

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КОЛЛЕДЖ «КРАСНОСЕЛЬСКИЙ»**

РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО
на заседании Педагогического Совета
СПб ГБПОУ «Колледж «Красносельский»

Протокол № 9 от 25.06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор СПб ГБПОУ
«Колледж «Красносельский»

Г.И. Софина
2020 г.



Приказ № 25.06 от 25.06 2020 г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01 СД507400ВВ802ГАС49F694В10А42772
Владелец: Софина Галина Ивановна
Действителен с 25.09.2023 по 25.12.2024

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

по дисциплине

ЕН.03 Химия

для обучающихся по специальности

19.02.10 Технология продукции общественного питания

Санкт-Петербург

2020 г.

Практическая работа № 1. Расчеты по газовым законам

Цель работы: освоить расчеты на основе уравнения Клайперона-Менделеева и понять взаимосвязь параметров состояния газов

Теоретическая часть:

Газообразное состояние вещества
Уравнение состояния идеального газа
Идеальный газ
Нормальные условия
Параметры состояния газа (P, V, T)
Абсолютная температура

Задание: запишите в тетради формулы уравнения состояния идеального газа и уравнения Клайперона-Менделеева. Выполните расчеты, соответствующие вашему варианту. Используйте микрокалькулятор или соответствующую программу на своем смартфоне. Помните о точности округления (столько значащих цифр, сколько имеется в условии, либо до тысячных).

1 вариант

1. Какая масса хлора Cl_2 содержится в баллоне емкостью 20 л при 15°C и давлении 1,2 атм?

2. При 25°C и давлении 99280 Па газ занимает объем 912 л. Какой объем займет этот же газ при нормальных условиях?

2 вариант

3. При 17°C и давлении 104000 Па масса 624 см^3 газа равна 1,56 г. Определите молярную массу газа.

4. При давлении 86620 Па и температуре 82°C газ занимает объем 150 м^3 . Какой объем он займет при нормальных условиях?

3 вариант

5. Определите давление в баллоне с кислородом O_2 , если масса кислорода в нем составляет 1 кг, объем баллона 10 л, а температура окружающего воздуха равна минус 13°C .

6. При температуре 39°C и давлении 98740 Па масса 640 см^3 газа равна 1,73 г. Вычислите молярную массу газа.

4 вариант

7. При нормальных условиях газ занимает объем $10,5\text{ м}^3$. Какой объем займет этот газ при температуре 250°C и давлении 150 кПа?

8. Какой объем при давлении 1,2 атм и температуре 20°C займут 50 г азота N_2 ?

5 вариант

9. Какой объем займет при нормальных условиях газ, который при 100°C и давлении 110 кПа занимает объем 17 л.

10. Какая масса углекислого газа CO_2 может находиться в баллоне объемом 15 л, выдерживающим давление 2,1 атм, при 50°C ?

В выводе напишите о том, как связаны друг с другом параметры состояния газа.

Практическая работа № 2. Расчет теплового эффекта химических реакций и энергии Гиббса

Цель работы: освоить расчеты тепловых эффектов химических реакций, научить определять принципиальную возможность протекания химического процесса при заданной температуре.

Теоретическая часть:

Химический процесс

Энтальпия

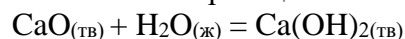
Тепловой эффект реакции

Энтропия

Энергия Гиббса

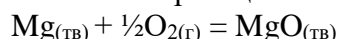
Задание: воспользуйтесь справочником физико-химических величин и произведите следующие расчеты. Используйте микрокалькулятор или соответствующую программу на своем смартфоне. Помните о точности округления (столько значащих цифр, сколько имеется в условии, либо до тысячных).

1. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



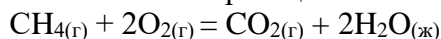
Определите, какое количество теплоты выделится, если взаимодействию с водой подвергнется 100 г оксида кальция.

2. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



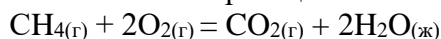
Определите, какое количество теплоты выделится при образовании 35 г оксида магния.

3. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



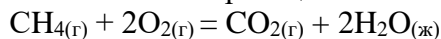
Определите, какое количество теплоты выделится при сгорании 50 л (н.у.) метана.

4. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



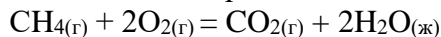
Определите, какое количество теплоты выделится при сгорании 50 л (н.у.) метана.

5. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



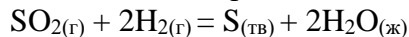
Определите, какое количество теплоты выделится при сгорании 50 л (н.у.) метана.

6. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:



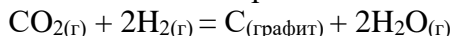
Определите, какое количество теплоты выделится при сгорании 50 л (н.у.) метана.

7. Рассчитайте изменение энтальпии ΔH° и энтропии ΔS° для реакции:



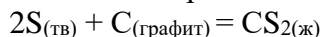
На основании полученных данных рассчитайте изменение энергии Гиббса ΔG° и сделайте вывод о том, возможна ли эта реакция при 25°C.

8. Рассчитайте изменение энтальпии ΔH° и энтропии ΔS° для реакции:



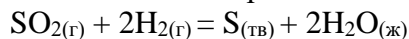
На основании полученных данных рассчитайте изменение энергии Гиббса ΔG° и сделайте вывод о том, возможна ли эта реакция при 100°C.

