

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРВЫЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры
общей и биоорганической химии
«07» июня 2023 г., протокол № 5
заведующий кафедрой
д. х. н., доцент К. Н. Семёнов

Методические указания для преподавателя

по	дисциплине «Физико-химические методы исследования» (наименование дисциплины)
по теме	Метод динамического светорассеяния (наименование темы занятия)
для специальности	06.04.01 Биология Профиль: «Медицинские биотехнологии» (наименование и код специальности)
факультет	Фундаментальной медицины (наименование факультета)
кафедра	Общей и биоорганической химии (наименование кафедры)

1. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ

составляет 10 часов из них:

- лекции 2 часа
- практические занятия 4 часа
- лабораторные занятия 4 часа

2. ЦЕЛИ

Студент после освоения темы должен знать:

Основы теории. Интенсивность рассеяния света. Использование корреляционной функции для определения размера частицы. Размерные распределения по интенсивности, объему и числу. Аппаратура в методе динамического светорассеяния

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ

Студент, освоивший тему, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры (ОПК-2).

4. ПЛАН ЗАНЯТИЯ 1 «Метод динамического светорассеяния.»

№ п/п	Этап занятия	Форма контроля усвоения	Примерное время
1.	Вводная часть - Организационный момент - Цели занятия	—	5 минут
2.	Ответы на вопросы студентов	—	5 минут
3.	Контроль исходного уровня знаний и практических навыков по теме	Устный опрос	10 минут
4.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и по теме	Общая характеристика метода динамического светорассеяния	25 минут
5.	Перерыв		5 минут
6.	Основная часть занятия Формирование новых знаний по теме	Основы теории. Интенсивность рассеяния света.	40 минут
7.	Заключительная часть - Подведение итогов - Домашнее задание	—	5 минут

5. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 1

Основные положения.

1. Методы динамического рассеяния света Метод фотонной корреляционной спектроскопии
2. Принципиальная схема спектрометра динамического рассеяния
3. Границы применимости метода динамического рассеяния света ..

6. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Определите понятия рассеяния и дифракции света. Какие виды рассеяния света Вам известны.
2. В каких фазовых состояниях вещества рассматриваемой среды может происходить рассеяние света.
3. Как зависит интенсивность рассеянного света от размера рассеивающих частиц.

7. ПЛАН ЗАНЯТИЯ 2 «Метод динамического светорассеяния.»

№ п/п	Этап занятия	Форма контроля усвоения	Примерное время
1.	Вводная часть - Организационный момент - Цели занятия	—	5 минут
2.	Ответы на вопросы студентов	—	5 минут
3.	Контроль исходного уровня знаний и практических навыков по теме	Устный опрос	15 минут
4.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Размерные распределения по интенсивности, объему и числу.	20 минут
5.	Перерыв		5 минут
6.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Размерные распределения по интенсивности, объему и числу..	40 минут
7.	Подведение итогов		5 минут
8.	Перерыв		15 минут
9.	Вводная часть		5 минут
10.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Построение индикатрисы рассеяния	40 минут
11.	Перерыв		5 минут
12.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Аппаратура в методе динамического светорассеяния	40 минут
13.	Заключительная часть Подведение итогов Домашнее задание		5 минут

8. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 2

Основные положения.

1. Размерные распределения по интенсивности, объему и числу
2. Построение индикатрисы рассеяния

9. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Каков характерный вид индикатрис рассеяния для малых и больших частиц (по сравнению с длиной волны падающего света)?
2. Почему для крупных частиц преобладает рассеяние вперед?
3. Какова особенность индикатрис рассеяния для крупных металлических частиц?.

12. ПЛАН ЗАНЯТИЯ 3 «Метод динамического светорассеяния.»

N п/п	Этап занятия	Форма контроля усвоения	Примерное время
10.	Вводная часть - Организационный момент - Цели занятия	—	5 минут
11.	Ответы на вопросы студентов	—	5 минут
12.	Контроль исходного уровня знаний и практических навыков по теме	Устный опрос	15 минут
13.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Пробоподготовка в методе динамического светорассеяния	20 минут
14.	Перерыв		5 минут
15.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Проведение измерений с использованием анализатора Zetasizer Nano	40 минут
16.	Подведение итогов		5 минут
17.	Перерыв		15 минут
18.	Вводная часть		5 минут
19.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Проведение измерений с использованием анализатора Zetasizer Nano.	40 минут
20.	Перерыв		5 минут
21.	Основная часть занятия Формирование новых знаний и практических навыков по теме	Обработка экспериментальных данных Построение индикатрисы рассеяния	40 минут
22.	Заключительная часть Подведение итогов Домашнее задание		5 минут

13. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 3

Основные положения.

