

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Автор программы:
Левина И.В.

УТВЕРЖДАЮ
Директор фармацевтического техникума
Д.С. Лисицкий

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании Методического совета
фармацевтического техникума
Протокол № 1 от 26.10.2022 г.

01 декабря 2022 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
МОДУЛЯ
В Т.Ч. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ПМ.02 КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА**

по профессии 19.01.01 Аппаратчик-оператор в биотехнологии
квалификация: аппаратчик ферментации препаратов биосинтеза – аппаратчик химической
очистки препаратов биосинтеза
срок обучения СПО по ППКРС на базе среднего общего образования в очной форме
обучения: 10 месяцев

Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	3
1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля.	3
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	5
2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности.....	5
2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ....	12
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	12
3.2. Информационное обеспечение обучения.....	12
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.....	13
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	14
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	17
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	23
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ.....	25

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы

Рабочая программа профессионального модуля «Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза» является частью образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 19.01.01 Аппаратчик-оператор в биотехнологии (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.08.2013 № 914 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 240705.01 Аппаратчик-оператор в биотехнологии»).

Рабочая программа профессионального модуля (ПМ) относится к профессиональному учебному циклу (ПЦ).

1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен освоить основной вид деятельности по профессии 19.01.01 Аппаратчик-оператор в биотехнологии и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

Перечень общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Перечень профессиональных компетенций:

Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза

ПК 2.1. Осуществлять контроль качества сырья, полупродуктов, продукции и технологических процессов.

ПК 2.2. Контролировать и регистрировать показания контрольно-измерительных приборов.

В результате освоения профессионального модуля «Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза» обучающийся должен освоить следующие знания и умения, получить практический опыт:

Коды ОК, ПК	Умения	Знания	Практический опыт
ОК 1 ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 5 ОК 6 ОК 7 ПК 2.1 ПК 2.2	У.1. Регулировать технологические процессы по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов; У.2. Определять технологические параметры процессов производства продуктов биосинтеза	3.1. Методы контроля производства продуктов биосинтеза в соответствии с требованиями «Правил правильного производства»; 3.2. Правила пользования контрольно-измерительными приборами, применяемыми в технологических процессах производства продуктов биосинтеза	П.О.1 Регистрация показаний контрольно-измерительных приборов; П.О.2 Отбор проб и подготовка их к анализу; П.О.3 Контроль качества сырья, полупродуктов и технологических процессов

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации		Учебная нагрузка обучающихся, ч.							Распределение по курсам и семестрам						
		Экзамены	Диффер. зачеты	Объём ОП	Самост.	Консультации	С преподавателем			Промежут. аттестация	Курс 1						
							Всего	в том числе			Семестр 2						
		Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	10 недель													
				Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут							
Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия														
ПМ.02	Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза	+	+	326	20	10	290	20	60	12	326	20	10	290	20	60	12
МДК.02.01	Контроль технологических процессов производства продуктов биосинтеза	-	-	110	20	10	80	20	60	-	110	20	10	80	20	60	-
ПП.02.01	Производственная практика. Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза	-	1	216	-	-	210	-	-	6	216	-	-	210	-	-	6
ПМ.02.ЭК	Экзамен по модулю	1	-	6	-	-	-	-	-	6	6	-	-	-	-	-	6

2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
ПМ 02. Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза				
МДК.02.01. Контроль технологических процессов производства продуктов биосинтеза				
Раздел 1. Основы технического обслуживания промышленного оборудования		40		
Тема 1.1. Общие физические методы анализов	Содержание учебного материала	6	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Технический анализ и его задачи. Роль аналитического контроля в повышении качества продукции.			
	Виды анализов. Техника безопасности при работе в лаборатории.			
	Отбор проб жидких и твердых веществ. Подготовка проб к анализу			
	Практические занятия	12	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Физические методы анализа			
	Определение внешнего вида, цвета			
	Определение плотности веществ ареометром, пикнометром			
	Определение температуры вспышки в открытом/закрытом тигле			
	Определение влажности гравиметрическим методом			
Определение вязкости вискозиметрическим методом				
Определение влажности, температуры плавления, температуры кристаллизации				
Тема 1.2. Химические методы анализа	Содержание учебного материала	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Методы количественного анализа.			
	Расчеты в техническом анализе.			
	Практические занятия	4		
	Определение числа омыления. Определение кетонов.			
Определение органических веществ. Определение жиров и смол.				
Тема 1.3. Физико-химические методы анализа	Содержание учебного материала	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6,
	Фотоэлектроколориметрия. Устройство и правила работы ФЭК.			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	Спектрофотометрия. Устройство и правила работы на спектрофотометре.	4		ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Рефрактометрия. Устройство и правила работы на рефрактометре.			
	Практические занятия			
	Фотоэлектроколориметрическое определение ЛП.			
	Спектрофотометрическое определение ЛП.			
Тема 1.4. Контроль качества производственных и сточных вод	Рефрактометрическое определение ЛП.	2	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Содержание учебного материала			
	Виды воды, применяемой в производстве. Требования к воде. Отбор проб воды и подготовка их к анализу.			
	Практические занятия			
	Определение временной жесткости. Экспресс-анализ воды с помощью многофункционального измерителя качества воды.			
	Определение общей жесткости.	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Определение постоянной жесткости			
	Самостоятельная работа			
	Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ.			
Раздел 2. Обеспечение качества продукции		40		
Тема 2.1. Система качества. Общие положения	Содержание учебного материала.	2	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Современное представление об управлении качеством продукции Система менеджмента на предприятии в соответствии с ISO 9001. Нормативные акты и документы по управлению качеством продукции. Международные нормативные акты на системы качества. Российские нормативные акты			
	Практические занятия			
		8		

