МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей химии

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Журнал для выполнения практических работ

_____СЕМЕСТР 20___/20___ УЧЕБНОГО ГОДА

Студент_____
Фамилия Имя Отчество

Группа_____

© ФГБОУ ВПО МГСУ, 2013

МОСКВА 2015

УДК 54(076.1)
ББК 24я73
Ф50

Составители: *Ю.В. Устинова, Т.П. Никифорова, О.В. Душкин*

Под редакцией Ю.В. Устиновой

Ф50 **Физико**-химические основы оценки состояния объектов недвижимости [Электронный ресурс] : журнал для выполнения практических работ / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т., каф. общей химии ; сост. Ю.В. Устинова, Т.П. Никифорова, О.В. Душкин. 3-е изд. – Электрон. текст. дан. – Москва : МГСУ, 2015. – Режим доступа : http://www.mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa. – Загл. с экрана.

Для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 270800.62 Строительство, профиль подготовки «Экспертиза и управление недвижимостью».

УДК 54(076.1)
ББК 24я73

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2013

К выполнению практических работ допускаются студенты, изучившие правила техники безопасности и расписавшиеся в регистрационном листе.

Результаты, полученные в процессе выполнения практической работы, необходимо занести в рабочий журнал в виде уравнений реакций, схем и таблиц. В журнале также записываются наблюдения при выполнении опытов, количественные оценки интенсивности и степени завершенности протекающих химических процессов и выводы, обобщающие результаты проведенных экспериментов.

Пропущенные практические работы независимо от причины должны быть выполнены студентом в присутствии преподавателя в согласованный срок, но до начала зачётно–экзаменационной сессии.

Выполненная практическая работа подписывается преподавателем в день её выполнения в графе «работа выполнена».

После полного и правильного оформления студентом практической работы и контрольного тестирования по теме работы преподаватель расписывается в графе «работа защищена».

Практическая работа №1

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА

Цель работы: Анализ причин и особенности загрязнения воздуха района.

I. Выполните следующие задания:

1. Составьте экологическую карту района.
2. Выпишите необходимые сведения по состоянию воздушной среды района.
3. Укажите источники загрязнения воздуха (промышленность, автотранспорт и др.).
4. Приведите показатели качества воздуха (ПДК).
5. Приведите перечень вредных веществ в воздухе (первичные загрязнители, вторичные загрязнители). Написать соответствующие реакции образования вторичных загрязнителей.
6. Проанализируйте эффект суммации загрязнителей; выпишите соответствующие вещества; перечислите вещества, обладающие синергетическим эффектом.

II. Ответьте на дополнительные вопросы:

1. Какова динамика загрязнения воздуха?
2. Какие в данном районе метеорологические условия переноса и рассеивания примесей в атмосфере?
3. Какие мероприятия проводятся в районе по улучшению экологической ситуации? Что достигнуто? Какие проблемы остались?
4. Ваша экологическая концепция по улучшению качества воздуха.

III. Приведите список использованной литературы и/или других источников информации.

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Атмосферная пыль состоит в основном из частиц диаметром от 0,01 до 100 мкм. Химический состав мелкой фракции пыли, как правило, очень сложен, при анализе обычно выявляют присутствие соединений углеводорода, парафина и ароматических веществ, а также мышьяка, свинца, меди, никеля, кобальта, асбеста, марганца, цинка, титана, олова, хрома, ванадия и ртути. Более крупные частицы представлены, как правило, соединениями SiO_2, $CaCO_3$, сульфатами, нитратами и т.д. Эпидемиологические исследования выявили однозначную зависимость между концентрацией пыли в воздухе и хроническими заболеваниями людей астмой, бронхитом и эмфиземой легких.

Установлено, что запыленность жилых помещений в значительной степени зависит от запыленности наружного воздуха.

Цель работы - *определение запыленности воздушной среды жилых помещений различных микрорайонов города.*

Методика работы

Образцы ткани из пористого материала размером 5х5 см разместить горизонтально в разных точках жилого помещения, предварительно взвесив их на аналитических весах с точностью 0,001 г. По истечении 10 сут образцы взвесить с той же точностью и результаты исследования записать по форме таблицу1.

