

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НОРМАМ

оценки результатов учебной деятельности студентов по дисциплине «Аналитическая химия»

Общие положения:

1. Настоящие нормы оценки результатов учебной деятельности студентов разработаны в соответствии с приказом Министерства образования Республики Беларусь №674 от 29.05.2009 г, программой общего курса по аналитической химии для студентов 2 курса химического факультета специальности 1-31 05 01 «Химия». Нормы оценки базируются на планируемых результатах обучения в предметно-деятельностной форме, определенных программой общего курса по аналитической химии.

2. Оценка результатов учебной деятельности студентов осуществляется по десятибалльной шкале («1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9», «10» баллов), основными функциями которой являются:

а. Образовательная (ориентирует преподавателя на использование разнообразных форм, методов и средств контроля результатов обучения, содействующих продвижению студентов к достижению более высоких уровней усвоения учебного материала);

б. Стимулирующая (стремление исследовать динамику достижений студентов в усвоении знаний, характера познавательной деятельности и развитии индивидуальных качеств и свойств личности на всех этапах учебной деятельности по аналитической химии);

с. Диагностическая (обеспечение анализа и своевременной коррекции образовательного процесса и учебной деятельности);

д. Контролирующая (определение уровня усвоения учебного материала в процессе контроля и аттестации студентов).

При отсутствии результатов учебной деятельности выставляется отметка «0» баллов.

3. Для оценки результатов учебной деятельности студентов при осуществлении контрольно-оценочной деятельности выделяют пять уровней усвоения учебного материала:

а. Первый уровень (низкий, 1-2 балла) – действия на узнавание, распознавание и различение понятий (объектов изучения);

б. Второй уровень (удовлетворительный, 3-4 балла) – действия по воспроизведению учебного материала на уровне памяти (без осознания);

с. Третий уровень (средний, 5-6 баллов) – действия по воспроизведению учебного материала на уровне понимания, описание и начальный анализ действий с объектами изучения;

д. Четвертый уровень (достаточный, 7-8 баллов) – действия по применению знаний в знакомой ситуации по образцу, объяснение сущности операций с объектами изучения, выполнение действий с четко обозначенными правилами, применение знаний на основе обобщенного алгоритма для решения новой учебной задачи;

е. Пятый уровень (высокий, 9-10 баллов) – действия по применению знаний в незнакомых, нестандартных ситуациях для решения качественно новых задач, самостоятельные действия по описанию, объяснению и преобразованию объектов изучения.

Особенные положения:

1. В соответствии с принципами деления дисциплины «Аналитическая химия» можно выделить три основных части:

а. Введение (основные понятия и определения, история развития аналитической химии, современные представления об аналитической химии), теория равновесий (термодинамическая, реальная, условная константы равновесия, взаимосвязь между ними; активность, коэффициент активности; расчет равновесных концентраций, растворимости в различных условиях и т.д.);

б. Качественный анализ (основные понятия и определения, история развития качественного анализа катионов и анионов, основные методы качественного анализа, особенности использования групповых реагентов, отделения и разделения ионов внутри одной аналитической группы и т.д.);

с. Количественный анализ, метрология, пробоподготовка и пробоотбор (основные понятия и определения, история развития количественного анализа, основные методы количественного анализа: гравиметрия и титрование; реакции, лежащие в основе, и расчеты по ним, построение кривых титрования, выбор индикаторов и т.д.).

Наиболее целесообразной представляется разработка критериев оценки по каждому разделу, несмотря на значительное их обобществление.

Десятибалльная шкала для оценки знаний по качественному анализу:

