

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Матвеев Александр Сергеевич
Должность: И.о. начальника учебно-методического управления
Дата подписания: 25.03.2024 16:14:01
Уникальный программный ключ:
49d49750726343fa86fcec25d926262c30745ce

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по дисциплине «ЕН.01 Химия»

специальность: 43.02.15 Поварское и кондитерское дело

форма обучения: очная

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Указания по выполнению практических и лабораторных работ	4
3. Критерии оценки	36
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение практических и лабораторных работ	38

Пояснительная записка

1.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине ЕН.01 Химия предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 43.02.15 Поварское и кондитерское дело.

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с выбранной ими специальностью, с содержанием образовательной программы по специальности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять основные законы химии для решения задач в области профессиональной деятельности;
- использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса;
- описывать уравнениями химических реакций процессы, лежащие в основе производства продовольственных продуктов;
- проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакции;
- использовать лабораторную посуду и оборудование; выбирать метод и ход химического анализа, подбирать реактивы и аппаратуру;
- проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических соединений;
- выполнять количественные расчеты состава вещества по результатам измерений;
- соблюдать правила техники безопасности при работе

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- основные понятия и законы химии;
 - теоретические основы органической, физической, коллоидной химии;
 - понятие химической кинетики и катализа;
 - классификацию химических реакций и закономерности их протекания;
 - обратимые и необратимые химические реакции, химическое равновесие, смещение химического равновесия под действием различных факторов;
 - окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена;
 - гидролиз солей, диссоциацию электролитов в водных растворах, понятие о сильных и слабых электролитах;
 - тепловой эффект химических реакций, термохимические уравнения;
 - характеристики различных классов органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции;
 - свойства растворов и коллоидных систем высокомолекулярных соединений;
 - дисперсные и коллоидные системы пищевых продуктов;
 - роль и характеристики поверхностных явлений в природных и технологических процессах;
 - основы аналитической химии;
 - основные методы классического количественного и физико-химического анализа;
 - назначение и правила использования лабораторного оборудования и аппаратуры;
 - методы и технику выполнения химических анализов;
 - приемы безопасной работы в химической лаборатории
- Количество часов, отведенное на проведение:
практических занятий – 26 часов; лабораторных занятий -24 часа.

Указания по выполнению практических и лабораторных работ

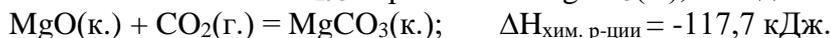
Практическая работа №1

ТЕМА: Решение задач на расчет энтальпий химических.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться решать задачи, иллюстрирующие важное следствие закона Гесса.

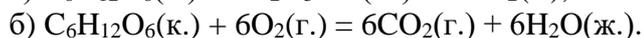
Задача 1.

Вычислить ΔH_{298}° образования $\text{MgCO}_3(\text{к.})$, исходя из теплового эффекта реакции:



Задача 2.

Вычислить значение теплового эффекта для протекающих в организме реакций превращения глюкозы:



Какая из этих реакций предоставляет организму больше энергии?

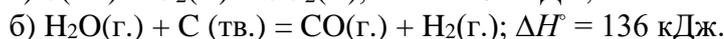
Задача 3.

С помощью термохимического уравнения: $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO} + 1204 \text{ кДж}$ рассчитайте:

- 1) количество теплоты, которое выделится при образовании 120 г оксида магния.
- 2) объем кислорода, который необходим для горения магния, если выделяется 952 кДж.

Задача 4.

Определите, какие из следующих реакций являются экзотермическими и какие - эндотермическими:



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называется тепловым эффектом химической реакции?
2. Какие уравнения называются термохимическими?
3. Какое значение имеет изменение энтальпии для экзотермических реакций ($\Delta H < 0$ или $\Delta H > 0$)?
4. Сформулируйте следствие из закона Гесса?

Лабораторная работа № 1. Определение поверхностного натяжения жидкостей. Определение вязкости жидкостей.

Определение поверхностного натяжения жидкостей
Экспериментальная часть

Задание 1. Определение постоянной капилляра

Работу начинают с определения постоянной капилляра k (см. рис. 25). Трёхходовой кран (5) ставят в положение меткой вверх. В воронку (6) заливают водопроводную воду. В ячейку наливают дистиллированную воду, 3 раза промывают капилляр, засасывая в него дистиллированную воду и сливая её. Капилляр нельзя трогать руками! Наливают новую порцию дистиллированной воды так, чтобы капилляр едва касался поверхности воды. Осторожно поворачивают трёхходовой кран по часовой стрелке так, чтобы вода из воронки медленно поступала в буферный шарик (7), не допуская наполнения шарика водой более чем наполовину.

По мере поступления воды воздух в шарике (7) сжимается, это видно по изменению положения уровней манометрической жидкости в манометре (1). Разность уровней h_0 достигает максимального значения в момент проскока пузырька воздуха, её и следует измерить. Темп проскока пузырьков 10 –15 с. Отсчёт производят сначала в одном колене манометра, а затем – в другом.

Например, в левом колене манометра в момент проскока пузырька уровень жидкости поднялся до 35 мм, а в правом опустился до 36, тогда разность уровней $h_0 = 35 + 36 = 71$ мм.

Измеряют несколько раз величину наибольшей разницы уровней (не менее 3 значений h_0 , отличающихся друг от друга не более чем на 1 мм), записывают их в таблицу 24.

Отсоединяют измерительную пробирку от прибора и только после этого выливают воду из шарика (7), повернув трехходовой кран против часовой стрелки. Вычисляют постоянную капилляра k по уравнению (1).

Задание 2. Определение поверхностного натяжения поверхностно-активных веществ (предельных спиртов)

При определении поверхностного натяжения нескольких органических жидкостей одного гомологического ряда их исследование начинают с жидкости, имеющей наименьшую длину углеводородного радикала.

Измерения проводят аналогично тому, как описано в задании 1. Измерительную ячейку и капилляр ополаскивают 2 - 3 раза исследуемым раствором спирта. Раствор выливает в раковину. В измерительную ячейку наливают новую порцию исследуемого раствора и производят измерение разности уровней h . Вычисляют поверхностное натяжение исследуемого спирта. Результаты записывают в таблицу 24.

Все вычисления производить с точностью до трёх значащих цифр. Прежде чем приступить к работе со следующим спиртом, результат проверяют у преподавателя. Перед определением σ следующего спирта следует тщательно промыть капилляр так, как это было описано выше.

Таблица 24

Поверхностное натяжение спиртов

Исследуемая Жидкость	H, мм				k капилляра	$\sigma \times 10^3$ Дж/м ²
	1 изм.	2 изм.	3 изм.	h ср		
Вода СН ₃ ОН 0,8 М С ₂ Н ₅ ОН 0,8 М С ₃ Н ₇ ОН 0,8 М С ₄ Н ₉ ОН 0,8 М						

Задание 3. Определение поверхностного натяжения водных растворов бутилового спирта различной концентрации

При определении поверхностного натяжения растворов различной концентрации одного и того же вещества исследование начинают с растворов наименьшей концентрации.

Измерения проводят по методике, описанной в задании 1. Результаты заносят в таблицу 25.

Таблица 25

Зависимость поверхностного натяжения спирта от концентрации раствора

Исследуемая Жидкость	H, мм				k капилляра	$\sigma \times 10^3$ Дж/м ²
	1 изм.	2 изм.	3 изм.	h ср		
Вода С ₄ Н ₉ ОН 0,025М С ₄ Н ₉ ОН 0,05 М С ₄ Н ₉ ОН 0,1 М С ₄ Н ₉ ОН 0,2 М С ₄ Н ₉ ОН 0,3 М С ₄ Н ₉ ОН 0,8 М						

Полученные опытные значения σ располагают в виде точек (крупных) на графике зависимости поверхностного натяжения от концентрации раствора (по оси абсцисс концентрация раствора, а по оси ординат поверхностное натяжение).

Задание 4. Расчет некоторых теоретических величин

По полученным опытным данным зависимости поверхностного натяжения бутилового спирта от концентрации (табл. 25) рассчитывают константу поверхностной активности (К) для растворов всех концентраций бутилового спирта и результаты вычислений записывают в таблицу 26:

$$K = \left(\frac{\sigma_{H_2O} - \sigma_{cn}}{\sigma_{H_2O} - \sigma} - 1 \right) C$$

где σ_{H_2O} – поверхностное натяжение воды, равное $72,8 \times 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, σ_{cn} – поверхностное натяжение чистого бутилового спирта, равное $22,8 \times 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, σ – опытное значение поверхностное натяжение раствора изобутилового спирта (данные табл. 25), C – концентрация раствора спирта. Вычисляют среднее значение величины К (K_{cp}).

Таблица 26

Результаты вычислений К и адсорбционных характеристик ПАВ

Концентрация	$\sigma \times 10^3$, Дж/м ² (опытн.)	$\sigma_{H_2O} - \sigma$	К	$\sigma_{выч} \times 10^3$ Дж/м ²	Γ , моль/м ²
C ₄ H ₉ ОН 0,025 М					
C ₄ H ₉ ОН 0,05 М					
C ₄ H ₉ ОН 0,1 М					
C ₄ H ₉ ОН 0,2 М					
C ₄ H ₉ ОН 0,3 М					
C ₄ H ₉ ОН 0,8 М					

$$K_{cp} = \dots\dots, \Gamma_{\infty} = \dots\dots \text{моль/м}^2, S = \dots\dots \text{м}^2, l = \dots\dots \text{м}$$

По уравнению:

$$\sigma_{выч} = \sigma_{H_2O} - \frac{(\sigma_{H_2O} - \sigma)C}{K_{cp} + C}$$

рассчитывают вычисленные значения $\sigma_{выч}$, их заносят в таблицу 26, наносят (только помечают) на график зависимости σ от C и через них проводят кривую. Если среднее значение К определено правильно и $\sigma_{выч}$ рассчитаны без ошибок, то кривая должна пройти между опытными точками.

Вычисления σ по приведенному выше уравнению производят потому, что для вычисления констант уравнения Шишковского следовало бы применять метод последовательных приближений, а сами расчеты - проводить на ЭВМ.

Далее по уравнению

$$\Gamma = \frac{\sigma_{H_2O} - \sigma}{RT} \frac{K_{cp} C}{(K_{cp} + C)^2}$$

где Γ – адсорбция ПАВ на поверхности раствора (моль/см²), R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура в °К, вычисляют Γ для каждой концентрации C . Результаты вычислений заносят в таблицу 26. Строят график в координатах Γ от C , если все вычисления произведены правильно, то он должен выглядеть так, как одна из кривых на рисунке 22.

Вычисляют ёмкость монослойного покрытия поверхности молекулами бутилового спирта Γ_{∞} (сколько моль спирта – ПАВ может поместиться на 1 м² поверхности) по уравнению:

$$\Gamma_{\infty} = \frac{\sigma_{H_2O} - \sigma}{4 RT}$$

Вычисляют площадь S , занимаемую одной молекулой изобутилового спирта в насыщенном адсорбционном слое:

$$S = \frac{1}{N \Gamma_{\infty}}$$

где N – число Авогадро, равное $6,023 \times 10^{23}$.

Вычисляют: $l = M \times \Gamma_{\infty} / d$,

где M – молекулярная масса бутилового спирта,

d – плотность спирта равна = 0,808 г/мл. Делают выводы по работе.

Задание 5. Адсорбция красителей

Приготовить 6 чистых и сухих пробирок, пронумеровать их. В пробирки №1-3 вносят по 0,25 г измельченного активированного угля, который является гидрофобным адсорбентом. В пробирку №1 с углем по заданию преподавателя наливают 5 мл разбавленного и слабо окрашенного водного раствора кислотного красителя (пикриновой кислоты, эозина, или флуоресцеина). В пробирку №2 с углем по заданию преподавателя наливают 5 мл разбавленного водного раствора основного красителя (фуксина, бриллиант-зеленого, метиленового голубого, метилового фиолетового и др.). В пробирку №3 с углем по заданию преподавателя наливают 5 мл спиртового раствора какого-либо красителя.

