

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

Е. А. Кунавина, Н. В. Андреева

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННАЯ ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия

Оренбург

2019

УДК 54:504.5(076.5)
ББК 24.1я7+28.080я7
К 91

Рецензент – кандидат химических наук С. В. Бахарева

Кунавина, Е. А.
К 91 Лабораторные занятия по дисциплине «Современная химия и химическая безопасность»: методические указания / Е. А. Кунавина, Н. В. Андреева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 38 с.

В методических указаниях описаны методики выполнения лабораторных работ по курсу «Современная химия и химическая безопасность». Приведены задачи и упражнения, тестовые и творческие задания с эколого-химическим содержанием.

Методические указания предназначены для обучающихся очной формы обучения по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Методическая разработка может быть полезна для самостоятельной подготовки студентов к лабораторным и семинарским занятиям, а также к контрольным мероприятиям.

УДК 54:504.5(076.5)
ББК 24.1я7+28.080я7

© Кунавина Е. А.,
Андреева Н. В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа №1 Определение углекислого газа и кислорода в воздухе придорожной зоны и в помещениях.....	6
1.1 Экспресс-метод определения углекислого газа в воздухе.....	6
1.2 Определение кислорода в воздухе придорожной зоны и в помещениях	8
1.3 Моделирование парникового эффекта в лабораторных условиях.....	10
2 Лабораторная работа №2 Определение диоксида серы в воздухе рабочей зоны....	11
3 Лабораторная работа №3 Определение массы нерастворимых и растворимых веществ в атмосферных осадках. Определение кислотно-основных свойств атмосферных осадков.....	12
3.1 Определение общей массы растворимых и нерастворимых твердых веществ в атмосферных осадках.....	12
3.2 Определение массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках	13
3.3 Определение кислотно-основных свойств атмосферных осадков.....	14
4 Лабораторная работа №4 Определение прозрачности, запаха, вкуса и привкуса, сухого остатка, рН питьевой воды.....	15
4.1 Определение прозрачности воды	15
4.2 Органолептические методы определения запаха воды.	16
4.3 Органолептические методы определения вкуса и привкуса	17
4.4 Методы определения содержания сухого остатка.....	18
4.5 Определение рН воды с помощью индикаторной бумаги и рН-метра.....	20
5 Лабораторная работа №5 Определение степени засоленности почв.....	21
6 Лабораторная работа №6 Влияние среды на прорастание семян	23
7 Творческие задания	24
8 Задачи и упражнения с экологическим содержанием	25
9 Тестовый самоконтроль.....	30
Список использованных источников	38

Введение

Невозможно представить современный мир без достижений химии и химической науки. Химия стала производительной силой общества. В огромных масштабах потребляется химическая продукция. Но реализация химического производства всегда сопряжена с экологическими проблемами.

Объективная оценка воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и прогнозирование состояния экосистем для своевременного принятия мер защиты – ключевой аспект современной химии и химической безопасности.

С точки зрения химической и экологической безопасности перед современной химией стоит ряд задач:

- изучение поведения загрязняющих веществ, попадающих в круговорот веществ в биосферу в результате человеческой деятельности химической направленности;

- разработка эффективных методов определения содержания загрязняющих веществ в различных объектах окружающей среды;

- констатация происходящих в природе часто негативных изменений, связанных с реализацией химических производств, а также с использованием химических объектов в быту и жизнедеятельности;

- прогнозирование и управление качеством среды обитания;

- планирование и организация химического производства с учетом современных технологий и минимального воздействия на окружающую среду.

Курс «Современная химия и химическая безопасность» включает следующие разделы:

1. Введение в современную химию и химическую безопасность. Стандарты качества окружающей среды.

2. Экологические проблемы химии атмосферы. Химия загрязнения вод. Химия загрязнения почв.

3. Химическое загрязнение растений промышленных центров и его последствия.

4. Химическое загрязнение окружающей среды и здоровье населения.

5. Экоотоксиканты как экологическая проблема современности.

6. Мониторинг окружающей среды. Химические основы экологического анализа.

7. Оценка экологического риска и эколого-химическая экспертиза.

8. Современные химические производства и экологические проблемы

Настоящие методические указания включают в себя лабораторный практикум, материалы для самостоятельной работы в форме задач и упражнений с эколого-химическим содержанием, тестовый самоконтроль, а также примеры творческих заданий для проведения семинарских занятий.

Методические указания составлены с учетом рабочих программ дисциплины «Современная химия и химическая безопасность» для студентов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направления подготовки 04.03.01 Химия. Методическая разработка может быть полезна при организации самостоятельной работы обучающихся. Материал методических указаний предполагает наличие базовых знаний студентов по общей, органической и неорганической химии.

1 Лабораторная работа №1 Определение углекислого газа и кислорода в воздухе придорожной зоны и в помещениях

1.1 Экспресс-метод определения углекислого газа в воздухе

1 метод. Принцип метода: реакция углекислого газа с раствором кальцинированной соды.

Оборудование: шприц на 100 мл.

Реактивы: кальцинированная сода (0,005 %-ный раствор); фенолфталеин (1 %-ный раствор).

Ход определения: в шприц объемом 100 мл набирают 20 мл 0,005 %-го раствора соды с фенолфталеином, имеющим розовую окраску, а затем осуществляют забор 80 мл воздуха и встряхивают в течение 1 минуты. Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжимают, оставив в нем раствор, вновь набирают порцию воздуха и встряхивают еще 1 минуту. Эту операцию повторяют 3 – 4 раза, после чего добавляют воздух небольшими порциями по 10 – 20 мл, каждый раз встряхивая содержимое 1 минуту до обесцвечивания раствора. Подсчитав общий объем воздуха, прошедшего через шприц, определяют концентрацию CO_2 в воздухе по данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание CO_2 в воздухе в зависимости от объема воздуха, обесцвечивающего 20 мл 0,005 %-го раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %
80	3,20	330	1,16	410	0,84
160	2,08	340	1,12	420	0,80
200	1,82	350	1,08	430	0,76
240	1,56	360	1,04	440	0,70

Продолжение таблицы 1

Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %
260	1,44	370	1,00	450	0,66
280	1,36	380	0,96	460	0,60
300	1,28	390	0,92	470	0,56
320	1,20	400	0,88	480	0,52

2 метод. Принцип метода: определение основано на нейтрализации слабоаммиачного раствора углекислым газом в присутствии индикатора фенолфталеина. В дальнейшем проводится сравнительное исследование изучаемого воздуха и воздуха открытой атмосферы, где содержание CO₂ держится на уровне 0,04 % в городе и 0,03 % в сельской местности.

Оборудование: пробирки; шприц на 20 мл.

