

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Лужанин Владимир Григорьевич
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 20.08.2026 13:49:33
 Уникальный программный ключ:
 d56ba45a9bbe5c64a319e2c5ae3bb2cddb840af0

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.ДВ.03.02 Методы очистки биологически активных веществ
18.03.01. Химическая технология

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1	Использует знания о строении вещества, природе химической связи для характеристики различных классов химических соединений и их свойств	На уровне знаний: о методах очистки БАВ; о технологических процессах, средствах для измерения основных параметров процессов, свойств сырья и продукции; На уровне умений: осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов; На уровне навыков: работы с техническими средствами для измерения основных параметров процессов, свойств сырья и продукции; по стандартизации готовой продукции в процессах, по управлению процессами, по сертификационному испытанию сырья и готовой продукции.
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию различных технологических процессов, основываясь на знании различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в	ОПК-1.3	Анализирует и использует механизмы химических реакций для объяснения	

	технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов		технологических процессов и процессов, происходящих в окружающем мире	
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.4	Интерпретирует строение вещества на основании физико-химических принципов и закономерностей	

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных веществ», ХТ, Вариант 1

№п/п	Задание	Правильный ответ	Компетенция
1	Разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящимся в порах сорбента, и растворителем, протекающим между его частицами А. Эксклюзионная хроматография Б. Аффинная хроматография В. Ионнообменная хроматография Г. Газовая хроматография	А	ОПК-1 ОПК-1.1
2	Выберите, биологические методы дезинтеграции клеточных оболочек А. Холодовый шок, газовая декомпрессия, осмотический шок Б. Воздействие фагов, бактериоцинов В. Воздействие литических ферментов Г. Воздействие детергентов, антибиотиков	Б	ОПК-1 ОПК-1.1

3	Укажите последовательность биотехнологического производства 1. Биотехнологическая стадия 2. Разделение жидкости и биомассы 3. Очистка продукта 4. Подготовительная стадия 5. Выделение продуктов биосинтеза 6. Изготовление готовой формы продукта 7. Концентрирование продукта А. 4, 1, 3, 2, 5, 7, 6 Б. 4, 2, 3, 5, 1, 6, 7 В. 4, 1, 2, 3, 5, 7, 6 Г. 4, 1, 2, 5, 3, 7, 6	Г	ОПК-1 ОПК-1.2
4	Выберите правильные определения для методов очистки 1. Диализ 2. Адсорбция 3. Фильтрация 4. Высаливание А. это задерживание взвешенных частиц сетчатой (тканевой) или пористой перегородкой. Б. процесс, в котором через полупроницаемую мембрану (перегородку) могут переходить низкомолекулярные вещества В. это процесс поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом Г. осаждение белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей Д. это процесс разделения смеси твердых и жидких веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов).	1.-Б; 2.-В; 3.-А; 4.-Г	ОПК-1 ОПК-1.1
5	В хроматографической колонке происходит А. нагревание компонентов анализируемой смеси Б. разделение компонентов анализируемой смеси В. обнаружение компонентов анализируемой смеси Г. разложение компонентов анализируемой смеси	Б	ОПК-1 ОПК-1.1
6	Мембранные методы используют в биотехнологии для 1. концентрирования 2. выделения продуктов 3. очистки А. 2,3 Б. 1,2 В. 1,2,3 Г. 1	В	ОПК-1 ОПК-1.1

7	Наиболее прочные мембраны для ультрафльтрации производят из _____	металлокерамики	ОПК-1 ОПК-1.3
8	Процессы, в которых в качестве сорбента используют микроорганизмы, называют _____	биосорбцией	ОПК-1 ОПК-1.1
9	Верно ли утверждение, что при микрофльтрации на фильтре будут задерживаться вирусы. Напишите ответ: верно или неверно	неверно	ОПК-1 ОПК-1.3
10	Время набухания сефадекса G-75 _____ часа	24	ОПК-1 ОПК-1.3
11	Важная характеристика ионитов – истираемость. Наиболее прочными считаются материалы, процент истираемости которых не превышает _____	0,5	ОПК-1 ОПК-1.3
12	_____ – это нерастворимые в воде органические или неорганические вещества, содержащие активные группы с подвижными ионами и способные обменивать эти ионы на ионы растворов при контакте с ними	иониты	ОПК-1 ОПК-1.1
13	После дезинтеграции клеточных оболочек действующее вещество перешло в жидкую фазу. Для отделения действующего вещества был предложен метод диализа. Какие вещества можно разделить с помощью метода диализа?	высокомолекулярные соединения	ОПК-1 ОПК-1.2
14	Движущая сила процесса диализа является разность _____	концентраций	ОПК-1 ОПК-1.1
15	Слой ионита в ионообменном оборудовании может быть плотным или _____	разряженным	ОПК-1 ОПК-1.3
16	В _____ хроматографической колонке происходит _____ анализируемой смеси	разделение	ОПК-1 ОПК-1.1
17	Процесс многократного противоточного контактирования встречных неравновесных потоков пара и жидкости с целью разделения жидких гомогенных смесей на фракции	ректификация	ОПК-1 ОПК-1.1
18	В данном оборудовании образуются пузыри, которые поднимаются вверх и захватывают микроорганизмы. Далее пена переваливается через стенку внутреннего цилиндра и отстаивается в кольцевом зазоре внешнего. При этом пузыри разрушаются. Образуется обогащенная по биомассе жидкость. Напишите оборудование.	Флотатор	ОПК-1 ОПК-1.2
19	Верно ли утверждение что, в ионообменных смолах в качестве мостикосшивающего агента используют дивинилбензол. Напишите слово: верно или неверно	верно	ОПК-1 ОПК-1.3
20	Хроматофокусирование — метод _____ хроматографии, основанный на элюировании с внутренним (создаваемым внутри колонки) градиентом pH.	ионообменной	ОПК-1 ОПК-1.1