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	<p>Методы контроля качества продукции и их классификация. Технический контроль качества. Статистические методы контроля.</p> <p>Основные понятия математической статистики. Числовые оценки параметров распределения. Построение эмпирической кривой. Контроль качества на стадиях производства</p> <p>Система управления качеством продукции. Структура управления. Управление качеством продукции при проектировании, производстве и эксплуатации</p> <p>Работа с текстами нормативных документов по управлению качеством продукции.</p>			
Тема 2.2. Методы контроля качества продукции	Содержание учебного материала.	2	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Модель системы контроля. Основные структуры систем контроля. Модель управления качеством продукции в химико-фармацевтической промышленности. Место и объем контроля при управлении качеством изделий			
	Типовые методы и средства контроля качества. Контроль качества материалов в заготовках. Способы контроля химического состава и марки материалов.			
	Практические занятия	6		
	Управление качеством на этапе сборки и испытаний. Специальные виды контроля			
Контроль качества материалов в заготовках. Контроль качества материалов.				
Тема 2.3. Оценка качества продукции и ее показатели	Практические занятия	6	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК
	Технологические показатели качества продукции.			
	Показатели качества продукции и услуг. Комплексные показатели			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	качества. Технико-экономические показатели качества. Организационно-правовые и экологические показатели качества продукции.			2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
Тема 2.4. Интеллектуальный труд при создании качественной продукции	Практические занятия Объекты промышленной собственности. Основные понятия, авторство. Документация. Патентные службы на предприятиях Оценка уровня патентно-лицензионной работы. Мировые тенденции управления качеством продукции и обеспечения ее патентоспособности. Конкурентоспособность вновь создаваемой продукции. Основы научно-технического творчества.	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
Тема 2.5. Управление технологическим обеспечением качества продукции	Практические занятия Управление процессами изготовления продукции. Основные понятия. Особенности управления процессами производства продукции на химико-фармацевтическом предприятии. Управление технологическим обеспечением качества продукции. Анализ причин образования отклонений характеристик качества продукции от требуемых значений.	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
Тема 2.6. Правила эксплуатации оборудования и средств автоматизации	Практические занятия Роль и место метрологического обеспечения в управлении качеством продукции химической промышленности. Метрологическая служба, экспертиза и контроль технической документации. Методы и средства измерения. Методы измерений. Метод непосредственной оценки. Средства измерений. Меры. Общее понятие об эталонах и их классификация. Измерительные приборы и измерительные установки. Автоматизация	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	метрологического обеспечения управления качеством.			
Тема 2.7. Сертификация продукции систем управления качеством	Практические занятия	4	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
	Понятия и цели сертификации. Примеры сертифицирования. Обязательная и добровольная сертификация. Участники сертификации			
	Методики проведения сертификации продукции. Российская практика сертификации.			
	Схемы сертификации продукции. Последовательность проведения сертификации			
	Самостоятельная работа Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ.	10	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
Промежуточная аттестация	Экзамен по модулю	6	2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3
Производственная практика «Контроль и регулирование технологических процессов производства продуктов биосинтеза» Виды работ: Инструктаж по технике безопасности; знакомство с рабочим местом; составление подробного графика выполнения, предусмотренного планом практики задания. Проверка соблюдения графика Изучение характеристики сырья и готового продукта, методов получения продукта. Изучение технологических процессов, аналитического и автоматического контроля технологического процесса в		216	1, 2, 3	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ПК 2.1, ПК 2.2, У.1-2, 3.1-2, П.О.1-3

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	<p>подразделении предприятия, на котором проводится практика.</p> <p>Контроль соблюдения требований нормативных документов, наличия поверенных средств измерения и правильности проведения измерений при производстве продукции.</p> <p>Контроль наличия и правильности оформления документов, подтверждающих соответствие;</p> <p>Цели, задачи, объекты, субъекты, средства, принципы и методы, нормативно-правовую базу технического регулирования, стандартизации, метрологии, оценки и подтверждения соответствия; основные понятия в области контроля качества продукции и услуг, назначение, виды, подвиды, средства, методы, нормативно-правовую базу проведения контроля качества продукции предприятий, понятие, виды, критерии, показатели и методы идентификации; способы обнаружения брака, последствия и меры предупреждения,</p> <p>Изучение этапов технологического цикла производства основной продукции, выбирать и применять схемы подтверждения соответствия; подготавливать образцы к сертификационным испытаниям в соответствии с установленными требованиями; применять компьютерные технологии для планирования и поведения работ.</p> <p>Проверка правильности заполнения дневника по производственной практике, оформления отчета согласно требованиям стандарта.</p> <p>Обработка полученной информации; оформление отчета по производственной практике.</p>			

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств)
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

1. **Лаборатория процессов и аппаратов биохимического производства** – помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов: проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска, весы аналитические, спектрофотометр, рефрактометр, вытяжной шкаф, водяная баня, рН метр, штатив лабораторный, холодильник, образцы элементов и приборов, входящих в состав электрических и электронных схем; наглядные пособия – детали и элементы конструкций.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), маркерная доска.

Для обеспечения реализации профессионального модуля используется стандартные комплекты программного обеспечения (ПО), включающие регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья: портативный ручной видеувеличитель – 2 шт, радиокласс (заушный индуктор и индукционная петля) – 1 шт.