1. Проведение измерений с использованием анализатора Zetasizer Nano.
2. Обработка экспериментальных данных. Построение индикатрисы рассеяния

19. ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

ОСНОВНАЯ

1. Борен К., Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М.: Мир, 1986..

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Эскин, В. Е. Рассеяние света растворами полимеров и свойства макромолекул. Л.: Наука, 1986.

Schärfl W. Light Scattering from Polymer Solutions and Nanoparticle Dispersions. Berlin: Springer, 2007

4. Гордон А., Форд Р. Спутник химика: Физико-химические свойства, методики, библиография. М.: Мир, 1976. 543 с

20. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Определите понятия рассеяния и дифракции света. Какие виды рассеяния света Вам известны?
2. В каких фазовых состояниях вещества рассматриваемой среды может происходить рассеяние света?
3. Что такое гидродинамический радиус? Что такое радиус инерции?
4. Опишите устройство и принцип работы коррелятора.
5. Какой угол для измерений рассеяния света наиболее часто используется в методе ДРС? Почему?
6. Почему в методе ДРС в качестве источника излучения используется лазер? Дайте определение когерентного объема.
7. Дайте определение автокорреляционной функции сигнала.
8. Что такое избыточное рассеяние? Как интенсивность последнего влияет на границы применимости метода ДРС?
9. Как зависит интенсивность рассеянного света от размера рассеивающих частиц?
10. Дайте определение диполя. Какой вид в трехмерном пространстве имеет интенсивность рассеянного на диполе света в следующих случаях:
а) падающий свет не поляризован; б) падающий свет поляризован в направлении, параллельном оси диполя?
11. Каков характерный вид индикатрис рассеяния для малых и больших частиц (по сравнению с длиной волны падающего света)?
12. Почему для крупных частиц преобладает рассеяние вперед?
13. Какова особенность индикатрис рассеяния для крупных металлических частиц?
14. Чем обусловлены нижняя и верхняя границы размеров частиц, доступные для измерения методом ДРС?
15. Почему при приготовлении растворов для исследования методами светорассеяния часто используют фильтрацию или центрифугирование?
16. В чем сходства и различия между следующими процессами: а) поглощением и рассеянием; б) люминесценцией и рассеянием?

17. Почему при построении индикатрисы рассеяния для учета изменения рассеивающего объема в зависимости от угла рассеяния θ используют умножение на $\sin \theta$? Как экспериментально проверить справедливость такой поправки?
18. Какие сложности могут возникнуть при исследовании методом ДРС: концентрированных золей, молока, нефти? Предложите пути их преодоления.
19. Основываясь на полученном распределении по временам корреляции, постройте распределение концентрации частиц по их размерам.
20. Оцените, какова ширина несмещенной линии рассеянного света в растворе наночастиц. Какова ее форма?
21. Основываясь на теории молекулярного рассеяния, поясните, почему дневное небо имеет голубую окраску, а небо на закате – красную.
22. Назовите причины отклонения зависимости $1/\tau_c$ от q от линейной.
23. Для увеличения интенсивности рассеянного излучения можно было бы увеличить входную апертуру приемника излучения. Почему в методе ДРС такой прием увеличения полезного сигнала очень ограничен?
24. Почему методы малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов (используются углы рассеяния от 0.1° до 10°) считаются мощными методами для исследования крупномасштабной структуры объектов (от 1 до 1 000 нм)?
25. В чем заключаются различия между рассеянием Мандельштама–Бриллюэна, комбинационным и рэлеевским?

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРВЫЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры
общей и биорганической химии
«07» июня 2023 г., протокол № 5
заведующий кафедрой
д. х. н., доцент К. Н. Семёнов

Методические указания для студента

по	дисциплине «Физико-химические методы исследования» (наименование дисциплины)
по теме	Метод динамического светорассеяния (наименование темы занятия)
для специальности	06.04.01 Биология Профиль: «Медицинские биотехнологии» (наименование и код специальности)
факультет	Фундаментальной медицины (наименование факультета)
кафедра	Общей и биорганической химии (наименование кафедры)

1. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ
составляет 10 часов из них:

- лекции 2 часа
- практические занятия 4 часа
- лабораторные занятия 4 часа

23. ЦЕЛИ

Студент после освоения темы должен знать:

Основы теории. Интенсивность рассеяния света. Использование корреляционной функции для определения размера частицы. Размерные распределения по интенсивности, объему и числу. Аппаратура в методе динамического светорассеяния

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ

Студент, освоивший тему, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры (ОПК-2).