№ п/п	Место отбора (район, этаж)	Время испытания, сут	Масса образца до испытания, г	Масса образца после испытания, г	Концентрация пыли, мг/м^3	ПДК, мг/м^3

Концентрацию пыли рассчитать по формуле:

$$C = \frac{(b-a)\times 1000}{V \times \tau}$$

b - масса образца после испытания, г;

a - масса образца до испытания, г;

τ - время, в течение которого проводятся испытания;

V - объем помещения, $м^3$.

1. Полученные результаты сравнить с ПДК и сделать выводы о загрязнении воздушной среды жилого помещения в зависимости от микрорайона и этажа помещений, в которых анализировался воздух.
2. Рассчитать стандартный индекс качества *I* по формуле:

$$I = \frac{C}{\text{ПДК}_{\text{сс}}} \times 100,$$

где *C* – концентрация пыли в воздушной среде жилого помещения, $мг/м^3$.

Вывод:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа №3

АНАЛИЗ АГРЕССИВНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ

Опыт 1. О**пределение pH среды с помощью универсального индикатора и методом pH-метрии.**

Для определения работы взять стеклянные стаканы (или колбы), в которые налить исследуемую воду и определить значения pH методом pH- метрии и с помощью универсального индикатора. Результаты опытов записать в таблицу.

№ п/п	Объём воды, взятой для анализа, мл	Место отбора пробы	pH по универсальному индикатору		Значение pH, измеренное методом pH-метрии
			цветность	Значение pH	
1					
2					
3					
4					

В заключении, по данным таблицы, необходимо сделать вывод об агрессивности водной среды.

Вывод:_____

_____

_____

Опыт 2. Определение карбонатной жёсткости воды титрованием хлороводородной (соляной) кислотой.

Титрование – постепенное добавление (по каплям) раствора реагента контролируемого объёма к анализируемому раствору.

В мерный цилиндр налейте порцию исследуемой воды заданного

преподавателем объёма, перелейте её в чистую коническую колбу, добавьте 3 – 4 капли индикатора (метилоранж). Запишите начальный уровень раствора соляной кислоты в бюретке (*цена деления – 0,1 мл*) и титруйте воду в колбе до точки эквивалентности, т.е. до момента изменения окраски раствора из лимонно–жёлтой в оранжевую.

При случайном добавлении избытка кислоты окраска раствора станет розовой. В таком случае опыт следует переделать.

Запишите уровень раствора кислоты в бюретке после окончания титрования. По разности уровней определите объём раствора соляной кислоты, израсходованной для титрования.

Повторите титрование три раза с одинаковыми порциями исследуемой воды. Рассчитайте среднее значение временной жёсткости воды по формуле:

$$Ж_К = \frac{V_{HCl} \cdot C_{HCl}}{V_{H_2O}} \cdot 10^3,$$

где $Ж_К$ – карбонатная (временная) жёсткость воды (мэкв/л); V_{HCl} – объём раствора HCl, израсходованного для титрования (мл); C_{HCl} – концентрация HCl в растворе (0,1 экв/л); V_{H_2O} – объём воды, взятой для титрования (мл).

№ пробы	V_{H_2O} мл	Уровень раствора **HCl** до начала титрования	Уровень раствора **HCl** после титрования	V_{HCl} мл	$Ж_К$ мэкв/л
1					
2					
3					

Среднее значение карбонатной жёсткости воды по результатам опыта:

$$Ж_К = \frac{Ж_1 + Ж_2 + Ж_3}{3} = _____ = \qquad \text{мэкв/л}$$

Напишите уравнение реакции при титровании в молекулярной и молекулярно–ионной формах.

$Me(HCO_3)_2$ + ___HC1 → _____ + _____ + _____

(Me – Ca, Mg, Fe, Mn)

$$Me^{2+} + 2HCO_3^- + _____ + _____ \rightarrow _____ + _____ + _____ + _____$$

$$_____ + _____ \rightarrow _____ + _____$$

Вывод:_____

_____

_____

Опыт 2. Определение общей жёсткости трилонометрическим методом.