Выход в сеть «Интернет» в наличии (с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду), скорость подключения 100 мбит/сек.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

Астахов, Д. А. Технологическое оборудование : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. А. Астахов. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 497 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-15269-2. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496922> (дата обращения: 01.12.2022).

Организация биотехнологического производства : учебное пособие / А. А. Красноштанова [и др.] ; под редакцией А. А. Красноштановой. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 170 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13029-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/519139> (дата обращения: 01.12.2022).

Дополнительные источники:

Рачков, М. Ю. Автоматизация производства : учебник для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 182 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-12973-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495250> (дата обращения: 01.12.2022).

Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 136 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09939-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/493021> (дата обращения: 01.12.2022).

Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие / О. Н. Чечина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 266 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13660-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/516812> (дата обращения: 01.12.2022).

3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий

Рабочая программа дисциплины предусматривает в целях реализации компетентностного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций – кейсов, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий – круглых столов) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПК	Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 2.2. Контролировать и регистрировать показания контрольно-измерительных приборов.	Регулировать технологические процессы по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов	Демонстрирует умение в регулировании технологических процессов по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов	Текущий контроль в форме защиты лабораторных работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.1. Осуществлять контроль качества сырья, полупродуктов, продукции и технологических процессов.	Определять технологические параметры процессов производства продуктов биосинтеза	Демонстрирует умение в определении технологических параметров процессов производства продуктов биосинтеза	Текущий контроль в форме защиты лабораторных работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.2.	Методы контроля	Демонстрирует	Текущий

ПК	Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Контролировать и регистрировать показания контрольно-измерительных приборов.	производства продуктов биосинтеза в соответствии с требованиями «Правил правильного производства»	знание в методах контроля производства продуктов биосинтеза в соответствии с требованиями "Правил правильного производства"	контроль в форме защиты лабораторных работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.2. Контролировать и регистрировать показания контрольно-измерительных приборов.	Правила пользования контрольно-измерительными приборами, применяемыми в технологических процессах производства продуктов биосинтеза	Демонстрирует знание в правилах пользования контрольно-измерительным и приборами, применяемыми в технологических процессах производства продуктов биосинтеза	Текущий контроль в форме защиты лабораторных работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.2. Контролировать и регистрировать показания контрольно-	Регистрация показаний контрольно-измерительных приборов	Демонстрирует практический опыт в регистрации показаний	Текущий контроль в форме защиты лабораторных

ПК	Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
измерительных приборов.		контрольно-измерительных приборов	работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.1. Осуществлять контроль качества сырья, полупродуктов, продукции и технологических процессов.	Отбор проб и подготовка их к анализу	Демонстрирует практический опыт в отборе проб и подготовки их к анализу	Текущий контроль в форме защиты лабораторных работ Устный опрос Письменный опрос в форме тестирования Экспертное наблюдение выполнения практических работ Оценка решений ситуационных задач
ПК 2.1. Осуществлять контроль качества сырья, полупродуктов, продукции и технологических процессов.	Контроль качества сырья, полупродуктов и технологических процессов	Демонстрирует практический опыт в контроле качества сырья, полупродуктов и технологических процессов	Текущий контроль в форме защиты лабораторных работ Выполнение заданий по

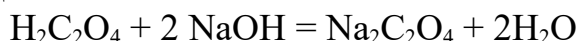
ПК	Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
			алгоритму, решений ситуационных задач.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

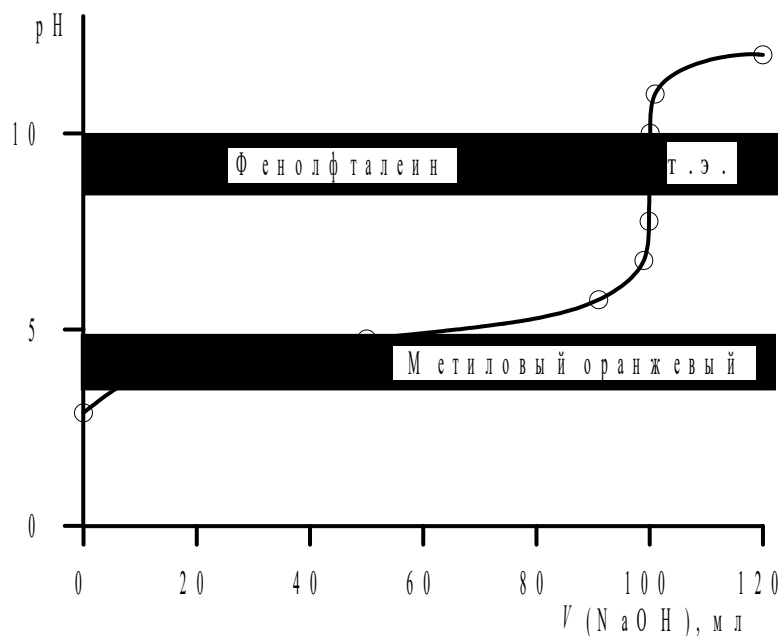
Лабораторная работа. Приготовление и стандартизация рабочего раствора NaOH

Цель работы – приготовление 0,1 н. раствора NaOH путем разбавления более концентрированного раствора и установление точной концентрации приготовленного раствора (стандартизация).

