

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского»**

**Р.П. Арефьева
А.М. Корнев**

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ЭКСТРАКЦИИ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано Объединенной методической комиссией Института открытого образования и филиалов университета для слушателей, обучающихся по дополнительной профессиональной образовательной программе повышения квалификации «Физико-химические и химические методы анализа».

Нижегород
2017

УДК 542.61
ББК 74.58+06
А80

А80 Лабораторные работы по экстракции. Авторы: Арефьева Р.П., Корнев А.М. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2017. – 18 с.

Рецензент: заместитель директора ООО «Кулон» Костев О.Н.

В пособии содержатся сведения об экстракции – одном из важнейших способов разделения и концентрирования веществ. Содержащиеся в пособии лабораторные работы затрагивают важные аспекты экстракции органических веществ.

Ответственный за выпуск:
председатель Объединенной методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, к.т.н., доцент Назарова Н.Е.

УДК 542.61
ББК 74.58+06

Арефьева Р.П., Корнев А.М.
© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Лабораторная работа № 1. Экспериментальное определение констант распределения	5
3. Лабораторная работа № 2. Экстракционное разделение смесей	9
4. Лабораторная работа № 3. Определение растворимости органических веществ	12
Приложение 1	15
Приложение 2	16

ВВЕДЕНИЕ

Экстракция – один из важнейших способов разделения и концентрирования веществ. Она широко используется в химической технологии, радиохимии, аналитической химии, в нефтяной и фармацевтической промышленности. В химическом анализе экстракция часто применяется при исследовании очень разбавленных растворов, а также для повышения селективности определения.

Настоящее учебно-методическое пособие является первой частью полного сборника лабораторных работ по использованию экстракции в аналитической химии. В них описаны три лабораторные работы, затрагивающие важнейшие аспекты экстракции органических веществ: экстракционное разделение смесей, практическое определение констант распределения, прикладное значение экстракции (на примере определения растворимости органических веществ).

Сейчас известно большое число растворителей, используемых в качестве экстрагентов. Экстрагенты – это органические жидкости, которые имеют малую растворимость в воде и обладают хорошей способностью извлекать определенное вещество из водной фазы.

В приложении 1 приведены свойства наиболее часто используемых экстрагентов.

Важнейшей величиной, характеризующей систему экстрагент – распределяемое вещество – вода является константа распределения. В приложении 2 сведены константы распределения некоторых органических веществ, экстракционное концентрирование которых часто бывает необходимой стадией количественного определения.

В данных методических указаниях приняты следующие обозначения и сокращения:

M – молярная масса;

ρ – плотность при 20° С;

$T_{\text{кип}}$ – температура кипения, °С;

ϵ – диэлектрическая постоянная при 20° С;

μ – дипольный момент;

η – параметр растворимости Гильдебранда;

S_o – растворимость экстрагента в воде при 20° С;

S_v – растворимость воды в экстрагенте при 20° С;

P_o – константа распределения.

Лабораторная работа № 1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление слушателей с практическими приемами определения констант распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкими фазами.

2. Практические указания

Знать константу распределения определенного вещества между двумя несмешивающимися жидкими фазами необходимо для правильного выбора экстрагента и для решения целого ряда других практических задач (идентификации веществ, определения констант ионизации, степени ассоциации). При экспериментальном определении констант распределения могут иметь место три типичные ситуации.

2.1. Экстрагируемое вещество в пределах рассматриваемых концентраций не образует ассоциатов ни в водной, ни в органической фазах. В данном случае график зависимости C_o от C_b представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат (рис. 1). Тангенс угла наклона этого графика равен константе распределения исследуемого вещества между данным экстрагентом и водой:

$$\frac{C_o}{C_b} = P_o = \operatorname{tg} \alpha,$$

где C_o и C_b - равновесные концентрации распределяемого вещества соответственно в органической и водной фазах.