Метод основан на использовании реактива, известного под названием трилон–Б (это органический комплексообразователь – динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты), который образует прочные комплексные соединения с ионами жёсткости:

В коническую колбу налейте исследуемую воду заданного преподавателем объёма, добавьте дистиллированную воду равного объёма, туда же прилейте раствор буферной смеси объёмом 5,0 мл. Прибавьте немного порошкообразного индикатора (хромоген чёрный) и круговыми движениями перемешайте до растворения индикатора и появления светло–фиолетовой окраски раствора. Запишите начальный уровень раствора трилона–Б в бюретке с точностью до 0,1 мл. Медленно по каплям титруйте воду в колбе при постоянном перемешивании до момента изменения окраски раствора в сине–голубую. Запишите уровень раствора трилона в бюретке после титрования. По разности определите объём раствора, израсходованного для титрования.

Повторите титрование два раза с одинаковыми порциями исследуемой воды.

Общую жёсткость воды (мэкв/л) можно рассчитать по формуле:

$$Ж_О = \frac{V_Т \cdot C_Т}{V_{H_2O}} \cdot 10^3,$$

где $Ж_О$ – общая жёсткость воды (мэкв/л),

$V_Т$ – объём раствора трилона, израсходованного для титрования (мл),

$C_Т$ – концентрация трилона в растворе (0,02 экв/л),

V_{H_2O} – объём воды, взятой для титрования (мл).

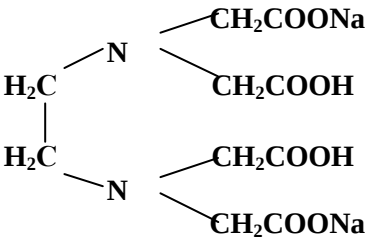
№ пробы	$V(H_2O)$ мл	Уровень раствора трилона до начала титрования	Уровень раствора трилона после титрования	Vт мл	Жо мэкв/л
1					
2					
3					

Рассчитайте среднее значение общей жёсткости воды. Определите некарбонатную (постоянную) жёсткость воды.

$$Ж_О = \frac{Ж_1 + Ж_2 + Ж_3}{3} = _____ = _____ \text{ мэкв/л}$$

$$Ж_Н = Ж_О - Ж_К = _____ - _____ = _____ \text{ мэкв/л}$$

Напишите реакцию взаимодействия трилона–Б с катионами жёсткости (например, с катионом Ca^{2+}).



$+ \ \underline{Ca^{2+}} \rightarrow \qquad\qquad + _____$

Вывод:_____

_____

_____

Решите задачу: Какая масса извести и соды потребуется для полного умягчения 10 л такой воды?

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Опыт 1. Коррозия железа в условиях неравномерной аэрации.

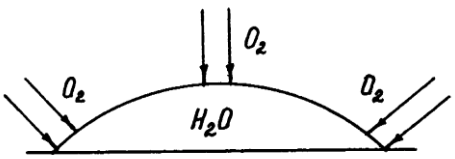
Зачистите стальную пластинку наждачной бумагой, промойте дистиллированной водой, высушите фильтровальной бумагой. На поверхность пластины пипеткой нанесите каплю специально приготовленного раствора, содержащего растворенные соли: **NaCl** (активатор коррозии железа) и $\mathbf{K_3[Fe(CN)_6]}$ (реактив на ионы Fe^{2+}). Через 2 – 3 минуты добавьте каплю раствора фенолфталеина (реактив на ионы OH^-).

Неодинаковый доступ воздуха (кислорода) к участкам поверхности металла приводит к неравномерной аэрации. Электродный потенциал окисленного участка выше, чем неокисленного. Окисленные участки выполняют функцию катода. Поэтому, если на стальной предмет нанести каплю воды, корродирует средняя, а не внешняя часть смоченного металла. В середине капли доступ воздуха к металлу затруднен, и этот участок выполняет функцию анода. На участках с большим доступом кислорода протекает катодный процесс.