Сущность работы. Для установления точной концентрации раствора NaOH используют в качестве установочного вещества $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (щавелевую кислоту), которая с NaOH взаимодействует по уравнению реакции:



Таким образом, в точке эквивалентности рН раствора определяется присутствием соли слабой кислоты. Анализ кривой титрования (рис. 4.2) показывает, что т. э. находится в области рН >7.



Кривая титрования 0,1 н. раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1 н. раствором NaOH

Скачок титрования для 0,1 н. растворов соответствует изменению рН от 8 до 10. Для этого титрования пригоден фенолфталеин. Индикаторы метиловый

оранжевый, метиловый красный непригодны для данного титрования. Фактор эквивалентности $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ равен $\frac{1}{2}$.

Приборы и посуда: технические и аналитические весы; мерные цилиндры (10–20 мл, 250 мл и 500 мл); денсиметр (ареометр); склянка с этикеткой для хранения рабочего раствора; мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования; тигель.

Реактивы: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (х. ч.), концентрированный раствор NaOH, индикатор – фенолфталеин.

Выполнение работы.

1. Приготовление рабочего раствора NaOH.

Для определения плотности концентрированного раствора NaOH в мерный цилиндр помещают денсиметр и осторожно приливают испытуемый раствор до всплытия денсиметра. Отсчет показаний денсиметра проводят по верхнему делению шкалы, выступающему на уровне поверхности жидкости. Измерив таким образом плотность концентрированного раствора NaOH, по справочнику находят массовую долю (%) или молярную концентрацию (моль/л) NaOH в растворе. Затем рассчитывают объем концентрированного раствора, необходимый для приготовления 500 мл 0,1 н. раствора NaOH.

В мерный цилиндр вместимостью 500 мл предварительно наливают небольшое количество дистиллированной воды (~ 100 мл) и вносят рассчитанный объем концентрированного раствора NaOH, отмеренный мерным цилиндром. Объем раствора доводят дистиллированной водой до 500 мл. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, переливают через воронку в склянку для хранения, закрывают пробкой и наклеивают на склянку этикетку.

2. Установление точной концентрации приготовленного раствора NaOH (стандартизация).

Для стандартизации приготовленного раствора NaOH в качестве установочного вещества используют $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (щавелевую кислоту). Рассчитывают ориентировочную массу $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, необходимую для приготовления 100,0 мл 0,1 н. раствора.

На технических весах взвешивают пустой тигель, затем вносят в него рассчитанную массу щавелевой кислоты ($\pm 10\%$ от расчетного), переносят тигель с веществом на аналитические весы и снова взвешивают. Навеску аккуратно пересыпают через сухую воронку в мерную колбу. Пустой тигель с оставшимися на стенках частицами щавелевой кислоты взвешивают на аналитических весах. По разности двух взвешиваний находят точную массу $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, перенесенную в мерную колбу. Струей дистиллированной воды смывают навеску в мерную колбу и добавляют воды до $\frac{2}{3}$ объема колбы. Снимают с колбы воронку и, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями, добиваются полного растворения щавелевой кислоты. Раствор доводят до метки дистиллированной водой, причем последнюю порцию воды добавляют по каплям до тех пор, пока вогнутый мениск раствора своей нижней частью не совпадет с линией метки

на верхней узкой части колбы (метка должна находиться на уровне глаз). Содержимое колбы тщательно перемешивают. Рассчитывают молярную концентрацию эквивалента раствора щавелевой кислоты $C(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ с точностью до 4-х значащих цифр.

Вымытую бюретку промывают небольшим количеством приготовленного раствора щелочи и заполняют через воронку этим же раствором щелочи выше нулевой отметки. Подняв кверху стеклянный кончик бюретки и нажав на шарик, удаляют пузырьки воздуха из трубки. Затем, убрав воронку, доводят объем раствора в бюретке до нуля по нижнему мениску. На основание штатива кладут лист белой бумаги.

Промывают пипетку небольшим количеством раствора щавелевой кислоты. Раствор набирают при помощи резиновой груши или других специальных устройств.

В чистую коническую колбу помещают аликвоту раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, прибавляют 1–2 капли фенолфталеина и титруют, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями. Вначале раствор щелочи добавляют небольшими порциями, а затем по каплям до появления бледно-розовой окраски от одной избыточной капли щелочи. Титрование повторяют до тех пор, пока объемы щелочи в параллельных пробах будут отличаться не более чем на 0,1 мл. Все результаты записывают в рабочий журнал. Рассчитывают среднее значение объема раствора NaOH, пошедшего на титрование, и вычисляют точную (до 4-х значащих цифр) концентрацию приготовленного раствора щелочи.

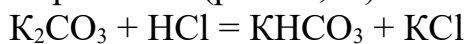
Лабораторная работа. Определение содержания K_2CO_3

Цель работы – определить массу K_2CO_3 в растворе, г.

Сущность работы.

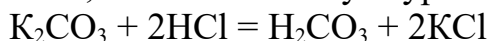
K_2CO_3 является двухкислотным основанием с константами основности $K_{b,1} = 2,1 \cdot 10^{-4}$ и $K_{b,2} = 2,1 \cdot 10^{-8}$. Поскольку отношение $K_{b,1}/K_{b,2}=10^4$, то на кривой титрования K_2CO_3 наблюдаются два отчетливых скачка титрования (рис. 4.3).