Реактивы: аммиак (25 %-ный раствор); фенолфталеин (1 %-ный раствор); поглотительный раствор (к 500 мл дистиллированной воды добавляют 0,04 мл раствора аммиака и 1 – 2 капли 1 %-го фенолфталеина).

Ход определения. В пробирку наливают 10 мл поглотительного раствора и закрывают резиновой пробкой, которую заранее прокалывают иглой от шприца. Сначала исследование проводят с воздухом открытой атмосферы. Для этого воздух забирают шприцем до отметки 20 мл и под давлением вводят через иглу в пробирку с аммиачным раствором. Не отпуская поршня, пробирку энергично взбалтывают для поглощения CO₂ из воздуха. Эти манипуляции проводятся до полного обесцвечивания поглотительного раствора. Записывают, сколько раз (число шприцев) пришлось вводить воздух из шприца в пробирку, чтобы раствор обесцветился.

После этого пробирку освобождают от использованного раствора, ополаскивают дистиллированной водой, заполняют свежим поглотительным раствором (10 мл) и точно так же проводят определение с исследуемым воздухом. Снова отмечают (записывают) число шприцев, использованных на обесцвечивание

раствора. Как правило, во втором случае для нейтрализации аммиачного раствора требуется меньшее число шприцев воздуха.

Концентрацию оксида углерода (IV) в воздухе определяют по формуле (1)

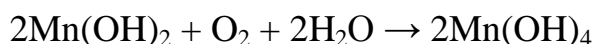
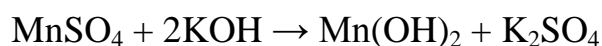
$$w (\%) = 0,04 \cdot n / n_1, \quad (1)$$

где n – число шприцев воздуха открытой атмосферы;

n_1 – число шприцев исследуемого воздуха.

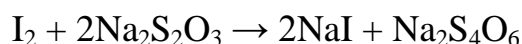
1.2 Определение кислорода в воздухе придорожной зоны и в помещениях

Метод основан на окислении кислородом воздуха соли марганца (II) в щелочной среде



При взаимодействии Mn(OH)_4 с иодистым калием в кислой среде выделяется иод, количество которого эквивалентно содержанию O_2 в анализируемой пробе воздуха.

Выделившийся иод оттитровывают раствором тиосульфата натрия:



Оборудование: делительные воронки вместимостью 50 или 100 мл; шприцы вместимостью 5 и 10 мл; пипетки вместимостью 1 и 10 мл; конические колбы вместимостью 250 мл – 2 шт; бюретки вместимостью 25 мл; пробка резиновая.

Реактивы: гидроксид калия (40 %-ный раствор); серная кислота (1:4); иодид калия (10 %-ный раствор); тиосульфат натрия (0,05 М раствор); крахмал свежеприготовленный (1 %-ный раствор); сульфат марганца (II) (растворяют 480 г $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л).

Ход определения. Определяют вместимость делительных воронок. Для этого определяют массу тщательно высушенной воронки вместе с пробкой и массу ее после наполнения дистиллированной водой при 20 °С с закрытой пробкой так, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха.

Делительную воронку с дистиллированной водой устанавливают на месте отбора пробы воздуха, открывают кран и пробку и заполняют анализируемым воздухом. Делительную воронку закрывают резиновой пробкой. Измеряют температуру анализируемого воздуха.

В лаборатории с помощью шприцов в делительную воронку через резиновую пробку вводят 5 мл раствора соли Mn (II) и 5 мл 40 %-ного КОН. Содержимое делительной воронки энергично встряхивают в течение 10 минут и вводят с помощью шприца 10 мл раствора KI и 10 мл H_2SO_4 (1:4). Через 5 минут содержимое делительной воронки количественно переносят в колбу для титрования и титруют тиосульфатом натрия до светло-желтого окраски. Затем к титруемому раствору прибавляют 0,5 мл раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

Содержание кислорода в анализируемом воздухе (мг/м^3) рассчитывают по формуле (2)

$$C = V_T \cdot C_T \cdot 8 \cdot 1000 / V_0, \quad (2)$$

где V_T – объем стандартного раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, мл;

C_T – концентрация тиосульфата натрия, моль/л;

V_0 – объем анализируемой пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, л;

8 (г/моль) – молярная масса эквивалента кислорода – $M(1/4 O_2)$.

Концентрацию кислорода в анализируемой пробе в объемных процентах вычисляют по формуле (3)

$$\varphi\% = V_T \cdot C_T \cdot 5,6 \cdot 100 / (1000 V_0), \quad (3)$$

где 5,6 (л/моль) – молярный объем эквивалента кислорода.

1.3 Моделирование парникового эффекта в лабораторных условиях

Оборудование и материалы: прозрачная пластмассовая коробочка или аквариум с крышкой; пульверизатор; термометр с подставкой; электрическая лампа; темный грунт; светлый грунт.

Ход эксперимента.

1. Насыпают на дно прозрачной пластмассовой коробочкой или аквариума темный грунт (песок или почву) слоем от 2 до 3 см.
2. Увлажняют песок или почву с помощью пульверизатора.
3. Изготавливают из картона подставку для термометра.
4. Помещают ее в грунт и устанавливают на нее термометр шариком вверх. Закрывают сосуд крышкой.
5. Устанавливают лампу над сосудом на расстоянии от 20 до 30 см таким образом, чтобы свет падал на шарик термометра.
6. Выключают лампу, выжидают, пока температура не сравняется с комнатной. Отмечают эту температуру в лабораторном журнале.
7. Оставляют крышку на сосуде, включают лампу и записывают температуру каждую минуту в течение 20 минут (термометр должен быть расположен так, чтобы можно было легко снимать его показания через стенки сосуда).

8. Выключив лампу, выжидают, пока температура не сравняется с комнатной. Снова увлажняют грунт и повторяют опыт, сняв крышку с сосуда.

9. Строят график, отложив по оси ординат температуру, а по оси абсцисс – время.

10. Повторяют эксперимент, заменив темный грунт светлым.

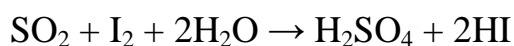
Результаты оформляют в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты эксперимента

№ п/п	Время, мин	Температура, °С	
		без крышки	с крышкой
1			
2			
...			
20			

2 Лабораторная работа №2 Определение диоксида серы в воздухе рабочей зоны

Метод основан на восстановлении иода в кислой среде сернистым газом, присутствующим в воздухе:



Конец реакции устанавливают по обесцвечиванию комплекса иода с крахмалом.

Оборудование: электроаспиратор; поглотитель Полежаева; пипетки градуированные вместимостью 1 и 5 мл.

Реактивы: иод (0,001 М раствор); серная кислота (0,5 М раствор); крахмал (1 %-ный раствор).