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных веществ», ХТ, Вариант 2

№п/п	Задание	Правильный	Компетенции
------	---------	------------	-------------

		ответ	
1	Сефароза – это А. носитель Б. антиген В. антитело Г. лиганд	Г	ОПК-1 ОПК-1.3
2	Процесс мембранного разделения, а также фракционирования и концентрирования веществ, осуществляемый путем фильтрования жидкости под действием разности давлений до и после мембраны. А. Ультрафильтрация Б. Высаливание В. Коагуляция Г. Диализ	А	ОПК-1 ОПК-1.1
3	Укажите порядок установки и выполнения действия 1. Заполнение колонки гелем 2. Определение свободного объема колонки 3. Нанесение образца 4. Сбор фракций 5. Набухание геля А. 1, 5, 2, 3, 4 Б. 5, 2, 1, 3, 4 В. 2, 1, 5, 3, 4 Г. 1, 5, 3, 5, 4	Б	ОПК-1 ОПК-1.2
4	Коэффициент распределения показывает, что 1. $K=0$ 2. $0 < K < 1$ 3. $K=1$ А. лишь частично проникает в гранулы геля Б. равномерно распределяется внутри и вне гранул В. полностью поглощается гелем Г. совершенно не проникает в гранулы геля	1.-Г; 2.-А; 3.-Б	ОПК-1 ОПК-1.3
5	Для ускорения процесса микрофильтрации А. добавляют ПАВ Б. повышают температуру В. повышают вязкость жидкости Г. резко снижают температуру во время фильтрования	Б	ОПК-1 ОПК-1.2
6	Ультрафильтрационные установки и аппараты подразделяют на 1. плоскорамные 2. с полыми волокнами 3. рулонные 4. трубчатые А. 1,3 Б. 2,4 В. 3,4 Г. 1,2,3,4	Г	ОПК-1 ОПК-1.1

7	Захват биомассы микроорганизмов пузырьками пены и выделение ее из пенной массы – это _____	флотация	ОПК-1 ОПК-1.1
8	В процессах ионообмена процесс десорбции имеет название _____	элюция	ОПК-1 ОПК-1.1
9	Сефадексы можно хранить в виде суспензии или в сухом виде. Напишите, место хранения сефадексов.	холодильник	ОПК-1 ОПК-1.2
10	Полимерные мембраны для ультрафильтрации являются обычно _____	двуслойные	ОПК-1 ОПК-1.1
11	Напишите, сорбент, который не требует процесса набухания	биоглас	ОПК-1 ОПК-1.2
12	Процесс разрушения клеточных оболочек	дезинтеграция	ОПК-1 ОПК-1.1
13	Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется _____	сорбент	ОПК-1 ОПК-1.1
14	Для очистки интерферонов используют _____ хроматографию	аффинную	ОПК-1 ОПК-1.1
15	В анализируемой смеси находятся белки разной молекулярной массы: 1) $40 \cdot 10^6$ Да, 2) $20 \cdot 10^6$ Да, 3) $4 \cdot 10^6$ Да. Выберите молекулярную массу белка, которая максимально задержится в порах геля при гель-хроматографии. Напишите цифру	3	ОПК-1 ОПК-1.3
16	Метод осаждения белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей	высаливание	ОПК-1 ОПК-1.1
17	Верно ли утверждение, что биосорбенты используют для извлечения металлов из растворов. Напишите слово: верно или неверно	верно	ОПК-1 ОПК-1.1
18	Верно ли утверждение, что для устранения недостатков ситовой фильтрации (быстрое забивание пор) направление потока жидкости в таких фильтрах перпендикулярно фильтровальной перегородке. Напишите слово: верно или неверно	неверно	ОПК-1 ОПК-1.2
19	Если количество анализируемой смеси оказывается слишком маленьким, то использовать адекватную колонку не получится. В этом случае применяют метод _____	иммунопреципитации	ОПК-1 ОПК-1.2
20	Перколятор используется для _____ действующих веществ из лекарственного растительного сырья	экстракции	ОПК-1 ОПК-1.1

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных веществ», ХТ, Вариант 3

№п/п	Задание	Правильный ответ	Компетенции
1	Для ускорения процесса микрофильтрации А. добавляют ПАВ Б. повышают температуру В. повышают вязкость жидкости Г. резко снижают температуру во время фильтрования	Б	ОПК-1 ОПК-1.2
2	Активация сефарозы осуществляется	А	ОПК-1

	А. раствором бромциана Б. раствором калия бромидом В. раствором натрия хлоридом Г. раствором хлороводородной кислоты		ОПК-1.2
3	Процесс ионного обмена состоит из следующих стадий 1. ионы раствора переносятся к поверхности гранулы ионита 2. непосредственная реакция ионного обмена 3. диффузия ионов внутри гранулы 4. диффузия противоиона, вытесняемого изнутри к поверхности гранулы 5. перенос противоиона с поверхности гранулы в объем раствора А. 2, 3, 1, 4, 5 Б. 4, 1, 2, 3, 5 В. 1, 3, 2, 4, 5 Г. 1, 4, 3, 2, 5	В	ОПК-1 ОПК-1.2
4	Выделение металла при биосорбции осуществляется 1. десорбцией в мягких условиях 2. биомасса вновь используется 3. десорбцией в жестких условиях 4. биомассу в дальнейшем не используют А. 1, 2 Б. 3, 4 В. 1, 4 Г. 2, 3	А	ОПК-1 ОПК-1.2
5	Установите соответствие 1. Аффинная хроматография 2. Отстаивание 3. Ионообменная хроматография 4. Эксклюзионная хроматография А. размер пор Б. заряд В. леганд Г. мембрана Д. силы тяжести	1.-В; 2.-Д; 3.-Б; 4.-А	ОПК-1 ОПК-1.1
6	Методы, использующие для разделения плотность частиц 1. Отстаивание 2. Гидроциклонирование 3. Центрифугирование 4. гель-хроматографирование А. 1,2,3 Б. 1,2 В. 2, 4 Г. 4	А	ОПК-1 ОПК-1.1
7	При обычной фильтрации поток фильтруемой	перпендикуляр	ОПК-1