Первая т. э. (pH = 8,34) соответствует уравнению

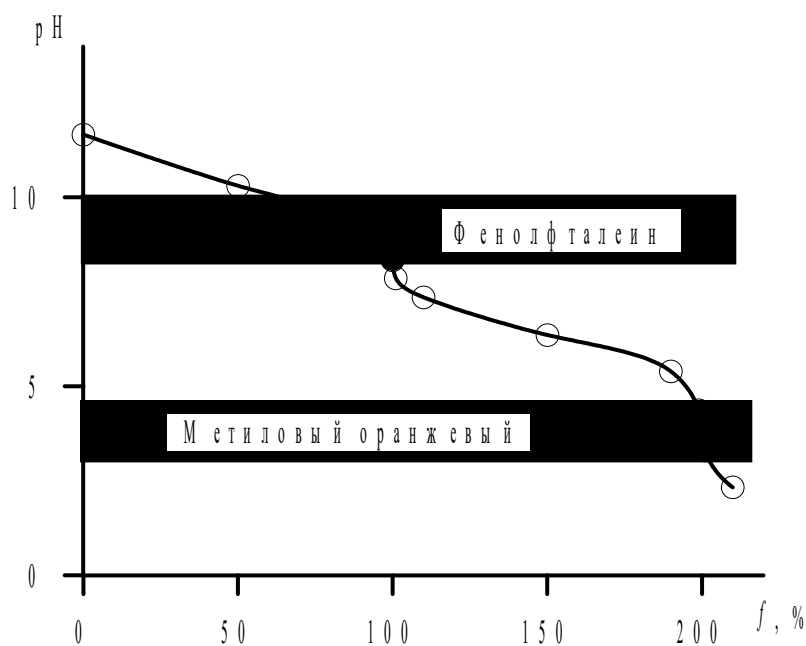


и может быть зафиксирована с помощью фенолфталеина ($\Delta\text{pH} = 8-10$). Фактор эквивалентности K_2CO_3 в этой реакции равен 1.

Вторая т. э. на кривой титрования K_2CO_3 раствором HCl наблюдается при pH = 4,25 и соответствует уравнению



Для фиксирования второй т. э. пригоден метиловый оранжевый ($\Delta\text{pH} = 3,1-4,4$). В этом случае $f_{\text{эkv}}(\text{K}_2\text{CO}_3)$ равен $\frac{1}{2}$.



Кривая титрования 0,1 н. раствора K_2CO_3 0,1 н. раствором HCl

Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор HCl , индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый.

Выполнение работы.

В мерную колбу получают у лаборантов анализируемый раствор, доводят объем до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают. Аликвотную часть анализируемого раствора с помощью пипетки помещают в коническую колбу. Прибавляют 1–2 капли индикатора (фенолфталеина или метилового оранжевого) и титруют стандартным раствором HCl до изменения окраски индикатора.

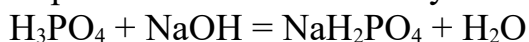
Титрование с каждым индикатором повторяют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным результатам рассчитывают массу K_2CO_3 в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Определение содержания H_3PO_4

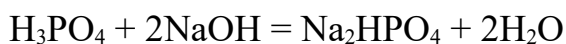
Цель работы – определить массу H_3PO_4 в растворе, г.

Сущность работы. H_3PO_4 является трехосновой кислотой с константами кислотности: $K_{a,1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{a,2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{a,3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$. Поскольку значение $K_{a,3} < 10^{-7}$ и отношение $K_{a,1}/K_{a,2} \sim 10^5$, то на кривой титрования H_3PO_4 наблюдается два скачка титрования (рис. 4.4).

Первый скачок соответствует оттитровыванию кислоты по 1-й ступени.



Второй скачок соответствует оттитровыванию H_3PO_4 по 2-й ступени.



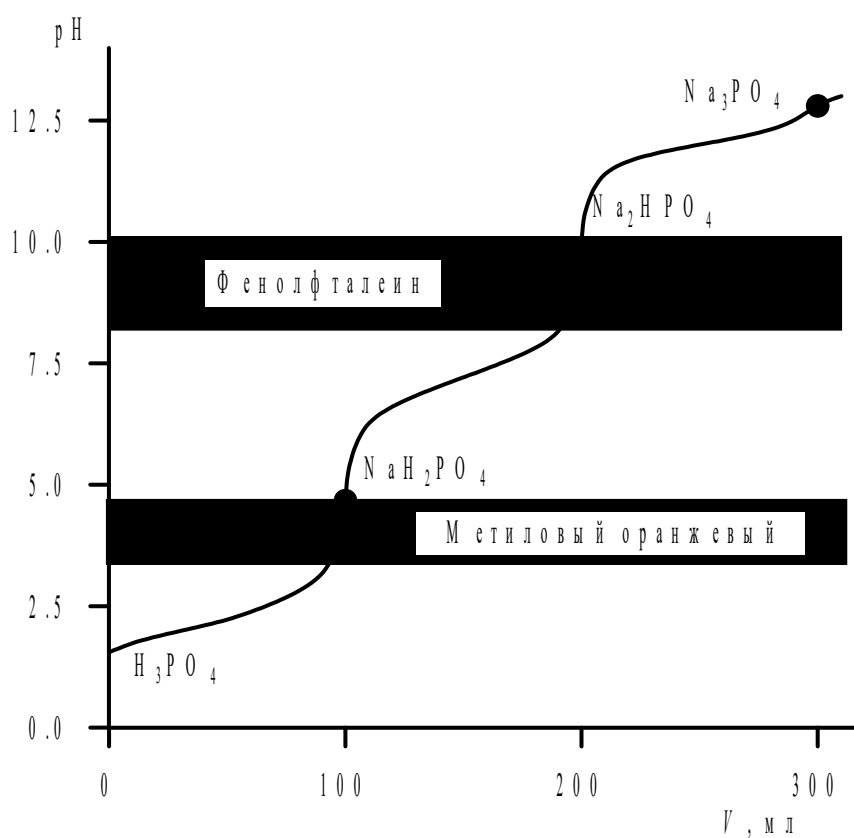
1-я т. э. соответствует $\text{pH} = 4,5$. В этой области лежит интервал перехода окраски метилового оранжевого ($\Delta\text{pH} = 3,1-4,4$).