Смеси в пробирках многократно взбалтывают, затем дают отстояться и через 10-15 мин каждый раствор фильтруют через бумажный фильтр в чистые пробирки под теми же номерами. После фильтрации водных окрашенных растворов жидкость в пробирках №1 и №2 окажется бесцветной или окрашенной слабее, чем исходный раствор. Отметить, что в пробирке №3, где находился спиртовой раствор, окраска после фильтрации практически не изменится, т.е. адсорбция не происходит.

Фильтры №1 и №2 с содержимым перенести в фарфоровую чашку и добавить 2-5 мл спирта. Убедиться в том, что происходит десорбция красителя из адсорбента, а раствор окрашивается в соответствующий цвет. Результаты записать в рабочую тетрадь.

Аналогичные опыты проводят, используя в качестве адсорбентов мел (CaCO₃), силикагель, кварцевый песок (SiO₂), сухую глину, льнокостру. Сопоставляют полученные результаты с данными предыдущего опыта. В выводах дают объяснение полученным результатам.

Определение вязкости жидкостей

Экспериментальная часть

Задание 1. Определение постоянной вискозиметра

Поскольку вязкость, плотность, a , следовательно, и время истечения являются величинами постоянными при данных условиях, то

$$\frac{\eta_0}{\tau_0} = Z = const$$

Величина Z называется *постоянной вискозиметра*. Тогда вязкость исследуемого золя можно рассчитать по формуле

$$\eta = Z\tau$$

В случае разбавленных гидрофильных и гидрофобных коллоидных растворов d можно принять равным единице. В этом случае постоянную вискозиметра Z определяют по времени истечения дистиллированной воды.

Для этого в небольшой стаканчик наливают 10-15 мл дистиллированной воды. Засасывают воду в вискозиметр так, чтобы уровень воды в нем был на 2 - 3 см выше верхней метки измерительного шарика вискозиметра. Дают воде свободно вытекать, и в момент прохождения мениска через верхнюю метку измерительного шарика включают секундомер. После прохождения мениска воды через нижнюю метку измерительного шарика секундомер выключают и отсчитывают время истечения воды с точностью до 0,2 с. Повторяют определение времени истечения воды до тех пор, пока не получат трех значений, различающихся между собой не более, чем на 0,3 с. Результаты измерений записывают в таблицу 35 и рассчитывают постоянную вискозиметра с точностью до трех значащих цифр, используя среднее значение времени истечения.

Вязкость воды при 20⁰С – 1,0050 сП, плотность – 0,99823 г/см³, вязкость воды при 25⁰С – 0,8939 сП, плотность – 0,99707 г/см³.

Задание 2. Измерение вязкости лиофильного золя при различных значениях рН среды. Нахождение изоэлектрической точки

Приступают к измерению времени истечения растворов гидрофильного золя одинаковой концентрации, но с различными значениями рН. Измерения начинают с раствора с минимальным значением рН. Перед работой с каждым последующим раствором вискозиметр ополаскивают дистиллированной водой.

Точность измерения времени истечения каждого раствора должна быть 0,5 с.

Рассчитывают вязкость зольей. Данные записывают в таблицу 41. По полученным данным строят график зависимости вязкости η лиофильного золя от рН. Допускаются и графики в координатах: время истечения τ (в секундах) от рН;

$$\frac{\eta}{\tau}$$

или η_0 от рН.

На графике находят ИЭТ исследуемого лиофильного золя.

Таблица 41

Результаты измерений

Исследуемый раствор	рН раствора	Время истечения определённого объёма раствора, τ , с				η раствора
		Измерения				
		1	2	3	среднее	
вода	5,72					
1 % желатин	1,54					
	2,80					
	3,46					
	4,70					
	6,70					

	9,00					
	12,0					

Z =

Делают выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа №2

ТЕМА: Определение зависимости скорости реакций от температуры и концентрации реагирующих веществ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: исследовать влияние изменения температуры и изменения концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: секундомер, водяная баня, термометры на 100⁰ С. Растворы: Na₂S₂O₃ (1 М), H₂SO₄ (2 М).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Определение скорости реакции от температуры.

1. Налить в три сухие пробирки 2 М раствор H₂SO₄, а в три другие - по 10 капель 1 М раствора Na₂S₂O₃. Первый опыт провести при комнатной температуре. Быстро прилить 1 каплю раствора H₂SO₄ в раствор Na₂S₂O₃. Отмерить время сливания по секундомеру до появления заметной мути.
2. Второй опыт провести аналогично первому, но при температуре на 10⁰ выше комнатной, для чего следующую пару пробирок нагреть в ванне с водой, температура которой контролируется термометром. Выдержать растворы в бане в течение 15-20 мин, а затем слить вместе. По секундомеру измерьте время течения реакции, как и в первом случае.
3. Третий опыт провести при температуре на 20⁰ выше комнатной, нагревая растворы таким же образом, как указано выше.
4. Все данные опыта занесите в таблицу 1. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

Таблица 1

Номер опыта	Объём раствора H ₂ SO ₄ , мл	Объём раствора Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Температура, °С	Время, с

II. Определение скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

1. Налить в три пробирки равные объёмы растворов Na₂S₂O₃ различной концентрации, добавив в две пробирки воду, как указано в таблице 2:

Таблица 2

№ пробирки	Кол-во капель раст-ра Na ₂ S ₂ O ₃	Кол-во капель воды	Кол-во капель H ₂ SO ₄	Общий объём раст-ра (число капель)	Условная конц-ция Na ₂ S ₂ O ₃ , моль/л	Время течения р-ции t	Скорость р-ции в у.е., 1/t
1	4	8	1	13	1 М		
2	8	4	1	13	2 М		
3	12	-	1	13	3 М		

2. Пробирки №1 и 2 осторожно встряхните и поставьте в штатив. Включите секундомер. В пробирку № 1 добавьте одну каплю 2 М раствора H₂SO₄. По секундомеру определите время с момента добавления кислоты до помутнения раствора.

3. Опыт повторите поочередно с пробирками №2 и 3.
4. Все данные опыта занесите в таблицу. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.
5. На миллиметровой бумаге начертите график зависимости скорости реакции от концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Для этого на оси абсцисс отложите в определенном масштабе относительные концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, а на оси ординат - отвечающие им скорости.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое скорость химической реакции?
2. Чему равна скорость реакции?
3. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
4. Как зависит скорость реакции от концентрации реагирующих веществ? Напишите математическое выражение закона действия масс.
5. Как зависит скорость реакции от температуры? Напишите математическое выражение правила Вант-Гоффа.
6. Какие вещества называются катализаторами?
7. Какие реакции называются каталитическими?

Практическая работа №2

ТЕМА: Решение задач. Расчеты концентрации растворов, осмотического давления, температур кипения, замерзания, pH среды.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: вычислить содержание вещества в растворе через массовую долю растворенного вещества и через молей на литр раствора.

Задача 1

Рассчитайте массовую долю соли в растворе, полученном при растворении 7 г поваренной соли NaCl в 43 мл воды. Плотность воды равна 1 г/мл.

Задача 2

К 134 г раствора фруктозы с массовой долей 12% прилили 155 мл воды. Какова массовая доля (%) фруктозы в полученном растворе? Плотность воды равна 1 г/мл.

Задача 3

Какая масса хлорида меди (II) CuCl_2 содержится в растворе объемом 250 мл, если его молярная концентрация 0,3 моль/л?

Задача 4

Определите массу воды, которую нужно добавить к 50 г раствора с массовой долей соли 5 %, чтобы получить раствор с массовой долей соли 2 %.

Задача 5

Какую массу сахара нужно взять и какой объем воды, чтобы приготовить раствор массой 240 г с массовой долей сахара 6%.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. По каким формулам можно рассчитать массовую долю растворенного вещества? Массу раствора?
2. Что показывает молярная концентрация раствора? По какой формуле можно рассчитать молярную концентрацию раствора?

Решение задач на расчет осмотического давления, температур кипения, замерзания, pH среды. по II закону Рауля; количественно характеризовать кислотность растворов через величину pH.

Задача 1

Концентрация раствора хлорида кальция CaCl_2 в уксусной кислоте составляет 11,1%. Рассчитайте, осмотическое давление, температуры кипения и замерзания этого раствора ($K = 3,9 \text{ К} \cdot \text{кг/кмоль}$, $E = 3,1 \text{ К} \cdot \text{кг/кмоль}$, $t_{\text{зам.}} = 16,6^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип.}} = 118,5^\circ\text{C}$).

Задача 2

Имеется 4% раствор NaOH в феноле. Рассчитайте его осмотическое давление, температуры кипения и замерзания, если криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные фенола равны соответственно: $K_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = 7,27 \text{ К} \cdot \text{кг/кмоль}$, $E_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = 3,1 \text{ К} \cdot \text{кг/кмоль}$, $t_{\text{кип.}} = 182,1^\circ\text{C}$, $t_{\text{зам.}} = 41,0^\circ\text{C}$.

Задача 3

Какая среда образуется при растворении солей:

- а) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ б) KNO_3 в) K_2SO_3 г) Cs_2CO_3

Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

Задача 4

Определите концентрацию ионов водорода и pH в 0,025 М растворах сероводородной кислоты, соляной кислоты и гидроксида натрия.

Задача 5

Заполните следующую таблицу:

Таблица 3

pH	2	13	7	9	6	11	4
$[\text{H}^+]$							
$[\text{OH}^-]$							
Характер среды							

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какое явление называют осмосом?
2. В чем заключается закон Вант-Гоффа? К каким растворам применим этот закон.
3. Какие растворы называют изотоническими? Что такое гемолиз и плазмолиз?
4. Приведите разные формулировки 1-го закона Рауля.
5. Каков физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант?
6. Что называется ионным произведением воды?
7. Какие типы сред водных растворов вы знаете?
8. Каковы концентрации ионов водорода и водородный показатель в кислой среде? В щелочной среде? В нейтральной среде?

Лабораторная работа №2

ТЕМА: Определение тепловых эффектов растворения различных веществ в воде. Определение pH среды различными методами.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: установление pH исследуемых растворов с помощью кислотно-основных индикаторов, универсальной индикаторной бумаги, а также при помощи pH-метра; определение связи между концентрацией водородных ионов и pH растворов; научиться определять реакцию среды исследуемого раствора и вычислять концентрацию водородного иона.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: книжки с универсальной индикаторной бумагой, pH-метр, растворы: H_2SO_4 (0,1 М), NaOH (0,1 М), CH_3COOH (0,1 М), индикаторы: метиловый оранжевый, лакмус, фенолфталеин.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Метод 1. Окраска кислотно-основных индикаторов в кислой и щелочной среде.

1. Пронумеруйте три пробирки восковым карандашом и внесите в каждую по 20 капель 0,1 М раствора H_2SO_4 .
2. В другие три пробирки под теми же номерами, но с индексом "а" внесите по 20 капель 0,1 М раствора NaOH .
3. Поместите пробирки в штатив попарно друг за другом: пробирка № 1 с кислотой, пробирка № 1а со щёлочью; затем пробирка № 2 с кислотой, пробирка № 2а со щёлочью; пробирка № 3 с кислотой, пробирка № 3а со щёлочью.
4. Внесите в первую пару пробирок № 1 и № 1а по одной капле исследуемого индикатора - метилового оранжевого, в обе пробирки № 2 и № 2а - по 10 капель лакмуса, а в пробирки № 3 и № 3а - по 1 капле фенолфталеина. Какова окраска взятых вами индикаторов в сильнокислой и в сильнощелочной среде? Запишите свои наблюдения в таблицу 4.

Таблица 4

№ пары пробирок	Индикатор	Наблюдаемая окраска	
		в сильнокислой среде (pH-	в сильнощелочной среде

)	(pH-)

5. Рассчитайте значение pH в 0,1 М растворе H₂SO₄ (сильнокислая среда) и в 0,1 М растворе NaOH (сильнощелочная среда). Запишите рассчитанные значения pH в таблицу.

Метод 2. Определение pH раствора при помощи универсальной индикаторной бумаги.

- От книжки с универсальной индикаторной бумагой оторвите одну полоску и погрузите её на несколько секунд в 0,1 М раствор CH₃COOH. Выньте полоску и сразу же сравните окраску сырой бумаги с цветной шкалой, помещённой на внутренней стороне обложки книжки. Шкала состоит из десяти разноцветных прямоугольников, демонстрирующих изменение цвета универсального индикатора при изменении pH от 1 до 10. Над каждым прямоугольником указано значение pH, соответствующее данному цвету.
- Вычислите концентрацию [H⁺] и укажите pH раствора CH₃COOH.
- Сделайте вывод о значении pH исследуемого раствора.

