

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Фізичний факультет

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра загальної та хімічної фізики

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Кутова анізотропія розсіяння світла неврівноваженими
розчинами вода-алкоголь»

«Angular anisotropy of light scattering by unbalanced aqueous solutions of alcohol»

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальність 8.04020301 Фізика

Кіркелан Ігор Ігорович

Керівник д.ф.-м.н., доц. Гоцульський В.Я.

Рецензент с.н.с. Чечко В.Є.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

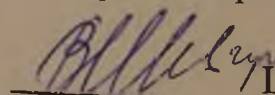
№ 15 від 02.06.2017 р.

Захищено на засіданні ЕК № 1

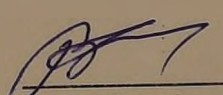
протокол № 8 від 19.06.2017 р.

Оцінка відмінно / A / 90
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри


(підпис) Шевчук В.Г.

Голова ЕК


(підпис)

Калінчак В.В.

ВСТУП	3
1. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗЧИНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА	5
1.1. Класифікація розчинів. Інтегральне розсіяння світла	5
1.2. Низькоконцентраційний максимум розсіяння світла у водно-спиртових розчинах	10
1.3. Процеси встановлення рівноважного стану у водних розчинах	13
1.4. Метод динамічного розсіяння світла	15
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	22
2. РОЗСІЯННЯ СВІТЛА ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ СПИРТІВ ТА ІНШИМИ НЕЕЛЕКТРОЛІТАМИ	23
2.1. Установка для вимірювання кутової анізотропії інтенсивності розсіяння світла водними розчинами спиртів та іншими неелектролітами	23
2.2. Визначення файлів налаштувань	32
2.3. Тестування установки	33
2.4. Часові залежності інтегральних характеристик світла розсіяного водними розчинами спиртів та іншими неелектролітами	35
2.5. Встановлення рівноваги у розчинах полівінілового спирту	39
РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ	44
ЛІТЕРАТУРА	45

ВСТУП

Дослідники та інженери, які постійно працюють з розчинами, завжди наголошували на важливості тривалої витримки при їх приготуванні. Вперше ця обставина була чітко усвідомлена ще Менделєєвим. На якісному рівні розуміння важливості процесів встановлення рівноваги в водних розчинах характерно і для виробництва. У численних заводських інструкціях говориться, що вироби з вмістом спиртів необхідно витримувати після їх приготування 4-72 години, навіть перед фільтрацією. Проте, тимчасові залежності властивостей таких розчинів найчастіше були побічними результатами дослідження, а не їх метою.

Численні дослідження показали, що характеристики аномального розсіяння світла залежать від умов приготування розчинів. В експериментальних роботах слід згадати ще один фактор - «передісторія розчину». В [1] показано, що методи створення розчинів нерідко визначали не тільки різну інтенсивність розсіяння світла, а й саму можливість спостереження додаткового піку розсіяння світла. Хімічні методики найчастіше пов'язані з емпіричними правилами «дозрівання» розчину. Вони не обґрунтовуються теоретично, а необхідні часи (близько доби) дуже великі для таких об'єктів як водні розчини спиртів, при приготуванні гомогенізуються на мікроскопічному рівні.

У роботах [2, 3] було показано, що повільне встановлення параметрів розсіяння світла в околі аномального піку розсіяння світла супроводжується зростанням кутової анізотропії інтенсивності розсіяння світла $Z = I_{45^\circ} / I_{135^\circ}$, що обумовлено утворенням в розчинах просторових неоднорідностей розміром близько 100 нм.

Мета роботи - довготривалий моніторинг параметрів розсіяного світла і термодинамічних параметрів водних розчинів спиртів та інших неелектролітів для з'ясування закономірностей встановлення їх рівноважного термодинамічного стану.

Основні завдання, які необхідно для цього вирішити:

- розробка та реалізація автоматичної енергонезалежної вимірювальної системи, яка забезпечить автономну довготривалу роботу по вимірюванню інтенсивності розсіяного світла під різними кутами та термостатуванні досліджуваних розчинів;
- проведення тестування установки на модельних системах;
- проведення вимірів кутової анізотропії та інтенсивності розсіяння світла водними розчинами різних неелектролітів та дослідження їх еволюції;
- проведення порівняльного аналізу отриманих даних для одноатомних спиртів, високомолекулярних спиртів та біологічних рідин.