Ход определения. В поглотитель Полежаева вводят пипеткой 5 мл 0,001 М раствора иода, 0,5 мл серной кислоты и 0,5 мл раствора крахмала.

Через поглотительный раствор протягивают воздух со скоростью 1 л/мин до обесцвечивания раствора. Пробы воздуха для анализа отбирают в зоне дыхания человека. Определение производят в двух повторностях.

Концентрацию SO_2 в воздухе вычисляют по формуле (4)

$$C = m \cdot 1000 / V_0, \quad (4)$$

где m – масса SO_2 , соответствующая 5 мл 0,001 М раствора I_2 , мг ($m = 0,32$ мг);

V_0 – объем анализируемого воздуха, приведенный к нормальным условиям, л.

3 Лабораторная работа №3 Определение массы нерастворимых и растворимых веществ в атмосферных осадках. Определение кислотно-основных свойств атмосферных осадков

3.1 Определение общей массы растворимых и нерастворимых твердых веществ в атмосферных осадках

Оборудование и материалы: стеклянная или пластиковая посуда с площадью отверстия не менее 50 см^2 ; химический стакан; мерный цилиндр; сушильный шкаф; аналитические весы; атмосферные осадки (дождь или снег).

Правила сбора осадков. Для сбора атмосферных осадков (дождя или снега) используют чистую стеклянную или пластиковую посуду с площадью отверстия не менее 50 см^2 . Для быстрого сбора осадков желательно применять посуду большего диаметра (например, стеклянный кристаллизатор). Посуду ставят на высоте не менее 2 м под открытым небом на срок 2-4 недели. По истечении этого срока пробы осадков собирают и по возможности в тот же день исследуют в лаборатории.

Ход определения. Для определения твердых веществ используют метод выпаривания собранного количества осадков с последующим взвешиванием полученного сухого остатка. Для этого берут чистый сухой стакан и взвешивают его на аналитических весах с точностью до десятитысячных долей грамма. Помещают в него 100 мл исследуемой пробы атмосферных осадков, которые далее выпаривают в сушильном шкафу при температуре от 100 °С до 110 °С. По разности масс стакана с полученным сухим остатком и пустого стакана вычисляют массу твердых веществ в анализируемой пробе по формуле (5):

$$m_{\text{тв.в.}} = m_{\text{ст. с остатком}} - m_{\text{пуст. ст.}} \quad (5)$$

Затем вычисляют массу твердых веществ, выпадающих на 1 м² поверхности земли на месяц.

3.2 Определение массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках

Оборудование и материалы: фильтры; коническая воронка; коническая колба; мерный цилиндр; сушильный шкаф; аналитические весы; атмосферные осадки (дождь или снег); дистиллированная вода.

Ход определения: 100 мл атмосферных осадков отфильтровывают через предварительно взвешенный чистый сухой фильтр. Фильтр с полученным твердым осадком высушивают в сушильном шкафу при температуре от 40 °С до 50 °С до постоянной массы. По разности масс фильтра с сухим остатком и чистого фильтра вычисляют массу нерастворимых твердых веществ в исследуемой пробе по формуле (6):

$$m_{\text{нераст. тв. в.}} = m_{\text{фильтра с остатком}} - m_{\text{чистого фильтра}} \quad (6)$$

Для получения достоверных результатов выполняют параллельно контрольный опыт. Для этого через предварительно взвешенный сухой чистый фильтр отфильтровывают 100 мл дистиллированной воды. Затем высушивают фильтр в сушильном шкафу при температуре от 40 °С до 50 °С и взвешивают его. Операцию высушивания повторяют до постоянной массы, как и с атмосферными осадками. Теоретически масса фильтра не должна измениться (дистиллированная вода не содержит твердых веществ). Если разность масс тем не менее фиксируется, то эту погрешность учитывают при определении массы нерастворимых веществ в исследуемых осадках.

3.3 Определение кислотно-основных свойств атмосферных осадков

Оборудование: иономер или рН-метр (с погрешностью измерения не более 0,05 рН); электрод стеклянный ЭСЛ-43-07 или аналогичный для измерения активности ионов водорода; электрод сравнения хлорсеребрянный насыщенный образцовый 2-го разряда по ГОСТ 17792 или аналогичный; термометр лабораторный с диапазоном измерений температуры от 10 °С до 50 °С с ценой деления 1 °С; посуда мерная лабораторная 2-го класса точности; стаканы химические вместимостью 50 и 100 мл; фильтры.

Реактивы: хлорид калия, х.ч. или ч.д.а.; стандарт-титры (фиксаналы) для приготовления образцовых буферных растворов; вода дистиллированная.

Суть метода заключается в измерении разности потенциалов селективности стеклянного электрода и хлорсеребрянного электрода сравнения. Указанная разность потенциалов зависит от концентрации (активности) ионов водорода в анализируемой пробе воды.

Ход определения. Измерение рН следует проводить после отбора пробы. В соответствии с ИСО (ISO) 5667/3-85(2) максимальное рекомендуемое время хранения пробы до начала анализа в лаборатории – 6 ч.

В связи с тем, что электрод сравнения заполнен насыщенным раствором хлорида калия, измерять рН в общем объеме пробы не рекомендуется по избежание загрязнения её хлоридами.

Настройку рН-метра (иономера) проводят ежедневно по инструкции, прилагаемой к прибору, по трем буферным растворам с рН 4,01; 6,86; 9,18. Буферные растворы – это растворы с постоянным значением рН, их готовят из стандарт-титров.

Электродную пару помещают в анализируемую пробу воды. Показания прибора считывают после прекращения дрейфа стрелки измерительного прибора. Во время работы настройку прибора проверяют по буферному раствору с рН 6,86. Если показания прибора при этом отклоняются от номинального значения рН более чем на 0,04 единицы, настройку по буферным растворам повторяют. После каждого измерения электроды обмывают дистиллированной водой и промокают остатки воды с их поверхности чистой фильтровальной бумагой.

По результатам измерений рН дождевой воды или талой снеговой воды делают вывод, какую реакцию имеют осадки в данном микрорайоне: кислую ($\text{pH} > 7$), нейтральную ($\text{pH} = 7$) или щелочную ($\text{pH} < 7$). Кислотными можно считать осадки с $\text{pH} < 5,6$.

4 Лабораторная работа №4 Определение прозрачности, запаха, вкуса и привкуса, сухого остатка, рН питьевой воды

4.1 Определение прозрачности воды

Прозрачность воды служит признаком ее доброкачественности, содержания в воде механических взвешенных веществ.

Оборудование и материалы: прозрачный цилиндр высотой 40 см и шириной от 3 до 5 см, белый экран, дистиллированная вода, анализируемая вода.