9. Рассчитайте изменение энтальпии ΔH° и энтропии ΔS° для реакции:



На основании полученных данных рассчитайте изменение энергии Гиббса ΔG° и сделайте вывод о том, возможно ли образование сероуглерода при 90°C.

10. Рассчитайте изменение энтальпии ΔH° и энтропии ΔS° для реакции:



На основании полученных данных рассчитайте изменение энергии Гиббса ΔG° и сделайте вывод о том, возможна ли эта реакция при 25°C.

ВАРИАНТЫ: 1 (1,7), 2 (2,8), 3 (3,9), 4 (4, 10), 5 (5, 7), 6 (6, 8).

В выводе напишите о том, какие факторы определяют возможность протекания реакции.

Практическая работа № 3. Решение задач на расчет концентрации растворов

Цель работы: научиться понимать физический смысл различных способов выражения концентраций растворов и осуществлять переход от одних единиц к другим.

Теоретическая часть:

Раствор

Концентрация вещества

Молярная концентрация

Процентная концентрация

Молярная концентрация эквивалента

Моляльная концентрация

Титр раствора

Задание: осуществите расчеты. Используйте микрокалькулятор или соответствующую программу на своем смартфоне. Помните о точности округления (столько значащих цифр, сколько имеется в условии, либо до тысячных). Обратите внимание на использование внесистемных единиц при расчетах.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Вариант XX – ваш номер по списку в журнале группе (01, 02 и т.д.)

Задачи для самостоятельного выполнения

1. В мерную колбу на 500 мл поместили XX г гидроксида калия и довели водой до метки. Рассчитайте молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента, процентную концентрацию и титр раствора. Плотность раствора принять равной 1,05 г/мл.
2. Какую массу хлорида натрия нужно взять, чтобы приготовить 3 л раствора с концентрацией 1,XX моль/л?
3. В 150 мл воды растворили 1,XX г щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$. Рассчитайте процентную, молярную и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.
4. Рассчитайте титр раствора карбоната натрия, молярная концентрация которого составляет X,X моль/л.
5. В мерную колбу на 1,0 л налили раствор, в который предварительно поместили X,X0 мл концентрированного 96%-ого раствора серной кислоты пл. 1,86 г/мл, и довели водой до метки. Рассчитайте молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента, титр полученного раствора.

Общий вывод сформулируйте о том, каким образом взаимосвязаны разные способы выражения концентраций растворов.

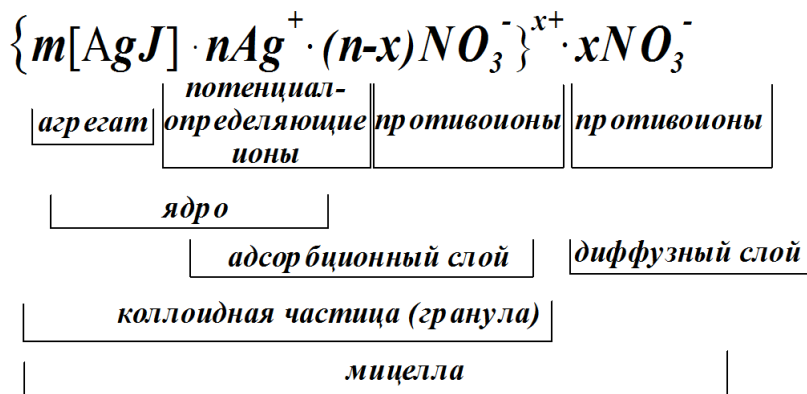
Практическая работа № 4. Составление формул мицелл

Цель работы: научиться составлять формулы мицелл зелей, прогнозировать образование коллоидных растворов при взаимодействии различных веществ в растворах.

Теоретическая часть:

Мицелла
Частица
Правило Панета-Фаянса-Пескова
Адсорбция
Заряд мицеллы
Двойной электрический слой

Задание: повторите правила составления формул мицелл на примере формулы золя иодида серебра AgI, когда стабилизатором выступает нитрат серебра AgNO₃.



Составьте формулы мицелл следующих зелей:

Золь	Стабилизатор	Золь	Стабилизатор
AgBr	CaBr ₂	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃
CaCO ₃	Ca(NO ₃) ₂	As ₂ S ₃	Na ₂ S
Cu(OH) ₂	NaOH	CaSO ₄	Mg(NO ₃) ₂
PbS	H ₂ S	Sn(OH) ₂	SnCl ₂
PbSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	AgI	HI

В выводе отразите последовательность записи составных частей мицеллы и то, каким образом выбираются потенциалопределяющие ионы.

Практическая работа № 5. Решение задач на расчет концентраций ионов в растворах сильных электролитов

Цель работы сформулируйте самостоятельно

Теоретическая часть:

Закон действующих масс

Химическое равновесие в растворе

Константа диссоциации слабого электролита

Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита

Ионное произведение воды. pH и pOH

Задачи для самостоятельного выполнения

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: Вариант XX – ваш номер по списку в журнале группы (01, 02 и т.д.)

Для решения задач воспользуйтесь микрокалькулятором на своем смартфоне или непрограммируемым микрокалькулятором. Можно придерживаться образцов решения задач, разобранных на занятиях. Учтите, что задачи касаются растворов не только сильных, но и слабых электролитов. Повторите или посмотрите в ресурсах Интернета, какие соединения относятся к сильным, а какие к слабым электролитам.