Як **об'єкти дослідження** використовувались водні розчини етанолу як одноатомного спирту, полівінілового спирту як високомолекулярного спирту та глюкози як одного з компонентів біорідин.

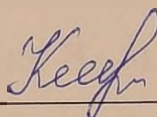
Предмет дослідження – процеси встановлення рівноважного стану у водних розчинах неелектролітів в околі особливих точок.

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Реалізована незалежна вимірювальна система для дослідження довготривалих процесів встановлення рівноважного стану у водних розчинах неелектролітів методом статичного розсіяння світла.

2. Отримані часові залежності параметра асиметрії розсіяння світла на водних розчинах етанолу, глюкози і полівінілового спирту свідчать про тривале встановлення рівноважного стану розчину в області його аномального розсіяння, з характерним часом від діб до місяців.

3. Кутова анізотропія розсіяння світла у водних розчинах спиртів та деяких неелектролітів вказує на існування мезомасштабних та субмікронних неоднорідностей, порядку, (100-1000) нм.



_____ Кіркелан І.І.
(підпис автора роботи)

ЛІТЕРАТУРА

1. М.Ф.Вукс. Рассеяние света в газах, жидкостях и растворах. ЛГУ, Ленинград, 1977.
2. Эскин В. Е., Нестеров А. Е. Аномальное рассеяние света в нерасслаивающихся растворах и уровень флуктуаций / В. Е. Эскин, А. Е. Нестеров // УФЖ.- 1964.- Т. 9, № 2.- С. 540-544.
3. Рощина Г. П., Даденкова М. Н., Тарапов В. А. Исследования молекулярного рассеяния света в растворах спиртов / Г. П. Рощина, М. Н. Даденкова, В. А. Тарапов // УФЖ.- 1956.- Т. 1, № 2. - С. 183-187.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая фізика / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.- М.: Наука, 1964.- 567 с.
5. Паташинский А. З., Покровский В. Л. Флуктуационная теория фазовых переходов / Паташинский А. З., Покровский В.- Л.- М.: Наука, 1982.- 381 с.
6. Белоусов В. П., Морачевский А. Г., Панов М. Ю. Тепловые свойства растворов неэлектролитов / В. П. Белоусов, А. Г. Морачевский, М. Ю. Панов.- Л.: Химия, 1981.- 264 с.
7. Анисимов М. А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах / Анисимов М. А.- М.: Наука, 1987.- 271 с.
8. Чечко В. Є. Розсіяння світла у водних розчинах гліцерину / В. Є.Чечко // УФЖ.- 2001.- Т. 46, № 9.- С. 920-921.
9. Пайк Э. Р. Вводная лекция // Спектроскопия оптического смешения и корреляция фотонов / Под ред. Г. Камминса, Э. Пайка, М.: Мир, 1978. – 584с.
10. Чечко В. Е., Заремба В. Г. Молекулярное взаимодействие в растворах с сильной водородной связью / В. Е. Чечко, В. Г. Заремба // Химическая физика.- 1993.- Т. 12, № 7.- С. 1036-1039.
11. Chechko V. Eu., Zarembo V. G., Gotsul'sky V. Ya. Structurization of water solutions of tartic acid under stirring / V. Eu. Chechko, V. G. Zarembo, V. Ya. Gotsul'sky // Journal of Molecular Liquids.- 2001.- Vol. 93. - P. 35-38.
12. Chechko V. E., Gotsulskiy V. Ya., Zarembo V. G. On the nature of