	жидкости среды направлен _____ поверхности фильтра	но	ОПК-1.2
8	Размер пор для стерилизующей фильтрации	0,22 мкм	ОПК-1 ОПК-1.1
9	Данный процесс используется для выделения веществ из лекарственного растительного сырья с помощью подходящих жидкостей	экстракция	ОПК-1 ОПК-1.1
10	Верно ли утверждение, что движущей силой процесса ультрафильтрации является перепад давления на мембране. Напишите ответ: верно или неверно	верно	ОПК-1 ОПК-1.3
11	Селективность ионита растёт с _____ заряда противоиона	увеличением	ОПК-1 ОПК-1.2
12	В анализируемой смеси находятся белки разной молекулярной массы: 1) $40 \cdot 10^6$ Да, 2) $20 \cdot 10^6$ Да, 3) $4 \cdot 10^6$ Да. Выберите молекулярную массу белка, которая не будет задерживаться в порах геля при гель-хроматографии. Напишите цифру	1	ОПК-1 ОПК-1.3
13	Для улучшения скорости фильтрации в биотехнологии часто используют фильтровальные порошки (кизельгур, перлит, диатомит). Можно данные порошки для утилизации скармливать животным. Напишите слово: можно или нельзя	нельзя	ОПК-1 ОПК-1.3
14	В аффинной хроматографии для специфического связывания действующих веществ с сорбентом в колонке используется _____	лиганд	ОПК-1 ОПК-1.1
15	Верно ли, что микробные клетки могут сорбировать металлы, и серебро, уран и ртуть клетка сорбирует по привычке. Напишите: верно или неверно	верно	ОПК-1 ОПК-1.1
16	Данное оборудование имеет полый вал, неподвижный корпус с размещенным в нем конических тарелок, находящихся одна над другой так, что образуется коническое пространство. Жидкость попадает через полый вал и далее на конические тарелки. При вращении биомасса отбрасывается от центра вращения, создавая сгущенный слой. Данное оборудование называется _____	сепаратор	ОПК-1 ОПК-1.3
17	В данном фильтре направление потока жидкости параллельно фильтровальной перегородке, в качестве материала используется металлокерамика, которая позволяет проводить очистку, тепловую стерилизацию.	Осветляющий	ОПК-1 ОПК-1.3
18	Способность увеличивать объем ионообменной смолы при контакте с водой называется _____	набухаемость	ОПК-1 ОПК-1.1
19	Если коэффициент распределения равен 0 в гель-фильтрации, это значит, что вещество _____ в поры геля (проникает или не проникает).	не проникает	ОПК-1 ОПК-1.2
20	Общее количество всех ионообменных групп в единице объёма ионита называется _____ обменной емкостью	полной	ОПК-1 ОПК-1.1

Текущий контроль

Опрос устный

№ п/п	Вопрос	Правильный ответ	Компетенция
1.	Назовите цель очистки	Цель очистки – это – извлечение БАВ из нативной жидкости или из клеток продуцента, концентрация его и освобождение (собственно очистка) от сопутствующих примесей и в конечном счете получение высоко очищенного препарата, пригодного для соответствующего применения.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.	Назовите методы, используемые для очистки БАС?	Для очистки БАС используют много метод. Они классифицируются по многим признакам. Для разделения по плотности частиц можно использовать отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование, ультрацентрифугирование. По размеру частиц можно использовать методы фильтрования. По способности захвата частиц пузырьками воздуха – флотация. По растворимости – методы экстракции. По диффузионной способности - обратный осмос, диализ и электродиализ. Ионный заряд для разделения можно использовать в ионном обмене и коагуляции. Для более высокой очистки используют методы хроматографии.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.	Дайте определение методу осаждения	Осаждение – это процесс, при котором при добавлении некоторых реагентов или при изменении физико-химических условий происходит расслоение систем под действием силы тяжести дисперсной фазы в виде нерастворимого осадка.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
4.	Какие соли применяют для осаждения белков в методе высаливания?	В методе высаливания осаждение белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей (сульфат аммония или сульфат натрия)	ОПК-1.4
5.	Для какой цели применяют процесс центрифугирования?	Процесс центрифугирования используют в том случае, когда: • Процесс фильтрования исходной суспензии осуществляется с низкой скоростью • Необходимость реализации непрерывного процесса разделения	ОПК-1.4
6.	Дайте определение методу флотация	Флотация – это выделение клеток микроорганизмов из культуральной жидкости за счет адгезии (прилипания) микроорганизмов к поднимающимся в жидкости пузырькам воздуха и затем сбора пены и ее конденсации (коалесценции).	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4