1. Рассчитайте pH раствора соляной кислоты с концентрацией 0, XX моль/л.
2. Какова концентрация гидроксильных ионов и ионов водорода в растворе, pH которого равен 4, XX моль/л?
3. Рассчитайте концентрацию ацетат-ионов в растворе уксусной кислоты с концентрацией 1, XX моль/л.
4. Какова равновесная концентрация ионов свинца и растворимость сульфата свинца в дистиллированной воде при 25°C?
5. Рассчитайте степень диссоциации аммиака в растворе с концентрацией 2, XX моль/л.

В выводе напишите об особенностях расчета концентраций ионов в растворах сильных и слабых электролитов.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1. Получение коллоидных растворов различными методами

Цель работы: изучить способы получения коллоидных систем, практически получить коллоидные системы различными методами, научиться отличать коллоидные растворы от истинных растворов.

Размер частиц *коллоидных систем (золей)* находится в пределах примерно от 10^{-5} до 10^{-8} м, эти частицы имеют высокоразвитую поверхность. Системы с размером частиц около 10^{-8} - 10^{-9} м называют еще *наносистемами* («нано» – численная приставка, обозначает 10^{-9}). Интенсивное развитие нанотехнологий в последние годы делает особо актуальным изучение таких систем. Доказано, например, что многие компоненты сливочного масла находятся в нем в виде наночастиц.

Частицы коллоидных систем могут быть получены рядом методов:

а) *методами диспергирования (т.е. измельчения)* – их смысл заключается в дроблении более крупных частиц до размеров от 10^{-6} до 10^{-8} м. К этой группе методов относятся пептизация, ультразвуковое дробление, механическое дробление с помощью коллоидных мельниц и т.д.

б) *методами конденсации* – их смысл заключается в укрупнении мелких частиц, а также в соединении атомов и молекул в частицы размерами от 10^{-6} до 10^{-8} м. К этой группе методов относятся метод замены растворителя, конденсация паров, химические методы образования осадков и т.д.

в) *методом пептизации* – переход вещества из осадка (геля) в золь (коллоидный раствор).

Для фиксации хода работы и наблюдений, а также выводов необходимо в лабораторной тетради на разворот начертить таблицу:

Методы	№ опыт	Ход опыта	Наблюдения	Выводы, формулы
КК НД НС	Опыт			

	1			
	Опыт 2			
	Опыт 3			
пептизац и	Опыт 4			

Материальное обеспечение: насыщенный раствор серы в спирте, 2%-й раствор хлорида железа (III) $FeCl_3$, раствор иодида калия KI , раствор нитрата серебра $AgNO_3$, раствор аммиака NH_4OH , дистиллированная вода, пробирки, пипетка Мора, химические стаканы на 50-150 мл, электроплитка.

Ход работы:

Опыт 1. Получение коллоидного раствора серы методом замены растворителя.

В пробирку налейте 3-5 мл дистиллированной воды и добавьте 4-5 капель насыщенного раствора серы в спирте. Что наблюдается? Какой оттенок имеет опалесценция раствора?

Опыт 2. Получение коллоидного раствора гидроксида железа (III) методом гидролиза.

В химическом стакане на электроплитке доведите до кипения 30-40 мл дистиллированной воды. Как только вода начнет кипеть, осторожно влейте в нее с помощью пипетки Мора 3-5 мл 2%-ого раствора $FeCl_3$. Как изменился цвет раствора? Составьте уравнение гидролиза $FeCl_3$.

Опыт 3. Получение коллоидного раствора иодида серебра.

В пробирку поместите 3-5 мл (то есть заведомо избыток) раствора иодида калия KI и добавьте 1-2 капли раствора нитрата серебра $AgNO_3$. Выпадает ли осадок? Что наблюдается? Составьте формулу мицеллы золя AgI с учетом взятого избытка KI .

Опыт 4. Получение коллоидного раствора гидроксида железа методом пептизации.

В химический стакан налейте 5-10 мл 2%-ого раствора $FeCl_3$ и по каплям добавляйте раствор аммиака NH_4OH до тех пор, пока не прекратится образование осадка. Полученный осадок необходимо промыть декантацией: для этого осторожно налейте в стакан с осадком 40-50 мл дистиллированной воды и так же осторожно ее слейте, чтобы не разрушить осадок. Декантацию повторите 3-4 раза.

Половину промытого осадка перелейте в другой стакан и добавьте туда 3-5 капель 2%-ого раствора $FeCl_3$, служащего в качестве пептизатора. И в тот, и в другой стакан добавьте по 10-15 мл дистиллированной воды и взболтайте.

Стакан с осадком $FeCl_3$, куда был добавлен пептизатор, поставьте на электроплитку и подогрейте. Как изменилась окраска осадка? Составьте уравнение реакции между $FeCl_3$ и NH_4OH , а также формулу мицеллы золя $Fe(OH)_3$ в присутствии $FeCl_3$.

Помойте химические стаканы и пипетки. **Сделайте вывод** о том, какие коллоидные системы и какими методами были Вами получены.

Лабораторная работа № 2. Определение порога коагуляции золя

Цель работы: научиться визуально фиксировать коагуляцию золя, определять порог коагуляции.