Балл	Показатель оценки
1	Узнавание отдельных объектов изучения, предъявленных в готовом виде, их выделение из предложенного перечня (например, выбрать из предложенного списка катионы первой аналитической группы по сероводородной классификации; сказать, является ли сероводород групповым реагентом для осаждения катионов IV аналитической группы. Т.е., студент может дать ответы только на общие вопросы); выполнение операций по осаждению, разделению и выделению осадков под полным руководством преподавателя или лаборанта.
2	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде: например, выбрать катионы первой, второй и т.д. групп из предложенного списка; указать, какой из предложенных групповых реагентов (карбонат аммония или карбонат натрия) является реагентом для осаждения второй аналитической группы катионов. Очевидно, что выбор должен быть сделан только на уровне воспоминания, но не понимания (иначе будет другая отметка). Выполнение отдельных операций химического эксперимента под частичным руководством преподавателя или лаборанта.
3	Неполное и непоследовательное воспроизведение части материала, фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения, описание отдельных изученных фактов без объяснения, самостоятельное выполнение отдельных элементов химического эксперимента.
4	Воспроизведение большей части программного материала (нужно четко продумать, что именно является программным материалом по качественному анализу, для этого я предлагаю примерную программу того, что должны знать студенты) с указанием общих и отличительных признаков без их объяснения (на уровне памяти); выполнение части заданий химического эксперимента, оформление элементарного отчета.
5	Осознанное воспроизведение значительной части программного учебного материала с указанием общих и отличительных признаков с элементами объяснения, попытки использования расчетов при объяснении и

	доказательствах; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
6	Осознанное воспроизведение учебного материала в полном объеме с указанием общих и отличительных признаков с элементами объяснения, частичное использование расчетов при объяснении и доказательствах, выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
7	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации, распространенное (но неполное) объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов (опционально); выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
8	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации, полное объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов (опционально) и логических операций; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
9	Оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (например, описание свойств катиона Ti^{3+} с точки зрения сероводородной классификации), выявление и обоснование взаимосвязей на основе расчетов (опционально) и логических доказательств; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
10	Свободное оперирование программным учебным материалом в незнакомой ситуации, полное объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов (опционально) и логических операций; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов, предложение и обоснование другой схемы анализа.

Сдача лабораторных работ по качественному анализу объединяется в отдельные блоки: 1) качественные реакции и анализ смеси катионов I-II групп по сероводородному методу, 2) качественные реакции и анализ смеси катионов III аналитической группы по сероводородному и щелочно-пероксидному методам, 3) качественные реакции и анализ смеси катионов IV-V аналитических групп по сероводородному методу, 4) сероводородный, кислотнo-основной, аммиачно-фосфатный метод разделения и анализа катионов, 5) бумажная хроматография, 6) качественные реакции и анализ смеси анионов.

Основные компетенции, которыми должны владеть студенты при изучении и выполнении операций по качественному анализу:

Аналитический эффект химической реакции, открываемый минимум, предельное разбавление, селективность, специфичность, избирательность реакций.

Качественный анализ катионов I-II аналитических групп: список катионов, их особенности, качественные реакции на данные катионы, аналитические эффекты и условия их появления (например, потирание стенок пробирки стеклянной палочкой для лучшего выпадения гидротартрата калия и т.д.), групповой реагент, условия его использования. Особенности взаимосвязи положения в Периодической системе и аналитических свойств. Катион магния как ион элемента, находящегося во II группе Периодической системы и одновременно как катион I аналитической группы. Катионы II группы, условия их разделения. Предсказание аналитических эффектов для катионов Li^+ , Rb^+ , Cs^+ , Fr^+ , Ra^{2+} . Анализ в условиях присутствия осадка. Качественное и полуколичественное объяснение условий отделения катиона Ba^{2+} от Ca^{2+} и Sr^{2+} .

Качественный анализ катионов III аналитической группы: список катионов, их особенности, качественные реакции на данные катионы, аналитические эффекты и

условия их появления. Распознавание отдельных катионов на этапе получения задачи. Основные типы химических реакций, используемых в анализе. Групповой реагент, условия его использования. Особенности взаимосвязи положения в Периодической системе и аналитических свойств (цвет осадка, способность к комплексообразованию). Применение теории ЖМКО к получению тех или иных осадков и комплексных соединений, разделению ионов. Органические реагенты, используемые для осаждения, разделения и выделения ионов: функционально-активные и аналитико-активные группы, теория аналогий Кузнецова. Предсказание аналитических эффектов для других катионов. Анализ в условиях присутствия осадка.

