

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Растворы полимеров

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:

**Химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК 1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК 1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК 2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК 2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.

ИОПК 2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ИОПК 2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК 1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК 1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК 1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК 1.4 Готовит объекты исследования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольная работа;
- устный опрос;
- отчет по лабораторной работе;
- индивидуальное задание.

Устный опрос (ИОПК 1.1)

1. Что такое ограниченное и неограниченное набухание? Приведите выражение для степени набухания.
2. Какие факторы влияют на процесс набухания? Каков механизм набухания?
3. Что понимается под скоростью набухания? Какими уравнениями она выражается?

4. Перечислите и кратко опишите факторы, влияющие на процесс набухания и растворения.
5. Что понимается под давлением набухания и почему оно возникает?
6. Что такое термодинамическое качество растворителя? Приведите количественные критерии для оценки этого параметра.
7. Что такое осмос и осмотическое давление?
8. Что такое относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкость? Напишите для них соответствующие выражения и объясните, каким образом экспериментально определяют эти величины.
9. Какие характеристики полимеров можно определить методом вискозиметрии?
10. В чем заключается физический смысл понятия «характеристическая вязкость»? Перечислите факторы, влияющие на этот параметр.
11. Опишите физический смысл релаксации полимеров.
12. От каких факторов зависит время релаксации?
13. Как трактуется понятие "аномалия вязкости"? Виды аномалии вязкости полимеров.
14. Что служит количественной мерой аномалии вязкости?

Контрольная работа (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2)

Контрольная работа состоит из 3 заданий: 2 теоретических вопроса и расчетная задача.

Примеры теоретических вопросов для контрольной работы:

Сходство и различие коллоидных систем и полимерных растворов.

Каковы особенности гидродинамических свойств растворов полиэлектролитов? Как определяется характеристическая вязкость полиэлектролитов?

От каких параметров системы зависит вязкость концентрированных растворов полимеров?

Тепловые эффекты растворения полярных и неполярных полимеров в различных растворителях. Как изменяется энтропия системы при растворении полимеров.

Примеры расчетных задач для контрольной работы:

1. Используя формулу Флори-Фокса, рассчитайте объём полимерного клубка, находящегося в предельно разбавленном растворе. Известно, что характеристическая вязкость раствора 5 дл/г, а относительная молекулярная масса полимерного образца  $M_r = 1 \cdot 10^6$ .

2. Вычислить второй вириальный коэффициент  $A_2$  для раствора поли- $\alpha$ -метилстирола в толуоле при 25 °С, если при измерении осмотического давления для его растворов получены следующие данные:

$C \cdot 10^2$ , г/мл	0,3	0,5	0,78	0,98
$\Delta h$ , мм	0,98	1,65	2,83	3,75

3. При турбидиметрическом титровании 50 мл раствора полиизобутилена в хлорбензоле н-пропанолом при температуре 14 °С получены следующие данные:

Концентрация полиизобутилена, масс. %	0,1	0,2	0,4	0,6	1,0
Количество н-пропанола, см <sup>3</sup>	28,4	27,1	26,5	25,3	24,9

Тестовые задания (ИОПК 1.1, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2)

1. Теплота набухания зависит от:

- а) формы макромолекулы
- б) размеров макромолекулы
- в) природы растворителя
- г) природы растворителя и полимера

2. Какому значению рН соответствует минимальное значение вязкости растворов полиэлектролитов?

- а) рН = 7;
- б) рН = ИЭТ;
- в) рН >7;
- г) рН <7.

3. Удельная вязкость рассчитывается по формуле:

а)  $\eta = \frac{\eta}{\eta_0}$

б)  $\eta = \frac{t - t_0}{t_0}$

в)  $\eta = \frac{t - t_0}{t_0 C}$

г)  $\eta = \frac{t}{t_0}$

4. Система полимер-растворитель имеет верхнюю (ВКТР) и нижнюю (НКТР) критические температуры растворения, причем ВКТР > НКТР. Как изменится величина температурного интервала от ВКТР до НКТР при увеличении молекулярной массы полимера?