Коагуляция – это процесс разрушения коллоидной системы, который сопровождается нарушением ее *агрегативной* и *седиментационной устойчивости*. Нарушение агрегативной

устойчивости приводит к укрупнению, слипанию частиц, а седиментационной – к их седиментации, то есть выпадению в осадок.

Коагуляцию можно вызвать различными способами: нагреванием, перемешиванием, пропусканием электрического тока, действием ультразвука, а также добавлением раствора электролита.

В составе электролита *коагулирующим ионом* является тот, который имеет заряд, противоположный заряду мицеллы. Соответственно, чем выше заряд коагулирующего иона, тем выше его коагулирующая способность и ниже порог коагуляции – эта закономерность – правило Шульце-Гарди.

Минимальная концентрация электролита, при которой начинается коагуляция, называется *порогом коагуляции* коллоидной системы. Коагуляция проявляется в изменении цвета или оттенка раствора, его помутнении, видимом образовании хлопьев или осадка.

Материальное обеспечение: свежеприготовленный золь гидроксида железа (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 2М раствор KCl , 0,1М раствор Na_2SO_4 , бюретки на 25 мл (2 штуки на рабочее место), пипетка Мора на 10 мл, колбы для титрования на 150 мл.

Ход работы:

1. Промойте бюретки и заполните их: одну – 2М раствором KCl , вторую – 0,1М раствором Na_2SO_4 .
2. С помощью пипетки Мора в две колбы для титрования внесите по 10 мл свежеприготовленного золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
3. Титруйте золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$ раствором соли до начала помутнения раствора: зафиксируйте объемы растворов солей в каждом случае. Занесите данные в таблицу:

Электролит	Коагулирующий ион	Концентрация электролита, С	Объем добавленного раствора, V, мл	Порог коагуляции, ммоль/л
KCl		2 моль/л		
Na_2SO_4		0,1 моль/л		

Величину порога коагуляции рассчитайте по формуле:

$$\text{ПК} = \frac{C \cdot V}{10} \cdot 1000 \quad [\text{ммоль/л}]$$

где:

C – концентрация раствора электролита, моль/л;

V – объем добавленного раствора до помутнения золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$, мл;

10 – объем пипетки Мора (объем золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$), мл;

1000 – коэффициент для перехода от выражения порога коагуляции в моль/л к ммоль/л ($1 \text{ ммоль/л} = 10^{-3} \text{ моль/л}$). Это необходимо из-за того, что порог коагуляции, выраженный в моль/л, имеет очень маленькое численное значение.

4. Уберите рабочее место, вымойте колбы и пипетку Мора, бюретки 2-3 раза промойте дистиллированной водой.

5. Сделайте вывод:

Вывод: чем выше заряд коагулирующего иона, тем порог коагуляции. Порог коагуляции золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 2М раствором KCl составил ммоль/л, порог коагуляции золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 0,1М раствором Na_2SO_4 составил ммоль/л.

Лабораторная работа № 3. Изучение процесса набухания полимера

Цель работы: изучить процесс набухания желатина (риса, пшена и др.)

Набуханием называют процесс растворения полимера. Набухание является *самопроизвольным процессом*, который сопровождается поглощением полимером растворителя, при этом происходит увеличение массы и объема полимера. При *ограниченном набухании* процесс заканчивается набуханием полимера, при *неограниченном* – образованием молекулярного раствора.

Процесс набухания имеет огромное значение в производстве пищевых продуктов. Набуханием белков мяса регулируются органолептические свойства мясопродуктов в процессе технологических операций. Процесс выработки восстановленного молока из сухого порошка заключается в правильном проведении набухания белков молока: для этого восстановленное молоко выдерживается перед розливом при низких температурах.

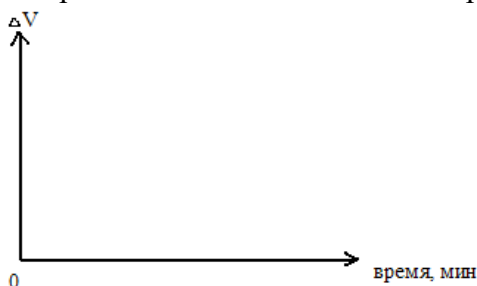
Материальное обеспечение: пищевой желатин, пшено (или рис), два мерных цилиндра на 50-100 мл, часы, дистиллированная вода.

Ход работы:

1. В два мерных цилиндра поместите: в первый – желатин на 1/5 объема цилиндра, во второй – пшено (рис или другой продукт) на 1/5 объема цилиндра. В оба цилиндра налейте до 3/4 объема дистиллированной воды комнатной температуры и засекайте время.
2. Через каждые 10 минут проведите отсчет показаний объема, данные занесите в таблицу. Определение проводите в течение 50-60 минут до тех пор, пока объем желатина (пшена, риса) не перестанет изменяться.

Полимер (продукт)	Относительное изменение объема полимера, ΔV ИЛИ значение объема, мл									
	0 мин	10 мин	20 мин	30 мин	40 мин	50 мин	60 мин	70 мин	80 мин	90 мин
Желатин										

3. На основании полученных данных постройте в тетради график – кинетическую кривую набухания в координатах объем-время или изменение объема-время:



4. Уберите рабочее место, ополосните цилиндры, остатки желатина и крупы слейте в специальный сосуд или в мусорное ведро (НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕ В РАКОВИНУ!).
5. Сделайте **вывод** на основании анализа построенного графика о типе набухания желатина и пшена. Укажите, какие полимерные соединения имеются в составе желатина и пшена.