Качественный анализ катионов IV-V аналитических групп: список катионов, их особенности, качественные реакции на данные катионы, аналитические эффекты и условия их появления. Распознавание отдельных катионов на этапе получения задачи и прибавления группового реагента. Основные типы химических реакций, используемых в анализе. Групповые реагенты, условия их использования. Особенности взаимосвязи положения в Периодической системе и аналитических свойств (цвет осадка, способность к комплексообразованию). Применение теории ЖМКО к получению тех или иных осадков и комплексных соединений, разделению ионов. Органические реагенты, используемые для осаждения, разделения и выделения ионов: функционально-активные и аналитико-активные группы, теория аналогий Кузнецова. Катион Pb^{2+} как пример пограничного расположения в группе (зависимость растворимости хлорида свинца в воде от температуры, нерастворимость сульфата свинца и, соответственно, аналогия его свойств с катионами II аналитической группы, нерастворимость сульфида свинца и, соответственно, аналогия его свойств с катионами IV аналитической группы). Предсказание аналитических эффектов для других катионов. Анализ в условиях присутствия осадка.

Схемы анализа катионов: сероводородный, кислотно-основной, аммиачно-фосфатный метод разделения и анализа. Расположение катионов по аналитическим группам, групповые реагенты, взаимосвязь положения в аналитической группе и Периодической системе. Воспроизведение схемы.

Качественные реакции и анализ смеси анионов: деление на группы по летучести/нелетучести образуемых кислот, окисляемости в различных условиях, растворимости отдельных солей (бариевые, серебряные, свинцовые соли), способности к комплексообразованию. Анализ отдельных видов смесей анионов: 1) Cl^- , Br^- , I^- и сторонний анион, 2) NO_2^- , NO_3^- , 3) SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_4^{2-} + сторонний анион.

Десятибалльная шкала для оценки знаний по количественному анализу:

Балл	Показатель оценки
1	Узнавание отдельных объектов изучения, предъявленных в готовом виде, их выделение из предложенного перечня (например, выбрать из предложенного списка титранты, титруемые вещества, первичные и вторичные стандарты. Т.е., студент может дать ответы только на общие вопросы); выполнение операций по осаждению, титрованию, выбору индикатора под полным руководством преподавателя или лаборанта.
2	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде: например, выбрать осадитель, титрант, первичный или вторичный стандарт. Очевидно, что выбор должен быть сделан только на уровне воспоминания, но не понимания (иначе будет другая отметка). Выполнение отдельных операций химического эксперимента под частичным руководством преподавателя или лаборанта.
3	Неполное и непоследовательное воспроизведение части материала, фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения, описание отдельных изученных фактов без объяснения, самостоятельное выполнение отдельных элементов химического эксперимента.

4	Воспроизведение большей части программного материала с указанием общих и отличительных признаков без их объяснения (на уровне памяти); выполнение части заданий химического эксперимента, оформление элементарного отчета.
5	Осознанное воспроизведение значительной части программного учебного материала с указанием общих и отличительных признаков с элементами объяснения, попытки использования расчетов при объяснении и доказательствах; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
6	Осознанное воспроизведение учебного материала в полном объеме с указанием общих и отличительных признаков с элементами объяснения, частичное использование расчетов при объяснении и доказательствах, выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
7	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации, распространенное (но неполное) объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
8	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации, полное объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов и логических операций; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
9	Оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (например, сколько скачков титрования будет на кривой титрования щавелевой кислоты), выявление и обоснование взаимосвязей на основе расчетов и логических доказательств; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов.
10	Свободное оперирование программным учебным материалом в незнакомой ситуации, полное объяснение, доказательство и раскрытие взаимосвязей на основе расчетов и логических операций; выполнение всех практических операций при проведении химического анализа и оформление его результатов, предложение и обоснование другой схемы анализа.

Сдача лабораторных работ по количественному анализу объединяется в следующие блоки: 1) весовой анализ (гравиметрия) на примере осаждения бария или осаждения железа(III), 2) кислотно-основное титрование, 3) окислительно-восстановительное титрование, 4) комплексонометрическое титрование.

Основные компетенции, которыми должны владеть студенты при изучении и выполнении операций по количественному анализу:

Посуда для весового и объемного анализа, особенности ее использования.

Весовой анализ: метод осаждения и метод отгонки. Кристаллические и аморфные осадки: особенности их получения и работы с ними. Выбор осадителя. Расчет количества осадителя, промывного раствора.