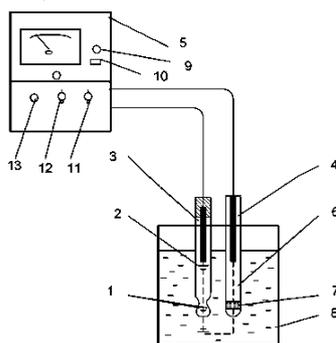
Метод 3. Определение pH при помощи pH-метра.

Точное определение значений pH раствора от 2 до 14 выполняется на приборе pH-метре.

Прибор (рис. 1) состоит из стеклянного электрода 2, представляющего собой трубку с напаянным на конце полым шариком 1 из литиевого электродного стекла, в котором находится внутренний контактный электрод 3, погруженный в раствор, заполняющий внутреннюю часть стеклянной трубки вспомогательного электрода 4, pH-метра 5, электролитического контакта 6 с пористой перегородкой 7 и ванны 8 для испытуемого раствора.

При погружении электрода в раствор между поверхностью шарика электрода и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы лития в поверхностных слоях стекла замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного электрода.

Рисунок 1. Схема измерения pH раствора на приборе типа pH-673 М: 1 – полый шарик из электродного стекла; 2 – стеклянный электрод; 3 – внутренний контактный электрод; 4 – вспомогательный электрод; 5 – pH-метр; 6 – электролитический контакт; 7 – пористая перегородка; 8 – ванна для испытуемого раствора; 9 – индикатор; 10 – кнопка включения прибора; 11 – ручка переключателя рода работ; 12 – ручка переключателя диапазона измерения; 13 – ручка потенциометра температурной компенсации.



- С помощью pH-метра измерьте pH 0,1 моль/л раствора уксусной кислоты.
- Измеренный раствор CH₃COOH разбавьте вдвое, затем полученный раствор снова разбавить в таком же соотношении, каждый раз измеряя pH растворов. Результаты наблюдений занесите в таблицу 5:

Объект исследования	pH
Исходный раствор уксусной кислоты	

Таблица 5

Разбавление 1:2	
Разбавление 1:4	

3. Постройте график зависимости рН от концентрации раствора уксусной кислоты и сделайте заключение о влиянии концентрации на характер среды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Чему равны концентрации $[H^+]$ и $[OH^-]$ в воде при $25^\circ C$?
2. Что называется ионным произведением воды?
3. Чему равно ионное произведение воды при $25^\circ C$?
4. Что называется водородным показателем? По какой формуле можно рассчитать водородный показатель?
5. Какие типы сред водных растворов вы знаете?
6. Каковы концентрация ионов водорода и водородный показатель в кислой среде? В щелочной среде? В нейтральной среде?
7. С помощью каких веществ можно определить среду и рН раствора?
8. Какие вещества называются индикаторами? Какие индикаторы вы знаете?

Лабораторная работа №3

ТЕМА: Исследование процессов адсорбции активированным углем различных веществ из растворов.

ЦЕЛЬ: провести адсорбцию путем различных веществ и ионов, а также выявить влияние природы растворителя на процесс адсорбции.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки, воронки, ступки с пестиком, колбы на 100 мл, фильтровальная бумага, активированный уголь, слабые растворы фуксина и йода, 0,05 %-ные растворы $Pb(NO_3)_2$ и $K_2Cr_2O_7$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. В 2 пробирки налейте по 5 мл, в первую – слабый раствор фуксина, во вторую – раствор йода. В каждую пробирку внесите 0,5 г истолченного активированного угля, взболтайте в течение 5 минут и отфильтруйте. Сохраняется ли окраска фуксина и йода?
2. В 2 пробирки налейте по 10 мл 0,05%-ного раствора нитрата свинца. В первой пробирке при действии раствором $K_2Cr_2O_7$ образуется объемистый осадок $PbCrO_4$. Во вторую пробирку внесите 0,5 г растертого активированного угля, взболтайте в течение 3-5 мин, затем отфильтруйте в чистую пробирку; при действии на фильтрат $K_2Cr_2O_7$ осадок не образуется. Следовательно, вследствие адсорбции ионов свинца в растворе практически нет.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 6:

Таблица 6

№ п/п	Исходные вещества	Наблюдаемые изменения	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое адсорбция и чем она обусловлена?
2. Что такое абсорбция?
3. Обратим ли процесс адсорбции? Дайте определение этого процесса?
4. Практическое значение адсорбции в пищевой промышленности.
5. Примеры применения адсорбции в кулинарной практики.

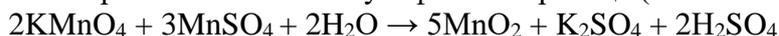
Практическая работа №4

ТЕМА: Составление формул и схем строения мицелл.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: получение коллоидных растворов; составление схем строения и формулы мицелл; определение электронейтрального агрегата и ионогенной части.

Задание 1

Определить строение мицеллы гидрозоля диоксида марганца, который получается в результате восстановления перманганата калия сульфатом марганца (химическая конденсация):



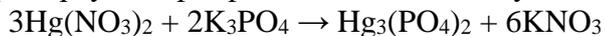
Указать агрегат, ядро и гранулу (стабилизатор MnSO_4).

Задание 2

Написать формулу мицеллы оксалата кальция, который получается в результате реакции между растворами хлорида кальция и оксалатом аммония (стабилизатор $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Задание 3

При взаимодействии нитрата ртути и фосфатом калия был получен золь фосфат ртути:



Написать формулы мицелл, если в избытке $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и K_3PO_4 .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

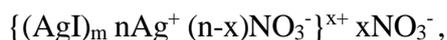
1. Из каких составных частей состоит мицелла?
2. Какие методы получения коллоидных растворов вы знаете?
3. Какие способы очистки золь существуют?

Практическое занятие №3. Составление формул и схем строения мицелл.

Образование и структура коллоидной мицеллы

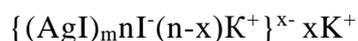
При конденсационном способе получения коллоидных растворов частицы дисперсной фазы в зависимости от условий образования могут приобретать положительный или отрицательный знак заряда. Например, при взаимодействии растворов KI и AgNO_3 одинаковой концентрации, но при избытке AgNO_3 . Вследствие образования осадка AgI по всему объему дисперсионной среды возникают мельчайшие частички иодида серебра, образуя ядро коллоидной мицеллы. Возникшие частицы растут за счет имеющихся в растворе ионов Ag^+ и I^- , чередуясь в последовательности $\text{AgIAgIAgIAg}^+\dots$ до тех пор, пока рост не приостановится из-за недостатка одного из этих ионов. В приведенном примере рост, очевидно, закончится тогда, когда все ионы I^- будут закрыты ионами Ag^+ на поверхности образовавшихся частиц, вследствие чего эта поверхность зарядится положительно. Такие ионы будут называться потенциалопределяющими. По *правилу Панета-Фаянса*, этими ионами могут быть только ионы, входящие в состав ядра и находящиеся в избытке. В данном случае это ион Ag^+ . Ядро мицеллы с роем потенциалопределяющих ионов получило название *агрегат*. Под действием электростатических сил притяжения к положительно заряженной поверхности (агрегату) притягиваются противоположно заряженные ионы из избытка. Рой противоионов, окружающий частицу, состоит из двух качественно неодинаковых слоев. Первый слой состоит из противоионов, находящихся под максимальным воздействием электрического поля частицы, а потому и менее подвижных, второй слой состоит из противоионов, более удаленных от поверхности частицы, а потому более подвижных, в силу чего этот слой ионов и называют подвижным или диффузным.

Такие частицы схематически записываются следующим образом:



где $(\text{AgI})_m$ – ядро коллоидной мицеллы, $n\text{Ag}^+$ – количество потенциалопределяющих ионов, $(n-x)\text{NO}_3^-$ – количество противоионов (компенсирующих) в неподвижном слое, $x\text{NO}_3^-$ – количество противоионов в подвижном (диффузном) слое.

При избытке KI возникает тот же гидрозоля иодида серебра (AgI), но с отрицательно заряженными частицами:



В этих условиях мицелла приобретает следующий вид (рис. 35).

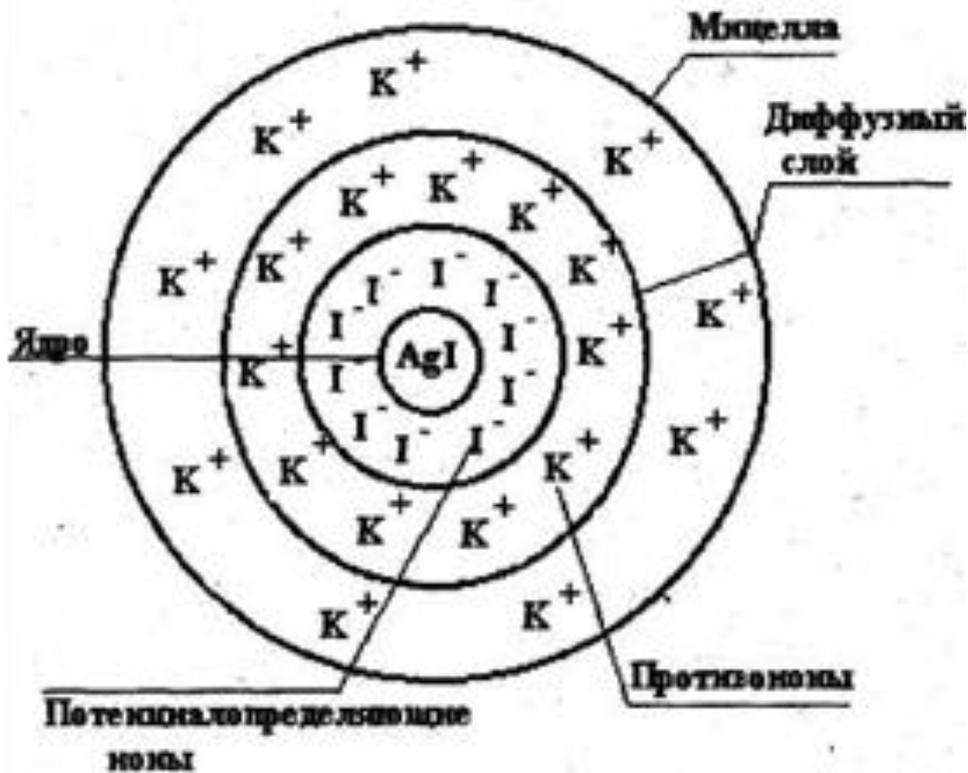


Рис. 35. Мицелла золя иодида серебра, полученного при избытке KI

Распространяя приведенный пример на более широкий ряд подобных явлений, можно вывести следующее правило: при конденсационном пути образования коллоидных частиц они заряжаются знаком того иона, который находится в избытке и который дает малорастворимое соединение с ионом, входящим в состав коллоидной частицы. В полярной дисперсионной среде (вода) мицелла приобретает сольватную оболочку.

Зарядившаяся частица, вместе с роем противоионов, называется *мицеллой*, и является электронейтральной. Ядро мицеллы вместе с потенциалоопределяющими ионами и противоионами неподвижного слоя называется *гранулой*, в отличие от мицеллы она несет электрический заряд.

В коллоидных системах на границе раздела дисперсная фаза - дисперсионная среда возникает *двойной электрический слой* (ДЭС).

Первая теория образования ДЭС была разработана Гельмгольцем, согласно которой двойной электрический слой состоит из двух слоев - один из которых расположен на твердой поверхности - потенциалоопределяющие ионы, другой - в жидкой фазе параллельно поверхности на расстоянии молекулярного порядка от нее - обменные ионы, т.е. характер взаимодействия по типу плоского конденсатора (рис.36). Такая система в целом электронейтральна.