Лабораторная работа № 4. Качественные реакции некоторых катионов

Цель работы: изучить качественные реакции на катионы NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , освоить технику обнаружения этих ионов в растворе.

Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Задание: Найдите и занесите в конспект таблицу, отражающую аналитическую классификацию катионов.

Ход работы:

Обнаружение катионов в растворе чаще всего выполняют дробным методом, при котором исследуемые ионы обнаруживают с помощью специфических и селективных реакций в отдельных порциях исследуемого раствора в присутствии всех остальных компонентов пробы.

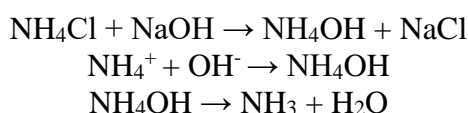
Методику выполнения анализов занесите в лабораторный журнал. Для результатов работы начертите таблицу и заполните ее первую и вторую колонки:

Катион	Реагент	Наблюдения

Проделайте реакции на катионы, пользуясь следующей методикой выполнения.

1. Качественные реакции катиона аммония NH_4^+ :

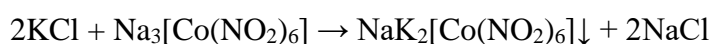
- Реакция разложения солей аммония в щелочной среде:



В пробирку вносят 1-2 раствора, содержащего ионы NH_4^+ и примерно такой же объем раствора щелочи и осторожно нагревают, не допуская кипения и разбрызгивания раствора. Выделяющийся аммиак определяют по запаху либо по изменению окраски помещенной на горлышко пробирки влажной индикаторной бумажки.

2. Качественные реакции катиона калия K^+ :

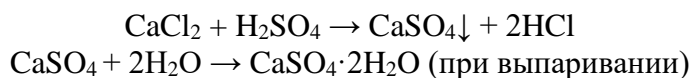
- Реакция с гексанитрокобальтатом (III) натрия:



Реакция идет в нейтральной или кислой среде. Реакции мешает ион NH_4^+ . В пробирку вносят 2 капли раствора соли калия и 2 капли свежеприготовленного раствора гексанитрокобальтата (III) натрия. Выпадает желтый осадок.

3. Качественные реакции катиона кальция Ca^{2+} :

- Микрокристаллоскопическая реакция с серной кислотой:

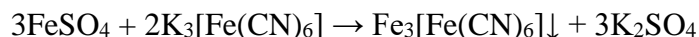


Реакция проводится на предметном стекле: на предметное стекло помещают 1 каплю раствора хлорида кальция и 1 каплю 1М раствора серной кислоты H_2SO_4 , затем выпаривают на краю плитки до появления сухой каемки на границе капли и рассматривают каплю под микроскопом. Ионы Ca^{2+} образуют крупные игольчатые кристаллы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

4. Качественные реакции катиона Fe^{2+} :

- *Реакция с гексацианоферратом (III) калия:*

Гексацианоферрат(III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ при взаимодействии с раствором, содержащим ионы двухвалентного железа, образует темно-синий осадок «турнбулевой сини»¹:

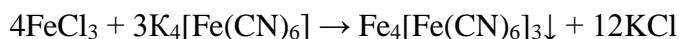


Для проведения реакции в лунку планшетки для капельных реакций поместите 1-2 капли раствора сульфата железа (II) $FeSO_4$ и добавьте 1-2 капли раствора гексацианоферрата(III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$. Наблюдайте образование темно-синего осадка.

5. Качественные реакции катиона Fe^{3+} :

- *Реакция с гексацианоферратом (II) калия:*

Гексацианоферрат(II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$ при взаимодействии с раствором, содержащим ионы трехвалентного железа, образует темно-синий осадок «берлинской лазури»:

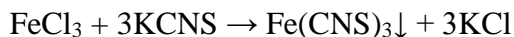


ионы трехвалентного железа с гексацианоферратом(II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$ осадка не образуют.

Для проведения реакции в лунку планшетки для капельных реакций поместите 1-2 капли раствора хлорида железа (III) $FeCl_3$ и добавьте 1-2 капли раствора гексацианоферрата(II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$. Наблюдайте образование темно-синего осадка, сравните его цвет с цветом «турнбулевой сини».

- *Реакция с роданидом калия:*

Роданид калия $KNCS$ с раствором, содержащим ионы трехвалентного железа Fe^{3+} образует соединение кроваво-красного цвета²:



Для проведения реакции в лунку планшетки для капельных реакций поместите 1-2 капли раствора хлорида железа (III) $FeCl_3$ и добавьте 1-2 капли раствора роданида калия $KNCS$. Наблюдайте появление кроваво-красного окрашивания.

Сделайте вывод об общих принципах проведения качественных реакций катионов.

Лабораторная работа № 5. Качественные реакции некоторых анионов

Цель работы: изучить качественные реакции на анионы Cl^- , Br^- , I^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , освоить технику обнаружения этих ионов в растворе.

Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Задание: Найдите и занесите в конспект таблицу, отражающую аналитическую классификацию анионов.

¹ В действительности реакция протекает несколько по-иному, так как «турнбулева синь» и «берлинская лазурь» имеют одинаковый качественный и количественный состав и являются изомерами. В данном пособии приводится упрощенное уравнение.

