Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Естественные и математические науки»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ МУТНОСТИ СИСТЕМЫ

Энгельс 2024г.

УДК 541.18
ББК 24-я.73
Р98

Р98 Авторы-составители: Рябухова Т.О., Окишева Н.А. Оптические свойства коллоидных систем: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Коллоидная химия» - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ, 2011 - 24 с.

Рецензент: профессор кафедры ФОХ ЭТИ (филиала) СГТУ, д.т. н.
В.Н. Целуйкин

В методических указаниях рассматриваются строение, свойства и получение лиофобных золей, а также их оптические свойства. Обсуждаются различные виды коагуляции золей и влияние электролитов на коагуляцию. Предлагается определить порог коагуляции, защитное число и средний размер частиц коллоидов с применением закона Бугера-Ламберта-Бера.

УДК 541.18
ББК 24-я73

Печатается по решению
редакционно-издательского совета ЭТИ (филиала) СГТУ

Брошюра издается в авторской редакции

Лабораторная работа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ МУТНОСТИ СИСТЕМЫ

Цель работы: ознакомление с оптическими методами исследования коллоидов и расчёт среднего размера коллоидных частиц.

1. Теоретическая часть

Микрогетерогенные и ультрамикрогетерогенные дисперсные системы благодаря соизмеримости частиц дисперсной фазы с длиной световых волн обладают специфическими оптическими свойствами. Это позволяет использовать оптические методы исследования для изучения структуры и формы частичек, скорости их перемещения, размеров и концентрации. Оптические методы широко используются в практике определения концентрации коллоидных растворов, эмульсий, аэрозолей. Оптические характеристики аэрозолей (туманы, тучи, пыль), степень мутности водоемов имеют большое значение для авиации, метеорологии, контроля загрязнения окружающей среды.

Свет, проходящий через дисперсные системы, может поглощаться, отражаться или рассеиваться, в результате чего происходит его ослабление. В ряде случаев эти эффекты могут наблюдаться одновременно; например, золи золота, гидроксида железа, графита поглощают и рассеивают проходящий свет. При поглощении света часть электромагнитной энергии падающего пучка света преобразуется в конечном итоге в теплоту. При отражении или рассеянии света проходящий свет ослабляется лишь в связи с тем, что часть электромагнитных лучей меняет свое исходное направление.

Для окрашенных золей характерно не только светорассеяние, но также и светопоглощение. Светопоглощение в гомогенных системах (истинных растворах) описывается уравнением Бугера-Ламберта-Бера. Это уравнение применимо и для золей, при условии, что концентрация золя и толщина коллоидного раствора, через который проходит свет, невелики. Учитывая светорассеяние в коллоидных системах, уравнение Бугера-Ламберта-Бера записывается в виде

$$I_n = I_o \cdot e^{-(A+k)cl} \qquad (1)$$

где I_n − интенсивность света, прошедшего через коллоидный раствор; I_o − интенсивность падающего света; A − коэффициент истинного светопоглощения; k − коэффициент поглощения за счёт светорассеяния; c −молярная концентрация вещества; l − толщина слоя коллоидной системы, через который проходит свет.

Логарифмируя уравнение (1), получим: $\ln\left(\frac{I_o}{I_n}\right) = \varepsilon cl$

$\ln I_o / I_n = 2{,}3D$, D − оптическая плотность раствора или экстинкция. Уравнение (2) справедливо для монохроматического света, поэтому всегда следует указывать, при какой длине волны была определена оптическая плотность, и обозначить $D\lambda$.

$\ln I_o / I_n = D = \tau l$, где τ − мутность системы, l − толщина слоя системы.

Окраска коллоидных растворов, как и других дисперсных систем, связана с явлениями рассеяния и поглощения света. Поглощение света имеет четко выраженный избирательный характер. Рассеяние света придает коллоиду красноватую окраску в проходящем свете и голубоватую в рассеянном. В целом окраска коллоидных растворов определяется результирующей наложения двух эффектов − рассеяния и поглощения света. С изменением степени дисперсности или формы частиц дисперсной фазы изменяется вклад обоих эффектов, что вызывает изменение окраски дисперсной системы.