7.	Назовите факторы, влияющие на выбор метода очистки	• Свойства культуральной жидкости (вязкость, pH, температура и др.) • Свойства выделяемого продукта (термолабильность, стойкость к различным химическим элементам и др.) • Требование к конечной форме продукта (общая и биологическая концентрация, лекарственная форма, степень чистоты и степень концентрирования) • Технологические и технико-экономические показатели (выход продукта, производительность оборудования, необходимость дальнейшей обработки продукта и т.д.)	ОПК-1
8.	Назовите группы методов для выделения в твердом и растворенном виде	Существуют две группы методов: I. Для целевого продукта в виде твердой фазы используются: 1. Осаждение (седиментация) 2. Флотирование 3. Фильтрование (микрофильтрация или ультрафильтрация) 4. Центрифугирование 5. Сепарирование II. Для целевого продукта в растворенном виде используются: 1. Экстракция 2. Адсорбция, ионный обмен 3. Ректификация, отгонка 4. Кристаллизация 5. Диализ 6. Упаривание	ОПК-1
9.	Дайте определение процессу сорбции. Сорбент, сорбтив, сорбат	<i>Сорбция</i> представляет собой сложный физико-химический процесс, который можно рассматривать как сумму более простых процессов - адсорбции и абсорбции. Сорбционные методы представляют собой выделение растворенного в жидкой фазе компонента с помощью твердофазного сорбента. Далее следует отделение твердой фазы от рафината – раствора, из которого извлечен растворенный компонент и последующая десорбция этого компонента из сорбента в новую жидкость, отличающуюся от исходного раствора. Вещества, составляющие неподвижную фазу, называются <i>сорбентами</i>. <i>Сорбат</i> - подвижная фаза выполняет функции растворителя и носителя анализируемой смеси веществ, переведенной в газообразное или жидкое состояние. Вещество, способное поглощать другое вещество, называется <i>адсорбентом</i>; вещество, которое адсорбируется, называется <i>адсорбтивом</i>, а уже адсорбированное вещество	ОПК-1.4

		- <i>адсорбатором</i> . Процесс, обратный адсорбции, называется <i>десорбцией</i> .	
10.	Назовите механизм биосорбции	Микроорганизмы обладают биохимическими механизмами сорбции металлов, позволяющими достигать концентраций металлов в миллионы раз больших по сравнению с их концентрацией в жидкости. Некоторые из металлов входят в состав ферментов и нужны клеткам, поэтому сорбция железа, магния, цинка, меди – нормальная функция клеток. Серебро, ртуть, уран клетке не нужны, она сорбирует их «по привычке». В раствор с металлами добавляется суспензия с микроорганизмами; Образуется комплекс металл-микроорганизм; Биомасса с сорбированным металлом отделяется от суспензии одним из методов разделения. Металлы могут связываться растущими, мертвыми или разрушенными клетками(часто высушенными). Сухие клетки имеют высокую удельную поверхность взаимодействия сорбента с жидкостью. Выделение металла происходит за счет десорбции с возможностью последующего многократного использования биомассы или путем деструктурирования биомассы добавлением крепкой кислоты, щелочи или пиролизом.	ОПК-1.4
11.	Какие виды хроматографии Вы знаете?	<pre> graph TD A[Хроматография] --> B[Планарная] A --> C[Колоночная] B --> D[Тонкослойная] B --> E[Бумажная] C --> F[Жидкостная] C --> G[Газовая] C --> H[Сверхкритическая флюидная] F --> I[Обращенно-фазовая] F --> J[Нормально-фазовая] F --> K[Ионообменная] F --> L[Ион-парная] F --> M[Хиральная (энантиоселективная)] F --> N[Эксклюзионная] </pre>	ОПК-1.1
12.	Процесс разделения аффинной хроматографии	• Рабочий раствор, содержащий вещество, которое необходимо выделить, пропускают через сорбент; лиганд, нанесенный на матрицу-сорбент. • Лиганд из всей смеси веществ выбирает «свое» вещество и образует с ним биоспецифический комплекс, удерживает это вещество; • Далее происходит его концентрирование (накопление); все остальные компоненты смеси пройдут через колонку, не	ОПК-1.1, ОПК-1.2 ОПК-1.4

		задерживаясь.	
13.	Напишите схему иммобилизации белка на сефарозе	Схема иммобилизации белка на BrCN-активированной сефарозе схема сепароза + CNBr → неустойчивый цианат → неактивный карбамат белок-NH₂ → активный имидокарбамат → производное изомеричны / N-замещенный карбамат	ОПК-1.3
14.	В каких случаях используют иммунопреципитацию?	Иммунопреципитацию используют в тех ситуациях, когда из-за малого количества исследуемого вещества оказывается технически сложным создать адекватную по размерам аффинную колонку.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4
15.	Дайте определение: иониты	Иониты - это нерастворимые в воде органические или неорганические вещества, содержащие активные группы с подвижными ионами и способные обменивать эти ионы на ионы растворов при контакте с ними	ОПК-1.1.
16.	Перечислите параметры ионитов	Иониты характеризуются следующими параметрами: • гранулометрический состав; • механическая прочность; • осмотическая прочность; • химическая стойкость; • селективность; • плотность ионита; • термическая стойкость • сорбционная способность	ОПК-1.1
17.	Перечислите показатели способности ионитов к ионному обмену	1. ПОЕ (полная (общая) обменная емкость) – общее количество всех ионообменных групп в единице объёма ионита (мг-экв/л). 2. ПДОЕ (полная динамическая обменная емкость) – это количество ионов, которое может поглотить ионит до момента полного насыщения. Определяется по полному прекращению извлечения данного иона из раствора, т.е. в момент выравнивания концентрации поглощаемого иона в растворе и фильтрате при пропускании раствора через колонку с ионитом (мг-экв/л). 3. ДОЕ (динамическая обменная емкость) – это количество ионов, которое может поглотить ионит до момента проскока ионов за фильтр, т.е. это емкость ионита, определяемая по	ОПК-1.3