² Приведено упрощенное уравнение реакции.

Ход работы:

Обнаружение анионов в растворе выполняют дробным методом, при котором исследуемые ионы обнаруживают с помощью специфических и селективных реакций в отдельных порциях исследуемого раствора в присутствии всех остальных компонентов пробы.

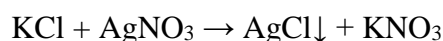
Методику выполнения анализов занесите в лабораторный журнал. Для результатов работы начертите таблицу и заполните ее первую и вторую колонки:

Анионы	Реагент	Наблюдения

Проделайте реакции на анионы, пользуясь следующей методикой выполнения.

1. Качественные реакции хлорид-аниона Cl⁻:

- *Реакция с раствором нитрата серебра:*

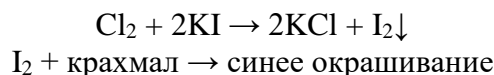


В пробирку внесите 5-7 капель раствора хлорида калия KCl и добавьте 2-3 капли раствора нитрата серебра AgNO₃. Наблюдайте выпадение осадка. Отметьте его цвет.

- *Реакция окисления раствором перманганата калия:*

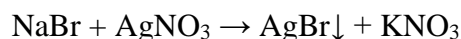


В пробирку поместите 1-2 мл раствора хлорида калия KCl, добавьте 5-7 капель раствора перманганата калия KMnO₄ и 3-5 капель раствора серной кислоты H₂SO₄. Приготовьте кусочек фильтровальной бумаги, в его центр капните 1-2 капли крахмального раствора и 1-2 капли раствора иодида калия KI. Начните нагревать содержимое пробирки на горячей водяной бане, закрыв ее подготовленным кусочком фильтровальной бумаги. Происходит образование синего пятна вследствие выделения хлора и его взаимодействия с иодидом калия:



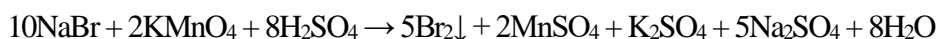
2. Качественные реакции бромид-аниона Br⁻:

- *Реакция с раствором нитрата серебра:*



В пробирку внесите 5-7 капель раствора бромид натрия NaBr и добавьте 2-3 капли раствора нитрата серебра AgNO₃. Наблюдайте выпадение осадка. Отметьте его цвет.

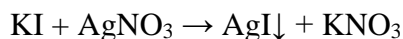
- *Реакция окисления раствором перманганата калия:*



В пробирку поместите 1-2 мл раствора бромид натрия NaBr, добавьте 5-7 капель раствора перманганата калия KMnO₄ и 3-5 капель раствора серной кислоты H₂SO₄. Бром начинает выделяться практически сразу. Для его обнаружения в пробирку добавьте 3-5 капель изоамилового спирта и осторожно встряхните содержимое пробирки. Весь выделившийся бром перейдет в неполярный верхний слой изоамилового спирта. Отметьте его окраску.

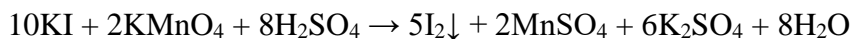
3. Качественные реакции иодид-аниона I⁻:

- *Реакция с раствором нитрата серебра:*



В пробирку внесите 5-7 капель раствора иодида калия KI и добавьте 2-3 капли раствора нитрата серебра AgNO₃. Наблюдайте выпадение осадка. Отметьте его цвет.

- *Реакция окисления раствором перманганата калия:*

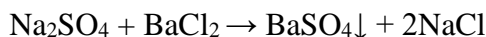


В пробирку поместите 1-2 мл раствора хлорида калия KCl, добавьте 5-7 капель раствора перманганата калия KMnO₄ и 3-5 капель раствора серной кислоты H₂SO₄. В пробирку поместите 1-2 мл раствора хлорида калия KCl, добавьте 5-7 капель раствора перманганата калия KMnO₄ и 3-5 капель раствора серной кислоты H₂SO₄ (1:3). Йод начинает выделяться практически сразу. Для его обнаружения в пробирку добавьте 3-5 капель изоамилового спирта и осторожно встряхните содержимое пробирки. Весь выделившийся йод перейдет в неполярный верхний слой изоамилового спирта. Отметьте его окраску.

4. Качественные реакции сульфат-аниона SO₄²⁻:

- *реакция с раствором хлорида бария:*

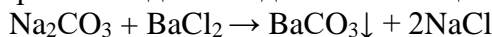
В пробирку поместите 1-2 мл раствора сульфата натрия Na₂SO₄ и добавьте 2-3 капли раствора хлорида бария BaCl₂. Наблюдается выпадение белого осадка, нерастворимого в серной кислоте. Чтобы проверить это, к полученному осадку прилейте 1 мл раствора серной кислоты.



5. Качественные реакции карбонат-аниона CO₃²⁻:

- *реакция с раствором хлорида бария:*

В пробирку поместите 1-2 мл раствора карбоната натрия Na₂CO₃ и добавьте 2-3 капли раствора хлорида бария BaCl₂. Наблюдается выпадение белого осадка, растворимого в кислотах. Чтобы проверить это, к полученному осадку прилейте 1 мл раствора серной кислоты. Наблюдается растворение осадка с выделением бесцветного газа.



Сделайте вывод об общих принципах проведения качественных реакций анионов.