2-я т. э. соответствует $\text{pH} = 9,2$. В этой области лежит интервал перехода окраски фенолфталеина ($\Delta\text{pH} = 8-10$).

Таким образом, с метиловым оранжевым H_3PO_4 оттитровывается щелочью как одноосновная кислота, а с фенолфталеином – как двухосновная. Фактор эквивалентности H_3PO_4 при титровании с метиловым оранжевым равен 1, а с фенолфталеином – $\frac{1}{2}$.

Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: Стандартный раствор NaOH , индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый.



Кривая титрования 0,1 н. раствора H_3PO_4 0,1 н. раствором NaOH

Выполнение работы.

В мерную колбу получают у лаборантов анализируемый раствор. Дистиллированной водой доводят объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Ополаскивают и заполняют бюретку щелочью. Отбирают пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора из мерной колбы и переносят в коническую колбу для титрования. Прибавляют 1–2 капли индикатора (метилового оранжевого или фенолфталеина) и титруют стандартным раствором щелочи до перехода окраски.

Титрование с каждым индикатором проводят не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным результатам рассчитывают массу H_3PO_4 в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Определение содержания солей аммония методом обратного титрования

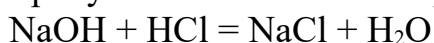
Цель работы – определить массу хлорида аммония в анализируемом растворе методом обратного титрования, г.

Сущность работы. По теории Бренстеда – Лоури ион аммония NH_4^+ является очень слабой кислотой ($\text{pK}_a = 9,24$), поэтому прямое титрование его невозможно. Чаще всего соли аммония определяют методом обратного титрования.

Определение основано на том, что к анализируемому раствору соли аммония добавляют *точно отмеренный*, но заведомо *избыточный* объем стандартного раствора NaOH и нагревают смесь до полного удаления аммиака:



Непрореагировавший избыток NaOH титруют стандартным раствором HCl в присутствии метилового оранжевого:



Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования; электрическая плитка.

Реактивы: стандартный раствор NaOH , стандартный раствор HCl , индикатор – метиловый оранжевый, универсальная индикаторная бумага.

Выполнение работы.

Анализируемую пробу получают у лаборантов в мерную колбу, доводят объем раствора до метки и содержимое колбы тщательно перемешивают. В 2–3 конические колбы переносят одинаковые аликвоты анализируемого раствора и добавляют в каждую из них пипеткой по два таких же объема стандартного раствора NaOH .

Растворы кипятят на плитке до полного удаления аммиака. Полноту удаления контролируют по универсальной индикаторной бумаге. Для этого смоченную дистиллированной водой бумагу вносят в пары над кипящим в колбе раствором. Если индикаторная бумага не синееет, то NH_3 полностью удален.

Колбы снимают с электроплитки и охлаждают до комнатной температуры. Затем проводят титрование стандартным раствором HCl , добавив 1–2 капли метилового оранжевого.

По полученным результатам рассчитывают массу NH_4Cl в анализируемом растворе, г.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к экзамену:

Технический анализ и его задачи. Роль аналитического контроля в повышении качества продукции.

Виды анализов. Техника безопасности при работе в лаборатории.

Отбор проб жидких и твердых веществ. Подготовка проб к анализу

Методы количественного анализа.

Расчеты в техническом анализе.

Фотоэлектроколориметрия. Устройство и правила работы ФЭК.

Спектрофотометрия. Устройство и правила работы на спектрофотометре.

Рефрактометрия. Устройство и правила работы на рефрактометре.

Виды воды, применяемой в производстве. Требования к воде. Отбор проб воды и подготовка их к анализу.

Современное представление об управлении качеством продукции Система менеджмента на предприятии в соответствии с ISO 9001. Нормативные акты и документы по управлению качеством продукции. Международные нормативные акты на системы качества. Российские нормативные акты

Модель системы контроля. Основные структуры систем контроля. Модель управления качеством продукции в химико-фармацевтической промышленности. Место и объем контроля при управлении качеством изделий

Типовые методы и средства контроля качества. Контроль качества материалов в заготовках. Способы контроля химического состава и марки материалов.

Технологические показатели качества продукции.

Показатели качества продукции и услуг. Комплексные показатели качества.

Технико-экономические показатели качества. Организационно-правовые и экологические показатели качества продукции.

Роль и место метрологического обеспечения в управлении качеством продукции химической промышленности. Метрологическая служба, экспертиза и контроль технической документации.

Методы и средства измерения. Методы измерений. Метод непосредственной оценки.

Средства измерений. Меры. Общее понятие об эталонах и их классификация.

Измерительные приборы и измерительные установки. Автоматизация метрологического обеспечения управления качеством.

Управление процессами изготовления продукции. Основные понятия.

Особенности управления процессами производства продукции на химико-фармацевтическом предприятии.

Управление технологическим обеспечением качества продукции.