		появлению данного иона в вытекающем из колонки раствора (по «проскоку») (мг-экв/л). 4. РОЕ (рабочая обменная емкость) – как правило, принимается равной величине ДОЕ, т.к. в производственных условиях рабочий цикл ионообменного фильтра заканчивается именно при появлении ионов в фильтрате, т.е. при «проскоке» ионов за фильтр (мг-экв/л). 5. СОЕ или РСОЕ (равновесная статическая обменная емкость) – величина ионного обмена между противоионами навески ионита и противоионами из раствора в условиях установившегося равновесия, т.е. когда раствор и ионит находятся в контакте в статистических условиях достаточное время для установления равновесия (мг-экв/г). Определяется выдерживанием точно отмеренного количества ионита в 0,1 н растворе соляной кислоты (для анионитов) или едкого натра (для катионитов) с дальнейшим титрованием раствора. 6. ПСОЕ (полная статическая обменная емкость) определяется аналогично СОЕ, но при этом должен происходить не только обмен противоионами между раствором и ионитом, но и образование труднодиссоциирующего соединения.	
18.	Перечислите стадии процесса ионного обмена	Процесс ионного обмена состоит из следующих стадий: • ионы раствора переносятся к поверхности гранулы ионита; • диффузия ионов внутри гранулы; • непосредственная реакция ионного обмена; • диффузия противоиона, вытесняемого изнутри к поверхности гранулы; • перенос противоиона с поверхности гранулы в объем раствора.	ОПК-1.2
19.	Дайте определение: хроматофокусирование	Хроматофокусирование – метод ионообменной хроматографии, основанный на элюировании с внутренним (создаваемым внутри колонки) градиентом pH. В настоящее время используют две техники формирования градиентов pH – «классическое» хроматофокусирование и индуцирование.	ОПК-1.1
20.	Дайте определение: эксклюзионная хроматография	Эксклюзионная хроматография – это разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящимся в порах сорбента, и растворителем, протекающим между его частицами.	ОПК-1.1
21.	Дайте определение: диапазон фракционирования	Диапазон фракционирования – это диапазон молекулярных масс, которые способны частично проходить в поры сорбента, т.е. молекулы в	ОПК-1.1

		пределах этого диапазона могут быть разделены с высоким разрешением.	
22.	Нарисовать схему гель-хроматографии	 Схема гель-фильтрации поток растворителя а б в ○ - гранулы геля ● - большие молекулы ○ - малые молекулы	ОПК-1.2
23.	Коэффициент распределения. Что он показывает?	Для конкретного вида геля распределение анализируемого вещества в растворителе внутри и снаружи частиц геля определяется коэффициентом распределения K_d , который зависит от размера молекул вещества. Если молекулы крупные, в растворителе внутри частиц геля их не будет совсем; величина K_d в этом случае равна 0. Если молекулы вещества достаточно малы и могут беспрепятственно проникать внутрь частиц геля, K_d будет равен 1. Поскольку размеры пор варьируют, молекулы среднего размера будут проникать в растворитель, находящийся в порах, лишь частично; следовательно, величина K_d в этом случае будет лежать между 0 и 1. Это позволяет разделять на данном геле вещества, молекулярные веса которых различаются лишь весьма незначительно.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4
24.	Сколько необходимо времени для набухания сефадекса G-25?	Набухает в течение 8-10 ч	ОПК-1.4
25.	Условия хранения сефадексов	Сефадексы можно хранить в виде суспензии или в сухом виде. Суспензию сефадекса можно хранить в холодильнике в присутствии антисептиков: 0,02% азид натрия, мертиолата или хлороформа. Для перевода геля в сухое состояние сефадекс сначала промывают водой для удаления солей, а затем выдерживают с 2-кратным объемом 50% этанола, после фильтрования сефадекс выдерживают в 2-кратным объемом 96% этиловым спиртом. Обработку последним повторяют несколько раз. Осадок высушивают в термостате при 60-80°C.	ОПК-1.2
26.	Определение понятия «фильтрация»	Пропускание жидкости через мембранный слой для очистки жидкости от нерастворимых частиц.	ОПК-1.1
27.	Формула, описывающая скорость фильтрации	Закон фильтрации жидкости в пористой среде, выражающий линейную зависимость скорости фильтрации от напорного градиента $w = - \frac{k}{n} * \text{grad}P$, где w - скорость фильтрации, P - давление,	ОПК-1.1