Ход определения. Прозрачность воды определяют качественно и количественно. Качественный способ состоит в том, что хорошо перемешанную не фильтрованную воду наливают в бесцветный химический стакан или цилиндр высотой 40 см и шириной от 3 до 5 см с плоским дном и рассматривают под освещенным белым экраном. Для контроля в такой же сосуд наливают дистиллированной воды, с которой и ведут сравнение.

Результаты выражаются по субъективной шкале оценок: прозрачная, слабо опалесцирующая, слабо мутная, мутная, очень мутная.

4.2 Органолептические методы определения запаха воды.

Органолептическими методами определяют характер и интенсивность запаха. Характер запаха воды определяют ощущением воспринимаемого запаха (землистый, хлорный, нефтепродуктов и др.).

Оборудование: колбы плоскодонные с притертыми пробками на 250 – 350 мл, стекло часовое, баня водяная.

Ход работы

1) Определение запаха при 20 °С

В колбу с притертой пробкой на 250 – 350 мл отмеривают 100 мл испытуемой воды с температурой 20 °С. Колбу закрывают пробкой. Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха.

2) Определение запаха при 60 °С.

В колбу отмеривают 100 мл испытуемой воды. Горлышко колбы закрывают часовым стеклом и подогревают на водяной бане до 50 °С – 60 °С.

Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями. Сдвигая стекло в сторону, быстро определяют характер и

интенсивность запаха. Интенсивность запаха оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы 3.

Таблица 3 – Оценка интенсивности запаха воды

Интенсивность запаха	Характер появления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах отмечается потребителем, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неободрительный отзыв о воде	3
Отчетлива	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

4.3 Органолептические методы определения вкуса и привкуса

Органолептическим методом определяют характер и интенсивность вкуса и привкуса. Различают четыре основных вида вкуса: сладкий, кислый, соленый, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами.

Оборудование: колбы плоскодонные с притертыми пробками на 250 – 350 мл.

Ход работы. Характер вкуса или привкуса определяют ощущением определяемого вкуса и привкуса (соленый, кислый, щелочной, металлический).

Испытываемую воды вбирают в рот, малыми порциями, не проглатывая, задерживая 3-5 с.

Интенсивность вкуса и привкуса определяют при 20 °С и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы 4.

Таблица 4 – Оценка интенсивности вкуса и привкуса воды

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при лабораторном исследовании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неободнительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

4.4 Методы определения содержания сухого остатка

Величина сухого остатка характеризует общее содержание растворимых в воде нелетучих минеральных и частично органических соединений.

1 метод. Определение сухого остатка без добавления соды (проводят в день отбора пробы).

Данный метод определения сухого остатка дает несколько завышенные результаты вследствие гидролиза и гигроскопичности хлоридов магния и кальция и трудной отдачи кристаллизационной воды сульфатами кальция и магния.

Оборудование: шкаф сушильный, баня водяная, колбы мерные, чашки фарфоровые.

Ход работы. 250 – 500 мл профильтрованной воды выпаривают в предварительно высушенной до постоянной массы в фарфоровой чашке.

Выпаривание ведут на водяной бане с дистиллированной водой. Затем чашку с сухим остатком помещают в термостат при 110 °С и сушат до постоянной массы.

Сухой остаток (X) в мг/л вычисляют по формуле (7):

$$X = (M - M_1) \cdot 1000 / V, \quad (7)$$

где M – масса чашки с сухим остатком, мг;

M₁ – масса пустой чашки, мг;

V – объем воды, взятый для определения, мл.

2 метод. Определение сухого остатка с добавлением соды.

Недостатки определения сухого остатка без добавления соды устраняются прибавлением к выпариваемой воде х.ч. карбоната натрия. При этом хлориды, сульфаты кальция и магния переходят в безводные карбонаты, а из натриевых солей лишь сульфат натрия обладает кристаллизационной водой, но она полностью удаляется высушиванием сухого остатка при 250 °С.

Оборудование: шкаф сушильный, баня водяная, колбы мерные, чашки фарфоровые.

Реактивы: карбонат натрия.

Ход работы. 250 – 500 мл профильтрованной воды выпаривают в фарфоровой чашке, высушенной до постоянной массы при 150 °С.

После того, как в чашку прилита последняя порция воды, в чашку вносят раствор карбоната натрия с таким расчетом, чтобы масса прибавленной соды примерно в 2 раза превышала массу предполагаемого сухого остатка. Для обычных пресных вод достаточно добавить 250 мг безводной соды (25 мл 1 %-ного раствора карбоната натрия). Раствор хорошо перемешивают стеклянной палочкой. Палочку обмывают дистиллированной водой, собирая воду в чашку с осадком. Выпаренный с содой сухой остаток высушивают до постоянной массы при 150 °С. Чашку с сухим остатком помещают в холодный термостат и затем поднимают температуру до

150 °С. Разность в массе между чашкой с сухим остатком и первоначальной массы чашки и соды дают величину сухого остатка во взятом объеме воды.

Сухой остаток вычисляют по формуле (8):

$$X = M - (M_1 + M_2) \cdot 1000 / V, \quad (8)$$

где M – масса чашки с сухим остатком, мг;

M_1 – масса пустой чашки, мг;

M_2 – масса добавленной соды, мг;

V – объем воды, взятый для определения, мл.

4.5 Определение рН воды с помощью индикаторной бумаги и рН-метра

С целью получения общего представления о химическом составе воды, предварительно определяют ее рН. Величина рН является мерой активной кислотности природной воды и других объектов окружающей среды, создавшейся в результате взаимодействия растворенных электролитов и газов.

Определение величины рН в практике исследования природных вод, почв и растений имеет большое значение. Это величина позволяет судить о формах нахождения в объектах окружающей среды слабых кислот: угольной, кремневой, сероводородной, фосфорной, а также дает возможность судить о насыщенности объектов слабыми основаниями и служит для контроля некоторых аналитических определений.

Оборудование и реактивы: пробирки, дистиллированная вода, индикаторная бумага (красная и синяя лакмусовая).

Ход работы. Качественную реакцию воды определяют по лакмусу. В две пробирки наливают исследуемой воды и погружают в одну из пробирок красную лакмусовую бумагу, а в другую – синюю. Через 5 минут индикаторные полоски

вынимают и сравнивают с такими же полосками смоченными в дистиллированной воде.

Посинение красной лакмусовой бумаги указывает на щелочную реакцию; покраснение синей лакмусовой бумаги – на кислую среду. Если цвет полоски не изменился значит реакция среды нейтральная.

Точное значение рН можно определить с помощью рН-метра. Определение проводят согласно руководству прибора.