Анодные участки, где железо окисляется и переходит в состояние Fe^{2+}, обнаруживаются по синему цвету образующегося гексацианоферрата железа (“турнбулевой сини”):

$$\mathbf{3\,Fe^{2+} + 2\,[Fe(CN)_6]^{3+} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2}$$

Области, окрасившиеся в розовый цвет, соответствуют катодным участкам, где происходит процесс кислородной деполяризации с образованием гидроксид-ионов, что и обнаруживается по малиновой окраске фенолфталеина.



Укажите расположение анодных и катодных участков на рисунке, запишите уравнения электродных процессов.

анод (___): ____ - __$\bar{e}$ = ____

катод (___):_____ + _____ +__$\bar{e}$ = ____

Вывод:_____

_____

_____

_____

Опыт 2. Сравнение эффективности защитных покрытий.

Возьмите три пластинки:

1. Лужёное железо (железо, покрытое слоем олова).
2. Оцинкованное железо.
3. Металлочерепица (стальной оцинкованный лист со слоем грунтовки и полимерным покрытием.

Нанесите на каждую пластинку свежую царапину (до защищаемого металла) при помощи стального гвоздя.

Поместите каждую пластинку в раствор серной кислоты и щелочи, добавьте каплю раствора $\mathbf{K_3[Fe(CN)_6]}$. Наблюдайте, какие изменения окраски растворов происходят. Составьте схемы образующихся микрогальванических элементов. Запишите анодные и катодные реакции. Сделайте вывод о том, какой металл подвергается коррозии.

луженое железо

оцинкованное железо

металлочерепица

Луженое железо:

анод (___): ____ – __$\bar{e}$ = ____

катод (___): ____ + __$\bar{e}$ = ____

Оцинкованное железо:

анод (___): ____ – __$\bar{e}$ = ____

катод (___): ____ + __$\bar{e}$ = ____

Металлочерепица:

анод (___): ____ – __$\bar{e}$ = ____

катод (___): ____ + __$\bar{e}$ = ____

Вывод:

_____

_____

_____

_____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНТАКТЕ БЕТОНА С РАЗЛИЧНЫМИ АГРЕССИВНЫМИ СРЕДАМИ

Основные компоненты бетона на портландцементе:

$Ca(OH)_2$ – гидроксид кальция;

$2CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ – гидросиликаты кальция;

$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ – трехкальциевый гидроалюминат;

$CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot mH_2O$ – гидроферриты кальция.

Опыт 1. Исследования коррозионной стойкости бетона в разных средах.

Поместите образцы бетона на основе портландцементе в три колбы. Добавьте к первому образцу раствор **NaOH**, ко второму – раствор **HCl**, к третьему – дистиллированную воду. Через 20-30 минут отметьте наблюдаемые изменения в колбах и заполните таблицу 1.

Таблица 1

№ образца	Условия контакта материала со средой, pH	Наблюдения
1		
2		
3		

Составьте возможные механизмы коррозионных процессов:

$Ca(OH)_2$ + ___HCl = _____ + _____

$2CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ + ___HCl = _____ + _____ + _____

$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ + ___HCl = _____ + _____ + _____

$CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot mH_2O$ + ___HCl = _____ + _____ + _____

Опыт 2. Обнаружение продуктов коррозии бетона Ca^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, OH^- в водной среде

Растворимые продукты коррозионного разрушения в водных растворах диссоциируют:

$CaCl_2$ → _____ + _____

$AlCl_3$ → _____ + _____

$FeCl_3$ → _____ + _____

Обнаружение ионов Ca^{2+}.

Поместите в три пробирки по 1 – 2 мл исследуемого раствора из трех колб, в которых наблюдали коррозию бетона. Добавьте в каждую пробирку по 3 – 4 капли раствора оксалата аммония **$(NH_4)_2C_2O_4$**. Отметьте наблюдения, и запишите уравнение реакции в молекулярной, ионной и сокращённой ионной формах. Укажите, в растворе из какой колбы обнаружены ионы Ca^{2+}.

$$\mathbf{CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 = _____ + _____}$$

____ + _____ + _____ + _____ = _____ + ____ + ____

_____ + _____ = _____

Обнаружение ионов Fe^{3+} .