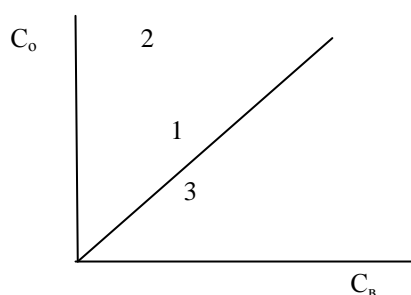


Рис. 1. Зависимость C_o от C_b при постоянной температуре: 1 – экстрагируемое вещество не образует ассоциатов ни в водной, ни в органической фазах; 2 – экстрагируемое вещество образует ассоциаты в органической фазе; 3 – экстрагируемое вещество образует ассоциаты в водной фазе.

Это уравнение обычно называют уравнением изотермы экстракции, так как оно справедливо при постоянной температуре.

График зависимости $\frac{C_o}{C_b}$ от C_b в данном случае есть прямая линия, параллельная оси абсцисс.

2.2. Экстрагируемое вещество образует ассоциаты в органической фазе. В этом случае отношение $\frac{C_o}{C_v}$ не является постоянной величиной, а поэтому не может характеризовать константу распределения. График зависимости C_o от C_v представляет собой кривую, изображенную на рис. 1 (линия 2).

В этом случае для нахождения константы распределения строят график в координатах C_o от C_v (рис. 2). Экстраполируя линию 2 на ось ординат, определяют P_o .

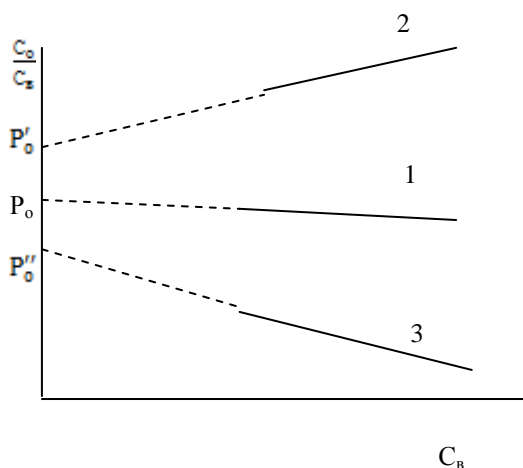


Рис. 2. Зависимость $\frac{C_o}{C_v}$ от C_v : 1 – ассоциаты не образуются; 2 – ассоциация наблюдается в органической фазе; 3 – ассоциация происходит в водной фазе.

2.3. Экстрагируемое вещество образует ассоциаты в водной фазе. График зависимости C_o от C_v представляет собой кривую с выпуклостью, обращенной к оси абсцисс (рис. 1, линия 3). Экстраполируя график, построенный в координатах $\frac{C_o}{C_v}$ (рис. 2, линия 3), на ось ординат, находят значение P_o .

Следует отметить, что ассоциация распределяемого вещества наблюдается при относительно больших концентрациях. При малых концентрациях ассоциаты практически не образуются. Поэтому целесообразно определение констант распределения проводить с такими растворами, концентрация экстрагируемого вещества в которых незначительна. При этом надо помнить, что величина константы распределения при данной температуре зависит только от природы распределяемого вещества и экстрагента. Она совершенно не зависит от объемов водной и органической фаз.

3. Приборы и реактивы

3.1. Спектрофотометр типа ЮНИКО-2100 или другой аналогичный прибор.

3.2. Воронки делительные (емкость воронок рекомендует преподаватель).

- 3.3. Пипетки на 10 мл.
- 3.4. Водный раствор фенола, насыщенный экстрагентом,
 $C(C_6H_5OH) = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.
- 3.5. Тoluол (или другой экстрагент по указанию преподавателя).
- 3.6. Спирт этиловый 20 мл (для промывки кювет спектрофотометра).
- 3.7. Пробирки с делениями на 10 мл.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Перед определением константы распределения необходимо использовать водный раствор распределяемого вещества, который должен быть приготовлен с использованием воды, предварительно насыщенной данным экстрагентом.

