (для определенности рекомендуется кювету с опорным раствором устанавливать в первое, ближайшее гнездо кюветодержателя).

9. Закрывать крышку рабочей полости прибора; переключатель рода работ установить в положение "CHECK"; рукояткой платформы кюветодержателя установить кювету с опорным раствором на пути лучей в приборе.

10. Регулируя величину щели рукояткой "SLIT", установить стрелку контрольно-измерительного прибора на середину шкалы.

11. Установить переключатель рода работ в положение "TEST"; рукояткой управления кюветодержателя установить кювету с исследуемым раствором на пути лучей в приборе.

12. Вращением верньера "READING" установить стрелку измерителя в то же положение, что и в пункте 10 (т.е. на середину шкалы); снять показания прибора по шкале "READING".

13. Для снятия временной зависимости проделывать пункт 12 через каждые 1–2 минуты.

14. Для отключения прибора следует последовательно выключить тумблеры, указанные в пунктах 3,2,1.

**ЗАМЕЧАНИЕ:** при длительной работе прибора в промежутках между сериями измерений рекомендуется повторять пункты 5,7,9,10. При проведении измерения регулировать темновой ток и величину щели недопустимо!

### **Приготовление растворов**

Реактивы	Формула	Масса, г/моль
ацетон	$\text{CH}_3\text{C(O)CH}_3$	58
йод	$\text{I}_2$	254
иодид калия	KJ	166
вода дистиллированная	$\text{H}_2\text{O}$	18
соляная кислота	HCl	36,5

1. Приготовить 2% водный раствор KJ. Используется дистиллированная вода.

2. Приготовить раствор  $\text{I}_2$  в 2% растворе KJ (концентрацией в 2 раза больше требуемой).

3. Приготовить раствор ацетона и соляной кислоты в воде (концентрациями в 2 раза больше требуемых).

4. Слить (равные) объёмы растворов, перемешать и, быстро отлив 4 мл в анализируемую кювету, приступить к измерению кинетики расходования молекулярного йода

Могут быть использованы и другие методы приготовления растворов с необходимыми концентрациями.

В кювету сравнения заливается 1% раствор KJ или дистиллированная вода.

Рекомендуется проводить измерения в каждом опыте в течение 30-40 минут с интервалом 1–2 минуты. Полученные данные нанести на график оптическая плотность – время.

### Задание

1. Снять калибровочную зависимость оптической плотности от концентрации растворённого йода. Область концентраций  $I_2$   $10^{-3}$ – $10^{-2}$  моль/л. Построить график. Убедиться в справедливости закона Бэра. Определить коэффициент молярной экстинкции йода  $\lambda$  (л/моль·ом).

2. Проверить независимость скорости йодирования от концентрации йода. Рекомендуемые начальные концентрации:

Реактив	Концентрация, моль/л
Ацетон	2
Соляная кислота	0,05 – 0,1
йод	$2 \cdot 10^{-3}$ ; $4 \cdot 10^{-3}$ ; $6 \cdot 10^{-3}$ ; $8 \cdot 10^{-3}$

3. Изучить зависимость скорости реакции от концентрации кислоты:

Реактив	Концентрация, моль/л
Ацетон	2
Соляная кислота	0,05 – 0,2
йод	$6 \cdot 10^{-3}$

4. Изучить зависимость скорости реакции от концентрации ацетона:

Реактив	Концентрация, моль/л
Ацетон	0,5 – 2,5
Соляная кислота	0,1
йод	$6 \cdot 10^{-3}$

5. Рассчитать константу скорости реакции  $k$  (л/моль·с). Оценить погрешность.

### Указания по технике безопасности.

1. Соблюдайте осторожность при работе с растворами сильных кислот.
2. Использованные растворы сливайте в банку "Для слива".
3. См. общую инструкцию по технике безопасности.

### Литература.

1. В.И. Веденеев, Я.С. Лебедев, С.Г. Энтелис. Лекции по химической кинетике, МФТИ, 1974, § 5,6, стр.5.6, стр.246.
2. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. "Курс химической кинетики", "Высшая школа", 1969г.
3. "Практические работы по физической химии", ред.Мищенко К.П., Равдель А.А., "Химия", 1967.