

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана химического факультета
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Элементы физической химии в процессах жизнедеятельности

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки :

Трансляционные химические и биомедицинские технологии

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
И.А. Курзина

Председатель УМК
Л.Н. Мишенина

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских и/или производственных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

ПК-3. Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

ИПК-1.3. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования.

ИПК-3.1. Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач

ИПК-3.2. Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов

2. Задачи освоения дисциплины

– формирование системных знаний, необходимых магистрантам при рассмотрении физико-химической сущности и механизмов процессов, происходящих в организме человека;

– ознакомление с методами, методиками и средствами, позволяющими анализировать биологически важные соединения и реакции, с целью более глубокого понимания функций отдельных систем и организма в целом, а также его взаимодействие с окружающей средой;

– освоение навыков расчёта параметров физико-химических процессов, протекающих в организме и анализировать закономерности их протекания;

– формирование умений и навыков использовать полученные знания для решения проблемных и ситуационных задач, установления причинно-следственной связи между происходящими в организме процессами

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения физической химии, органической химии, биологии образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 14 ч.

-практические занятия: 18 ч.

в том числе практическая подготовка: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение в дисциплину

Актуальность изучения основ физической химии магистрантами программы «Трансляционные химические и биомедицинские технологии». Организм человека – уникальный «химический комбинат». Особенности химических реакций, протекающих в организме человека.

Тема 2. Основные теории (законы) химии и процессов жизнедеятельности

Концепции химической организации вещества. Теория строения атома (ТСА), теория химического строения А.М. Бутлерова, теория электролитической диссоциации растворов (ТЭДР). Реакции ионного обмена (РИО) и окислительно-восстановительные реакции (ОВР).

Буферные системы в химической практике и в живых организмах, их биологическое значение. Роль ионных взаимодействий при метаболизме лекарств в организме. Образование и разрушение неорганического вещества костной ткани (кальций гидроксид фосфата). Явление изоморфизма гидроксид- и фторид-ионов, ионов кальция и стронция. Реакции образования конкрементов: уратов, оксалатов, карбонатов. Роль окислительно-восстановительных процессов в метаболизме. Механизм действия редокс-буферных систем. Применение редокс-реакций для детоксикации.

Тема 3. Химическая термодинамика

Основные законы термодинамики. Термодинамика химического равновесия. Фазовые равновесия. Термодинамика растворов. Термодинамика электрохимических процессов. Особенности термодинамики биохимических процессов. Реакции окисления для получения энергии живым организмом. Калорийность питательных веществ. Термодинамика растворов. Коллигативные свойства растворов, их значение в медицине и биологии. Осмос – основа жизни.

Тема 4. Химическая кинетика

Основной терминологический аппарат в области химической кинетики. Механизмы химических реакций. Сложные реакции: конкурирующие (параллельные), последовательные, сопряженные (Н.А. Шилов) и обратимые. Превращения лекарственного вещества в организме как совокупность последовательных процессов; константа всасывания и константа элиминации.

Цепные реакции (М. Боденштейн, Н.Н. Семенов). Отдельные стадии цепной реакции. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Фотохимические реакции и их значение для медицины.

Катализ и его типы. Ферментативный катализ. Болезни, связанные с нарушением выработки ферментов.

Тема 5. Дисперсные системы

Классификации дисперсных систем по разным основаниям. Особенности коллоидного состояния (наносостояния) вещества.

Аэрозоли и их свойства, применение в медицине. Эмульсии и их свойства, применение в медицине. Применение суспензий в медицине.

Коллоидные системы, образованные поверхностно-активными веществами (ПАВ). Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Солюбилизация в растворах ПАВ. Определение области применения ПАВ в зависимости от гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Применение ПАВ в медицине и фармации.

Тема 6. Поверхностные явления

Основные этапы развития коллоидной химии. Значение коллоидной химии в развитии биологии и медицины.

Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.

Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностной энергии. Адсорбция на границе раздела фаз. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные и индифферентные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.

Молекулярные механизмы адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ.

Термодинамический анализ адсорбции. Избыточная адсорбция Гиббса. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Измерение адсорбции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ.

Мономолекулярная адсорбция, уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра, Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Адгезия и когезия.

Адсорбция электролитов. Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета-Фаянса. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в биологии, в медицине и фармации.

Избирательная адсорбция красителя на поверхности белка. Очистка биологических жидкостей организма: гемо-, лимфо- и плазмо-сорбция. Наносорбенты: сравнительный анализ адсорбционных свойств энтеросорбентов.

Тема 7. Полимеры в медицине и фармации

Особенности физико-химических свойств растворов ВМС от истинных и коллоидных растворов.

