Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и экспериментальной биофизики
Российской академии наук (ИТЭБ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

д.б.н., проф. _____ Белецкий И.П.

«___» _____ 2016 г.

Принято Ученым Советом ИТЭБ РАН

Протокол № 11 от «15» декабря 2016 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности

БИОТЕХНОЛОГИЯ

(в том числе БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ)

03.01.06

1. Общее материаловедение

Основные представления о материалах: кристаллические и аморфные. Кристаллы, симметрия, оси, плоскости, индексы Миллера. Полимерные материалы. Стеклообразное и кристаллическое состояние полимеров. Механические свойства полимерных материалов. Влияние температуры на свойства полимеров. Основные представления о биосовместимости орагинических и неорганических полимерных материала. Изменение свойств полимерных материалов при переходе к наноразмерам. Гели: структура, механические свойства, стабильность, набухание, проницаемость, Доннановский потенциал, применение.

2. Основные типы наноструктур

Основные способы получения наноразмерных структур: конденсация, химические реакции в газовой и жидкой фазе. Стабилизация наноструктур в жидких суспензиях. Наноструктурные формы углерода: фуллерены, графен, нанотрубки, их основные свойства. Природные фибриллярные наноструктуры: коллаген, Ф-актин, нанотрубки, флагеллы – основные принципы организации. Липидные слои и везикулы. Многослойные структуры. Нанохимеры: белок-РНКб использование. Наноструктуры из молекул ДНК – молекулярное оригами. Надмолекулярные белковые структуры: вирусные частицы, рибосомы, АТФ-азы и другие молекулярные машины.

3. Природные и искусственные нанокомпозитные материалы

Природные наноструктурированные материалы: целлюлоза, хитин, шелк, паутина, кожа. Костная ткань, зубы, раковины, иглы, скелет радилярий и другие наноструктурированные биоматериалы. Белки, контроллирующие образование кристаллов кальцита и гироксиапатита. Композитные материалы на основе углеродных нанотрубок. Биосовместимые наноматериалы для создания искусственных органов.

4. Основные методы исследования нанообъектов

Изучение рельефа поверхности объекта. Измерение физико-химических свойств поверхности с нанометровым пазрешением. Визуализация нанобъектов: электронная микроскопия, сканирующая ЭМ, атомно-силовая микроскопия, туннельная микроскопия, микроскопия ближнего поля, оптическая флуресцентная микроскопия сверхвысокого разрешения. Характеристика размеров суспензий наночастиц методом светорассеяния, Силовая спектроскопия специфических взаимодействий. Функция Белла.

5. Физическая химия биополимерных молекул

Белки глобулярные и фибриллярные. Строение, первичная, вторичная и третичная структура. Сворачивание белков. Стабильность белков, факторы стабилизирующие и денатурирующие белки. Амилоидные структуры.Динамика белковых молекул. Старение

белков. Адсорбция белков на поверхности раздела фаз. Основные представления о биосинтезе белков. Структура ДНК и РНК. Гибридизация. Стабильность. Основные представления о трансляции и транскрипции. Методы синтеза олигонуклеотидов.

Полисахариды и их производные: функция в организме, свойства, использование.

6. Молекулярное узнавание

Физические методы распознавания вещества: виды спектроскопии. Биоспецифическое узнавание: основные взаимодействия, роль воды. Узнавание комплементарных последовательностей. Конформационные изменения в молекулах, сопровождающие связывание специфических аналитов. Типы молекул иммуноглобулинов и их структура. Термодинамика взаимодействия антиген – антитело. Кинетические константы. Афинность, авидность. Гуманизированные антитела и нанотела в современной медицине. Узнавание на уровне супрамолекулярных комплексов: узнавание вирусами клеточных поверхностей, связывание иммуноглобулина М, взаимодействие лигандов с мембранными рецепторами.

7. Основные методы молекулярной диагностики

Иммуноферментный анализ. Прямой ИФА и сэндвич-метод. Способы иммобилизации первичных антител. Способы конъюгации вторичных антител с ферментами. Методы, основанные на комплементарной гибридизации. Определение следовых количеств ДНК с использованием ПЦР. Основные аспекты генодиагностики инфекционных заболеваний и наследственной патологии. Микрочипы. Методы их изготовления и использования в мультиплексных определениях аналитов. ИФА и флуресцентое мечение в методах с использованием микрочипов. Протеомный анализ биологических жидкостей, тканей и целых организмов. Молекулярные детекторы для секвенирования генома на основе нанопор.