Лабораторная работа № 6. Ознакомление с техникой взвешивания

Цель работы: ознакомиться с правилами взвешивания, освоить технику взвешивания на технохимических механических и электронных весах.

Материальное обеспечение: весы, набор разновесов, бумага, химический стакан, мелкие монеты

Найдите в сети Интернет и зафиксируйте в рабочей тетради информацию о погрешностях и ошибках взвешивания.

Выполнение работы:

1. Схематично зарисуйте устройство весов
2. Определите цену деления весов, точность измерений, предельно допустимую нагрузку на чашу (предел измерений). Зафиксируйте эти данные. Определите, находятся ли весы на горизонтальной поверхности
3. Включите весы
4. Подготовьте небольшой лист бумаги, положите его на чашу весов. Зафиксируйте массу пустой тары
5. С помощью кнопки «Тара» затарьте весы и подготовьте их к взвешиванию
6. Положите на весы монету и определите ее массу
7. Проведите измерение 3 раза, каждый раз выключая весы, затаривая их. Получите сходящиеся результаты, при получении отличающихся результатов рассчитайте абсолютную и относительную ошибку взвешивания.

1 взвешивание	2 взвешивание	3 взвешивание

8. Проведите взвешивание, используя химический стакан в качестве тары. Определение массы повторите три раза.

В выводе сформулируйте 5 наиболее важных правил, которых необходимо придерживаться при взвешивании.

Лабораторная работа № 7. Кислотно-основное титрование

Цель работы: ознакомиться с аппаратурой титриметрического метода анализа, освоить приемы титрования

Титрованием называют процесс постепенного добавления раствора точно известной концентрации к исследуемому раствору. Одной из основных стадий этого процесса, во многом определяющей точность объемного метода, является установление конечной точки титрования, называемой точкой эквивалентности. Точку эквивалентности определяют визуально по изменению цвета раствора, индикатора, появлению помутнения либо инструментальными методами. В основе кислотно-основного титрования лежит реакция нейтрализации – взаимодействие кислоты и основания.

Задание:

Рассмотрите устройство бюретки с краном и бюретки с зажимом Мора. По указанию преподавателя заполните бюретку титрантом. Проведите установку молярной концентрации эквивалента предложенного преподавателем раствора – для этого необходимо:

- отмерить в колбу для титрования некоторое известное количество исследуемого раствора
- добавить в исследуемый раствор, находящийся в конической колбе, 3-5 капель индикатора и перемешать

- провести титрование до точки эквивалентности (пронаблюдайте изменение окраски раствора)
- снять показания с бюретки и произвести расчет.

Ход работы:

Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Установление концентрации раствора щавелевой кислоты по раствору гидроксида натрия.

Раствор NaOH с концентрацией 0,1 моль/л наливают в бюретку, предварительно тщательно вымытую и ополоснутую раствором NaOH. Отбирают пипеткой вместимостью 10,0 мл раствор щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$, концентрацию которого требуется установить. Переносят в колбу для титрования, добавляют 4-5 капель раствора индикатора фенолфталеина. Под колбу подкладывают лист белой бумаги. Титруют раствором NaOH до появления бледно-малиновой окраски, не исчезающей при взбалтывании в течение 30 сек. Это точка эквивалентности. Титрование проводят не менее трех раз, чтобы разница между параллельными титрованиями не превышала 0,1 мл и находят среднее значение объема титранта.

Перенесите в тетрадь таблицу и заполните ее:

1 титрование, мл	2 титрование, мл	3 титрование, мл	Среднее, мл

Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента раствора щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$ по закону эквивалентов:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Вывод: молярная концентрация эквивалента раствора щавелевой кислоты составила ... моль/л.

Лабораторная работа № 8. Установление концентрации раствора

Цель работы: научиться проводить определение концентрации раствора титриметрическим методом

Задание: определить общую жесткость воды методом комплексонометрического титрования

При комплексонометрическом титровании, определяемый компонент в растворе титруется раствором комплексона, чаще всего этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЕДТА, комплексона II) или ее динатриевой соли (комплексона III или трилона Б). Комплексоны являются лигандами и образуют со многими катионами комплексы. Индикаторами точки эквивалентности обычно служат лиганды, образующие с анализируемым ионом окрашенное комплексное соединение.

Метод комплексонометрического титрования используется, в частности, для определения общей жесткости воды. Общая жесткость воды – суммарная концентрация в воде ионов кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} .

Жесткость воды принято выражать в ммоль/л ($1 \text{ ммоль/л} = 10^{-3} \text{ моль/л}$)

Пользуясь ресурсами Интернета, найдите информацию и зафиксируйте в тетради:

1. Каковы значения жесткости воды для жесткой и мягкой воды?

2. Какова жесткость воды в Санкт-Петербурге? В Красном селе?
3. Какая оптимальная жесткость воды для приготовления пищи?

Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Порядок определения жесткости воды:

- 1) Заполните бюретку 0,05Н раствором трилона Б.
- 2) В колбу для титрования поместите 100 мл исследуемой воды
- 3) Добавьте несколько крупинок индикатора – смеси эриохрома черного «Т» с хлоридом натрия, слегка перемешайте до приобретения водой заметной окраски (вишневой или синеватой)
- 4) Подложите под колбу лист белой бумаги. Титруйте по каплям. Титрование прекращайте в момент перехода окраски индикатора – это точка эквивалентности.
- 5) Титрование повторите 2-3 раза, возьмите среднее значение.
- 6) Рассчитайте общую жесткость исследуемой воды:

$$Ж = C_{\text{H(трилона Б)}} \cdot V(\text{трилона Б}) \cdot 1000 / V(\text{воды}) \quad [\text{ммоль/л}]$$

Вывод: общая жесткость исследуемой воды составила ммоль/л.