Кислотно-основное титрование: первичные и вторичные титранты (примеры и требования к ним), титруемые вещества. Особенности выбора титранта, индикатора. Реакции, лежащие в основе кислотно-основного титрования, требования к ним. Прямое титрование, титрование по остатку (обратное), заместительное титрование, реверсивное титрование, особенности выбора типа титрования в конкретных случаях. Расчеты, проводимые в титровании, в частности, построение кривых титрования в координатах $pH-V$ титранта, представление о кривых, построенных в координатах $dpH/dV - V$ титранта, $d^2pH/dV^2 - V$ титранта. Зависимость вида кривой титрования от различных факторов

(более точно для каждого пункта см. далее). Скачок титрования, точка нейтральности, точка эквивалентности, конечная точка титрования. Индикаторы в кислотно-основном титровании, принципы их работы (ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теории индикаторов), использование их в различных условиях. Отображение структурных формул для различных форм индикатора. Область перехода окраски индикаторов, показатель титрования индикатора. Индикаторные погрешности, их расчет. Титрование одноосновной сильной кислоты однокислотным сильным основанием (или наоборот): особенности кривой титрования. Титрование одноосновной слабой кислоты (или гидролизующейся по катиону соли) однокислотным сильным основанием: особенности кривой титрования. Титрование однокислотного слабого основания (или гидролизующейся по аниону соли) одноосновной сильной кислотой: особенности кривой титрования. Титрование одноосновной слабой кислоты одноосновным слабым основанием: особенности. Титрование смеси одноосновных кислот (многоосновной кислоты) однокислотным сильным основанием: особенности кривой титрования (обратить внимание на пример смеси двух сильных кислот, сильной и слабой кислот, двух слабых кислот. Самостоятельно расширить данные примеры на смеси трех и более кислот). Титрование смеси однокислотных оснований (многокислотного основания) одноосновной сильной кислотой: особенности кривой титрования.

Окислительно-восстановительное титрование: первичные и вторичные титранты (примеры и требования к ним), титруемые вещества. Особенности выбора титранта, индикатора. Реакции, лежащие в основе ред-окститрования, требования к ним. Прямое титрование, титрование по остатку (обратное), заместительное титрование, реверсивное титрование, особенности выбора типа титрования в конкретных случаях. Расчеты, проводимые в титровании, в частности, построение кривых титрования в координатах E-V титранта. Зависимость вида кривой титрования от различных факторов. Скачок титрования, точка нейтральности, точка эквивалентности, конечная точка титрования. Индикаторы в ред-окститровании, принципы их работы (ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теории индикаторов), использование их в различных условиях. Отображение структурных формул для различных форм индикатора. Область перехода окраски индикаторов, показатель титрования индикатора. Индикаторные погрешности, их расчет. Титрование восстановителя окислителем (или наоборот): особенности кривой титрования. Титрование смеси восстановителей окислителем: особенности кривой титрования, титрование смеси окислителей восстановителем. Использование сторонних веществ в титровании (пример: фосфорная кислота при титровании железа(II)), их влияние на кривую титрования и положение точки эквивалентности. Отдельные примеры титрования: перманганатометрия, бихроматометрия, иодометрия.

Комплексометрическое титрование: первичные и вторичные титранты (примеры и требования к ним), титруемые вещества. Особенности выбора титранта, индикатора. Реакции, лежащие в основе комплексометрического титрования, требования к ним. Прямое титрование, титрование по остатку (обратное), заместительное титрование, реверсивное титрование, особенности выбора типа титрования в конкретных случаях. Расчеты, проводимые в титровании, в частности, построение кривых титрования в координатах pM-V титранта. Зависимость вида кривой титрования от различных факторов. Скачок титрования, точка нейтральности, точка эквивалентности, конечная точка титрования. Металлоиндикаторы, принципы их работы, использование их в различных условиях. Отображение структурных формул для различных форм индикатора. Область перехода окраски индикаторов, показатель титрования индикатора. Индикаторные погрешности. Примеры титрований. Использование сторонних веществ в титровании, их влияние на кривую титрования и положение точки эквивалентности.