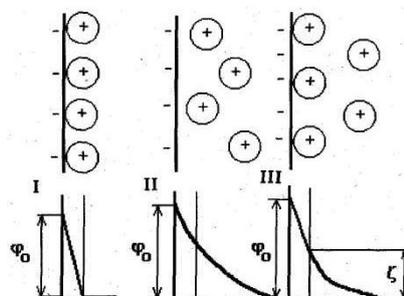


Рис.36. Распределение ионов в двойном электрическом слое («-» – потенциалопределяющие ионы, «+» – противоионы): I – по Гельмгольцу, II – по Гуи и Чэпмену, III – по Штерну (вверху – расположение ионов, внизу – кривые падения потенциала)

Гуи и Чэпмен выдвинули теорию диффузного расположения противоионов. По этой теории противоионы не могут быть сосредоточены только у межфазовой поверхности и образовывать моноионный слой, а рассеяны в жидкой фазе на некотором расстоянии от границы раздела. Такая размытая структура двойного слоя определяется, с одной стороны, электрическим полем у «твёрдой» фазы, стремящимся притянуть эквивалентное количество противоположно заряженных ионов возможно ближе к твердой поверхности, а с другой стороны, тепловым движением ионов, вследствие которого противоионы стремятся рассеяться во всем объеме жидкой фазы. В зависимости от преобладания той или иной силы состояние противоионов оказывается неодинаковым. Действие электрического поля в непосредственной близости от межфазной границы преобладает, с удалением от нее сила поля ослабевает и проявляется все сильнее тепловое движение, рассеивающее противоионы двойного слоя, вследствие чего концентрация противоионов падает и становится равной концентрации тех же ионов, находящихся в жидкой фазе. Таким образом, возникает диффузный слой противоионов, связанных с твердой поверхностью, находящийся с ней в динамическом равновесии (рис.36 II).

Штерном была предложена схема строения ДЭС, в которой он объединил схемы Гельмгольца и Гуи - Чэпмена. Согласно Штерну, первый слой противоионов притягивается к твердой поверхности под влиянием как электростатических, так и адсорбционных сил, частично компенсируя φ_0 - потенциал поверхности. В результате этого часть противоионов удерживается поверхностью на очень близком расстоянии, слой порядка 1 - 2 молекул, образуя плоский конденсатор (по теории Гельмгольца). Противоионы, необходимые для полной компенсации потенциалопределяющих ионов, в результате теплового движения образуют диффузную часть двойного слоя. Толщина этого слоя может быть значительной и зависит от свойств и состава системы (рис. 36 III). В настоящее время наиболее распространенной является схема ДЭС по Штерну.

Разность потенциалов между твердой поверхностью коллоидной частицы (ядро с роем потенциалопределяющих ионов) и раствором (два слоя противоионов), называется *термодинамическим* или *полным* – φ_0 – потенциалом, величина его определяет размер мицеллы (кинетическую устойчивость).

Потенциал, который возникает на границе неподвижного и диффузного слоев противоионов, называется *электрокинетическим* или *дзета-потенциалом* (ζ). ζ – потенциал определяет агрегативную устойчивость коллоидной системы.

В то время как термодинамический потенциал представляет собой падение потенциала во всем двойном электрическом слое, электрокинетический потенциал - это падение потенциала в диффузной части ДЭС. Величина ζ – потенциала находится в прямой зависимости от степени размытости ДЭС, т.е. от его толщины; толщина ДЭС тем больше, чем меньше концентрация электролита в золе (рис. 37).

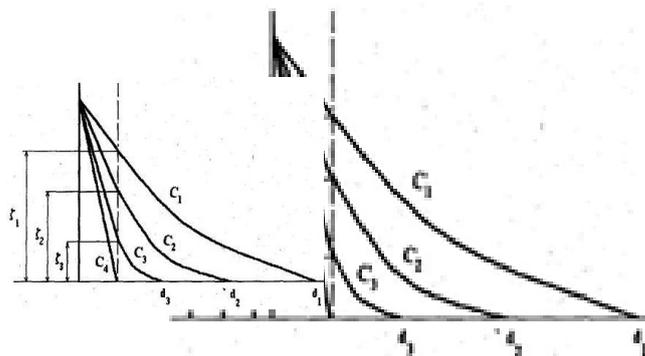


Рис. 37. Зависимость ζ - потенциала и толщины диффузного слоя от концентрации электролита C ($C_4 > C_3 > C_2 > C_1$), d - размер диффузного слоя противоионов

Величина ζ – потенциала зависит от многих факторов, таких как температура, pH среды, концентрации электролита и золя и других. Экспериментально величину и знак ζ – потенциала можно определить по передвижению коллоидных частиц (*электрофорез*) или по передвижению дисперсионной среды (*электроосмос*) в электрическом поле. Эти явления получили название электрокинетических явлений I порядка (под действием электрического поля движется дисперсная фаза или дисперсионная среда).

Электрокинетические явления II порядка – это потенциал течения и потенциал оседания (под действием движения дисперсной фазы или дисперсионной среды возникает электрический ток).

Экспериментальная часть

Задание 1. Получение гидрозоля гидроксида железа конденсационным методом (метод гидролиза)

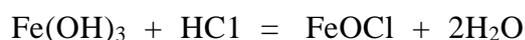
В тщательно вымытой конической колбе емкостью 250 мл нагревают до кипения 100 мл дистиллированной воды. Затем в кипящую воду по каплям добавляют 10 мл 2% раствора хлорида железа (III) и кипятят раствор еще несколько минут.

После прибавления к кипящей воде раствора хлорида железа (III) образуется коллоидный раствор гидроксида железа, окрашенный в интенсивно красно-коричневый цвет.

Реакция получения гидроксида железа (III) идет по схеме:



Поверхностные молекулы агрегата $\text{Fe}(\text{OH})_3$ вступают в химическое взаимодействие с HCl :



Образующиеся в результате этой реакции молекулы хлороксида железа, подвергаясь электролитической диссоциации, образуют ионы



Таким образом, строение мицеллы гидроокиси железа можно изобразить следующим образом:



Как видно из схемы строения мицеллы, золь гидроксида железа (III) заряжен положительно.

Аналогичный опыт проделайте с холодной водой и ответьте, почему в этом случае не образуется коллоидный раствор.

Задание 2. Оптические свойства коллоидных растворов. Испытание на коллоидность полученных растворов

Яркий луч света, пропущенный в совершенно однородную среду (истинные растворы) не обнаруживается в этой среде. Наоборот, при прохождении такого луча через неоднородную среду (коллоидные растворы), его путь, при наблюдении сбоку, обозначается на всем протяжении в виде светлого конуса, называемого конусом Тиндаля.

Полученные растворы, помещенные в кюветки с плоскопараллельными стенками, ставят на пути прохождения луча от источника света. В случае прохождения света через коллоидный раствор наблюдается яркая полоса, образованная совокупностью частиц дисперсной фазы, рассеивающих падающий на них свет. При прохождении того же пучка света через истинный раствор эффекта Тиндаля не наблюдается.

Определяют по наличию или отсутствию эффекта Тиндаля коллоидные и истинные растворы в сосудах с плоскопараллельными стенками № 1-6 и записывают в рабочую тетрадь.

Задание 3. Очистка коллоидных растворов (диализ)

Диализ основан на способности некоторых полупроницаемых мембран (животных, растительных или приготовленных искусственно) пропускать истинные растворы и не пропускать коллоидные. Диализ проводят в особых приборах - диализаторах. Для диализа небольших количеств растворов применяются пергаментные, коллодиевые мешки, свиные или рыбьи пузыри. Диализаторы состоят из двух сосудов - внутреннего и внешнего. Внутренний сосуд предназначен для диализируемой жидкости и весь или частично (дно) состоит из полупроницаемой мембраны. Внешний сосуд предназначен для растворителя и представляет собой сосуд большого размера.

Полученный гидрозоль гидрата окиси железа (III) выливают в подготовленный диализатор и погружают его в сосуд с дистиллированной водой. Возникшие в процессе образования гидрозоля ионы H^+ и Cl^- будут проникать через полупроницаемую мембрану, а ионы Cl^- дают специфическую реакцию с раствором AgNO_3 (выпадает белый осадок). Диализ следует вести до исчезновения реакции на хлор-ионы.

Задание 4. Наблюдение броуновского движения частиц приготовленного золя при помощи ультрамикроскопа

Под руководством преподавателя наносят на предметное стекло каплю гидрозоля, накрывают покровным стеклом, ставят в поле зрения ультрамикроскопа и наблюдают движение коллоидных частиц.

При наблюдении броуновского движения можно заметить, что чем мельче частички, тем в более интенсивном движении они находятся, поэтому они менее подвержены влиянию земного притяжения и, следовательно, больше времени находятся в равномерном распределении по всему объему дисперсионной среды.

Время сохранения равномерного распределения частиц дисперсной фазы по всему объему дисперсионной среды характеризует кинетическую устойчивость данной коллоидной системы.

**Задание 5. Электрокинетические свойства коллоидных систем.
Определение знака заряда и величины ζ -потенциала гидрофобных коллоидов
электрофоретическим методом**

1. Приготовление золя хлорида серебра (метод реакции двойного обмена).

В колбу емкостью 100 мл наливают определенный объем (полученный по заданию преподавателя) 0,02 н раствора азотнокислого серебра. К этому раствору небольшими порциями и при непрерывном и энергичном встряхивании приливают определенное преподавателем количество 0,02н хлорида калия. В приготовленном золе хлорида серебра методом электрофореза определяют величину и знак электрокинетического потенциала.

2. Определение катода и анода источника тока.

Определяют катод и анод источника тока. Для этого на стеклянную пластинку помещают фильтровальную бумажку и смачивают её небольшим количеством насыщенного раствора KCl и каплей фенолфталеина. Вилку шнура включают в сеть. Прикасаются двумя электродами к смоченной фильтровальной бумаге, обнаруживают и помечают катод по розовой окраске фенолфталеина вокруг него (не допускать соприкосновения электродов, так как это вызовет короткое замыкание).

3. Определение ζ -потенциала методом электрофореза.

Приготовленным гидрозолем хлорида серебра заполняют электрофоретическую трубку (рис. 38): через воронку (В) наливают небольшую порцию гидрозоль. Осторожно открывают кран (К) так, чтобы гидрозоль заполнил отверстия крана, не выступая из него, следя за тем, чтобы в трубке не образовались пузырьки воздуха, после чего кран закрывают. Через одно из колен U-образной трубки наполняют её надстиляющей жидкостью до половины. Затем заполняют воронку оставшимся гидрозолем, следя за тем, чтобы в трубке не образовались пузырьки воздуха. Вставляют электроды в отверстия колен U - образной трубки и измеряют расстояние l между электродами вдоль трубки по пути прохождения электрического тока (величина l написана на воронке).

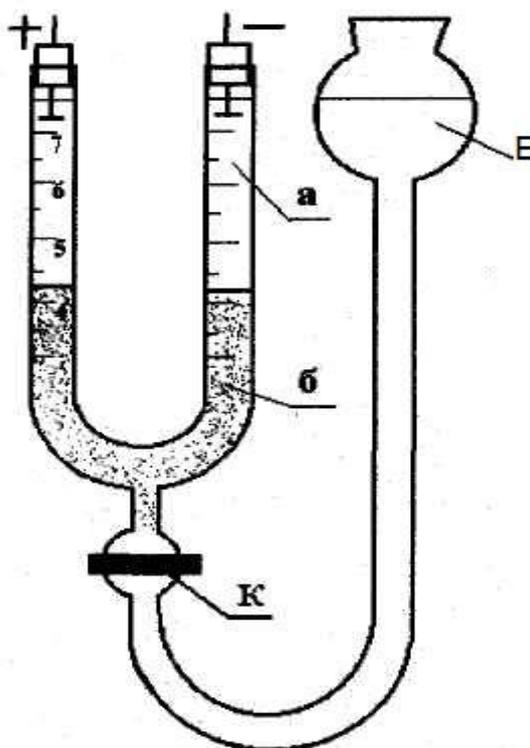


Рис. 38. Электрофоретическая трубка:
В - воронка; К - кран; а - надстиляющая жидкость; б — гидрозоль.

Постепенно открывают кран. Вследствие разности уровней в трубке и воронке гидрозоль начнет медленно поступать в трубку. Чем медленнее поднимается гидрозоль, тем резче будет граница между ним и надстиляющей жидкостью. При правильном заполнении электрофоретической трубки электроды должны быть погружены в надстиляющую жидкость приблизительно на 0,5 см, а граница раздела - находиться в пределах градуированной части трубки.