Для этого в большую делительную воронку наливают 500 мл дистиллированной воды, добавляют такой же объем экстрагента и перемешивают систему 2 – 3 минуты, при этом периодически открывая краник делительной воронки. После отстаивания, на что требуется обычно 10 – 15 минут, отделяют водную фазу от органической.

Первую используют для приготовления водного раствора фенола (концентрация указана выше), а органическая фаза является экстрагентом.

4.2. После приготовления экстрагента, насыщенного водой (см. п. 4.1), и водного раствора фенола, приготовленного на воде, насыщенной данным экстрагентом, приступают к построению калибровочных графиков. Для этого, разбавляя исходный раствор фенола ($C(C_6H_5OH) = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$) дистиллированной водой, насыщенной используемым экстрагентом, готовят 5 – 6 различных водных растворов. Измеряя спектр поглощения одного из них на спектрофотометре, находят аналитическую длину волны, при которой строят калибровочный график для определения фенола в воде.

Аналогичным образом строят калибровочный график для определения фенола в экстрагенте.

4.3. После построения калибровочных графиков приступают к определению константы распределения. Для этого в делительную воронку емкостью 50 – 100 мл добавляют 20 мл водного раствора фенола с известной концентрацией последнего, добавляют 10 мл экстрагента и перемешивают содержимое воронки 2 – 3 минуты. После полного отстаивания измеряют оптическую плотность водного и органического слоев на спектрофотометре. По предварительно построенному калибровочному графику определяют содержание фенола в обеих фазах. Вычисляют C_o/C_b ; таким образом проводят определение с различными C_b ; для каждого отдельного значения C_b рассчитывают отношение $\frac{C_o}{C_b}$, строят графики зависимости C_o от C_b и $\frac{C_o}{C_b}$ от C_b . По этим графикам рассчитывают значение P_o , как описано в п. 2.

5. Составление отчета

Отчет составляется в рабочей тетради и содержит:

- название работы;
- цель работы;
- краткое содержание выполненной работы;
- оценку точности определения;
- полученные результаты и выводы.

6. Вопросы для самопроверки

6.1. Что такое константа распределения?

6.2. В каких случаях может иметь место ассоциация в органической или водной фазе?

6.3. Почему при определении константы распределения требуются исследования с различными равновесными концентрациями?

6.4. Можно ли определить константу распределения вещества, используя только один калибровочный график, построенный для водной или органической фаз?

6.5. Как связана концентрация с оптической плотностью?

Литература

1. Вайнштейн В.А., Каухова И.Е. Двухфазная экстракция в получении лекарственных и косметических средств. – СПб.: Проспект науки, 2010 г. – 104 с.
2. Другов Ю.С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009 г. – 336 с.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. – М.: Высшая школа, 2008 г. – 615 с.

Лабораторная работа № 2

ЭКСТРАКЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление слушателей с практическими приемами экстракционного разделения веществ.

2. Практические указания

Одной из задач жидкостной экстракции, широко применяемой в аналитической химии, является разделение смесей, которое не всегда возможно выполнить другими способами. Экстракция позволяет отделить от мешающих определению примесей одно, два или более веществ. Возможность экстракционного разделения зависит от величины фактора разделения. Фактор разделения представляет собой отношение констант распределения:

$$\beta = \frac{P'_o}{P''_o},$$

где P'_o и P''_o - константы распределения веществ, которые требуется разделить, причем $P'_o > P''_o$.

Если $\beta = 1$, то разделение двух веществ с использованием экстракции невозможно. Для удовлетворительного отделения одного вещества от другого при однократной экстракции необходимо, чтобы фактор разделения был порядка 10^4 .

В данной работе слушателям предлагается освоить методику экстракционного отделения нефтепродуктов от фенолов и количественного определения указанных веществ в водной среде по предварительно построенным калибровочным графикам.

Константа распределения фенола между гексаном и водой, по данным (1), составляет 0,2, а константа распределения большинства нефтепродуктов между этими растворителями соответствует примерно 2000.