- relaxation processes in dilute water-glycerol solutions / V. E. Chechko, V. Ya. Gotsul'skiy, V. G. Zaremba. // *Journal of Molecular Liquids*.- 2003.-Vol. 105/2-3.- P. 211-214.
13. Chechko V. Eu., Lokotosh T. V., Malomuzh N. P., Zaremba V. G., Gotsul'skiy V. Ya. Clusterization and anomalies of fluctuations in alcohol solutions of low concentrations / V. Eu. Chechko, T. V. Lokotosh, N. P. Malomuzh, V. G. Zaremba, V. Ya. Gotsul'skiy. // *Journal of Physical Studies*.- 2003.- Vol. 7, № 2.- P. 175-183.
14. Н. П. Маломуж., Е. Л. Слинчак. Кластерная структура разбавленных водно-спиртовых растворов и особенности молекулярного рассеяния света в них//Журнал физической химии, 2007, том 81, № 11, с. 1983-1988.
15. Рощина Г. П., Каурова А. С. Исследование флуктуаций в неводных растворах электролитов методом светорассеяния / Г. П. Рощина, А. С. Каурова // *УФЖ*.— 1964.- Т. 9, № 2.- С. 512-521.
16. Булавін Л.А., Гоцульський В.Я., Чечко В.Є.// *УФЖ*, 2014 (in press).
17. Оливер С. В. Методы корреляционной спектроскопии // *Спектроскопия оптического смещения и корреляция фотонов: статьи / Оливер С. В.*- М.: Мир, 1978.- С. 146-220.
18. Zakharov P., Scheffold F. *Light Scattering Reviews 4*. Springer Praxis Books, 2009. P. 433–467.
19. Redouane Borsali, Robert Pecora. *Soft Matter Characterization* Springer, 2008. 1445 p.
20. Ivanov D.A., Grossmann Th., Winkelmann J. // *Fluid Phas. Equilibria*. 2005. Vol. 228–229. P. 283–291.
21. Matsuoka H. // *Colloid. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*. 1996. Vol. 109. P. 137–145.
22. Аненкова К.А., Петрова Г.П., Гибизова В.В., Осминкина Л.А., Тамаров К.П. // *Опт. и спектр*. 2013. Т. 115. № 2. С. 195–200.
23. Tschamner W. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Hichester, 2000. P. 5469–5485.

24. Гоцульський В. Я., Чечко В. Е., Мельник Ю. А. Природа рассеяния света водными растворами спиртов в окрестности их особых точек// УФЖ 2015 (принята к печати)]
25. A. Atamas, N. Atamas, L. Bulavin, Russian Journal of Physical Chemistry A. 79, 1260 (2005).
26. A. Atamas, N. Atamas, L. Bulavin, Journal of Molecular Liquids 120 (1-3), 15 (2005).
27. Л. Д. Ландау, Е. М.Лифшиц, Гидродинамика. Москва: Наука, 1986.
28. С. М. Рытов. Журн. Экспериментальной и теоретической физики, 1957.
29. Фабелинский И.Л. Молекулярное рассеяние света. Москва: Наука, 1965. – 511 с.
30. Гоцульський В. Я., Чечко В.Е. и Заремба В.Г., ПТЭ, 2, 161, 1997.
31. Dynamic Light Scattering. Applications of Photon Correlation Spectroscopy, .editer by R. Pecora (Plenum Press, N.Y., 1985).
32. H.Z. Cummins. Photon Correlation and Light Beating Spectroscopy, editors by H.Z. Cummins, E.R. Pike (Plenum Press, New York, 1974), p. 47.
33. E.R.Pike, J.B.Abbiss. Light Scattering and Photon Correlation Spectroscopy (Kluwer Academic Publishers, 1997).
34. Розенберг М.Э. Полимеры на основе винилацетата / М.Э.Розенберг. – М.: Химия, 1983. – 176 с.
35. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. В 2 томах / С.Н.Ушаков. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т.1. – 553 с.
36. Responsive polymers in controlled drug delivery / A.K. Bajpai, Sandeep K. Shukla, Smitha Bhanu, Sanjana Kankane // Prog. Polym. Sci. – 2008. – Vol. 33. – P. 1088-1118.
37. Kopeček J. Biodegradation of biomedical polymer / Jindřich Kopeček, Karel Ulbrich // Prog. Polym. Sci. – 1983. – Vol. 9. – P. 1-58.