После заполнения трубки кран закрывают и записывают положение границы золя и надстиляющей жидкости в катодном и анодном коленах в таблицу 30. Включают электроды в розетку и пропускают через трубку постоянный ток в течение 5 мин. В процессе прохождения тока по вольтметру фиксируют электродвижущую силу.

Через 300 секунд выключают ток и вновь записывают положение границ раздела в таблицу 36. Вычисляют величину ζ - потенциала по уравнению

$$\zeta = \frac{6\pi\eta}{\varepsilon} \times \frac{S}{\tau} \times \frac{\ell}{E}$$

где η - вязкость дисперсионной среды, ε - диэлектрическая проницаемость, l - расстояние между электродами (см), E - электродвижущая сила (В), S - расстояние (см), пройденное дисперсной фазой за время τ (с).

Таблица 36

Результаты определения ζ - потенциала

положение границ раздела, см				смеще ние, S, см	вре мя, t, сек	E, В	l, см	ζ - потенци ал	знак заряда
до прохожде ния тока		после прохожде ния тока							
катод	анод	катод	анод						

После подстановки постоянных величин уравнение принимает вид

$$\zeta = 209 \times \frac{S}{\tau} \times \frac{\ell}{E}$$

Смещение золя S равно полусумме расстояний, пройденных дисперсной фазой в катодном и анодном коленах U - образной трубки.

Знак заряда коллоидных частиц противоположен знаку заряда того электрода, по направлению к которому смещался золь.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и степени дисперсности.
2. Классификация коллоидных систем по степени взаимодействия частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой.
3. Методы получения и очистки коллоидных систем.
4. Что такое пептизация?
5. Почему гидрофобные коллоидные системы термодинамически неустойчивые?
6. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем.
7. Теория двойного электрического слоя по Штэрну.
8. Строение коллоидной мицеллы.

Лабораторная работа №4

ТЕМА: Получение устойчивых эмульсий и пен, выявление роли стабилизаторов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение устойчивости различных эмульсий; выявление зависимости максимального объёма пены от концентрации пенообразователя; определение изменения пены во времени.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: мерный цилиндр с притёртой пробкой на 50-100 см³, бензол, растительное масло, бура Na₂B₄O₇·10H₂O, жидкое мыло, 2%-ный раствор мыла.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Опыт 1. Приготовление эмульсий бензола и масла в воде.

1. Налейте в четыре пробирки до половины их объёма воду.
2. В первую пробирку добавьте 8-10 капель бензола, во вторую 8-10 капель растительного масла, закройте пробирки пробками, несколько раз энергично встряхните и поставьте в штатив.
3. В третью пробирку добавьте 5 капель 2%-ного раствора мыла и 8-10 капель бензола, также энергично перемешайте содержимое пробирки и поставьте её в штатив.
4. В четвёртую пробирку насыпьте 3 микрошпателя буры Na₂B₄O₇·10H₂O, встряхните её до полного растворения соли. Добавьте 8-10 капель масла и после сильного взбалтывания (2-3 мин) поместите в штатив.
5. В каких пробирках эмульсия быстро расслаивается? Какой вывод можно сделать об устойчивости эмульсии в остальных пробирках? Какую роль играют мыло и бура? Объясните их влияние на стабильность эмульсии.

Опыт 2. Получение пены.

1. В цилиндр ёмкостью 50-100 см³ налейте 10 мл воды и 1 мл жидкого мыла.
2. Встряхивайте эту смесь в течение 15-20 сек.
3. После прекращения встряхивания включите секундомер, одновременно отметив объём образовавшейся пены. Наблюдайте изменение объёма во времени.
4. Затем повторите этот опыт при разбавлении раствора в 2 и 4 раза. Полученные результаты запишите в таблицу 6 и постройте графики:
 - а) зависимости максимального объёма образовавшейся пены от концентрации пенообразователя;
 - б) изменения объёма пены во времени.

Таблица 7

Концентрация пенообразователя					
C ₁		C ₂ =C ₁ /2		C ₃ =C ₁ /4	
Время, сек.	Объём пены, V, см ³	Время, сек.	Объём пены, V, см ³	Время, сек.	Объём пены, V, см ³

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие системы относят к грубодисперсным системам? Что общего у них с коллоидными системами?
2. Что такое эмульсия? Какова их классификация?
3. Объясните причину неустойчивости эмульсий.
4. Нарисуйте схему расположения молекул эмульгатора на капельке дисперсной фазы в эмульсиях М/В и В/М.
5. В чем сущность явления обращения фаз эмульсии?

Лабораторная работа №5

ТЕМА: Изучение процессов набухания и студнеобразования крахмала, желатина и различных видов зерен.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с процессами набухания; исследование влияния различных факторов на студнеобразование.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: мерные цилиндры, пробирки, термометр, водяная баня, термостат; 3%-ный и 5%-ный растворы желатины, 0,1 М растворы HCl и NaOH, 1 М растворы солей K₂SO₄, KCl, KI, KCNS.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Опыт 1. Кинетика набухания зерна.

1. Зерновые культуры (пшеница, рис) насыпают в каждый мерный цилиндр одинакового диаметра (~ $\frac{1}{3}$) так, чтобы во всех цилиндрах было одинаковое количество зерна по высоте.
2. Наливают дистиллированную воду, чтобы вместе с зерном цилиндры были заполнены на $\frac{3}{4}$ объема.
3. Наблюдения за процессом набухания проводят в течение 40-50 мин. Полученные данные заносят в таблицу 8 по образцу:

Таблица 8

Зерно	Условный объем набухающего зерна за время, мин					
	0	10	20	30	40	50
Пшеница						
Рис						

4. На основании экспериментальных данных строят график кинетики набухания.

Опыт 2. Влияние кислот и щелочей на студнеобразование.

1. В три пронумерованных пробирки вносят по 5 мл теплого 3%-ного раствора желатины.
2. Затем приливают по 1 мл – в первую пробирку дистиллированную воду, во вторую – 0,1 М раствора HCl, в третью – 0,1 М раствора NaOH.
3. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и ставят на 10 мин в водяную баню с температурой 40-50°C.
4. После этого пробирки помещают в термостат с температурой +10°C; замечают время начала отсчета.
5. Периодически вынимая пробирки из термостата, наблюдают за образованием студня. Моментом образования студня считают время, начиная с которого раствор желатины не выливается при переворачивании пробирки.
6. Данные опыта записывают в таблицу 9 и, вычисляя время застудневания каждого раствора.

Таблица 9

№ пробирки	Объем 3% раствора желатины, мл	Прибавляемый раствор, мл	Время образования студня, мин.	Время застудневания, мин.
1	5	H ₂ O		
2	5	HCl		
3	5	NaOH		

Опыт 3. Влияние солей на студнеобразование.

1. В шесть пронумерованных пробирок наливают по 2,5 мл теплого 5%-ного раствора желатины.
2. В каждую из них прибавляют по 2,5 мл 1 М растворов солей калия.
3. Пробирки помещают в термостат с температурой +10°C, внимательно наблюдают за растворами, стараясь не пропустить начало застудневания.
4. Данные о времени студнеобразования заносят в таблицу 10 и делают вывод о влиянии природы анионов на скорость студнеобразования.

Таблица 10

№ пробирки	Объем 5%-ного раствора желатины, мл	Прибавляемый раствор по 2,5 мл	Время образования студня, мин.	Время застудневания τ, мин
1	2,5	K ₂ SO ₄		

3	2,5	KCl		
4	2,5	KI		
5	2,5	KCNS		
6	2,5	H ₂ O		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие вещества относят к высокомолекулярным соединениям?
2. Что называют набуханием?
3. Что понимают под степенью набухания?
4. Какие системы называются студнями?
5. Какие факторы влияют на структурообразование?

Лабораторная работа №6

ТЕМА: Первая аналитическая группа катионов. Проведение частных реакций катионов второй аналитической группы. Анализ смеси катионов второй аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов первой аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: платиновая проволока, горелка, полумикропробирки, стеклянная палочка, фарфоровая чашка. Растворы: хлорид калия, нитрат натрия, нитрат аммония, уксусная кислота, гексанитрокобальтат натрия, гексагидроксостибиат калия, реактив Несслера.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакция катиона калия K⁺:

В полумикропробирке к 2-3 каплям раствора соли калия, подкисленного 2 каплями уксусной кислоты, добавляют 2-3 капли гексанитрокобальтата (III) натрия Na₃[Co(NO₂)₆]. Перемешать палочкой.

2. Реакция катиона натрия Na⁺:

К 2 каплям раствора соли натрия добавляют 3 капли гексагидроксостибиата (V) калия K[Sb(OH)₆]. Пробирку с испытуемым раствором охлаждают под струей воды, одновременно потирая палочкой внутренние стенки пробирки.

3. Реакция иона аммония NH₄⁺:

В полумикропробирку вносят 1 каплю раствора соли аммония, добавляют 5-10 капель воды и 3-4 капли реактива Несслера.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 11:

Таблица 11

Частные реакции катионов первой группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №7

ТЕМА: Проведение частных реакций катионов третьей и четвертой аналитической группы. Анализ смеси катионов третьей и четвертой аналитических групп.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение испытания на присутствие катионов первой аналитической группы в анализируемом растворе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: платиновая проволока, горелка, полумикропробирки, стеклянная палочка, фарфоровая чашка. Растворы: хлорид калия, нитрат натрия, нитрат аммония, уксусная кислота, гексанитрокобальтат натрия, гексагидроксостибиат калия, реактив Несслера.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Испытание на присутствие иона NH₄⁺:

В пробирку помещают 1-2 капли испытуемого раствора и добавляют 3-4 капли реактива Несслера. Выпадение красно-бурого осадка указывает на присутствие в растворе солей аммония.

2. Удаление ионов аммония NH_4^+ :

2.1. 1 мл испытуемого раствора переливают в маленькую фарфоровую чашку, осторожно выпаривают досуха и прокаливают сначала на небольшом, а затем на сильном огне до полного разложения аммонийных солей (необходимо проводить под тягой). После прекращения выделения белых паров остаток в чашке прокаливают еще 10-15 мин, охлаждают и добавляют немного дистиллированной воды, обмывая стенки чашки из промывалки.

2.2. 2 капли раствора помещают в пробирку и добавляют 3-4 капли реактива Несслера.

Отсутствие красно-бурого осадка указывает на полное удаление солей аммония. Если соли аммония удалены не полностью, то раствор снова упаривают досуха и прокаливают.

Когда соли аммония удалены полностью, в растворе можно проводить испытание на присутствие ионов Na^+ и K^+ .

3. Испытание на присутствие ионов Na^+ :

К испытуемому раствору добавляют 5 капель раствора $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Реакцию проводят на холоду под струей воды, потирая стеклянной палочкой по стенкам пробирки. Выпадение белого кристаллического осадка указывает на присутствие в растворе ионов натрия.

4. Испытание на присутствие ионов K^+ :

В пробирку помещают 3 капли испытуемого раствора и 2-3 капли гексанитрокобальтата (III) натрия $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. Выпадение желтого кристаллического осадка указывает на присутствие ионов калия.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 12:

Таблица 12

Контрольная задача на катионы первой группы

№ п/п	Операция	Реактив	Уравнение реакции	Наблюдаемое изменение	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прежде чем проводить в испытуемом растворе открытие ионов натрия, присутствие какого иона необходимо проверить?
2. При действии на испытуемый раствор реактива Несслера образовался красно-бурый осадок. На присутствие какого иона это указывает?
3. Как удалить аммонийные соли из раствора?
4. Напишите уравнение реакции разложения хлорида аммония NH_4Cl при нагревании.

Проведение частных реакций катионов второй аналитической группы.

1. Реакции катиона свинца Pb^{2+} :

1.1. В пробирку поместить 2 капли раствора нитрата свинца (II) и добавить 2 капли хлороводородной кислоты. К раствору с осадком добавить 0,5 мл дистиллированной воды и нагреть смесь на водяной бане. Наблюдайте растворение осадка и постепенное его выпадение при охлаждении раствора.

1.2. К 2 каплям раствора нитрата свинца (II) добавить 2 капли раствора иодида калия. В полученный раствор с осадком добавить 0,5 мл воды и 3-4 капли разбавленной уксусной кислоты; нагреть смесь на кипящей водяной бане в течение 2 мин. Затем охладить содержимое пробирки под струей воды. Растворившийся осадок иодида свинца вновь выпадает в виде красивых золотистых чешуек.