Поместите в три пробирки по 1 – 2 мл исследуемого раствора. Добавьте в каждую по 3 – 4 капли роданида калия **KSCN**. Отметьте наблюдения, и запишите уравнение протекающей реакции в молекулярной, ионной и сокращенной ионной формах. Укажите, в растворе из какой колбы обнаружены ионы Fe^{3+}.

$$\mathbf{FeCl_3 + __KSCN = _____ + _____}$$

____ + _____ + _____ + _____ = _____ + ____ + ____

_____ + _____ = _____

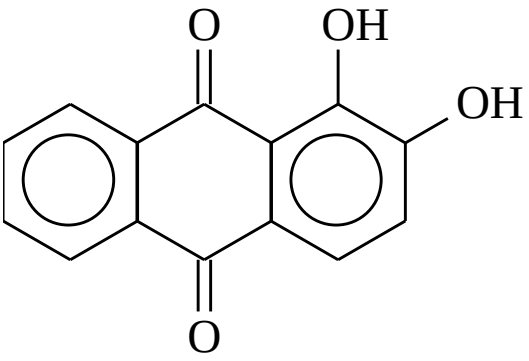
Обнаружение ионов Al^{3+}.

Поместите в три пробирки по 2 капли исследуемого раствора и прилейте в каждую по 3 капли раствора $\mathbf{NH_4OH}$. К полученному осадку $\mathbf{Al(OH)_3}$ прибавьте несколько капель свежеприготовленного раствора ализарина $\mathbf{C_{14}H_6O_2(OH)_2}$, прокипятите. Ализарин образует с гидроксидом алюминия внутрикомплексную соль оранжево-красного цвета, называемую «ализарин-алюминиевым лаком». Отметьте наблюдаемые изменения и запишите уравнение протекающих реакций.

$$AlCl_3 + __NH_4OH = _____ + _____$$

____ + _____ + _____ = _____ + ____ + ____

_____ + _____ = _____ + _____



$+ \ Al(OH)_3 =$

= + _____

Укажите, в растворе из какой колбы обнаружены ионы Fe^{3+}.

Обнаружение ионов OH^-.

Поместите в три пробирки 1 – 2 мл исследуемого раствора. Добавьте в каждую по 1 – 2 капли индикатора – фенолфталеина. В присутствии ионов $\mathbf{OH^-}$ фенолфталеин окрашивается в _____ цвет.

Заполните таблицу 2. Составьте соответствующие выводы.

Таблица 2

№ образца	Агрессивная среда	Обнаружение ионов в водной среде				Вывод
		Ca^{2+}	**Fe^{3+}**	**Al^{3+}**	**OH^{-}**	
1						
2						
3						

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа №6

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНТАКТЕ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С АГРЕССИВНЫМИ СРЕДАМИ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ДТА)

Методика выполнения работы

Проведите визуальный осмотр образцов кровельных материалов на сонове хлорсульфополиэтилена (ХСПЭ) и этиленпропилендиенового каучука (ЭПДМ), полученных у преподавателя. Результаты визуального осмотра занесите в таблицу 1. Ответьте на дополнительные вопросы.

Таблица 1

№ п/п	Вид старения	Сопротивление	
		ХСПЭ	ЭПДМ
1	Термическое		
2	Озонное (фотоокислительное)		
3	Световое		
4	Химическое		

Задание:

1. Ознакомиться с результатами исследований методом ДТА образцов кровельных материалов на основе ХСПЭ и ЭПДМ до и после эксплуатации.
2. На основании визуальных и инструментальных анализов дать оценку состояния кровельного материала.
3. Написать возможный механизм деструкции кровельных материалов.

Возможные механизмы деструкции ХСПЭ:
Возможные механизмы деструкции ЭПДМ:

4. Определить физический износ кровельных материалов по формуле:

$$\Phi_{\text{к}} = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_{\text{к}}}$$

5. На основе полученных данных заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Наименование кровельного материала	Удельный вес участка к общему объему элемента, $(P_i/P_к)\cdot 100$	Физический износ участков элементов, % Ф	Определение средневзвешенного значения физического износа участка, %	Доля физического износа участка в общем физическом износе элемента, %

Вывод;_____

_____

_____

_____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Практическая работа №7

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНТАКТЕ ДРЕВЕСИНЫ С АГРЕССИВНЫМИ СРЕДАМИ

Методика выполнения работы

Проведите визуальный осмотр образцов древесины. Представленные образцы зарисуйте. Результаты визуального осмотра занесите в таблицу 1. Ответьте на дополнительные вопросы.