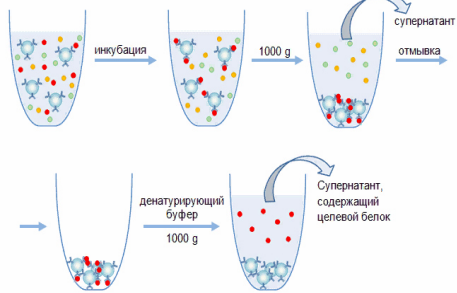
		k - коэффициент проницаемости, η - динамическая вязкость.	
28.	Формула, описывающая сопротивление процесса фильтрации	$\omega = \frac{dV}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu R_f}$	ОПК-1.1
29.	Способы ускорения процесса фильтрации	Увеличение поверхности фильтрации Увеличение разности давлений над и под фильтрующей перегородкой Уменьшение толщины слоя осадка Уменьшение вязкости жидкой фазы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
30.	Классификация аппаратов по принципу создания движущей силы	- избыточное давление (в том числе, давление столба жидкости) - вакуум	ОПК-1.2 ОПК-1.3
31.	Принцип работы нутч-филтра	В нутч-филтре разрежение создается вакуумным насосом. Под влиянием силы тяжести, разницы давлений в большой верхней и маленькой нижней части сосуда пульпа проходит через перегородку с фильтрующим элементом. Жидкая составляющая уходит через выпускной патрубок вниз. Твердые частицы оседают на фильтре, откуда затем извлекаются.	ОПК-1.2
32.	Назовите вспомогательное оборудование фильтровальной установки	насосы, фильтры механической очистки, аппаратура для предварительной и последующей обработки воды, баки для раствора и фильтрата, датчики и приборы автоматического управления и контроля, соединительную арматура (трубопроводы), - крепежные элементы.	ОПК-1.2
33.	Способы уменьшения загрязнения мембран	- повышение температуры (вследствие чего снижается вязкость и увеличивается концентрация гелеобразования), - применение электрического поля, - использование высоких скоростей тангенциального потока, - применение пульсационного режима фильтрации.	ОПК-1.2
34.	Дайте определение термину «мембрана»	Высокопористая или беспористая, плоская или трубчатая перегородка, изготовленная из полимерных или неорганических материалов и способная эффективно разделить частицы различных видов (ионы, молекулы, макромолекулы и т.д), находящиеся в смеси или растворе.	ОПК-1.1
35.	Особенности ультрафильтрации	Средний размер пор мембраны 0,01 мкм. Применяется для полного удаления из раствора микроорганизмов, включая вирусы и макромолекулы.	ОПК-1.1 ОПК-1.3
36.	Дайте определение диафильтрации	Процесс разбавления, который включает удаление или разделение компонентов	ОПК-1.1 ОПК-1.3

		(проницаемых молекул, таких как соли, небольшие белки, растворители и т.д.) из раствора на основе их молекулярного размера с использованием фильтров, проницаемых для микромолекул, для получения чистого раствора.	
37.	Теоретические основы диализа	Движущая сила - разность концентраций по обе стороны полупроницаемой мембраны. Уравнение процесса: $J = Dd \Delta C,$ где: J – количество вещества, перенесенного через мембрану за единицу времени; Dd – коэффициент диализа, S – площадь поверхности мембраны; ΔC – разности концентраций переносимого вещества по обе стороны мембраны.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
38.	Основные характеристики мембран	- селективность; - коэффициент концентрирования по объему; - удельная производительность (проницаемость)	ОПК-1.1 ОПК-1.2

Письменный опрос

№	Вопрос	Ответ	Компетенция
1	1. Адсорбция	Самопроизвольное концентрирование на твердой или жидкой поверхности раздела фаз вещества с меньшим поверхностным натяжением	ОПК-1.2
	2. Как называется сорбция, когда поглощаемое вещество находится в газообразной или жидкой фазе, приведено в контакт с неподвижным сорбентом или перемешивается с ним?	Статическая сорбция (статический способ сорбции)	ОПК-1.2
	3. Что является сорбентом в биосорбции?	Микроорганизмы, клетки и их компоненты	ОПК-1.2
2	1. Адсорбент	Адсорбирующее вещество	ОПК-1.2
	2. Самопроизвольное концентрирование на твердой или жидкой поверхности раздела фаз вещества с меньшим поверхностным натяжением – это...	Адсорбция	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение – физическая адсорбция не требует энергии	Верно	ОПК-1.2
3	1. Адсорбтив	Адсорбируемое вещество	ОПК-1.2
	2. Поглощение газов или пара всем объемом твердого вещества – это...	Абсорбция	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение – физическая адсорбция необратима	неверно	ОПК-1.2
4	1. Абсорбция	Поглощение газов или пара всем объемом	ОПК-1.2

		твёрдого вещества	
	2. Процесс адсорбции, который протекает под действием сил основных валентностей – это...	Хемосорбция	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение - физическая адсорбция требует энергии	неверно	ОПК-1.2
5	1. Адсорбат	Адсорбируемое вещество	ОПК-1.2
	2. Процесс сжижения пара в порах твёрдого сорбента – это...	Капиллярная конденсация	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение – серебро необходимо клетке для жизнедеятельности	неверно	ОПК-1.2
6	1. Капиллярная конденсация	Процесс сжижения пара в порах твёрдого сорбента	ОПК-1.2
	2. Адсорбируемое вещество – это...	Адсорбат, адсорбтив	ОПК-1.2
	3. Как называется сорбция, где используют антитела в качестве сорбента?	иммуносорбция	ОПК-1.2
7	1. Хемосорбция	Процесс адсорбции, который протекает под действием сил основных валентностей	ОПК-1.2
	2. Как называется сорбция, когда поглощенное вещество находится в подвижной жидкой или газообразной фазе, которая фильтруется через слой сорбента?	Динамическая сорбция (Динамический способ сорбции)	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение – методами хроматографии нельзя разделить сложные смеси близких по составу	неверно	ОПК-1.2
8	1. Десорбция	Явление, при котором вещество высвобождается с поверхности или на поверхность	ОПК-1.2
	2. Как называются адсорбенты, способные сорбировать вещества, имеющие ионную природу?	Ионообменные смолы (иониты)	ОПК-1.2
	3. Верно или неверно утверждение – уран сорбируется клеткой «по привычке»	верно	ОПК-1.2
9	1. Аффинная хроматография – это	(от латинского слова <i>affinis</i> – «смежный», «родственный») основана на аффинных взаимодействиях, которые представляют собой образование высоко специфических связей между молекулой-разделителем (лигандом или аффинантом) и целевой молекулой.	ОПК-1.2
	2. Что такое лиганд?	Лиганды – соединения, ковалентно связанные с матрицей, биоспецифически (комплементарно) взаимодействующие с выделяемыми соединениями.	ОПК-1.2