Полимеры в медицине и фармации (ботокс, диспорт, тефлон и др. пищевые пластмассы): основные физико-химические параметры. Искусственные глаза: изучение студней. Ангиохирургия: основные синтетические и полубиологические материалы, применяемые для лечения. Гели: химический состав ногтей. Химический состав зубов: металлокерамические и полимерные материалы, применяемые в стоматологии.

Тема 8. Физико-химические методы исследований

Физико-химические методы исследования, применяемые в бюро судебно-медицинской экспертизы Томской области.

Физико-химические и медицинские знания к решению IT- и конструкторских задач (ТУСУР: кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры, СКБ “Смена”, НИИ ЭТОС).

Коллаборации в решении учебно-научных задач (Лаборатория биологических моделей СибГМУ предназначена для содержания лабораторных животных (крысы, мыши, кролики, хомяки, морские свинки) и проведения экспериментальных исследований с их использованием студентами, аспирантами, докторантами и сотрудниками кафедр СибГМУ).

Возможности атомной медицины (ИЦАЭ г. Томска, Исследовательский ядерный реактор НИ ТПУ).

Потенциометрия в медицинской практике. Экспресс-анализ объектов окружающей среды (вода, биологические жидкости).

Приборное оснащение для целей лабораторной диагностики в медицине (основные виды диагностики в Центре семейной медицины и др. клинко-диагностических лабораториях г. Томска).

Лазерные технологии в медицине (СибГМУ, СФТИ НИ ТГУ).

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения индивидуальных поисковых заданий по темам семинарских занятий для каждого студента, экспресс-контроля по темам семинарских занятий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме итоговой контрольной работы.

По окончании учебной дисциплины необходимо выполнить четыре контрольные работы по всем разделам курса. Ответы необходимо формировать в электронном виде. Магистранты с успешными работами (90% и выше правильных ответов) получают зачёт.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22161>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Темы индивидуальных заданий для самостоятельной работы

1. Термодинамика открытых систем и живые организмы.
2. Методы оценки возможности самопроизвольного протекания химических реакций.
3. Изобарно-изотермические процессы – основные термодинамические процессы жизнедеятельности.
4. Энергетическая ценность пищевых продуктов: термодинамические расчеты для определения калорийности.
5. Стабилизация коллоидных систем. Коллоидная защита. Значение коллоидной защиты в биологии и медицине.
6. Методы очистки коллоидных растворов. Диализ. Электродиализ. Ультрафильтрация. Ультрацентрифугирование. Аппарат “искусственная почка”.
7. Электрокинетические явления. Электрофорез, электроосмос. Потенциал течения. Потенциал оседания. Применение их в медицине и биологии.
8. Мицеллярные растворы ПАВ и их значение. Критическая концентрация мицеллообразования. Солюбилизация.
9. Расчет ГЛБ (гидрофильно-липофильного баланса) для создания эмульсионных лекарственных форм.
10. Аппарат “искусственная печень”: физико-химический механизм детоксикации.

11. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, их значение в медицине.
12. Электропроводность биологических тканей и жидкостей.
13. Основные типы растворов, применяемых в медицине.
14. Осмотические свойства клетки.
15. Осмотическое давление плазмы.
16. Применение ПАВ в медицине и фармации.
17. Сорбенты в медицине: гемосорбция, плазмсорбция, лимфосорбция, энтеросорбция.
18. Экстракция как метод разделения и концентрирования.
19. Методы физико-химического анализа жидких систем.
20. Справочные физико-химические величины, необходимые для решения медико-биологических задач.

Примеры задач

Задачи на тему "Поверхностные явления"

1. Определите энергию Гиббса поверхности (G_s) капле водяного тумана массой $m = 4$ г при 293 К, если поверхностное натяжение воды $\sigma = 72,7 \cdot 10^{-3}$ Дж/м², плотность воды $\rho = 0,998$ г/см³, дисперсность частиц $D = 50$ мкм⁻¹.
2. Рассчитайте полную поверхностную энергию 5г эмульсии бензола с дисперсностью 3 мкм⁻¹ при температуре 313 К. Плотность бензола 0,858 г/см³; межфазное поверхностное натяжение $26,13 \cdot 10^{-3}$ Дж/м², а температурный коэффициент поверхностного натяжения равен $-0,13$ МДж/(м²·К).