3. Приборы, химическая посуда и реактивы

- 3.1. Спектрофотометр типа ЮНИКО-2100 или другой аналогичный прибор.
- 3.2. Делительные воронки емкостью 1 л – 3 шт.
- 3.3. Колбы мерные емкостью 50 мл – 6 шт., емкостью 25 мл – 6 шт.
- 3.4. Реторта с нефтепродуктом (по указанию преподавателя).
- 3.5. Гексан, х.ч.
- 3.6. Ацетон (для мытья посуды, используемой для экстракции).
- 3.7. Стандартный раствор фенола, 0,01 М.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Построение калибровочного графика для определения нефтепродуктов.

В мерные колбы на 25 мл вносят различные, точно взвешенные на аналитических весах, навески нефтепродуктов. Содержимое колб доводят до метки гексаном и измеряют оптическую плотность гексановых растворов на спектрофотометре при длине волны, указанной преподавателем.

Раствор сравнения – гексан.

По полученным данным строят график зависимости оптической плотности от содержания нефтепродуктов в гексановых растворах.

4.2. Построение калибровочного графика для определения фенолов.

В мерные колбы на 50 мл вводят 5, 10, 15, 20, 25 мл стандартного раствора фенола, содержимое колб доводят водой до метки, измеряют оптическую плотность водных растворов фенола при длине волны 210 нм (можно использовать длину волны 270 нм). Раствор сравнения – дистиллированная вода. Затем строится калибровочный график в координатах: оптическая плотность, содержание фенола.

4.3. Экстракционное разделение.

4.3.1. Разделение веществ.

В три делительные воронки помещают по 1 л исследуемой воды, добавляют по 25 мл гексана. Содержимое воронок встряхивают (не слишком интенсивно) примерно 1 минуту, отстаивают до полного разделения слоев.

4.3.2. Определение содержания компонентов.

Сливают 2 – 3 мл нижнего водного слоя одной из делительных воронок, после чего в кювету от спектрофотометра сливают необходимый объем анализируемого водного раствора и измеряют его оптическую плотность на ЮНИКО-2100. По предварительно построенному калибровочному графику находят содержание фенола в исследуемой воде.

Оставшуюся в делительной воронке водную фазу отделяют от органического слоя и измеряют оптическую плотность гексанового экстракта. Определяют содержание нефтепродуктов по соответствующему калибровочному графику.

Описанным выше способом анализируют содержимое двух других делительных воронок. Выполняют математическую обработку полученных результатов для оценки точности анализа.

5. Составление отчета

Отчет о проделанной работе составляется в рабочей тетради и содержит:

- название работы;
- цель работы;
- краткое содержание эксперимента;

- полученные результаты и выводы.

6. Вопросы для самопроверки

- 6.1. Сущность экстракционного разделения веществ.
- 6.2. Что такое фактор разделения?
- 6.3. При каких условиях возможно экстракционное разделение веществ?
- 6.4. В каких единицах может быть выражена концентрация нефтепродуктов?

Литература

1. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – 712 с.
2. Глубоков Ю.М., Головачёва В.А., Дворкин В.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. – М.: Академия, 2010 г. – 660 с.
3. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. – М.: Колосс, 2011 г. – 552 с.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление слушателей с экстракционно-фотометрическим способом определения растворимости ряда органических веществ.

2. Практические указания

Специальными исследованиями установлено, что окраска водных растворов, содержащих определенные количества дитизона и различные количества бензола, изменяется. С увеличением концентрации углеводорода в системе вода – дитизон – бензол интенсивность окраски водных растворов увеличивается.

Это явление объясняется тем, что с увеличением концентрации углеводорода в водной фазе возрастает доля растворенного дитизона, который предварительно вводили в воду. Чем больше концентрация углеводорода, тем больше растворяется в данном объеме воды дитизона, тем более интенсивна окраска раствора. Изменение интенсивности окраски имеет определенный предел, ограниченный растворимостью исследуемого вещества. Из этого следует, что растворимость последнего можно легко определить, установив момент прекращения изменения интенсивности окраски и зная при этом количество исследуемого компонента в системе вода – углеводород – дитизон.