10	1. Нарисуйте схему иммунопреципитации		ОПК-1.2
	2. Что такое сепароза?	Гелеобразный состав на основе агарозы (адсорбент)	ОПК-1.2
11	1. Аффинная преципитация – это	Иммунопреципитация, или экстракция в объеме. Иммунопреципитацию используют при работе с незначительными (нано- и микрограммы) количествами вещества. При этом объем аффинного носителя обычно не превышает сотен микролитров, а объем исследуемого образца – нескольких миллилитров. То есть, иммунопреципитацию используют в тех ситуациях, когда из-за малого количества исследуемого вещества оказывается технически сложным создать адекватную по размерам аффинную колонку. При аффинной преципитации вещество прикрепляется к растворимому носителю. При добавлении смеси, содержащей очищаемый белок, образуется комплекс, который выпадает в осадок.	ОПК-1.1 ОПК-1.2
	2. Преимущества аффинной хроматографии	Достоинства 1. Высокая избирательность 2. Эффект концентрирования искомого вещества 3. связывание вещества с сорбентом происходит в мягких условиях, не угрожающих структуре (нативности) вещества 4. высокий выход очищаемых веществ, обусловленный отделением гидролитических ферментов на первой стадии 5. можно использовать большие объемы исходных препаратов; в ходе ступенчатой элюции происходит концентрирование	ОПК-1.1 ОПК-1.2
12	1. Аффинное разделение – это	Аффинное разделение Для отделения и очистки в биотехнологии применяют и аффинное разделение, которое основано на применении двух водорастворимых полимеров (например полиэтиленгликоля – 6000, имеющего специфические лиганды, и высокомолекулярного декстрана, обладающего родством к примесям).	ОПК-1.1 ОПК-1.2
	2. Чем активируют сепарозу?	Раствором бромциана	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
13	1. Что такое лиганд?	Лиганды – соединения, ковалентно связанные с матрицей, биоспецифически (комплементарно) взаимодействующие с	ОПК-1.1 ОПК-1.2

		выделяемыми соединениями.	
	2. Принцип метода аффинной хроматографии	Десорбция разных по сродству к сорбенту веществ протекает с разной скоростью. Сначала в поток перейдут вещества менее связанные сорбентом, а затем более трудно десорбируемые. Измеряя концентрацию вещества в потоке элюента по времени, можно наблюдать ряд пиков различной высоты, разделенных участками низкой концентрации.	ОПК-1.1 ОПК-1.2
14	1. Виды связи лиганда на матрице.	Биологическое взаимодействие между лигандом и молекулой-мишенью может быть результатом образования: 1. Водородных связей 2. Электростатического взаимодействия 3. Ван-дер-Ваальсового взаимодействия 4. Гидрофобного взаимодействия	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	2. Чем заполняют хроматографическую колонку для проведения аффинной хроматографии?	Колонку заполняют адсорбентами. В качестве адсорбентов применяют следующие вещества: Гелеобразные составы на основе агарозы – полисахарида, получаемого из агара. Наиболее часто используют 3 разновидности: сефарозу 4 В, CL (сшитая агароза) и аффи-гель.	ОПК-1.1 ОПК-1.2
15	1. Нарисуйте схему аффинной хроматографии		ОПК-1.1 ОПК-1.2
	2. Перечислите сложности метода аффинной хроматографии.	Во избежание неспецифической сорбции посторонних примесей (компонентов смеси), оставшиеся незанятыми центры связывания носителя и антител блокируют.	ОПК-1.2
16	Какими методами получают ионообменные смолы?	Получают смолы полимеризацией и поликонденсацией	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
17	Продолжите предложение «Набухаемость ионита больше, если больше в смоле...»	гидрофильных групп	ОПК-1.1 ОПК-1.2
18	Как расшифровывается ПОЕ?	ПОЕ (полная (общая) обменная емкость) – общее количество всех ионообменных групп в единице объема ионита (мг-экв/л).	ОПК-1.1 ОПК-1.2
19	При выборе между сильным и слабым ионообменником для низкомолекулярных ионов предпочтение отдают...	Для низкомолекулярных низкомолекулярных ионов и цвиттер-ионов предпочтение отдают сильным мелкопористым смолам высокой	ОПК-1.1 ОПК-1.2

		емкости.	
20	Размер пор для фильтрования буферного раствора	0,45 или 0,22 мкм	ОПК-1.1 ОПК-1.2
21	Стандартные условия для хранения колонок	Стандартные условия – 20% этанол при 4°C	ОПК-1.1 ОПК-1.2

Ситуационные задачи

№	Вопрос	ответ	Компетенция
1.	Расположите катионы солей CaCl_2 , Na_2SO_4 , KCl , FeCl_3 , LiNO_3 в ряд по увеличению способности поглощаться их H^+ -формой катионита из водных растворов. Как изменится этот ряд, если растворители будут слабо полярными ?	Адсорбционная способность ионов зависит от величины заряда и радиуса. Чем больше заряд иона, тем сильнее он проявляет способность к ионному обмену. Для ионов одинакового заряда максимальную ионообменную способность проявляют те ионы, радиус которых в гидратированном состоянии меньше. Поэтому способность поглощаться катионитами из водных растворов возрастает в ряду ионов: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ В слабо полярных растворителях надо учитывать радиус несольватированных ионов, поэтому способность ионов поглощаться катионитами возрастает в следующем ряду: $\text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$	ОПК-1.3
2.	На титрование 0,50 г воздушно-сухого сильнокислотного катионита с сульфатными группами – SO_3H пошло 25,5 мл 0,100 М раствора гидроксида натрия. Вычислите обменную емкость катионита, если массовая доля воды в образце составляет 8%.	Обменную емкость ионитов (ОЕ) характеризуют количеством эквивалентов (ммоль) активных групп (или противоионов), содержащихся в 1 г сухого ионита и способных обмениваться в растворе на эквивалентное количество ионов того же знака. 1. Реакция ионного обмена протекает по уравнению: $\text{R-SO}_3\text{H} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{R-SO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$ Из этого уравнения видно, что обмен происходит между H^+ и Na^+ в эквивалентных количествах. Следовательно, количество NaOH равно количеству ионов H^+ , содержащихся в сухом катионите. 2. Находим массу сухого катионита: $m(\text{сухого катионита}) = m(\text{катионита}) \times w(\text{катионита}) = 0,5 \times 0,92 = 0,46 \text{ (г)}$ 3. Рассчитаем ОЕ катионита, исходя из ее определения: $\text{ОЕ} = \frac{n(\text{H}^+)}{m(\text{сухого катионита})}$	ОПК-1.3