Образец №1

Образец №2

Образец №3

Образец №4

Таблица 1

№ образца	Условия контакта материала со средой	Визуальный осмотр образцов	Степень разрушения материала, ($Ф_i$), %	Вывод
1				
2				
3				
4				

1. Перечислите положительные и отрицательные свойства древесины как строительного материала:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

2. Назовите основные элементы микроструктуры древесины:

_____

_____

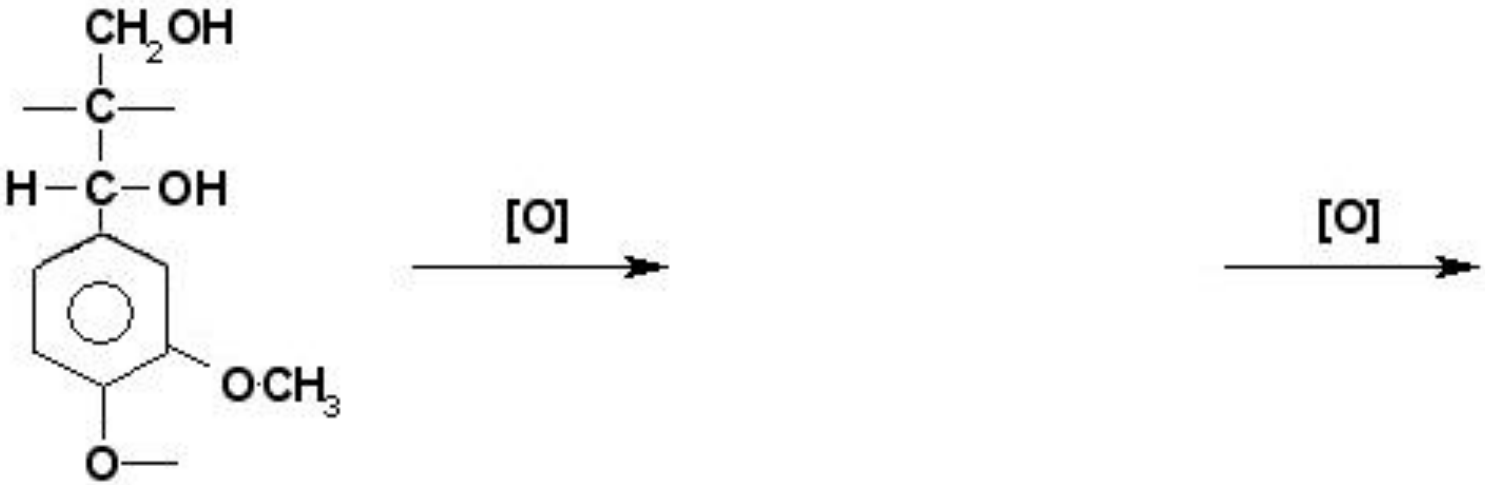
3. Приведите формулы целлюлозы и основных структурных единиц лигнина:

Целлюлоза

Структурные единицы лигнина

I – n-кумаровый спирт II – конифериловый спирт III – синаповый спирт

4. Составьте возможные механизмы коррозионных разрушений образцов, происходящих в основном с лигнинной частью древесины под действием гриба «белой гнили»:



5. Предложите методы защиты древесины от гниения и горения:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Вывод:_____