Лабораторная работа № 9. Окислительно-восстановительное титрование

Цель работы: определить концентрацию раствора перманганата калия по щавелевой кислоте (или оксалату натрия)

Метод окислительно-восстановительного титрования заключается в титровании раствора восстановителя титрованным раствором окислителя или в титровании раствора окислителя титрованным раствором восстановителя. В качестве титрованных растворов окислителей нашли применение растворы перманганата калия KMnO_4 (перманганатометрия), дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (дихроматометрия), иода I_2 (иодометрия).

При перманганатометрическом титровании в кислой среде ион MnO_4^- (малиновая окраска) переходит в Mn^{2+} (бесцветный).

Установление концентрации раствора титриметрическим методом называется его стандартизацией.

Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Ход работы:

1. Заполните бюретку исследуемым раствором перманганата калия KMnO_4 . Отсчет показаний ведите по нижнему мениску.
2. В колбу для титрования поместите 10,0 мл 0,1Н раствора щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ или оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, добавьте 4-5 мл раствора серной кислоты.

3. Нагрейте содержимое колбы на электроплитке до температуры 70-75°C. Кипятить подкисленный раствор щавелевой кислоты нельзя, так как это вещество разлагается.
4. Подложите под колбу лист белой бумаги. Титруйте исследуемым раствором перманганата калия по каплям, пока от одной добавленной капли раствор в колбе не приобретет окраску.
5. Зафиксируйте точку эквивалентности, снимите показания с бюретки. Определение нужно повторить 2-3 раза – до сходящихся результатов.

Поведите расчет по закону эквивалентов:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Вывод: молярная концентрация эквивалента раствора перманганата калия составляет моль/л.

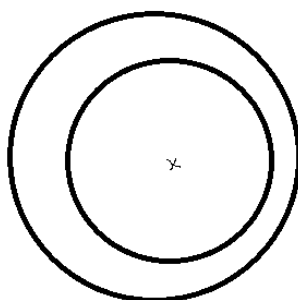
Лабораторная работа № 10. Разделение веществ методом бумажной хроматографии

Цель работы: ознакомиться с методом хроматографии и провести разделение ионов Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} методом хроматографии на бумаге.

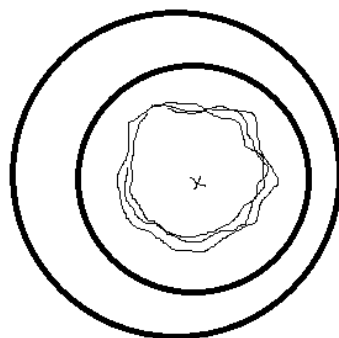
Перечень материального обеспечения составьте самостоятельно.

Ход работы:

1. Приготовьте круг фильтровальной бумаги («неподвижную фазу»), в центре которого твердым простым карандашом нарисуйте крестик или точку. Это будет «точка старта» для хроматограммы.



2. Поместите круг фильтровальной бумаги на половинку чашки Петри.
3. С помощью пипетки нанесите на «точку старта» 1-2 капли раствора, содержащего ионы Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} .
4. На «точку старта» с помощью пипетки поместите 1-2 капли дистиллированной воды. Затем, по мере ее впитывания (продвижения относительно «неподвижной фазы») еще 1-2 капли.
5. Дождитесь, пока «подвижная фаза» продвинется к краям фильтровальной бумаги, но не достигнет их. После этого оставьте хроматограмму на 7-10 мин для подсыхания. Учтите, для следующего действия хроматограмма должна оставаться чуть влажной!
6. Проявите хроматограмму. Для этого подержите хроматограмму над сосудом, заполненным концентрированным раствором аммиака или опустите в проявочную камеру, на дно которой налит раствор аммиака.
7. Идентифицируйте «пятна» - зоны распределения ионов по их подвижности. Для этого рассмотрите хроматограмму при дневном и электрическом свете.



Вывод: в соответствии с коэффициентами подвижности R_f разделяемые ионы распределились на хроматограмме следующим образом:

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕННЫХ ЗАДАНИЙ

Вид работ	Критерии оценки	Баллы
Выполнение задания	Задание выполнено полностью с отличным качеством оформления отчета, рациональным использованием времени, самостоятельным планированием и организацией.	5
	Задание выполнено с незначительными недочетами, хорошее качество оформления отчета, соблюдение отведенного на выполнение задания времени, самостоятельное планирование и выполнение задания при несущественной помощи преподавателя.	4
	Удовлетворительное выполнение задания, помощь преподавателя в планировании и выполнении задания, отдельные ошибки и неточности в формулировках, оформлении отчета, нарушения в организации и планировании работы.	3
	Неудовлетворительное выполнение задания, с грубыми ошибками в отчете и защите работы, без соблюдения, отведенного на выполнение задания времени, неумение самостоятельно организовывать и планировать работу.	2
Выполнение задания с нарушениями сроков сдачи.	Задание выполнено во время консультаций, позже установленного срока оценивается по аналогичным критериям.	3