1.3. К 2 каплям раствора соли свинца (II) добавить 2 капли раствора хромата калия и наблюдайте выпадение осадка.

2. Реакции катиона серебра Ag^+ :

2.1. В пробирку поместить 2 капли раствора нитрата серебра, добавить к нему 2 капли разбавленной хлороводородной кислоты. К раствору с осадком добавить 5 капель концентрированного раствора аммиака и встряхнуть смесь до растворения осадка.

2.2. К 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли иодида калия и наблюдайте выпадение осадка.

2.3. К 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли раствора хромата калия и наблюдайте выпадение осадка.

3. Реакции катиона ртути (I) Hg_2^{2+} :

3.1. К 2 каплям раствора нитрата ртути (I) добавить 2 капли разбавленной хлороводородной кислоты. Наблюдайте выпадение аморфного белого соединения. К раствору с осадком добавить 3 капли раствора аммиака. Наблюдайте почернение осадка.

3.2. К 2 каплям раствора нитрата ртути (I) добавьте 2 капли раствора иодида калия. Наблюдайте выпадение осадка болотно-зеленого цвета.

3.3. 2 капли раствора нитрата ртути (I) поместить в пробирку, нагреть на водяной бане и добавить 2 капли хромата калия. Наблюдайте выпадение осадка красно-бурого цвета.

Запишите наблюдения и уравнения реакции в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 13.

Таблица 13

Частные реакции катионов второй группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Проведение частных реакций катионов третьей аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов третьей аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки. Растворы: хлорида бария, хлорида кальция, карбоната аммония, аммиака, разбавленной серной кислоты, соляной кислоты, хромата калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакции катиона бария Ba^{2+} :

1.1. К 1 капле раствора соли бария добавить 1 каплю разбавленной серной кислоты.

1.2. Смешайте в пробирке по 5 капель растворов хлорида бария и хромата калия K_2CrO_4 . Полученный осадок разделите на 2 пробирки.

1.3. В первую пробирку с осадком добавьте 2-3 мл раствора HCl , а в другую – 2-3 мл раствора CH_3COOH . Осадок хромата бария растворяется только в сильных кислотах (кроме H_2SO_4), но не растворяется в уксусной кислоте.

2. Реакции катиона кальция Ca^{2+} :

2.1. К 3 каплям раствора соли кальция добавить 3-4 капли разбавленной серной кислоты. К помутневшему раствору прилить 8-10 капель этилового спирта. Наблюдайте выделение осадка.

2.2. В пробирку поместить 2 капли раствора соли кальция, добавить 1 каплю разбавленного раствора аммиака и 2 капли раствора карбоната аммония.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 15.

Таблица 15

Частные реакции катионов третьей группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Проведение частных реакций катионов четвертой аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: центрифужные пробирки, пипетки, водяная баня, хлорид аммония. Растворы: сульфида аммония, щелочи, гексацианоферрата калия (II), хлорида хрома (III), пероксида водорода, хлорида цинка, хлорида алюминия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакции катиона хрома (III) Cr^{3+} :

1.1. К 2 каплям раствора соли хрома (III) добавить 1 каплю раствора щелочи, а затем еще несколько капель. Наблюдайте выпадение и последующее растворение осадка.

1.2. В пробирку поместить 2 капли раствора соли хрома (III) и добавить несколько капель щелочи (образующийся осадок гидроксида хрома должен раствориться). Прибавьте 3 капли раствора пероксида водорода и слегка подогрейте на водяной бане. Наблюдайте переход окраски из зеленой в желтую.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу.

2. Реакции катиона цинка Zn^{2+} :

2.1. К 2 каплям раствора соли цинка добавить сначала 1 каплю раствора щелочи, а затем его избыток. Наблюдайте выпадение и последующее растворение осадка.

2.2. К 2 каплям раствора соли цинка добавить 2 капли раствора сульфида аммония.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу.

3. Реакции катиона алюминия Al^{3+} :

3.1. К 2 каплям раствора соли алюминия прибавьте сначала 1 каплю раствора щелочи, а затем избыток ее. Наблюдайте выпадение осадка и последующее его растворение.

3.2. К 2 каплям раствора соли алюминия добавьте избыток раствора щелочи до растворения выпавшего осадка гидроксида. К полученному раствору добавьте сухой хлорид аммония. Пробирку несколько раз встряхните, нагрейте на водяной бане и наблюдайте выпадение осадка.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 17.

Таблица 17

Частные реакции катионов четвертой группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №8. Проведение частных реакций анионов первой, второй, третьей групп. Анализ сухой соли.

ТЕМА: Анализ сухой соли.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проводить анализ неизвестного вещества, обобщая результаты химического эксперимента, формулировать выводы по принадлежности катионов и анионов соответствующей группе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки, растворы: HCl , H_2SO_4 , NaOH , BaCl_2 , AgNO_3 , $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$, реактив Несслера, K_2CrO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_3 , H_2O_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, NH_4Cl , H_2SO_4 (конц), FeSO_4 .

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Определение группы катиона.

1. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 3-4 капли HCl . Выпадение осадка указывает на то, что катион относится ко второй группе.

2. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 5 капель этилового спирта и 3 капли 2 Н H_2SO_4 . Выпадение осадка указывает на присутствие катиона третьей группы.

3. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 2 капли раствора NaOH . В случае образования осадка добавить еще 3-4 капли, перемешать и наблюдайте, не растворился ли осадок. Если осадок растворился, катион относится к четвертой группе.

4. Если не с одним групповым реактивом испытуемый раствор не дает осадка, то катион принадлежит к первой группе.

II. Определение катиона.

Установив группу, к которой принадлежит катион испытуемого вещества, определите, какой именно катион входит в состав соли. Присутствие того или иного катиона проверяется наиболее характерной для него реакцией (проводить систематический анализ нет необходимости, так как катион один).

Во избежание ошибки необходимо помнить о последовательности определения катионов, если определяемый катион относится к первой или третьей группам. При несоблюдении последовательности открытия легко можно один катион принять за другой (если катион относится ко второй и четвертой группам, последовательность открытия может быть любой).

III. Определение аниона.

1. В пробирку поместите 2 капли испытуемого раствора и добавьте 2 капли BaCl_2 . Выпадение осадка указывает на присутствие аниона первой группы.

2. Если BaCl_2 не дал осадка, то проводите испытание на присутствие аниона второй группы. Для этого 2 капли испытуемого раствора подкислите 2 каплями разбавленной азотной кислоты и добавьте 1-2 капли раствора AgNO_3 . Выпадение осадка указывает на присутствие аниона второй группы.

3. Если осадок не образуется ни с BaCl_2 , ни с AgNO_3 , то определяемый анион относится к третьей группе.

4. Установив, к какой группе относится анион испытуемого вещества, определите, какой именно анион входит в состав определяемой соли. Для этого проделайте проверочные реакции на анионы данной группы. Во избежание ошибок уделите внимание растворимости осадков серебряных и бариевых солей.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 20:

Таблица 20

№

п/п	Операция	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции	Заключение
-----	----------	---------	-----------------------	-------------------	------------

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие катионы входят в состав первой, второй, третьей и четвертой аналитических групп?
2. Какие реактивы являются групповыми на первую, вторую, третью и четвертую аналитические группы катионов?
3. Прежде чем проводить в испытуемом растворе открытие ионов натрия, присутствие какого иона необходимо проверить?
4. При действии на испытуемый раствор реактива Несслера образовался красно-бурый осадок. На присутствие какого иона это указывает?
5. Какие реакции являются характерными для катионов первой группы?
6. Какие реакции являются характерными для катионов второй группы?
7. Какая реакция является характерной для катиона бария?
8. В чем растворяется осадок хромата бария?
9. Какая реакция является характерной для катиона кальция?
10. Охарактеризуйте действие группового реактива на катионы четвертой группы?
11. Какие анионы относятся к первой, второй и третьей аналитическим группам?
12. Какой групповой реактив является для анионов первой группы?
13. У какого аниона первой группы бариевая соль не растворяется в кислотах?
14. Какой групповой реактив у второй группы анионов?
15. Как доказать, что белый осадок, полученный после прибавления AgNO_3 , является осадком AgCl ?
16. Как выявить присутствие анионов NO_3^- и NO_2^- ?

Практическая работа № 5

ТЕМА: Решение задач на правило произведения растворимости..
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: освоение методики Решение задач на правило произведения растворимости.

Пример 1. Определение условий выпадения осадка. Образуется ли осадок CaCO_3 при смешивании равных объемов 0,02 М растворов хлористого кальция и углекислого натрия? ($\text{Pr}(\text{CaCO}_3) = 1,0 \cdot 10^{-3}$)

Решение: При смешении равных объемов растворов CaCl_2 и Na_2CO_3 объем смеси увеличивается в 2 раза, а концентрация каждого из ионов уменьшается в 2 раза. Следовательно,

$$[\text{CaCl}_2] = [\text{Ca}^{+2}] = 0,02 \cdot 0,5 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

$$[\text{Na}_2\text{CO}_3] = [\text{CO}_3^{2-}] = 0,2 \cdot 0,5 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

Откуда $[\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot 10^{-4}$. Осадок образуется, так как $1,0 \cdot 10^{-3} < 1 \cdot 10^{-4}$.

Пример 2. Вычисление концентрации ионов малорастворимого электролита в его насыщенном растворе.

Произведение растворимости BaF_2 при 18°C равно $1,7 \cdot 10^{-6}$. Рассчитайте концентрацию ионов Ba^{+2} и F^- в насыщенном растворе BaF_2 при этой температуре.

Решение: BaF_2 диссоциирует по уравнению $\text{BaF}_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{+2} + 2\text{F}^-$. При диссоциации BaF_2 ионов F^- ¹ получается в 2 раза больше, чем ионов Ba^{+2} . Следовательно, $[\text{F}^{-1}] = 2[\text{Ba}^{+2}]$. Произведение растворимости соли $\text{Pr}(\text{BaF}_2) = [\text{Ba}^{+2}] \cdot [\text{F}^{-1}]$. Выразим концентрацию ионов Ba^{+2} , тогда

$$\text{Pr}(\text{BaF}_2) = [\text{Ba}^{+2}] \cdot 2 \cdot [\text{Ba}^{+2}]^2 = 4[\text{Ba}^{+2}]^3 = 1,7 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Концентрация ионов } [\text{Ba}^{+2}] \text{ равна: } [\text{Ba}^{+2}] = \sqrt[3]{1,7 \cdot 10^{-6} / 4} = 0,75 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1};$$

$$\text{Концентрация ионов } \text{F}^{-1} \text{ равна: } [\text{F}^{-1}] = 0,75 \cdot 10^{-2} \cdot 2 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1};$$

Пример 3. Вычисление произведения растворимости малорастворимого электролита.

Растворимость Ag_3PO_4 в воде при 20°C равна 0,0065 г·л⁻¹. Рассчитайте значение произведения растворимости.

Решение. Растворимость Ag_3PO_4 в моль·л⁻¹ равна:

$$P = 6,5 \cdot 10^{-3} / 418,58 = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

При диссоциации 1 моль Ag_3PO_4 образует 3 моль ионов Ag^+ . 1 моль ионов PO_4^{3-} , поэтому концентрация ионов PO_4^{3-} равна растворимости Ag_3PO_4 , а концентрация иона Ag^+ в 3 раза больше, т.е.

$$C[\text{PO}_4^{3-}] = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}. [\text{Ag}^+] = 3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5}.$$

Произведение растворимости Ag_3PO_4 равно:

$$\text{Pr} = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}] = (4,8 \cdot 10^{-5})^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} = 110,6 \cdot 10^{-15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} = 1,77 \cdot 10^{-18}.$$

Пример 4. Определение условий одновременного выпадения осадков солей из раствора.