Анализ причин образования отклонений характеристик качества продукции от требуемых значений.

Понятия и цели сертификации. Примеры сертифицирования. Обязательная и добровольная сертификация. Участники сертификации

Методики проведения сертификации продукции. Российская практика сертификации.

Схемы сертификации продукции. Последовательность проведения сертификации

Сертификация в международной практике. Сертификация в ЕС и странах СНГ

Объекты промышленной собственности. Основные понятия, авторство. Документация. Патентные службы на предприятиях

Оценка уровня патентно-лицензионной работы. Мировые тенденции управления качеством продукции и обеспечения ее патентоспособности.

Конкурентоспособность вновь создаваемой продукции.

Основы научно-технического творчества.

Критерии оценки:

«отлично»: обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

«хорошо»: обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

«удовлетворительно»: обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

«неудовлетворительно»: обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

Оценка тестового задания:

«отлично»: не менее 90% правильных ответов.

«хорошо»: не менее 80% правильных ответов.

«удовлетворительно»: не менее 70% правильных ответов.

«неудовлетворительно»: 69 и менее % правильных ответов.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа.

По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации. Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Консультирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Контроль: <https://spo-spcpu.ru/>

Размещение учебных материалов: <https://spo-spcpu.ru/>

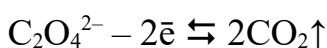
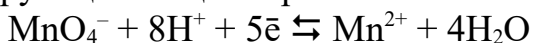
Лабораторная работа. Стандартизация рабочего раствора перманганата калия

Цель работы – установить точную концентрацию раствора KMnO_4 .

Сущность работы. Точную концентрацию раствора перманганата калия устанавливают через 8–10 дней после его приготовления. За это время происходит окисление восстановителей, присутствующих в дистиллированной воде (пыль, следы органических соединений), и концентрация KMnO_4 стабилизируется. В качестве установочных веществ для стандартизации используют: щавелевую кислоту $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, оксалат натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, оксалат калия $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, которые устойчивы при хранении. Титрование оксалат-ионов перманганатом калия проводят в сильно кислой среде, добавляя H_2SO_4 :



В соответствии с полуреакциями факторы эквивалентности реагирующих веществ равны:



$$f_{\text{эkv}}(\text{MnO}_4^-) = \frac{1}{5}.$$

$$f_{\text{эkv}}(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{1}{2}.$$

Реакция взаимодействия перманганата калия с оксалат-ионами относится к типу автокаталитических. Она катализируется ионами Mn^{2+} . Первые капли перманганата калия обесцвечиваются медленно даже в горячем растворе. В ходе титрования концентрация ионов Mn^{2+} возрастает, и скорость реакции увеличивается.

Титрование ведут в сильноокислой среде, которую создают, добавляя большой избыток H_2SO_4 . Нельзя использовать для подкисления растворы HCl и HNO_3 , т. к. в их присутствии протекают побочные реакции.

Нагревание титруемого раствора способствует увеличению скачка титрования.

Приборы и посуда: электрическая плитка; мерный цилиндр (10–20 мл); пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: раствор $\text{KMnO}_4 \sim 0,05$ н., стандартный раствор $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ или $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 2 н. раствор H_2SO_4 .

Выполнение работы.

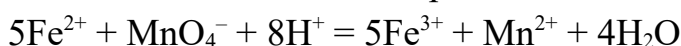
Промывают и заполняют бюретку раствором KMnO_4 и устанавливают уровень жидкости на нулевом делении бюретки. Отсчеты объема при титровании перманганатом калия целесообразно делать по верхнему уровню мениска.

В коническую колбу для титрования помещают 10 мл 2 н. раствора H_2SO_4 , отмеренного при помощи мерного цилиндра, и нагревают содержимое колбы до 80–85°C (*раствор нельзя доводить до кипения во избежание выделения раздражающих паров.*) К горячему раствору в колбе приливают аликвотную часть стандартного раствора оксалата и титруют раствором KMnO_4 , прибавляя очередную каплю только после того, как исчезнет окраска от предыдущей. Титрование считают законченным, если слабо-розовая окраска раствора не исчезает в течение 30 с. Все результаты записывают в рабочий журнал. Титрование проводят не менее 3-х раз до получения воспроизводимых результатов и рассчитывают точную концентрацию раствора KMnO_4 .

Лабораторная работа. Определение содержания железа (II)

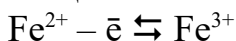
Цель работы – определить массу железа(II) или соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в растворе.

Сущность работы. Определение основано на окислении железа (II) перманганатом калия в кислой среде:



Реакция протекает быстро и без нагревания. В титруемый раствор добавляют в качестве маскирующего агента 3–4 мл ортофосфорной кислоты, образующей с окрашенными в желтый цвет ионами Fe^{3+} бесцветные комплексы $\text{Fe}(\text{PO}_4)_2^{3-}$. Благодаря этому более отчетливо наблюдается переход окраски от бесцветной к розовой. Кроме того, связывание ионов Fe^{3+} в прочные ортофосфатные комплексы способствует снижению потенциала системы $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ и, как результат, увеличению скачка титрования.

Фактор эквивалентности Fe^{2+} в этой реакции равен 1 в соответствии с полуреакцией:



Приборы и посуда: мерная колба; мерные цилиндры (100 мл и 10–20 мл), пипетка; бюретка; колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор KMnO_4 , 2 н. раствор H_2SO_4 , H_3PO_4 (конц.).