8. Биосенсоры

Определение биосенсора. Основные типы биосенсоров. Ферментные электроды. Биосенсоры, основанные на иммуноглобулинах как узнающих элементах (с детекцией по массе, электрическому заряду, показателю преломления). Биосенсоры на основе плазмонного резонанса. Механо-химические сенсоры. Методы иммобилизации пробных молекул в биосенсорах: физические (адсорбция, включение в гель) и химические. Роль молекулярных мостиков (спэйсеры, линкеры) при иммобилизации. Динамический ответ биосенсора: роль диффузионного транспорта. Минимально обнаруживаемая концентрация лиганда. Клетки в качестве химических биосенсоров. Биологические наночипы для диагностики заболеваний

9. Наночастицы-переносчики лекарств

Наноконтейнеры: липидный везикулы, многослойные наносферы, наногели. Адресная доставка, преодоление гематоэнцефплического барьера, защита от имунной системы, армакодинамика, выведение. Нанотехнология в диагностике и терапии опухолей.

10. Биотехнология белков, ферментов

Основные представления о ферментативных реакциях. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Конкурентное и аллостерическое ингибирование. Типы ферментеров. Работа ферментов в неводных растворителях. Способы стабилизации ферментов для работы в неводных растворителях : многоточечная иммобилизация на носителе, иммобилизация в кристаллическом состоянии, иммобилизация в обратных мицеллах. Хранение белков, криоконсевация, физические процессы при замораживании-размораживании. Криоконсерванты, полигидроксильные стабилизаторы при высушивании. Рекомбинантные белки. Методы выделения белков и нуклеиновых кислот. Методы бесклеточного синтеза белков. Измерение концентрации белка. Методы разделения и очистки белков: электрофорез, изоэлектрофорез, 2-мерный электрофорез. Хроматография, виды хроматографии. Масс-спектрометрия, принципы, методы ионизации белковых молекул для масс-спектрометрическог анализа.

11. Биологические эффекты наноразмерных веществ

Пути проникновения наночастиц в организм. Накопление наночастиц в различныз органах. Пути вывода наноразмерных частиц. Зависимость от размеров и формы. Наноаэрозоли природного и искусственного происхождения. Методы анализа наноаэрозолей. Конденсационный счетчик и анализатор подвижности наноаэрозольных частиц. Принцип работы импакторов, импинджеров и циклонов. Зависимость глубины проникновения аэрозольных частиц в легкие от размеров. Нанотоксикология.

12. Наномедицина

Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Наноформы лекарственных веществ. Перфторан как кровезаменитель. Наносеребро. Наномагнитные суспензии. Квантовые точки в биологии и медицине. Фуллерены в биологии и медицине. Наноэмульсии как дезинфицирующий агент. Биосовместимость материалов. Реакция организма на контакт с материалом. Требование к типу материала, типу поверхности. Методы обработки поверхностей неорганических и органических. Наноструктурирование поверхности имплантов.

13. Клеточные биотехнологии

Клеточные технологии. Выращивание клеток. Среды. Микроскопия. Окрашивание. Проточный цитофлуориметр. Создание химер, производство моноклональных антител. Стволовые клетки. Выращивание тканевых имплантов: искусственная кожа, искусственная почка, искусственные сосуды.

Тканевая инженерия, нановолокнистые подложки, слои. Искусственная кровь, искусственная кожа.

14. Генномодифицированные организмы (ГМО)

Зачем нужно? Технология создания ГМО. Методы определения ГМО в продуктах. Генный дрейф в природе. Представления об опасности (безопасности) ГМО.

15. Основные промышленные биотехнологии

Технология виноделия. Технология сыроварения и молочных продуктов. Технология хлеба. Биотехнология ликвидации нефтепродуктов. Производство этанола. Основные принципы.

16. Базовые процессы в биотехнологии

Культивирование микроорганизмов на жидких и твердых притательных средах. Методы стерилизации: температурная (автоклавирование), химическая, УФ, фильтрование. Пастеризация. Консервирование.

Литература:

1. Ч. Тэнфорд «Физическая химия полимеров» Изд-во Химия М. 1965
2. В. Уильямс и Х. Уильямс «Физическая химия для биологов». Изд-во Мир, М. 1976
3. Ч. Кантор и П. Шиммел «Биофизическая химия»Мир, М. 1984 г.
4. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М.: Мир, 1985 г., 1051 с.
5. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987 г.
6. А.В. Финкельштейн и О.Б. Птицын «Физика белка» Изд-во Университет, М. 2005 г.
7. Иммобилизованные клетки и ферменты. Методы. Ред. Дж. Вудворда. М. Мир, 1988 г.
8. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987 г.
9. Internet http://moikompas.ru/compas/nano
10. http://scipeople.ru/publication/69917/
11. http://rsmu.ru/fileadmin/rsmu/documents/science/uchenii_sovet/aktovyi_den/Act_rech_13_04_2009_Archakov.pdf
12. http://popnano.ru/science/index.php?task=view&id=94