3. Приборы и реактивы

3.1. Фотоколориметр КФК – 3КМ.

3.2. Колбы конические с притертыми пробками вместимостью 250 мл – 8 шт.

3.3. Дитизон, х.ч. Если после встряхивания раствора дитизона в CCl_4 ($\omega = 0.01\%$) с разбавленным (1 : 100) раствором аммиака образуется слабое желтое окрашивание, то дитизон можно использовать без предварительной очистки.

Для очистки дитизона 2 г препарата растворяют в 150 мл хлороформа и фильтруют через пористый стеклянный фильтр для удаления нерастворимых примесей. Затем раствор взбалтывают в делительной воронке с четырьмя порциями по 50 мл чистого разбавленного (1 : 100) аммиака. Объединенные водные фазы встряхивают в емкости с 10 мл хлороформа, затем последний выливают. Через раствор пропускают сернистый газ для нейтрализации аммиака и осаждения дитизона. Дитизон экстрагируют двумя порциями по

50 мл чистого хлороформа. К объединенному экстракту добавляют равный объем CCl_4 . Через этот раствор, нагретый на водяной бане до температуры 40°C , пропускают чистый сухой азот до тех пор, пока объем раствора не уменьшится в три раза. Раствор охлаждают (лучше льдом), дитизон фильтруют через стеклянный фильтр, промывают несколькими миллиметрами чистого CCl_4 и сушат до постоянного веса в эксикаторе над КОН.

3.4. Термостатирующее устройство.

3.5. Центрифуга лабораторная.

4. Порядок выполнения работы

В колбы с притертыми пробками вводят по 100 мл дистиллированной воды, добавляют в каждую колбу одинаковые навески дитизона, различные, все возрастающие количества органического вещества (по указанию преподавателя), растворимость которого требуется определить.

Содержимое колб взбалтывают, термостатируют, центрифугируют и измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре КФК – 3КМ. По полученным данным строят график в координатах: содержания исследуемого органического вещества (например, бензола) в мг/100 мл воды – оптическая плотность раствора (рис. 3).

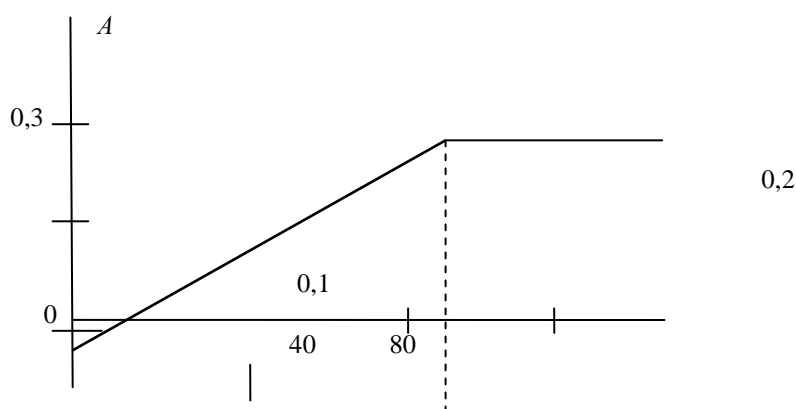


Рис. 3. Зависимость оптической плотности растворов, содержащих дитизон, от содержания бензола в воде ($l = 50$ мм, $\lambda = 440$ нм)

Перпендикуляр, опущенный из точки излома этого графика на ось концентраций, указывает массу бензола, необходимую для насыщения данного объема воды исследуемым компонентом (бензолом), то есть растворимость последнего в воде.

Указанный способ позволяет определить растворимость многих углеводородов, органических кислот, эфиров, спиртов, аминов и прочих соединений.

Исследуемое вещество для работы выдается преподавателем. При определении растворимости выполняется несколько параллельных

измерений, после чего вычисляется случайная составляющая погрешность. Результат определения представляется в виде доверительного интервала.