Пример итоговой контрольной работы

Контрольная работа № 1

Термодинамика. Гетерогенное равновесие. Растворы

1. Раскрыть смысл понятий: система; система изолированная, закрытая, открытая; состояние системы; функции состояния; функции процесса; термодинамические параметры.
2. Термохимия, её задачи. Тепловой эффект реакции (определение). Экзо- и эндотермические реакции. Закон Гесса, доказательство его справедливости при постоянных давлении и объеме.
3. Диаграмма состояния воды.
4. Осмос, осмотическое давление, его расчет по уравнению Вант - Гоффа. Изо-, гипо- и гипертонические растворы, их использование.
5. Перегонка - метод разделения жидких смесей на компоненты. Поведение систем I, II и III типов при перегонке. Ректификация.
6. Даны следующие термохимические уравнения
 $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 25010 \text{ кДж}$
 $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 1322 \text{ кДж}$
 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 484 \text{ кДж}$
 Найдите энтальпию реакции гидрирования ацетилен с образованием этилена $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_4$
7. Определите константу равновесия реакции $\text{H}_2 (\text{г}) + \text{Cl}_2 (\text{г}) = 2 \text{HCl} (\text{г})$ при 298 К, если тепловой эффект реакции $\Delta H^0 = - 92,34 \cdot 10^3$ Дж/моль, а изменение энтропии при условии, что парциальные давления реагирующих веществ поддерживаются равными $1,013 \cdot 10^5$ Па, составляет $20,05$ Дж/моль·К.
8. Какое максимальное число фаз может быть в системе, состоящей из олова и свинца?

9. Сколько граммов глицерина $C_3H_5(OH)_3$ должен содержать 1 литр раствора, чтобы его осмотическое давление было таким, как и раствора, содержащего в 1 литре при той же температуре 4,5 г формальдегида (CH_2O)?

10. При 313К давление паров дихлорэтана и бензола равны $2,066 \cdot 10^4$ и $2,433 \cdot 10^4$ Па соответственно. Построив диаграмму состояния, определите состав смеси, которая кипит при давлении $2,267 \cdot 10^4$ Па. Под каким давлением закипит смесь с молярным содержанием бензола 40%?

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Физическая химия / Свиридов В.В., Свиридов А.В. - Москва : Лань", 2016. – 600 с. – электронный ресурс.

– Дерябин В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтובה ; [науч. ред. Е. А. Кулешов]. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015. – 88 с. – электронный ресурс.

– Гельфман, М.И. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 336 с. – электронный ресурс.

б) дополнительная литература:

– Физическая и коллоидная химия : учебник : [по специальности 060301.65 "Фармация" по дисциплине "Физическая и коллоидная химия"] /А. П. Беляев, В. И. Кучук ; под ред. А. П. Беляева Беляев, Алексей Петрович. - Москва : ГЭОТАР-Медиа , 2014. – 751 с. – 1 экз.

– Физическая химия : учебник : [по специальности 060301.65 "Фармация" по дисциплине "Физическая и коллоидная химия"] / Ю. Я. Харитонов. - Москва : ГЭОТАР-Медиа , 2013. – 608 с. – 1 экз.

– Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : [учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки магистров "Техническая физика"] /А. Г. Морачевский. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2015. – 154 с. – 1 экз.

– Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках : [учебник] /И. Тиноко, К. Зауэр, Дж. Вэнг, Дж. Паглиси ; пер. с англ. Е. Р. Разумовой ; под ред. В. И. Горшкова. - М. : Техносфера , 2005. – 6 экз.

– Физическая химия : практикум : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программе магистратуры по направлению подготовки 020100 "Химия"] /А. Ю. Зуев, В. А. Черепанов, Д. С. Цветков ; Уральский федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Ин-т естественных наук] Зуев, Андрей Юрьевич. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета , 2012. – 122 с. – 1 экз.

– Физическая и коллоидная химия : Учебник для студентов медицинских институтов Равич-Щербо, Михаил Иосифович. М. : Высшая школа , 1975. – 255 с. – 10 экз.

– Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учебник для вузов по медицинским, биологическим, агрономическим, ветеринарным, экологическим специальностям /Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд, А. З. Книжник] ; под ред. Ю. А. Ершова. - М. : Высшая школа , 2011. – 559 с. – 3 экз.

8– Химия : основы химии живого : [учебник для вузов по естественнонаучным направлениям и специальностям] /В. И. Слесарев Слесарев, Валерий Иванович. - СПб. : Химиздат , 2005. – 782 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Wiley Online Library <http://onlinelibrary.wiley.com>

– Springer <http://link.springer.com>

- Science <http://www.sciencemag.org>.
- Архив научных журналов консорциума НЭИКОН <http://arch.neicon.ru/xmlui>
- Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>
- Электронная библиотека диссертаций РГБ
- Федеральная электронная медицинская библиотека <http://www.femb.ru>
- Справочно-поисковая система «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Учебные занятия проходят с использованием мультимедийного, интерактивного и научного оборудования.

Обучение по дисциплине «Элементы физической химии в процессах жизнедеятельности» осуществляется на базе лекционной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (6-й учебный корпус НИ ТГУ).

15. Информация о разработчиках

Екимова Ирина Анатольевна, к.х н., доцент кафедры КУДР ФГБОУ ВО «ТУСУР»