Таблица

Значения $\varphi(z)$ и z

$\varphi(z)$	z	$\varphi(z)$	z	$\varphi(z)$	z
3,260	1,00	95,06	3,30	371,1	6,40
5,889	1,20	102,3	3,40	381,2	6,50
8,768	1,40	109,8	3,50	425,5	7,00
13,40	1,60	117,6	3,60	469,7	7,50
18,40	1,80	125,6	3,70	511,6	8,00
25,18	2,00	133,7	3,80	598,0	10,00
32,64	2,20	141,0	3,90	689,2	11,00
41,56	2,40	150,5	4,00	793,6	12,00
46,30	2,50	195,0	4,50	898,6	13,00
51,52	2,60	241,6	5,00	1002	14,00
62,44	2,80	289,0	5,50	1102	15,00
74,33	3,00	335,9	6,00	1201	16,00
81,23	3,10	344,3	6,10	1299	17,00
84,16	3,14	353,3	6,20	1398	18,00
87,90	3,20	359,1	6,30	1594	20,00

2. Экспериментальная часть

Определение оптической плотности золя проводится на фотоэлектрокалориметре. Исследуемый золь гидроксида железа получают гидролизом хлорида железа (III).

$$FeCl_3 + 3\ H_2O = Fe(OH)_3 + 3\ HCl$$

В коническую колбу на 250 мл внести 95 мл дистиллированной воды и нагреть до кипения. В кипящую воду добавить по каплям 5мл 10% раствора $FeCl_3$, прокипятить раствор 1-2 минуты. Образуется красно-коричневый гидрозоль $Fe(OH)_3$.

Полученный гидрозоль охладить и замерить его оптическую плотность на ФЭКе, используя зелёный светофильтр. Измерения проводить три раза и взять среднее значение D. Рассчитать средний размер коллоидных частиц и сделать вывод.

2.1. Обработка результатов эксперимента

Дано:

d =4,28 г/см^3–плотность частиц дисперсной фазы;

l – см, толщина слоя коллоидной системы, через который проходит свет.

$\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + \lambda n_2^2} = 0{,}08$, где n_1 и n_2 –показатели преломления дискретной фазы и среды соответственно.

D – оптическая плотность (показания по ФЭКу).

$\lambda_{зел.}$ = 540 нм.

1. Определить мутность системы τ:

$$\tau = \frac{2{,}303 \cdot D}{1}$$

2. Определить C – концентрацию $Fe(OH)_3$ в г/см^3.

$$\underline{FeCl_3} + 3H_2O = \underline{Fe(OH)_3} + 3HCl$$

M_1= m $\qquad$ M_2= x $\qquad$ $c = \frac{x}{100}$ г/см^3

ρ 10% р-ра $FeCl_3$ = 1,025 г/см^3.

3. Концентрацию золя в г/см^3 переводят в t по уравнению:

$$t = \frac{c}{d}$$

4. Определить характеристическую мутность системы $[\tau]$

$$[\tau] = \frac{\tau}{t} = \frac{6\pi[\alpha]^2}{\lambda} \cdot \frac{\varphi(z)}{z}.$$

5. Определить α:

$$\alpha = \frac{3}{4\pi} \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + \lambda n_2^2} \right)^2.$$

6. Определить $\varphi(z)$:

$$\varphi(z) = \frac{[\tau] \cdot \lambda}{[\alpha]^2}.$$

Значение z находится по таблице зависимости $\varphi(z)$ (см. таблицу 5) и далее по формуле $z = \frac{8\pi r}{\lambda}$ определить средний радиус частиц по формуле:

$$r = \frac{z \cdot \lambda}{8\pi}.$$

7. Оценить полученные результаты и сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на лиофильные и лиофобные?

2. Какой размер имеют частицы в ультрамикрогетерогенных (коллоидных) системах?

3. Какое из оптических явлений невозможно в коллоидно-дисперсных системах?

- дифракция света;
- отражение света от поверхности частиц;
- поглощение света.

4. Согласно уравнению Рэлея интенсивность рассеянного света возрастает прямо пропорционально...

- кубу диаметра частиц;
- квадрату длины волны падающего света;
- численной концентрации частиц

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Белик В.В. «Физическая и коллоидная химия»: учебник/ В.В. Белик, К.И. Киенская М.:ИКЦ «Академия», 2008-288 с.

2. Ролдугин В.И. «Физикохимия поверхности»: учебник-монография/ В.И. Ролдугин – Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2008-568 с.