5 Лабораторная работа №5 Определение степени засоленности почв

Засоление – процесс накопления в почвах легкорастворимых солей. Используют два подхода к оценке засоления почв. Степень засоления почв оценивают либо по общему содержанию легкорастворимых солей в почве, либо по концентрации солей в почвенном растворе. К засоленным относят почвы, для которых концентрация легкорастворимых солей в почвенном растворе превышают 5 – 7 г/л, или почвы, содержащие в зависимости от их состава от 0,05 до 0,15 % легкорастворимых солей. Общее содержание легкорастворимых солей в почвах и количество отдельных катионов и анионов оценивают по данным анализа водной вытяжки. Представление об общем содержании в почве минеральных и органических соединений, извлекаемых из почвы методом водной вытяжки, дает определение сухого остатка. Сухим, или плотным, остатком водной вытяжки называют массовую долю (%) высушенного при 100 – 105 °С остатка, полученного выпариванием аликвоты водной вытяжки.

Оборудование и реактивы: цилиндр мерный вместимостью 250 мл; колба коническая вместимостью 250 мл; воронка диаметром 15 – 20 см; химический стакан вместимостью 100 мл; пипетка вместимостью 20 или 50 мл; фильтры бумажные; эксикаторы; сушильный шкаф; водяная баня с электронагревателем;

фарфоровая чашка; бюкс стеклянный; вода дистиллированная без CO₂, полученная 30-минутным кипячением.

Ход работы

Получение водной вытяжки

Навеску почвы, пропущенную через сито с отверстиями диаметром 2 мм, помещают в сухую колбу вместимостью 500 мл. В колбу с навеской почвы приливают 250 мл дистиллированной воды, не содержащей CO₂. Колбу закрывают резиновой пробкой и взбалтывают 3 минуты.

Затем суспензию выливают на двойной складчатый фильтр, стараясь перенести возможно большее количество почвы. Первые порции фильтрата (около 10 мл) собирают в химический стакан и затем выбрасывают. Если фильтрат прозрачный, то его собирают в коническую колбу вместимостью 250 – 300 мл, если мутный, то его собирают в колбу, в которой проводилось взбалтывание суспензии, и перефильтровывают до тех пор, пока он не станет прозрачным.

Определение сухого, или плотного, остатка водной вытяжки

В зависимости от содержания легкорастворимых солей от 20 до 50 мл водной вытяжки помещают в фарфоровую чашку диаметром от 5 до 7 см. Чашку предварительно высушивают при температуре 105 °С в течение 3 часов и взвешивают на аналитических весах. Содержимое чашки выпаривают на водяной бане с электронагревателем. Чашку с остатком вытирают снаружи и выдерживают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 3 часов. Чашку охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Если в дальнейшем не предполагают определять прокаленный остаток, анализ можно проводить в стеклянных бюксах, выпаривая водную вытяжку на слабонагретых плитках, следя, чтобы не произошло озоление органического вещества.

Массовую долю (%) сухого остатка рассчитывают по формуле (9):

$$\text{Сухой остаток, \%} = m_{\text{ост}} \cdot V_0 \cdot 100 / m \cdot V, \quad (9)$$

где $m_{\text{ост}}$ – масса сухого остатка, г;

m – масса почвы, г;

V_0 – общий объем воды, добавленный к почве при получении водной вытяжки, мл;

V – объем аликвоты водной вытяжки, мл.

6 Лабораторная работа №6 Влияние среды на прорастание семян

Для всех растений есть специфический уровень рН, который производит оптимальные результаты. Для отдельных видов растений он должен составлять около 6,8 – 7,5, а для иных культур – около 5,5 – 6,8.

1 метод. Определение процента проросших семян.

Оборудование, материалы и реактивы: чашки Петри; ткань для проращивания семян; цилиндр; пищевая сода; лимонная кислота; дистиллированная вода, водопроводная вода; семена растений (тыквы, кабачка, огурца, пшеницы, фасоли, подсолнечника),

Ход работы. Маркируют чашки Петри в соответствии с образцами семян и растворами с заданным значением рН. Готовят растворы с кислой и щелочной реакциями среды. В качестве жидкости с нейтральной реакцией среды используют дистиллированную воду. Дополнительно в эксперименте можно использовать водопроводную воду, измерив рН среды.

Семена по 10 штук помещают в чашки Петри во влажной марле, смоченной раствором с заданным значением рН. Образцы выдерживают в строго одинаковых и контролируемых условиях (свет, температура окружающей среды, степень увлажненности).

Через определенный промежуток времени определяют процент проросших семян в каждом конкретном случае.

Для достоверности результатов, эксперимент проводят в трех параллелях.

2 метод. Определение длины проростков семян.

Оборудование, материалы и реактивы: контейнеры для рассады (6 штук), ткань для проращивания семян; цилиндр; измерительная линейка; семена растений; грунт; индикаторная бумага; реактивы, изменяющие уровень pH в воде; дистиллированная и водопроводная вода.

Ход работы. За несколько дней (2-5) до посадки семена растений помещают в увлажненную обычной водопроводной водой ткань для проращивания. Перед посадкой готовят растворы с заданными значениями pH. Среди проросших семян отбирают 30 штук, давших корни. Отобранные семена распределяют и высаживают по 5 штук в каждый из шести контейнеров. В течение 10-15 дней образцы поливают одинаковым количеством жидкости: контейнеры № 1 и № 2 – раствором с $\text{pH} < 7$; контейнеры № 3 и № 4 – дистиллированной водой; контейнеры № 5 и № 6 – раствором с $\text{pH} > 7$. С момента появления ростков фиксируют наблюдения и осуществляют их замеры. Результаты заносят в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты эксперимента

Дата наблюдения	Кислая среда		Нейтральная среда		Щелочная среда	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Процент всхожести						

7 Творческие задания

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение семинара на тему «Современные химические производства и экологические проблемы».

Студентам предлагается рассмотреть отдельное химическое производство (например, производство серной кислоты, аммиака, синтетического этилового спирта, синтетических каучуков, пластмасс, лаков и красок, лекарственных

препаратов, синтетических волокон, удобрений, синтетических стройматериалов и т.п.) с точки зрения экологичности и безопасности. Предложить пути решения экологических проблем, связанных с конкретным химическим производством. Проанализировать и сравнить устаревшие технологии и современные подходы, реализуемые в данном химическом производстве.

Форма отчета – реферативная работа и доклад-презентация.

8 Задачи и упражнения с экологическим содержанием

1. Во сколько раз будет превышено значение максимально разовой ПДК для уксусной кислоты, равное $0,2 \text{ мг/м}^3$, если на складе произошла авария (разлилась кислота) и установилось динамическое равновесие между парами и жидкой уксусной кислотой? Парциальное давление паров уксусной кислоты принять равным 3 Па. Атмосферное давление равно 101,3 кПа, температура 25 °С.

2. Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения ПДК_{м.р.}, равного $0,035 \text{ мг/м}^3$?

3. Количество метана, поступающего ежегодно с поверхности Земли в атмосферу, составляет 550 млн.т. Среднее содержание метана в слое атмосферы, на который приходится 90 % ее массы, составляет $1,7 \text{ млн}^{-1}$. Определите время пребывания метана в этом слое атмосферы, если принять, что в других частях атмосферы он отсутствует.

4. Какой из фреонов – Ф-11 или Ф-152 – представляет большую опасность для озонового слоя планеты?

5. Какой из фреонов – CF_2Cl_2 или CHF_2Cl – более опасен для озонового слоя? Представьте кодовые формулы соответствующих фреонов.

6. Сравните скорости выведения из атмосферы молекул метана при их взаимодействии с гидроксидным радикалом на высотах 5 и 35 км. Концентрация

метана изменяется от 2 млн^{-1} на высоте 5 км до $0,6 \text{ млн}^{-1}$ на высоте 35 км. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель константы скорости реакции взаимодействия метана с ОН-радикалом равны $14,1 \text{ кДж/моль}$ и $2,3 \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. Концентрации гидроксидных радикалов соответствуют средним для этих высот значениям: $[\text{ОН}]_5 = 8,5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ и $[\text{ОН}]_{35} = 3 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$.

7. Сколько частиц пыли присутствует в каждом кубическом метре воздуха рабочей зоны при концентрации, равной $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 6 \text{ мг/м}^3$? Принять плотность пыли 4 г/см^3 , диаметр частиц $0,5 \text{ мкм}$, все частицы сферической формы.

8. В контейнер, площадь внутренней поверхности стенок которого равна 1 м^2 , поместили пробу загрязненного воздуха объемом 50 л. Концентрация однородных аэрозольных частиц сферической формы в пробе воздуха составляла $23 \cdot 10^9 \text{ м}^{-3}$. Какую часть поверхности контейнера могли бы покрыть частицы, если их средний диаметр равен $0,5 \text{ мкм}$?

9. Оцените время пребывания аммиака в тропосфере, если его концентрация принимается равной $0,005 \text{ мг/м}^3$, а интенсивность поступления оценивается в 74 млн т /год в пересчете на элементный азот.

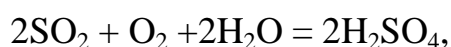
10. Какое значение рН следует ожидать в дождевой воде, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим в качестве примеси («активного компонента») лишь диоксид углерода в количестве $0,035 \%$ (об)? На сколько единиц рН оно может измениться при прогнозируемом увеличении содержания CO_2 в атмосферном воздухе в два раза? Принять температуру воздуха равной 298 К , давление $101,3 \text{ кПа}$, парциальное давление паров воды – $3,12 \cdot 10^{-3} \text{ атм}$.

11. Какое значение рН следует ожидать у дождевой воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим $0,035 \%$ (об.) диоксида углерода, 1 млрд^{-1} диоксида серы и 1 млрд^{-1} аммиака? Принять температуру воздуха равной 298 К , давление $101,3 \text{ кПа}$, парциальное давление паров воды – $3,16 \text{ кПа}$. Какой вклад (%) вносят эти примеси в процесс закисления дождевой воды?

12. Образец почвы был взят из верхнего горизонта влажной почвы. Из образца массой 50 г были экстрагированы нитраты при помощи $200 \text{ мл } 2 \text{ М KCl}$. Измеренная концентрация ионов NO_3^- составляла 6 мг/л . Содержание воды во влажной почве –

26 г/100 г абс. сухой почвы. Рассчитайте количество ионов NO_3^- в почве в миллиграммах на килограмм абс. сухой почвы (мг/кг). Какова концентрация нитрата в почвенном растворе? Рассчитайте количество ионов NO_3^- в верхнем слое почвы (2500 т/га) в килограммах на гектар (кг/га).

13. Рассчитайте поступление серы в кг S/(га·год), если годовое количество осадков составляет 980 мм, общая концентрация в них S равна 1,5 мг/л; при условии, что поступление диоксида серы в виде сухих выпадений и осадков составляет 12 кг S/(га·год) и его окисление в почве происходит по уравнению:



Рассчитайте поступление H^+ , связанное с SO_2 , в кг H^+ /(га·год).

14. Для понижения кислотности почву подвергают известкованию. В результате известкования почвы в ней протекают химические реакции. Приняв, что ионы водорода вступают в реакцию с CaCO_3 только в стехиометрическом соотношении 2:1, рассчитайте объем газа (при нормальных условиях), который выделяется при обработке 250 мл воды с pH 3,3 избытком CaCO_3 .

15. В настоящее время для нужд коммунального хозяйства в год потребляется 250 км³ воды. Найдите необходимую суммарную мощность (в кВт) источников излучения, используемых для обезвреживания этой массы воды до уровня стандартов на питьевую воду. Известно, что гибель патогенных организмов наблюдается при поглощении дозы излучения порядка 30 кГр.

16. В радиусе 2 км вокруг химического завода ощущается легкий запах сероводорода. Анализ проб воздуха, отобранных с вертолета, показал, что газ находится в атмосфере на высоте до 2,0 км. Средняя концентрация сероводорода в воздухе составляет 1/20 промышленно допустимой концентрации (ПДК), равной 0,01 мл/л. Сколько тонн серной кислоты (считая на безводную) можно было бы получить, если бы удалось уловить весь сероводород в этом пространстве?

17. Картофель, выращенный вблизи шоссе, всегда содержит весьма ядовитые соединения свинца. В пересчете на металл в 1 кг такого картофеля было обнаружено

0,001 моль свинца. Определите, во сколько раз превышено предельно допустимое содержание свинца в овощах, значение которого равно 0,5 кг?

18. Природный газ содержит главным образом метан CH_4 , но в нем присутствуют и примеси, например ядовитый сероводород H_2S - до 50 г на 1 кг метана. Чтобы удалить примесь сероводорода, можно окислить его перманганатом калия KMnO_4 в кислой среде до серы. Рассчитайте массу серы, которую можно таким образом выделить из 1 т природного газа. Определите также массу серной кислоты, которая может быть получена из этой серы.

19. Диоксид серы образуется в основном при сжигании твердого топлива на тепловых электростанциях. Это бесцветный газ с резким запахом, он сильно раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Наличие диоксида серы в атмосфере - причина кислотных дождей, поскольку под действием кислорода воздуха и воды диоксид серы превращается в серную кислоту. Однако далеко не все производства, в выбросах которых содержится диоксид серы, имеют современные сооружения для газоочистки. Чаще применяется разбавление выбросов чистым воздухом или рассеивание их в воздушной среде путем устройства дымовых труб большой высоты. Установлено, что при высоте трубы 100 м на расстоянии 2 км от предприятия содержание диоксида серы в воздухе равно $2,75 \text{ мг/м}^3$. Во сколько раз этот показатель превышает значение предельно допустимой концентрации, равное $7,8 \cdot 10^{-6} \text{ моль/м}^3$.