При каком соотношении концентрации ионов $Zn^{+2}Cd^{+2}$ в растворе прибавление к нему раствора Na_2CO_3 вызывает одновременное осаждение карбонатов этих ионов? $PP_{(ZnCO_3)} = 6 \cdot 10^{-11}$

Решение. Концентрацию вводимых карбонат-ионов обозначим через $[CO_3^{2-}]$, тогда

$$[Zn^{+2}] = PP_{(ZnCO_3)} / C(CO_3^{2-}), [Cd^{+2}] = PP_{(CdCO_3)} / [CO_3^{2-}].$$

$$[Zn^{+2}] / [Cd^{+2}] = PP_{(ZnCO_3)} / PP_{(CdCO_3)} = 6 \cdot 10^{-11} / 2,5 \cdot 10^{-14} = 2,4 \cdot 10^3 = 2400$$

Карбонаты цинка и кадмия будут выпадать одновременно из раствора, если $[Zn^{+2}] > [Cd^{+2}]$ в 2400 раз. Если отношение $[Zn^{+2}] / [Cd^{+2}] > 2400$, то первым из раствора будет выпадать $ZnCO_3$, до тех пор, пока отношение $[Zn^{+2}] / [Cd^{+2}]$ не будет равным 2400. И только после этого начнется одновременное выпадение осадков. Если же отношение концентрации ионов цинка и кадмия меньше 2400, то первым начнет осаждаться карбонат кадмия. Осаждение карбоната кадмия будет протекать до тех пор, пока отношение $[Zn^{+2}] / [Cd^{+2}]$ не достигнет значения, при котором $ZnCO_3$ и $CdCO_3$ будут осаждаться одновременно.

Практическая работа №6

ТЕМА: Вычисления в весовом и объемном анализе. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Определение нормальности и титра раствора

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: вычисления в весовом методе, используя знания операций гравиметрического анализа.

Задача 1

Вычислить процентное содержание железа в сплаве, если масса гравиметрической формы Fe_2O_3 0,8000 г, навеска сплава, взятая для гравиметрического анализа 0,5600 г.

Задача 2

Сколько граммов салициловой кислоты $C_6H_4(OH)COOH$ содержалось в растворе, если при определении ее гравиметрическим методом масса гравиметрической формы $C_{12}H_4O_2I_4$ равна 0,5780 г.

Задача 3

В тигель весом 16,0472 г взята навеска хлеба для определения гигроскопической влаги. Затем при анализе были получены следующие данные (в г):

Вес тигля с навеской = 18,0634 г

Вес тигля с навеской после высушивания при $105^\circ C = 17,9421$ г.

Вычислите процентное содержание гигроскопической влаги в хлебе.

Задача 4

Вычислить процентное содержание железа, если из навески железных стружек, равной 1,4255 г, в результате гравиметрического анализа получена гравиметрическая форма Fe_2O_3 массой 0,0420 г.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как понять выражение «прокалить до постоянной массы»?
2. Как рассчитать количество определяемого вещества, если известны масса и формула осадка?
3. Как рассчитать формулу расчета процентного содержания элемента.

Лабораторная работа №17

ТЕМА: Определение кристаллизационной воды в кристаллогидратах.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение кристаллизационной воды в разлагаемом при нагревании кристаллогидрате путем высушивания навески исходного кристаллогидрата при определенной температуре до постоянной массы.

ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: аналитические весы, сушильный шкаф, эксикатор, бюксы, соль $BaCl_2 \cdot 2H_2O$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Взятие навески.

1. Возьмите чистый бюкс и поместите в сушильный шкаф с температурой 120-125°C. При этом не закрывайте бюкс крышкой, а положите ее сверху на ребро (если бюкс закрыть, то внутри него останется влага).
2. Через 45-60 мин поместите бюкс в эксикатор. Спустя 15-20 мин, когда бюкс остынет, взвесьте его (с закрытой крышкой) и запишите результат.
3. Повторите высушивание бюкса еще 1-2 раза по 30 мин, чтобы довести его до постоянной массы. Высушивание закончите, когда результаты двух последних взвешиваний будут отличаться между собой не более чем на 0,0002 г.
4. В подготовленный таким образом бюкс поместите 1-3 г свежеперекристаллизованного воздушно-сухого хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, быстро закройте его крышкой и взвесьте на аналитических весах.

II. Высушивание.

1. Откройте бюкс с навеской кристаллогидрата и положите его крышку на ребро, поместите бюкс в сушильный шкаф. Первое высушивание соли выполняйте 1 ч. Строго следя, чтобы температура все время держалась в пределе 120-125°C.
2. Перенесите бюкс и крышку в эксикатор, оставьте охлаждаться на 15-20 мин, закройте бюкс и взвесьте.
3. Повторите высушивание еще 1-2 раза (по 30 мин), т.е. доведите бюкс с его содержимым до постоянной массы. Если потребуется прервать работу до следующего занятия, то оставьте бюкс открытым в эксикаторе.

III. Вычисления.

Взвешивания до высушивания кристаллогидрата (г):

Постоянная масса бюкса.....
Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Масса $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Взвешивания при высушивании кристаллогидрата (г):

Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ после 1-го высушивания.....
Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ после 2-го высушивания.....
Постоянная масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

По этим данным вычислите массу кристаллизационной воды в навеске, а также содержание ее в массовых долях (%).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. На чем основан гравиметрический анализ?
2. Перечислите основные этапы гравиметрического определения.
3. Каким требованиям должны удовлетворять осадки в данном анализе?
4. Что значит: высушивать бюкс до постоянной массы?

Выполнение расчетов в объемном анализе.

Задача 1

Какой объем 0,1500 моль/л раствора NaOH пойдет на титрование 21,00 мл раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,1133 моль/л.

Задача 2

Какова молярная концентрация эквивалента раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением 1,7334 г его в мерной колбе вместимостью 250 мл?

Задача 3

Титр раствора H_2SO_4 равен 0,00256 г/мл. Вычислите его молярную концентрацию эквивалента.

Задача 4

На титрование 20,00 мл раствора HNO_3 затрачено 15,00 мл раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1200 М. Вычислите молярную концентрацию эквивалента, титр и массу HNO_3 в 250 мл раствора.

Задача 5

В мерную колбу вместимостью 250 мл перенесли 1,4245 г технического карбоната натрия Na_2CO_3 , растворили и довели объем раствора водой до метки. Для титрования отбирали по 25,00 мл полученного раствора и титровали 0,1 М раствором соляной кислоты HCl , расход которого составил 23,70 мл. Определите массовую долю (%) Na_2CO_3 в техническом карбонате натрия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какой раствор называют рабочим?
2. Что такое молярная масса эквивалента?
3. Чему равен фактор эквивалентности для кислот, оснований и солей?
4. Способы выражения концентрации растворов?
5. Чем измеряют объем рабочего раствора?

Лабораторная работа №9

ТЕМА: Приготовление рабочего раствора щелочи и стандартного раствора щавелевой кислоты.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить методы определения кислотности плодоовощной продукции и продуктов их переработки.

Сущность методов:

Метод анализа общей кислотности основан на нейтрализации содержащихся в вытяжке органических кислот 0,1 Н раствором щелочи. Титрование ведется до перехода раствора из кислой среды в щелочную. Момент перехода среды в щелочную визуально фиксируется по появлению розовой окраски раствора в присутствии индикатора фенолфталеина. Точность метода составляет $\pm 0,5\%$.

Метод анализа активной кислотности основан на визуальном с равнении индикаторной бумаги с нанесенной каплей исследуемой жидкости со цветной шкалой активной кислотности. Точность метода $\pm 0,5$ рН.

Приборы и материалы: - весы лабораторные 4 класса;

водяная баня;

бюретка на 50 мл;

мерная колба на 200 мл;

стаканчик на 50 мл;

стеклянная пипетка на 20 мл;

воронка, бумажный фильтр;

терка,

1% спиртовой раствор фенолфталеина,

0,1 Н раствор NaOH ,

дистиллированная вода;

индикаторная бумага;

образцы плодоовощной продукции и их продукты переработки.

Задание 1. Изучить методику определения общей (титруемой) и активной (рН) кислотности.

1. 1 Определение общей (титруемой) кислотности плодоовощной продукции.

Ход анализа с приготовлением водной вытяжки: 1. Среднюю пробу массой 45- 60 г измельчить на терке до кашицы и перенести в фарфоровую чашку.

В стаканчик из средней пробы отобрать 20,00 г навески, развести дистиллированной водой и без потерь перенести в мерную колбу на 200 - 250 мл, стаканчик несколько раз ополоснуть дистиллированной водой и влить в колбу.

Нагревать колбу на водяной бане в течении 15 мин при температуре 80°C .

Охладить, довести содержимое колбы дистиллированной водой до метки и перемешать.

Осадить взвешенные частицы в течении 4-5 мин, если плохо осаждаются –профильтровать в сухой стакан или колбу через 4-х слойную марлю или бумажный фильтр.

Отобрать пипеткой 20 мл вытяжки в коническую колбу для титрования и добавить 2-3 капли фенолфталеина в качестве индикатора

Титровать вытяжку, прибавляя по каплям из бюретки раствор щелочи с одновременным взбалтыванием колбы. Момент окончания титрования определить по появлению бледно-розовой окраски, не исчезающей при спокойном стоянии колбы в течение 1-2 мин.

По бюретке отсчитать (в мл) количество израсходованного на титрование 0,1 Н - раствора NaOH и рассчитать общую кислотность (в %) по формуле:

Где: - титруемая кислотность, %

a - количество затраченного на титрование 0,1 раствора NaOH, мл;

T - поправка к титру 0,1 Н - раствора NaOH;

c - общий объем вытяжки, мл;

n - навеска продукта, г;

e - объем вытяжки, взятый для титрования, мл;

k - коэффициент пересчета 0,1 Н раствора NaOH на преобладающую кислоту:

для яблочной-0,0067 (семечковые и косточковые плоды);

лимонной - 0,0064 (цитрусовые плоды и ягоды);

щавелевой- 0,0063 (щавель, ревень, шпинат);

молочной-0,0090 (солено-квашеные продукты);

уксусной - 0,0060 (маринады);

винной - 0,0075 (виноград).

Ход анализа жидких продуктов и полуфабрикатов. Если анализируются жидкие продукты (прозрачные соки, рассол, заливка), то в колбу для титрования отбирается пипеткой или мерным цилиндром 10... 25 мл исследуемой жидкости и 2-3 капли индикатора. В расчетную формулу не вводят величину навески (n) и общего объема вытяжки (e).

Задание 2. Произвести определение общей (титруемой) и активной (рН) кислотности.

Определение активной кислотности плодоовощной продукции.

Ход анализа: 1-2 капли сока свежавыжатого сока или исследуемого раствора (рассол, заливка) наносят на индикаторную бумагу и появившуюся окраску сравнивают со цветной шкалой, прилагаемой к индикатору и определяют примерную величину рН.

После выполнения экспериментальной части результаты анализов оформить в виде таблицы 1.

Таблица 1. Результаты анализа общей (титруемой) кислотности.

Вид продукта	Затрачено 0,1 Н раствора NaOH на титрование мл (a)	Общий объем вытяжки, мл (c)	Навеска продукта, г (n)	Объем вытяжки для титрования, мл (e)	Общая (титруемая) кислотность, % (X)	рН раствора
1.						
2. и т.д.						

Задание 2. Сделать выводы о содержании кислот в той или иной продукции, сравнить с данными по таблице 2 и предоставить преподавателю выводы о выполнении определения.

Таблица 2. Данные об общей и активной кислотности

Вид продукта	Преобладающая кислота	Титруемая кислотность, %	рН сока, рассола, заливки
Яблоки	Молочная	0,4	3,4

Апельсины	Лимонная	1,4	3,9
Лимоны	Лимонная	5,6	3,1
Вишня	Лимонная	1,7	3,5
Томаты	Яблочная	0,5	4,5
Капуста белокочанная	Яблочная, лимонная	0,2	6,2
Капуста квашеная	Молочная	0,7. ..2,0	4, 5. ..3,5
Маринад кислый	Уксусная	0,61. ..0,9	4,0. ..3,5
слабокислый	Уксусная	0,3. ..0,6	5,5. ..4,0

Лабораторная работа №10

ТЕМА: Приготовление рабочего раствора перманганата калия и установление нормальной концентрации.

ЦЕЛЬ: освоение расчета и методики приготовления раствора перманганата калия заданной концентрации .

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: весы аналитические, бюкс, воронка, мерная колба вместимостью 1000 мл, перманганат калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Рассчитать молярную массу эквивалента перманганата калия для окислительно-восстановительных реакций, протекающих в сильноокислой среде:



2. Рассчитать какую массу навески перманганата калия необходимо взять для приготовления раствора объемом 1 л с концентрацией 0,1 моль/л.