5. Составление отчета

Отчет составляется в рабочей тетради слушателя и содержит:

- название работы;
- цель работы;
- краткое содержание выполненной работы;
- математическую обработку экспериментальных данных;
- выводы, полученные слушателем в результате выполнения данной работы.

6. Вопросы для самопроверки

6.1. Почему интенсивность краски водных растворов, содержащих дитизон и исследуемое органическое вещество, изменяется с увеличением содержания последнего?

6.2. Какова роль дитизона в описанном способе определения растворимости?

6.3. Какие вещества вы бы могли предложить взамен дитизона?

6.4. Каким образом данный способ можно применять для определения концентрации органических веществ?

Литература

1. Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2009 г. – 855 с.
2. Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштрах М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. – М.: Академия, 2012 г. – 859 с.
3. Хаханина Т.И. Аналитическая химия. – М.: Юрайт, 2012 г. – 278 с.

Приложение 1

Свойства наиболее часто используемых экстрагентов

Экстрагент	Формула	M _r атомная масса	d_4^{20} плотность (г/см ³)	темп. кипения (°C)	ε диэлектри- ческая проницае- мость (ф.м.)	μ дипольный момент (кЛ.м)	σ поверхностное натяжение (дин/см)	Растворимость в воде	Растворимость воды в экстрагенте
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
н-Амилацетат	CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	130,2	0,879	148	5,1	1,91	8,2	0,9 мл/100 мл	0,18 г/100 мл
н-Амиловый спирт	C ₅ H ₁₁ OH	88,1	0,814	138	15,8	1,7	9,4	9%	2,7 г/10 мл
н-Амиловый эфир	(C ₅ H ₁₁)O	158,3	0,774	190	3,1	1,04	7,6	—	—
Бензилацетат	CH ₃ COOCH ₂ C ₆ H ₅	150,2	1,057	213,5	5,1	1,80	9,4	—	—
Бензиловый спирт	C ₆ H ₅ CH ₂ OH	108,1	1,043	205	13,1	1,68	10,9	8,4%	4 г/100 мл
Бензиловый эфир	(C ₆ H ₅ CH ₂)O	198,2	1,043	295	—	1,38	9,1	—	0,004 г/100 мл
Бензол	C ₆ H ₆	78,1	0,879	80,1	2,28	0	9,0	0,054 г/100 мл	0,082 г/100 мл
Бромбензол	C ₆ H ₅ Br	157,0	1,495	156	5,40	1,48	9,9	—	0,045 г/100 мл
н-Бутилацетат	CH ₃ COOC ₄ H ₉	116,1	0,882	126	5,1	1,84	8,3	1,86%	0,5 г/100 мл
н-Бутилбензол	C ₆ H ₅ C ₄ H ₉	134,2	0,860	183,3	—	0,43	8,5	—	—
н-Бутиловый спирт	C ₄ H ₉ OH	74,1	0,810	117,5	17,8	1,65	9,8	20,5%	7,9 г/100 мл
н-Гексан	C ₆ H ₁₄	86,2	0,659	68,7	1,89	0	7,2	0,011%	0,014 г/100 мл
н-Гексиловый спирт	C ₆ H ₁₃ OH	102,1	0,818	157,2	13,3	1,64	9,1	6,5%	0,59 г/100 мл
н-Гептан	C ₇ H ₁₆	100,2	0,684	98,4	1,97	0	7,4	0,015 г/100 мл	0,005 г/100 мл
н-Декан	C ₁₀ H ₂₂	142,3	0,730	174	1,99	0	7,4	---	---
Дибутилфталат	C ₆ H ₄ (COOC ₄ H ₉) ₂	278,3	1,043	340	6,43	2,4	8,3	0,46%	0,04 г/100 мл
1,2-Дихлорбензол	C ₆ H ₄ Cl ₂	147,0	1,305	180	7,5	2,26	10,0	---	0,014 г/100 мл
Дихлорметан	CH ₂ Cl ₂	84,9	1,336	40,1	9,08	1,55	9,7	0,2 г/100 мл	2 г/100 мл
1,2-Дихлорэтан	C ₂ H ₄ Cl ₂	98,9	1,257	83,7	10,4	1,75	9,8	0,15%	0,87 г/100 мл
Изобутиловый спирт	C ₄ H ₉ OH	74,1	0,805	108,4	18,7	1,79	9,5	16,9%	9,5 г/100 мл
Изопропилацетат	CH ₃ COOC ₃ H ₇	102,1	0,869	89	—	1,85	8,0	2,9%	3,09 г/100 мл
Изопропиловый эфир	(C ₃ H ₇) ₂ O	102,2	0,726	69	3,88	1,26	7,1	0,7%	0,2 г/100 мл
о-Ксилол	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106,2	0,880	144,4	2,57	0,52	8,9	0,023 г/100 г	0,02 г/100 г
м-Ксилол	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106,2	0,864	139,1	2,37	0,36	8,9	—	0,02 г/100 мл
Нитробензол	C ₆ H ₅ NO ₂	123,1	1,197	210,9	35,7	4,23	11,1	0,22%	0,019 г/100 мл
Нитрометан	CH ₃ O ₂	61,0	1,130	101	39,4	3,20	12,3	2,2 мл/100 м	9 г/100 мл
Нитроэтан	C ₂ H ₅ NO ₂	75,1	1,052	114,8	28	3,19	11,1	0,9 мл/100 м	4,5 мл/100 мл
н-Октан	C ₈ H ₁₈	114,2	0,702	125,7	1,95	0	7,4	0,014 г/100 м	0,0015 г/100 мл
Сероуглерод	CS ₂	76,1	1,262	46,3	2,64	0	10,0	0,005%	0,22 г/100 мл
Тетрахлорметан	CH ₂ Cl ₄	153,8	1,595	76,8	2,24	0	8,7	0,01 г/100 мл	0,08 г/100 мл
Толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	92,1	0,867	110,6	2,38	0,37	9,0	0,035%	0,057/10 мл
Трихлорэтилен	CHCl=CCl ₂	131,4	1,455	87	3,42	0,94	9,2	0,032 г/100 г	0,1 г/ 100 мл
Этилбензол	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	106,2	0,867	136,1	2,4	0,35	8,9	0,33%	0,014 г/100 мл