_____

_____

_____

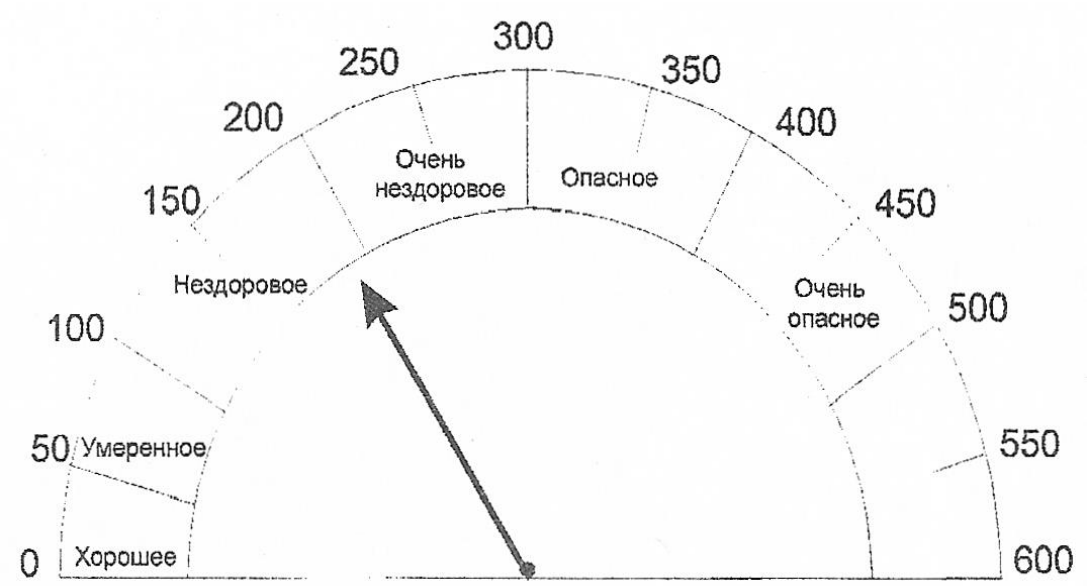
_____

_____

_____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

СТАНДАРТНЫЙ ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ



Для оценки уровня загрязнения в атмосфере применяют индекс качества *I*:

$$I = \frac{C}{ПДК} \cdot 100,$$

где *C* – концентрация загрязнителя в атмосфере.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТА СУММАЦИИ ДЛЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИМЕЮЩИХ ОДНОНАПРАВЛЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ

Данный эффект рассчитывают по сумме относительных концентраций (отношений фактической концентрации к предельно допустимой), которая не должна превышать единицу:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + ... + \frac{C_n}{ПДК_m} < 1,$$

где C_1, C_2,… C_n – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе; $ПДК_1$, $ПДК_2$,… $ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ.

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ И ГИДРОКСИДОВ В ВОДЕ

(при комнатной температуре)

АНИОНЫ	КАТИОНЫ																					
	H^+	Li^+	K^+	Na^+	NH_4^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Sr^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}	Pb^{2+}	Sn^{2+}	Cu^{2+}
OH^-		Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	Н
F^-	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	Р	Н	Н	Н	Р	Р	М	Р	Р	М	Н	Р	Р
Cl^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р
Br^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	М	Р	Р
I^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	Р	?	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	М	Р
S^{2-}	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р	—	—	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO_3^{2-}	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	М	Н	?	—	М	?	Н	Н	?	М	Н	Н	Н	?	?
SO_4^{2-}	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	—	Н	Р	Р
NO_3^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
NO_2^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	Р	М	?	?	М	?	?	?	?
PO_4^{3-}	Р	Н	Р	Р	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO_3^{2-}	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	?	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	?	Н
CH_3COO^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р	—	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
SiO_3^{2-}	Н	Р	Р	Р	?	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	?	?	?	Н	Н	?	?	Н	?	?