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) нельзя ответить однозначно, не зная природы полимера и растворителя

5. Зависимость характеристической вязкости  $[\eta]$  раствора некоторого полимера от молекулярной массы М полимера описывается уравнением:  $[\eta] = 0.013 \cdot M^{1.8}$ . Какова конформация макромолекул данного полимера?

- 1) вытянутый стержень
- 2) набухший клубок
- 3) невозмущенный клубок
- 4) плотная глобула

Индивидуальное задание в форме реферата (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3., ИПК 1.4., ИОПК 1.3)

Перечень примерных тем рефератов:

- 1. Реологические исследования водорастворимых полимеров (полиакриламид, метилцеллюлоза, поливиниловый спирт) методом ротационной вискозиметрии.
- 2. Реологические исследования нефтерастворимых полимеров (полистирол, полигексен и натуральный каучук) методом ротационной вискозиметрии.
- 3. Турбореометрические исследования водорастворимых полимеров (полиакриламид, полиэтиленоксид, сополимер акриламида и акриловой кислоты).

4. Турбореометрические исследования нефтерастворимых полимеров (полистирол, полигексен и натуральный каучук).

Отчет по лабораторной работе (ИОПК 2.2, ИОПК 2.3, ИОПК 2.4, ИПК 1.1, ИПК 1.2) содержит протокол проведения эксперимента, расчеты, выводы о проделанной работе.

Тематика практических работ:

Определение невозмущенных размеров макромолекул по вязкости раствора полимера в хорошем растворителе.

Определение средневязкостной молекулярной массы и оценка гибкости цепей полимера.

Методические рекомендации по выполнению:

Задача на подготовку к лабораторной работе ставится на лекции. Подготовка студентов к лабораторной работе проводится в часы самостоятельной работы с использованием учебников, конспектов лекций и вышеуказанных методических материалов.

В процессе подготовки и выполнения лабораторных работ студенты все необходимое, связанное с экспериментом, записывают в свои рабочие тетради. В тетрадь заносятся все наблюдения по ходу выполнения эксперимента, а также результаты в виде выводов с соответствующими таблицами, графиками и описанием полученных результатов опытов. После обработки результатов эксперимента студенты приступают к оформлению отчета по лабораторной работе.

Во вступительной части отчета указывается тема, цель, порядок выполнения работы. Ход выполнения лабораторной работы в плане отражается только в общем виде, приводится структурная или принципиальная схема установки, используемой в работе.

Основная часть отчета содержит расчеты и обработку результатов. В заключительной части отчета описаны выводы по работе.

Критерии оценивания:

Устный ответ:

«отлично» - глубокое знание вопроса, свободное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией, знакомство с основной и дополнительно рекомендованной литературой, логически правильное и убедительное изложение ответа;

«хорошо» - знание ключевых проблем и основного содержания вопроса, умение оперировать понятиями по своей тематике вопроса, в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа;

«удовлетворительно» - фрагментарные, поверхностные знания вопроса, затруднения с использованием понятийного аппарата и терминологии, недостаточно логичное и аргументированное изложение ответа;

«неудовлетворительно» - незнание либо отрывочное представление о материале вопроса, неумение оперировать понятиями дисциплины, неумение логически определенно и последовательно излагать ответ

Контрольная работа:

«отлично» - глубокое знание материала теоретического вопроса, свободное владение научным языком, логически правильное изложение ответа, умение проводить расчеты по известным формулам;

«хорошо» - знание основного содержания теоретического вопроса, умение оперировать понятиями по тематике вопроса, корректное, но не всегда точное изложение ответа, умение проводить расчеты по известным формулам;

«удовлетворительно» - фрагментарные, поверхностные знания о материале теоретического вопроса, затруднения с использованием терминологии, затруднения при использовании известных формул;

«неудовлетворительно» - незнание либо отрывочное представление о материале теоретического вопроса, неумение проводить расчеты по известным формулам;

Реферат:

«Зачтено» выставляется в случае, если реферат оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных источников;
- подготовка устного сообщения по теме реферата, сопровождаемого презентацией.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

Тестирование:

«отлично» (91 – 100 % правильных ответов),

«хорошо» (81 – 90 % правильных ответов),

«удовлетворительно» (71 – 80 % правильных ответов),

«неудовлетворительно» (менее 70 % правильных ответов).