20. Формальдегид HCHO применяется при изготовлении древесностружечных плит, красок, искусственного волокна, лекарственных средств, оргстекла и т.п. Он обладает сильным и резким запахом и угнетающе действует на сердечнососудистую и нервную системы. Запах формальдегида чувствуется при его содержании в воздухе, равном $0,2 \text{ мг/м}^3$, а санитарные нормы требуют, чтобы примесь формальдегида в воздухе не превышала $0,003 \text{ мг/м}^3$. Рассчитайте молярную концентрацию формальдегида: а) при полном соответствии воздуха санитарным нормам; б) при появлении запаха формальдегида.

21. Рассчитайте, какой высоты должна быть труба, чтобы концентрация оксида серы (IV) в приземистом слое воздуха не превышала ПДК ($0,5 \text{ мг/г}^3$).

Отходящий топливный газ с объемной долей оксида серы (IV) 0,05 % поступает в дымовую трубу со скоростью $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ при температуре $130 \text{ }^\circ\text{C}$. Температура воздуха $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

22. Незаконное захоронение ртути привело к тому, что ее содержание в 1 кг почвы на некотором участке лесопарковой зоны составило 0,005 моль. ПДК ртути в почве равно 21 мг/кг . Во сколько раз превышено значение ПДК ртути в почве?

23. Водный раствор 0,001 моль иода в избытке иодида калия полностью обесцветился после пропускания через него 1 м^3 воздуха. Рассчитайте содержание диоксида серы (мг/м^3) в исследуемом воздухе и сравните полученный результат с ПДК (SO_2), равной $0,05 \text{ мг/м}^3$. Превышено ли значение ПДК диоксида серы?

24. В настоящее время муравьиную кислоту получают из природного газа путем каталитического окисления содержащегося в нем метана. Вычислите объем природного газа (и. у.), необходимого для получения муравьиной кислоты массой 69 т, если объемная доля метана в нем равна 0,95. Определите преимущества данной технологии по сравнению с методом получения муравьиной кислоты путем разложения формиата натрия серной кислотой при охлаждении раствора.

25. В сточных водах химико-фармацевтического комбината был обнаружен хлорид ртути HgCl_2 , концентрация которого составила 5 мг/л . Для очистки решили применить метод осаждения. В качестве осадителя использовали сульфид натрия (Na_2S) массой 420 г. Будут ли достаточно очищены сточные воды, чтобы допустить их сброс в соседний водоем, содержащий $10\,000 \text{ м}^3$ воды?

9 Тестовый самоконтроль

1. ПДК вредного вещества – это:

а) фактически установленные на первом этапе в результате экспериментов нормативы, характеризующие токсикометрические особенности исследуемых веществ;

б) максимальная концентрация вещества, отнесенная к определенному времени осреднения (20-30 минут, 24 часа, месяц, год), которая не оказывает ни прямого, ни вредного косвенного воздействия на человека и санитарно-гигиенические условия жизни;

в) научно обоснованная техническая норма выброса вредных веществ из промышленных источников в атмосферу, определяемая на основе различных параметров источников, свойств выбрасываемых веществ и атмосферных условий.

г) характеристика, определяющая нормативы поступления загрязняющих веществ, при которых сохраняются охраняемые данным нормативом свойства водоемов и их населения;

д) максимальная концентрация загрязняющего вещества, при постоянном наличии которой в водоеме, не наблюдается отрицательных последствий для рыбохозяйственного использования водоемов.

2. Концентрация какого газа сильнее всего варьируется в тропосфере:

а) азота;

б) аргона;

в) кислорода;

г) водяного пара;

д) гелия.

3. Основную роль в инициировании процессов окисления примесей в тропосфере играют:

- а) кислород воздуха;
- б) озон;
- в) свободные радикалы;
- г) оксиды азота;
- д) жесткое излучение.

4. Какое из утверждений, характеризующих влияние загрязнения атмосферного воздуха на климат, неверно?

а) увеличение концентрации диоксида углерода может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

б) увеличение концентрации соединений серы в стратосфере может привести к уменьшению средней глобальной температуры на Земле;

в) увеличение концентрации фреонов в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

г) увеличение концентрации пыли в атмосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

д) увеличение концентрации метана в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле.

5. Из общей массы гидросферы доля пресных вод составляет:

- а) до 1%;
- б) от 2 % до 5 %;
- в) до 20%;
- г) от 20 % до 30 %;
- д) более 30 %.

6. К главным ионам, доля которых в любых природных поверхностных водах превышает 95 % от общей массы катионов или анионов, относятся следующие группы анионов и катионов (выберите правильный набор):

- а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} ;

- б) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ;
- в) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- г) SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- ;
- д) SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- .

7. Значение щелочности природных вод определяется суммой концентраций ионов:

- а) Cl^- и SO_4^{2-} ;
- б) Cl^- и CO_3^{2-} ;
- в) SO_4^{2-} и CO_3^{2-} ;
- г) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации CO_3^{2-} ;
- д) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации SO_4^{2-} .

8. Каким может быть содержание растворенного кислорода у дна глубокого эвтрофного озера на территории с умеренным климатом в конце периода стратификации?

- а) примерно такое, как у поверхности;
- б) составляет 50 % -70 % от насыщения;
- в) больше, чем у поверхности;
- г) соответствует равновесным значениям, отвечающим данной температуре и давлению;
- д) равно нулю.

9. Каково содержание растворенного кислорода у дна океана в любое время года?

- а) примерно такое, как у поверхности;
- б) составляет 50 % - 70 % от значений, являющихся равновесными для соответствующих условий;
- в) в 1,5 раза больше, чем у поверхности;

г) соответствует равновесным значениям, отвечающим данным температуре и давлению;

д) равно нулю.

10. Какое из утверждений правильно характеризует грунтовые воды?

а) зоны распространения и возможного загрязнения грунтовых вод не совпадают;

б) грунтовые воды находятся в зоне аэрации и лежат между двумя водоупорными слоями;

в) грунтовые воды относятся к напорным подземным водам;

г) основную опасность для загрязнения грунтовых вод соединениями тяжелых металлов представляют выбросы автотранспорта;

д) грунтовыми называют подземные воды, расположенные на первом от поверхности земли водоупорном слое, имеющем значительную площадь распространения.

11. Выберите правильный набор катионов, определяющий жесткость природной воды:

а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ;

б) Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ;

в) Ca^{2+} , Mg^{2+} ;

г) Na^+ , K^+ ;

д) Na^+ , Ca^{2+} .