“Р” – растворяется (>1 г на100 г H_2O), “М” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H_2O), “—” – разлагается в водной среде,
“Н” – не растворяется (<0,1 г на 100 г H_2O), “?” – нет достоверных сведений о существовании соединения.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	1 H 1.01 ВОДОРОД						(H)	2 He 4,002602 ГЕЛИЙ		
2	3 Li 6,94 ЛИТИЙ	4 Be 9,01 БЕРИЛЛИЙ	5 B 10,811 БОР	6 C 12,011 УГЛЕРОД	7 N 14,00674 АЗОТ	8 O 15,9994 КИСЛОРОД	9 F 18,9984032 ФТОР	10 Ne 20,1797 НЕОН	Периодический закон открыт Д.И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году	
3	11 Na 22,99 НАТРИЙ	12 Mg 24,30 МАГНИЙ	13 Al 26,981539 АЛЮМИНИЙ	14 Si 28,0855 КРЕМНИЙ	15 P 30,973762 ФОСФОР	16 S 32,066 СЕРА	17 Cl 35,4527 ХЛОР	18 Ar 39,948 АРГОН		
4	19 K 39,10 КАЛИЙ	20 Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,955910 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,93805 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,93320 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,69 НИКЕЛЬ
	29 Cu 63,55 МЕДЬ	30 Zn 65,39 ЦИНК	31 Ga 69,723 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,61 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,92159 МЫШЬЯК	34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ	36 Kr 83,80 КРИПТОН		
5	37 Rb 85,47 РУБИДИЙ	38 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	39 Y 88,90585 ИТТРИЙ	40 Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 92,90638 НИОБИЙ	42 Mo 95,94 МОЛИБДЕН	43 Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,90550 РОДИЙ	46 Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ
	47 Ag 107,87 СЕРЕБРО	48 Cd 112,41 КАДМИЙ	49 In 114,82 ИНДИЙ	50 Sn 118,710 ОЛОВО	51 Sb 121,75 СУРЬМА	52 Te 127,60 ТЕЛЛУР	53 I 126,90447 ЙОД	54 Xe 131,29 КСЕНОН		
6	55 Cs 132,90 ЦЕЗИЙ	56 Ba 137,33 БАРИЙ	57 La* 138,91 ЛАНТАН	72 Hf 178,49 ГАФНИЙ	73 Ta 180,9479 ТАНТАЛ	74 W 183,85 ВОЛЬФРАМ	75 Re 186,207 РЕНИЙ	76 Os 190,2 ОСМИЙ	77 Ir 192,22 ИРИДИЙ	78 Pt 195,08 ПЛАТИНА
	79 Au 196,97 ЗОЛОТО	80 Hg 200,59 РТУТЬ	81 Tl 204,3833 ТАЛЛИЙ	82 Pb 207,2 СВИНЕЦ	83 Bi 208,98037 ВИСМУТ	84 Po 208,9824 ПОЛОНИЙ	85 At 209,9871 АСТАТ	86 Rn 222,0176 РАДОН	Относительные атомные массы приведены по международной таблице 1985 года	
7	87 Fr 223,02 ФРАНЦИЙ	88 Ra 226,02 РАДИЙ	89 Ac** 227,0278 АКТИНИЙ	104 Db 261,11 ДУБНИЙ	105 Jl 262,114 ЖОЛИОТИЙ	106 Rf 263,118 РЕЗЕРФОРДИЙ	107 Bh 262,12 БОРИЙ	108 Hn [265] ГАНИЙ	109 Mt [266] МЕЙТНЕРИЙ	

*** ЛАНТАНОИДЫ**

58 Ce 140,12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140,91 ПРАЗЕОДИМ	60 Nd 144,24 НЕОДИМ	61 Pm 144,9127 ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150,36 САМАРИЙ	63 Eu 151,955 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158,92534 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164,93032 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167,26 ЭРБИЙ	69 Tm 168,93421 ТУЛИЙ	70 Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,967 ЛЮТЕЦИЙ

**** АКТИНОИДЫ**

90 Th 232,04 ТОРИЙ	91 Pa 231,04 ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238,03 УРАН	93 Np 237,0482 НЕПТУНИЙ	94 Pu 244,0642 ПЛУТОНИЙ	95 Am 243,0614 АМЕРИЦИЙ	96 Cm 247,0703 КЮРИЙ	97 Bk 247,0703 БЕРКЛИЙ	98 Cf 242,0587 КАЛИФОРНИЙ	99 Es 252,083 ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm 257,0951 ФЕРМИЙ	101 Md 258,10 МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No 259,1009 НОБЕЛИЙ	103 Lr 260,105 ЛОУРЕНСИЙ

Названия химических элементов с порядковыми номерами 104-109 рекомендованы Комиссией ИЮПАК по неорганической номенклатуре в августе 1994г.

Подписано в печать . .2015 . Формат 60x84 1/8. Печать офсетная
Объём п.л. Тираж . Заказ №