Отчет по лабораторной работе:

«зачтено» – лабораторная работа, расчеты выполнены студентами самостоятельно, отчет содержит вступительную часть, ход работы, приведены все расчеты, сформулированы выводы по выполненной работе;

«не зачтено» – студент не выполнил расчеты самостоятельно, отчет по лабораторной работе содержит краткие разрозненные экспериментальные данные, не приведены ход работы, расчеты, не сформулированы выводы.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзамен в восьмом семестре проводится в тестовой форме в системе MOODLE (20 вопросов), банк содержит 100 вопросов, проверяющих сформированность ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3, ИПК 1.1, ИПК 1.2. Продолжительность экзамена 25 мин. Банк вопросов ежегодно корректируется.

Примеры тестовых заданий:

1. Растворы полимеров, в отличие от коллоидных растворов ...:

- а) являются гетерогенными системами
- б) термодинамически неустойчивы
- в) способны образовываться самопроизвольно, не требуя для этого стабилизаторов
- г) не способны образовываться самопроизвольно без наличия стабилизаторов и затрат внешней энергии

2. Первичный этап растворения твердого образца полимера называется ...:

- а) набухание
- б) высаливание
- в) старение
- г) денатурация

3. Степень набухания рассчитывается по формуле:

а)  $\alpha = m_0 - m/m$

б)  $\alpha = m - m_0/m_0$

в)  $\alpha = V_0 - V/V$

г)  $\alpha = V - V_0/V_0$

1) б 2) а, г 3) г 4) б, г

4. Способны к неограниченному набуханию в соответствующем растворителе:

а) полимеры, имеющие линейную форму макромолекулы

б) практически все полимеры

в) полимеры с многочисленными мостичными связями между линейными макромолекулами

г) только биополимеры

5. Способны только к ограниченному набуханию в любом растворителе:

а) линейные полимеры

б) сетчатые полимеры

в) линейные полимеры со стереорегулярной структурой

г) синтетические полимеры

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«отлично» – студент правильно ответил на 17 и более вопросов.

«хорошо» – 12-16 правильных ответов

«удовлетворительно» – 8-11 правильных ответов

«неудовлетворительно» – 7 и менее правильных ответов.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Тестовые задания

1. Чему равен параметр  $a$  уравнения Марка-Куна-Хаувинка для полимера в  $\Theta$ -условиях? (ИОПК 1.1)

1) 0.5 2) 0.0 3) 0.6 - 0.8 4) 1.0

2. Степень набухания рассчитывается по формуле (ИОПК 1.2):

а)  $\alpha = m_0 - m/m$

б)  $\alpha = m - m_0/m_0$

в)  $\alpha = V_0 - V/V$

г)  $\alpha = V - V_0/V_0$

1) б 2) а, г 3) г 4) б, г

3. Явление снижения гидродинамического сопротивления при течении жидкостей в турбулентном режиме при введении в жидкость малых количеств полимерных молекул называется ... (ИОПК 2.2):

а) эффект Вайсенберга

б) эффект Гука-Джоуля

в) эффект Томса

г) эффект Ребиндера

4. Чему равна молекулярная масса полимера, определяемая методом осмометрии в  $\Theta$ -растворителе?  $P$  - осмотическое давление раствора,  $C$  - концентрация раствора полимера,  $R$  - газовая постоянная,  $T$  – температура (ИПК 1.2):

- а)  $RTC/P$
- б)  $RTP/C$
- в)  $P/C$  при  $C=0$
- г)  $P/C$  при любых  $C$

5. Какие характеристики полимера или его раствора можно определить методом осмометрии?  $M_N$ ,  $M_W$  - соответственно среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы,  $R$  - среднеквадратичный радиус инерции макромолекул,  $A_2$  - второй вириальный коэффициент раствора (ИПК 1.2).

- а)  $M_N$ ,  $A_2$
- б)  $R$ ,  $A_2$
- в)  $M_W$ ,  $A_2$
- г)  $M_N$ ,  $R$

### **Информация о разработчиках**

Смирнова Александра Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра высокомолекулярных соединений и нефтехимии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.