3. Пустой бюкс предварительно взвешивают и записывают его массу ($m_б$) в лабораторный журнал с точностью $\pm 0,0002$ г. К массе пустого бюкса прибавляют массу навески, полученную при расчете, и соответствующую навеску уточняют на аналитических весах. Массу бюкса с навеской записывают в лабораторный журнал ($m_{б+н}$). По разности массы бюкса с навеской и массы пустого бюкса находят точную массу навески перманганата калия ($m_н$):

$$m_н = m_{б+н} - m_б$$

4. Массу навески перманганата калия через сухую воронку количественно переносят в предварительно вымытую и ополоснутую дистиллированной водой мерную колбу. Дистиллированной водой из промывалки смывают оставшиеся кристаллы с внутренней поверхности бюкса и воронки в колбу. Для растворения навески в колбу добавляют дистиллированную воду на $\frac{1}{2}$ объема колбы. Круговыми движениями перемешивают раствор до полного растворения кристаллов перманганата. Капельной пипеткой доводят раствор до метки дистиллированной водой, колбу закрывают пробкой, раствор тщательно перемешивают. Содержимое колбы переносят в склянку для хранения раствора.

Установление молярной концентрации эквивалента и титра перманганата калия по щавелевой кислоте.

ЦЕЛЬ: определение молярной концентрации эквивалента перманганата калия и установление титра по щавелевой кислоте.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: конические колбы, бюретка на 25 мл, штатив лабораторный, пипетка Мора, промывалка. Растворы: перманганат калия 0,05 М (1/5 KMnO_4), серная кислота 2 М (1/2 H_2SO_4), щавелевая кислота 0,1 М (1/2 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Для определения молярной концентрации эквивалента раствора KMnO_4 , 10 мл раствора щавелевой кислоты перенести в коническую колбу вместимостью 250 мл, добавить около 50 мл воды и 15 мл (мерным цилиндром) разбавленной серной кислоты H_2SO_4 . Полученный раствор нагреть до 80-90° (кипятить нельзя, так как щавелевая кислота разлагается).
2. В бюретку поместить раствор KMnO_4 и установить мениск на нуле.
3. Горячий раствор оттитровать раствором перманганата калия до появления первого не исчезающего бледно-розового окрашивания. Во время титрования раствор надо непрерывно перемешивать. Добавлять новую порцию раствора перманганата калия следует только после полного исчезновения окраски от предыдущей порции.
Результаты титрования помещают в таблицу 23.

Таблица 23

Номер опыта	$V (\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}), \text{cm}^3$	$V (\text{KMnO}_4), \text{cm}^3$	$V \text{ ср. } (\text{KMnO}_4), \text{cm}^3$

4. Расчет.

Находят средний объем титранта (cm^3). Зная точную концентрацию стандартного раствора, его объем и объем титранта, измеренный по бюретке, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента (моль/дм^3) и титр (г/см^3) рабочего раствора KMnO_4

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какая реакция лежит в основе количественных определений по методу перманганатометрии?
2. Назовите рабочий раствор перманганатометрии.
3. Как готовится рабочий раствор для перманганатометрии?
4. В какой среде проводятся перманганатометрические определения? Почему?
5. Как определяется точка эквивалентности в методе перманганатометрии?
6. Назовите исходное вещество для определения точной концентрации раствора перманганата калия.

Лабораторная работа № 11. Определение качественного и количественного содержания жира в молоке.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Освоение методики определения жира в молоке.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Содержание жира в молоке необходимо знать для установления питательной ценности и количества проданного молока при пересчете в молоко базисной жирности; при расчете выхода молочных продуктов; для контроля жирового баланса на молочном заводе; для нормализации молока, выпускаемого в торговую сеть; для расчета сухого вещества и сухого обезжиренного остатка молока; в сыроделии для нормализации молока с целью производства стандартного сыра по жирности; для борьбы с фальсификацией. Стандартом Беларуси установлена базисная норма жирности молока, равная 3,6 %.

Стандартным методом определения жира в молоке является кислотный метод Гербера, который основан на растворении белковых оболочек жировых шариков молока под действием серной кислоты в присутствии изоамилового спирта. В настоящее время химический состав молока, в том числе и содержание жира в нем, можно определить с помощью приборов «Жир-1» и др.

Техника определения. В чистый сухой жиромер автоматической пипеткой отмеряют 10 мл серной кислоты и медленно по стенке жиромера приливают 10,77 мл молока, не допуская перемешивания жидкостей.

Затем из автоматической пипетки добавляют 1 мл изоамилового спирта, не смачивая горлышка жироскопа. Жироскоп плотно закрывают резиновой пробкой, обворачивают сухой салфеткой и перемешивают содержимое жироскопа, придерживая пробку большим пальцем, до полного растворения белка.

После этого жироскоп пробкой вниз ставят на 5 мин в водяную баню с температурой воды 63–67 °С. Далее жироскоп насухо вытирают салфеткой, помещают в центрифугу и центрифугируют 5 мин при частоте вращения барабана 1000 об/мин.

Затем, не встряхивая и не взбалтывая жироскоп, его снова помещают в водяную баню, где выдерживают 5 мин при такой же температуре.

При использовании центрифуги с внутренним обогревом операцию подогрева жироскопа до и после центрифугирования можно исключить.

Подкручивая резиновую пробку, регулируют столбик жира в градуированной части жироскопа и снимают показания по вогнутому (нижнему) краю мениска.

На точность проведения исследования влияют следующие факторы:

- использование серной кислоты и изоамилового спирта сильной или слабой концентрации (концентрацию кислоты и спирта определяют по плотности растворов при 20 °С с помощью соответствующих ареометров);
- неполное смешивание молока, кислоты и спирта при перемешивании содержимого жироскопа;
- медленное вращение центрифуги;
- недостаточное прогревание жироскопа в водяной бане;
- нарушение правил отбора, хранения и подготовки проб молока для исследований;
- использование мокрого, грязного и нестандартного жироскопа.

3.2. Расчетные методы определения химического состава молока

Содержание сухих веществ в молоке определяют в лабораторных условиях путем выпаривания воды из навески молока при температуре 105 °С.

Значительно проще, быстрее и вместе с тем достаточно точно содержание сухого вещества в молоке и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) можно рассчитать, используя следующие формулы:

а) содержание сухого вещества

$$C = \frac{4,9Ж + А}{4} + 0,5 ;$$

б) содержание сухого обезжиренного молочного остатка

$$СОМО = \frac{Ж}{5} + \frac{А}{4} + 0,76 ,$$

где С – содержание сухого вещества в молоке, %;

СОМО – содержание сухого обезжиренного молочного остатка, %;

Ж – содержание жира, %;

А – плотность молока, °А.

Для расчета отдельных компонентов молока используют коэффициенты (по Крылову):

молочный сахар = СОМО × 0,515;

общий белок = СОМО × 0,4;

минеральные вещества = СОМО × 0,083.

Контрольные вопросы

1. С какой целью определяется жирность молока?
2. Какие методы используются при определении количества жира в молоке?
3. В чем суть определения жирности молока кислотным методом?
4. Какие факторы влияют на точность определения количества жира в молоке?
5. Как производится отсчет показаний жирности молока в жиромере?
6. Как рассчитать содержание белка в молоке?
7. Как рассчитать содержание СОМО и сухого вещества в молоке?

3.Критерии оценки

№	Критерии оценки результатов выполнения практического задания практических и лабораторных работ	Баллы в соответствии с критериями оценки
1	Оформление условия задания	Максимальный балл – 0,6 балла
	- верно оформлено условие задачи, представлены все химические величины	0,6
	- условие задания оформлено с незначительными неточностями, представлены не все химические величины	0,3
	- условие задания оформлено неверно	0
2	Использование химической символики	Максимальный балл – 0,6 балла
	- верно обозначены символы в условии задачи и в формулах, используемых в решении задачи	0,6
	- верно обозначены символы в условии задачи, допущена 1 неточность в формулах, используемых в решении задачи	0,3
	- допущена 1 неточность при обозначении символов в условии задачи, 1 неточность в формулах, используемых в решении задачи	0,15
	- допущено 2 и более неточности при обозначении символов в условии задачи, 2 и более неточностей в формулах, используемых в решении задачи	0
3	Соблюдение алгоритма решения	Максимальный балл – 0,2 балла
	- решение задачи осуществляется по алгоритму: запись необходимых химических формул, верная расстановка коэффициентов, математический расчёт правильно подобранных коэффициентов и решение по химической	0,2

	формуле	
	- алгоритм решения задачи отсутствует	0
4	Перевод единиц измерения физических величин в Международную систему единиц (СИ)	Максимальный балл – 0,8 балла
	- верно переведены расчеты перевода всех единиц измерения физических величин в Международную систему единиц (СИ)	0,8
	- допущена 1 ошибка при проведении расчета перевода единиц измерения физических величин в Международную систему единиц (СИ)	0,4
	- допущены 2 ошибки при проведении расчета перевода единиц измерения физических величин в Международную систему единиц (СИ)	0,2
	- неверно проведены расчеты перевода всех единиц измерения физических величин в Международную систему единиц (СИ)	0
5	Использование химических формул для решения задачи	Максимальный балл – 1,2 балла
	- верно и последовательно записаны все формулы в соответствии с символикой, необходимые для установления соотношения существующего между физическими величинами - правильно составлены уравнения, связывающие химические величины	1,2
	- верно, но непоследовательно записаны формулы в соответствии с символикой, необходимой для установления соотношения существующего между химическими величинами - правильно составлены уравнения, связывающие химические величины	0,6
	- формулы записаны последовательно, неверно записана формула в соответствии с символикой, необходимой для установления соотношения существующего между химическими величинами - допущена одна ошибка при составлении уравнений, связывающих химические величины	0,3
	- формулы записаны непоследовательно, неверно записана 1 формула в соответствии с символикой, необходимой для установления соотношения существующего между химическими величинами - допущена одна ошибка при составлении уравнений, связывающих химические величины	0,15
	- все формулы записаны неверно - допущены ошибка при составлении всех уравнений, связывающих химические величины	0
6	Математические расчеты по химическим формулам, которые характеризуют рассматриваемое явление с количественной стороны	Максимальный балл – 1,2 баллов
	- верно произведены все математические расчеты по всем химическим формулам в соответствии с единицами измерений химических величин (СИ); - все результаты математических расчетов содержат цифровое значение и соответствующее ему обозначение единицы измерения химических величин (СИ)	1,2
	- верно произведены математические расчеты по всем химическим формулам в соответствии с единицами измерений химических величин (СИ), - в одном результате математического расчета содержится только его цифровое значение	0,6
	- неверно произведен математический расчет по 1 химической формуле, но в соответствии с единицами измерений химических величин (СИ); - в одном результате математического расчета содержится только его цифровое значение	0,3
	- неверно произведен математический расчет по 1 химической формуле без указания единиц измерений физических величин (СИ); - все результаты математических расчетов содержат только цифровые значения	0,15

	- неверно произведены все математические расчеты	0
7	Ответ после решения задачи	Максимальный балл – 0,2 баллов
	- задача в конце решения содержит верный ответ	0,2
	- задача не содержит в конце решения верного ответа	0
8	Устное объяснение решения задачи	Максимальный балл – 0,2 баллов
	- объяснение решения задания последовательно, связно, логично, вывод аргументирован и обоснован; правильно и обстоятельно дается ответ (ответы) на сопутствующие вопрос (вопросы)	0,2
	- незначительно нарушена последовательность, логика объяснения решения задания, выводы аргументированы и обоснованы; студент испытывает незначительные затруднения, отвечая на сопутствующие вопросы	0,1
	- значительно нарушена последовательность, логика объяснения решения задания (студент не может объяснить, каким образом пришел к решению задания), выводы не могут считаться аргументированными и обоснованными; студент испытывает значительные затруднения, отвечая на сопутствующие вопросы	0
	ИТОГО	5

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение практических и лабораторных работ

Обязательные печатные издания

1. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия : учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под редакцией В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 259 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08974-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
2. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под редакцией В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 309 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08976-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
3. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 452 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17470-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

Дополнительные источники

1. Александрова, Э. А. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17722-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>
2. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и задачи : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 309 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07903-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
3. Клюев, М. В. Органическая химия : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Клюев, М. Г. Абдуллаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 231 с. —

(Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15288-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>