1 СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 1

Основные положения.

1. Методы динамического рассеяния света Метод фотонной корреляционной спектроскопии
2. Принципиальная схема спектрометра динамического рассеяния
3. Границы применимости метода динамического рассеяния света ..

24. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Определите понятия рассеяния и дифракции света. Какие виды рассеяния света Вам известны.
2. В каких фазовых состояниях вещества рассматриваемой среды может происходить рассеяние света.
3. Как зависит интенсивность рассеянного света от размера рассеивающих частиц

25. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 2

Основные положения.

1. Размерные распределения по интенсивности, объему и числу
2. Построение индикатрисы рассеяния

26. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Каков характерный вид индикатрис рассеяния для малых и больших частиц (по сравнению с длиной волны падающего света)?
2. Почему для крупных частиц преобладает рассеяние вперед?
3. Какова особенность индикатрис рассеяния для крупных металлических частиц?.

СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ 3

Основные положения.

1. Проведение измерений с использованием анализатора Zetasizer Nano.
2. Обработка экспериментальных данных. Построение индикатрисы рассеяния

19. ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

ОСНОВНАЯ

1. Борен К., Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М.: Мир, 1986..

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Эскин, В. Е. Рассеяние света растворами полимеров и свойства макромолекул. Л.: Наука, 1986.

Schärftl W. Light Scattering from Polymer Solutions and Nanoparticle Dispersions. Berlin: Springer, 2007

4. Гордон А., Форд Р. Спутник химика: Физико-химические свойства, методики, библиография. М.: Мир, 1976. 543 с

20. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Определите понятия рассеяния и дифракции света. Какие виды рассеяния света Вам известны?
2. В каких фазовых состояниях вещества рассматриваемой среды может происходить рассеяние света?
3. Что такое гидродинамический радиус? Что такое радиус инерции?
4. Опишите устройство и принцип работы коррелятора.
5. Какой угол для измерений рассеяния света наиболее часто используется в методе ДРС? Почему?
6. Почему в методе ДРС в качестве источника излучения используется лазер? Дайте определение когерентного объема.
7. Дайте определение автокорреляционной функции сигнала.
8. Что такое избыточное рассеяние? Как интенсивность последнего влияет на границы применимости метода ДРС?
9. Как зависит интенсивность рассеянного света от размера рассеивающих частиц?
10. Дайте определение диполя. Какой вид в трехмерном пространстве имеет интенсивность рассеянного на диполе света в следующих случаях:
а) падающий свет не поляризован; б) падающий свет поляризован в направлении, параллельном оси диполя?
11. Каков характерный вид индикатрис рассеяния для малых и больших частиц (по сравнению с длиной волны падающего света)?
12. Почему для крупных частиц преобладает рассеяние вперед?
13. Какова особенность индикатрис рассеяния для крупных металлических

частиц?

14. Чем обусловлены нижняя и верхняя границы размеров частиц, доступные для измерения методом ДРС?

15. Почему при приготовлении растворов для исследования методами светорассеяния часто используют фильтрацию или центрифугирование?

16. В чем сходства и различия между следующими процессами: а) поглощением и рассеянием; б) люминесценцией и рассеянием?

17. Почему при построении индикатрисы рассеяния для учета изменения рассеивающего объема в зависимости от угла рассеяния θ используют умножение на $\sin \theta$? Как экспериментально проверить справедливость такой поправки?

18. Какие сложности могут возникнуть при исследовании методом ДРС: концентрированных золь, молока, нефти? Предложите пути их преодоления.

19. Основываясь на полученном распределении по временам корреляции, постройте распределение концентрации частиц по их размерам.

20. Оцените, какова ширина несмещенной линии рассеянного света в растворе наночастиц. Какова ее форма?

21. Основываясь на теории молекулярного рассеяния, поясните, почему дневное небо имеет голубую окраску, а небо на закате – красную.

22. Назовите причины отклонения зависимости $1/\tau_c$ от q от линейной.

23. Для увеличения интенсивности рассеянного излучения можно было бы увеличить входную апертуру приемника излучения. Почему в методе ДРС такой прием увеличения полезного сигнала очень ограничен?

24. Почему методы малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов (используются углы рассеяния от 0.1° до 10°) считаются мощными методами для исследования крупномасштабной структуры объектов (от 1 до 1 000 нм)?

25. В чем заключаются различия между рассеянием Мандельштама–Бриллюэна, комбинационным и рэлеевским?