12. Какое из утверждений неправильно характеризует артезианские воды?

а) зоны распространения и возможного загрязнения артезианских вод не совпадают;

б) артезианские воды находятся между двумя водоупорными слоями;

в) артезианские воды чаще всего относятся к напорным подземным водам;

г) основную опасность для загрязнения артезианских вод соединениями тяжелых металлов представляют выбросы автотранспорта;

д) артезианские воды могут иметь различный солевой состав.

13. К неорганическим примесям, встречающимся в составе гидросферы, относят:

а) тяжелые металлы, фосфаты, нефть, цианиды;

б) синтетические моющие средства, нефтепродукты, нитраты, цианиды;

в) фосфаты, нитраты, тяжелые металлы, нефтепродукты;

г) нитраты, цианиды, азотная кислота, щелочи, пестициды;

д) тяжелые металлы, родониды, нитраты, фосфаты, щелочи.

14. Соотнесите вид загрязнения с его описанием:

Вид загрязнения	Описание
1. Физическое	а) загрязнение, связанное с изменением естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей
2. Биологическое	б) загрязнение, связанное с изменением физических параметров водной среды и определяемое тепловыми, механическими и радиоактивными примесями
3. Химическое	в) загрязнение, заключающееся в изменении свойств водной среды в результате увеличения несвойственных ей микроорганизмов, растений и животных

15. К органическим примесям, встречающимся в составе гидросферы, относят:

а) тяжелые металлы, фосфаты, нефть, цианиды;

б) синтетические моющие средства, нефтепродукты, нитраты, цианиды;

в) фосфаты, нитраты, тяжелые металлы, нефтепродукты;

г) пестициды, нефть и нефтепродукты, синтетические моющие средства, бытовые отходы;

д) тяжелые металлы, родониды, нитраты, фосфаты, щелочи.

16. Рассортируйте примеси на органические и неорганические:

1. Неорганические	а) тяжелые металлы
2. Органические	б) пестициды
	в) родониды
	г) цианиды
	д) HNO_3
	е) фосфаты
	ж) нефть
	з) синтетические моющие средства
	и) нефтепродукты
	к) нитраты

17. Массовая доля загрязняющего вещества составляет при растворении 30 г в 270 г воды:

- а) 1 %;
- б) 30 %;
- в) 3 %;
- г) 10 %;
- д) 0,1 %.

18. Трансформация соединений азота в почвах включает следующие процессы:

- а) фиксация атмосферного азота свободноживущими и клубеньковыми бактериями;
- б) превращение азотсодержащих соединений органических остатков в гумусовые кислоты;
- в) аммонификация органических азотсодержащих соединений;
- г) нитрификация;
- д) денитрификация и потеря азота в атмосферу;
- е) фиксация NH_4^+ глинистыми минералами;
- ж) вымывание различных соединений азота с внутрипочвенными и поверхностными стоками;

з) все перечисленные процессы относятся к трансформации соединений азота в почвах.

19. Кислые почвы могут быть мелиорированы добавлением:

- а) CaSO_4 ;
- б) CaCO_3 ;
- в) KNO_3 ;
- г) FeCl_3 ;
- д) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

20. 163 кг почвы содержит 31,8 % кремния (по массе). Сколько кг это составляет?

- а) 72,3;
- б) 51,8;
- в) 47,5;
- г) 64,7;
- д) 38,2.

21. В состав торфяных почв массой 520 кг входит 23,5 % кислорода O_2 . Масса кислорода составляет:

- а) 122,2 кг;
- б) 175,3 кг;
- в) 108,7 кг;
- г) 97,5 кг;
- д) 72,4 кг.

22. Эвтрофикация водоемов приводит:

а) к уменьшению количества растворенного кислорода, в результате связывания его с молекулами загрязняющих веществ;

б) к прямому угнетению и гибели популяции животных в результате их отравления токсичными загрязняющими веществами;

в) к росту биомассы сине-зеленых водорослей, приводящему в последствии к уменьшению концентрации кислорода;

г) к улучшению гомеостаза экосистемы;

д) среди перечисленных ответов нет верного.

23. Использование химических удобрений сопряжено с некоторым риском, поскольку:

а) большинство удобрений не обеспечивает растения всеми необходимыми питательными веществами;

б) удобрения плохо растворимы в дождевой воде;

в) при смыве с полей удобрения могут вызвать эвтрофикацию водоемов;

г) удобрения токсичны для деревьев и лесных растений;

д) удобрения слишком дороги для многих фермеров.

24. Поглощение загрязняющего вещества поверхностью твердого вещества называется:

а) адсорбция;

б) абсорбция;

в) коагуляция;

г) флотация;

д) окисление.

25. Песчаные почвы массой 350 кг содержат 48 % кислорода O_2 . Сколько кг это составляет?

а) 115;

б) 142;

в) 168;

г) 179;

д) 203.

Список использованных источников

- 1 Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Л.Ф. Голдовская. – М.: Мир, 2005. – 296 с.
- 2 Гришина, Е.П. Основы химии окружающей среды : учеб пособие. В 3 ч. Ч. 1. Химические процессы в атмосфере / Е.П. Гришина. – Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 68 с. – ISBN 5-89368-659-4.
- 3 Гришина, Е.П. Основы химии окружающей среды : учеб пособие. В 3 ч. Ч. 2. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв / Е.П. Гришина. – Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 50 с. – ISBN 978-5-89368-913-6.
- 4 Кушхов, Х.Б. Современные проблемы химии. Курс лекций / Х.Б. Кушхов. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2003. – 46 с.
- 5 Бардымова, А.В. Химия окружающей среды : метод. указания и задания к контрольным работам / А.В. Бардымова, О.К. Царева, Т.Ц. Жамсуева, Л.П. Ильина. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2009. – 93 с.
- 6 Соколова, С.А. Экологическая химия : учеб. пособие / С.А. Соколова. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 162 с. – ISBN 5-7267-0402-9.
- 7 Тарасова, Н.П. Задачи и вопросы по химии окружающей среды : учеб. пособие для вузов / Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов, Ю.В. Сметанников. – М. : Мир, 2002. – 368 с. – ISBN 5-03-003445-5.
- 8 Ложниченко, О.В. Экологическая химия : учеб. пособие для студ. высш. уч. заведений / О.В. Ложниченко. – М.: Академия, 2008. – 272 с. – ISBN 978-5-7695-4683-9.
- 9 Джирард, Дж.Е. Основы химии окружающей среды / Перевод с англ. В.И. Горшкова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 640 с. – ISBN 978-5-9221-1013-6.
- 10 Топалова, О.В. Химия окружающей среды : учеб. пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 160 с.