Выполнение работы.

Анализируемый раствор получают у лаборантов в мерную колбу. К содержимому колбы прибавляют 20–40 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . Затем доводят водой объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Ополаскивают и заполняют бюретку раствором перманганата. Отбирают пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора из мерной колбы и переносят в колбу для титрования. Перед титрованием в раствор вводят ортофосфорную кислоту (3–4 мл). Титруют до появления слабо-розовой окраски, вызываемой одной избыточной каплей раствора перманганата калия.

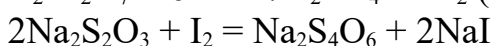
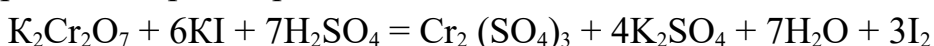
Титруют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным данным рассчитывают массу железа (II) или соли Мора в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Стандартизация рабочего раствора тиосульфата натрия

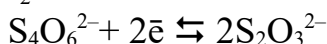
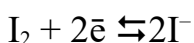
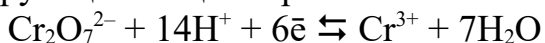
Цель работы – установить точную концентрацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Сущность работы. Кристаллический тиосульфат натрия содержит кристаллизационную воду ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), количество которой может меняться со временем. Непостоянный состав вещества не позволяет готовить стандартный раствор по точной навеске. В водном растворе ионы $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ разлагаются под влиянием угольной кислоты, растворенной в воде, а также окисляются кислородом воздуха. Поэтому точную концентрацию раствора тиосульфата натрия устанавливают через 8–10 дней после его приготовления. В качестве установочных веществ для стандартизации рабочего раствора тиосульфата натрия используют: стандартный раствор иода (I_2), дихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и др.

Стандартизацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с применением дихромата калия проводят методом замещения. К определенному количеству $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ прибавляют избыток иодида калия и кислоты, затем выделившийся I_2 оттитровывают раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:



В соответствии с полуреакциями факторы эквивалентности реагирующих веществ равны:

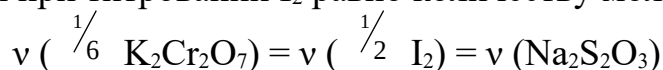


$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{1}{6} ;$$

$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{I}^-) = 1;$$

$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.$$

По закону эквивалентов количество молей эквивалента дихромата калия при титровании I_2 равно количеству молей эквивалента $Na_2S_2O_3$:



Приборы и посуда: мерный цилиндр (100 мл, 10–20 мл); пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: раствор $Na_2S_2O_3$ ~ 0,05 н., 10%-ный раствор KI, стандартный раствор $K_2Cr_2O_7$, 2 н. раствор H_2SO_4 , раствор крахмала.

Выполнение работы.

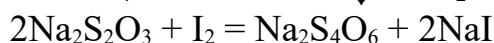
Промывают и заполняют бюретку раствором $Na_2S_2O_3$ и устанавливают уровень жидкости на нулевом делении бюретки.

В коническую колбу для титрования помещают 10–15 мл раствора KI (одинаковое для всех параллельных определений) и 10 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . К полученной смеси в колбе приливают аликвотную часть (10,0 мл) стандартного раствора дихромата калия и, накрыв колбу часовым стеклом, чтобы предупредить потери от улетучивания иода, оставляют смесь на 5 минут в темном месте. Далее в колбу прибавляют 100 мл воды и титруют при интенсивном перемешивании раствором $Na_2S_2O_3$ до **бледно-желтой окраски**. Затем прибавляют раствор крахмала и продолжают титрование до исчезновения интенсивно-синей окраски. Все результаты записывают в рабочий журнал. На основании трех сходимых результатов рассчитывают точную концентрацию раствора $Na_2S_2O_3$ (моль/л).

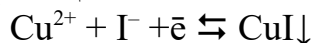
Лабораторная работа. Определение содержания меди (II)

Цель работы – определить массу меди (II) или соли $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в пробе, г.

Сущность работы. Определение меди (II) основано на взаимодействии ионов Cu^{2+} с иодид-ионами с последующим титрованием выделившегося иода стандартным раствором тиосульфата натрия:



Фактор эквивалентности Cu^{2+} в этой реакции равен 1 в соответствии с полуреакцией:



Реакцию следует проводить в кислой среде для подавления гидролиза ионов меди (II). Для проведения реакции необходим большой избыток раствора KI, который расходуется на:

- ✓ образование I_2 ;
- ✓ связывание Cu^+ в малорастворимое соединение CuI ;
- ✓ растворение выделяющегося иода с образованием комплексного соединения KI_3 .

Приборы и посуда: мерная колба (100,0 мл); мерные цилиндры (100 мл и 10–20 мл), пипетка (10,0 мл); бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 10%-ный раствор KI , 2 н. раствор H_2SO_4 , раствор крахмала.

Выполнение работы.

Анализируемый раствор получают у лаборантов в мерную колбу. Затем доводят водой объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Переносят пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора в колбу для титрования. К содержимому колбы прибавляют 3 мл 2 н. раствора H_2SO_4 , и 10–15 мл раствора KI . Накрыв колбу часовым стеклом, оставляют смесь на 5 минут в темном месте для завершения реакции. Выделившийся I_2 титруют раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ при интенсивном перемешивании. Для фиксирования конечной точки титрования используют раствор крахмала.

Титруют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным данным рассчитывают массу меди (II) или ее соли в анализируемой пробе, г.