Приложение 2

Константы распределения некоторых органических веществ

Экстрагируемое вещество	Экстрагент	Температура, °С	P ₀
1	2	3	4
Ацетон	толуол	10	0,48
		20	0,49
		30	0,51
н-Бутиламин	бензол	20	4,5
		30	6,5
		40	8,9
		50	9,7
	н-гептан	20	2
		30	3,4
		40	5,7
		50	6,7
	хлорбензол	20	5,1
		30	7,2
		40	10,4
		50	12,4
этиленбензол	20	4,8	
	30	6,5	
	40	9,1	
	50	11,5	
Диметиламин	толуол	18	0,043
		25	0,052
		32,3	0,077
Диэтиламин	бензол	20	4,0
		30	5,2
		40	7,7
		50	10,7
Диэтиламин	н-гептан	20	2,5
		30	3,7
		40	5,7
		50	7,8
	хлорбензол	20	3,6
		30	5,9
		40	8,5
		50	10,7
Метиламин	хлороформ	18	0,117
		25	0,125
		32,3	0,166
Муравьиная кислота	метилизобутилкетон	25	0,42
		35	0,41
		45	0,38
		55	0,37
I-Нафтиламин	бензол	10	290
		20	270
		30	250
		40	230
	н-бутилацетат	10	630
		20	490
		30	390
		40	320
		50	270
		60	220
	изопропиловый эфир	10	160
		20	140
30		110	
40		97	

Экстрагируемое вещество	Экстрагент	Температура, °С	P ₀
1	2	3	4
	толуол	10	230
		20	220
		30	200
		40	180
		50	170
		60	160
	тетрахлорметан	10	97
		20	94
		30	91
		40	88

Римма Павловна **Арефьева**
Александр Михайлович **Корнев**

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ЭКСТРАКЦИИ

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
603960, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23