		$\frac{C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{m(\text{сухого катионита})}$ $\frac{25,5 \cdot 0,100}{0,46} = 5,54 \text{ (ммоль/г)}$	
3.	Через колонку с катионитом в H^+ – форме пропустили 20.00 мл раствора KCl. Элюат оттитровали 15.00 мл 0.1 М раствора NaOH. Определить содержание KCl в анализируемом растворе.	При пропускании через катионит в H^+ – форме раствора KCl в результате ионообменной реакции $(\text{RH} + \text{KCl} \rightleftharpoons \text{RK} + \text{HCl})$ в элюате появляется соляная кислота, количество которой эквивалентно количеству соли, $\left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{HCl}} = \left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{KCl}}$ т.е. При титровании кислоты раствором щелочи справедливо равенство: $\left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{HCl}} = \left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{NaOH}}$ или $\left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{KCl}} = \left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{NaOH}}$ Тогда, содержание KCl в анализируемом растворе рассчитывают следующим образом: $m(\text{KCl}) = \left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{э}}(\text{KCl}) = 15 \cdot 0,1 \cdot 74,5 = 118,8 \text{ мг} = 0,1188 \text{ г.}$ $M_{\text{э}}(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль экв.}$	ОПК-1.3
4.	Какая масса Co^{2+} останется в растворе, если через колонку, заполненную 5 г катионита в H^+ – форме, пропустили 200.0 мл 0.1 н раствора CoCl_2 . Полная динамическая емкость катионита равна 1.60 мэкв/г.	1. Рассчитаем количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, пропущенных через колонку с катионитом: $n_1 = \left(C_{\text{H}} \cdot V \right)_{\text{Co}^{2+}} = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ (мЭКВ).}$ 2. Количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, поглощенных 5 г катионита вычисляем из формулы: $\text{ДОЕ} = \frac{n}{m(\text{ионита})} \left(\frac{\text{мЭКВ}}{\text{г}} \right); n_2 = 1,6 \cdot 5 = 8 \text{ (мЭКВ)}$ 3. Количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, оставшихся в растворе, равно: $n_3 = n_1 - n_2 = 20 - 8 = 12 \text{ (мЭКВ).}$ 4. Масса Co^{2+} – ионов, оставшихся в растворе, составляет: $m(\text{Co}^{2+}) = n_3 \cdot M_{\text{э}}(\text{Co}^{2+}) = 12 \cdot 29,47 = 353,60 \text{ мг} = 0,3536 \text{ г.}$	ОПК-1.3

		$M_2(\text{Co}^{2+}) = M(\text{Co}^{2+}) \cdot f_{\text{ЭФВ}} = 58.93 \cdot 1/2 = 29.47 \text{ (г/моль экв.)}$	
5.	В каком порядке будут выходить белки из гель-хроматографической колонки?	Примеры белков с разной молекулярной массой. Необходимо расположить белки от большой к самой маленькой молекулярной массе.	ОПК-1.2, ОПК-1.3
6.	Рассчитать К _р (коэффициент распределения). Дать пояснение о способности геля проникать в растворитель поглощенным набухшим гелем	Формула К_р: $K_r = C_s / C_m$, где C_s – концентрация вещества в воде в гранулах геля C_m – концентрация вещества в воде, окружающей гранулы Для конкретного геля распределение анализируемого вещества в растворителе внутри и снаружи частиц геля определяется коэффициентом распределения K_d, который зависит от размера молекул вещества. Если молекулы крупные, в растворителе внутри частиц геля их не будет совсем; величина K_d в этом случае равна 0. Если молекулы вещества достаточно малы и могут беспрепятственно проникать внутрь частиц геля, K_d будет равен 1. Поскольку размеры пор варьируют, молекулы среднего размера будут проникать в растворитель, находящийся в порах, лишь частично; следовательно, величина K_d в этом случае будет лежать между 0 и 1. Это позволяет разделять на данном геле вещества, молекулярные веса которых различаются лишь весьма незначительно. 1. Если $K = 0$, то вещество совершенно не проникает в гранулы геля; 2. Если $0 < K < 1$, то вещество лишь частично проникает в гранулы; 3. Если $K = 1$, то вещество равномерно распределяется внутри и вне гранул	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4
7.	На биотехнологическом производстве используют ультрафильтрационную очистку для получения препаратов крови, бесклеточного коклюшного компонента. Назовите принцип метода ультрафильтрационной очистки БАС. Оборудование.	В процессе ультрафильтрации используют селективные полупроницаемые мембраны, пропускающие низкомолекулярные и задерживающие высокомолекулярные соединения. Движущей силой процесса ультрафильтрации является перепад давления на ультрамембране. При ультрафильтрации происходит не разделение фаз, а перераспределение в жидкости веществ. В качестве оборудования для	ОПК-1.2

		ультрафильтрационной очистки БАС используют ультрафильтрационные системы в следующих вариантах: трубчатые, плоскостные, рулонные.	
--	--	--	--