

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
 Должность: проректор
 Дата подписания: 27.09.2022 11:04:54
 Уникальный программный ключ:
 69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

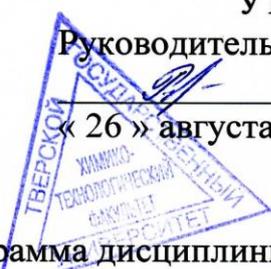
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

Ю.А. Рыжков

« 26 » августа 2022 г.



Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Направление подготовки	19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
Наименование образовательной программы (профиль)	Технология и экспертиза продуктов растительного происхождения
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная, заочная
Закреплена за кафедрой	Биохимии и биотехнологии

Вид учебной работы и форма контроля	Очная форма		Заочная форма		
	курс, семестр		всего	курс, сессия	
	1 курс, 1 семестр			1к,лс	2к,зс
Общая трудоёмкость дисциплины:					
- в зачётных единицах	6	6	4	2	
- в часах	216	216	144	72	
Аудиторные занятия, часов:	85	24	14	10	
- лекции	34	10	6	4	
- практические занятия	51	14	8	6	
- лабораторные работы					
Самостоятельная работа, часов	44	183	130	53	
курсовая работа					
прочие виды	87	9		9	
Зачёт		*	*		
Экзамен	*	*		*	

Тверь 2022

Программу составил (и):

Парфентьева Наталья Владимировна, доцент, к.б.н., кафедра биохимии и биотехнологии

Рабочая программа дисциплины: Основы общей и неорганической химии разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья (бакалавриат) (приказ Минобрнауки России от 17-08-2020 г. № 1041)

Составлена на основании учебного плана:

по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, утвержденного Учёным Советом от 26.05.2021 (протокол № 12)

Год начала подготовки по учебному плану: 2021

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры: Биохимии и биотехнологии
Протокол № 1 от 26.08.2021

Зав. кафедрой биохимии и биотехнологии: Рыжков Юрий Анатольевич

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: ознакомление студентов с основными положениями и законами общей и неорганической химии, формирование основных представлений о взаимосвязи между природой и химическими свойствами веществ, о сущности химических процессов и основных закономерностей их протекания, типах химических реакций, свойствах элементов и их соединений, необходимых как для обучения последующим учебным дисциплинам, так и для непосредственного использования в профессиональной деятельности специалистов.

Задачи дисциплины:

- освоение знаний фундаментальных разделов общей химии
- изучение основных закономерностей протекания химических процессов на основе химических законов и теорий;
- изучение строения вещества, установление закономерностей изменения их свойств в зависимости от строения и структуры;
- изучение химических свойств простых веществ и их соединений.
- умение использовать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин.
- овладение принципами биотрансформации свойств сырья на основе использования фундаментальных знаний в области общей и неорганической химии
- приобретение знаний, умений и навыков в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего профессионального образования и
- формирование умений использовать полученные химические знания в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы общей и неорганической химии» относится к блоку Б1.0.19 обязательной части образовательной программы высшего образования по направлению «Продукты питания из растительного сырья»; изучается в первом семестре (ДО), в летнюю сессию 1 курса и зимнюю сессию 2 курса (ЗФО). Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Биохимия», «Пищевая химия», «Технология хлеба, макаронных и кондитерских изделий».

2.1. Особенности реализации дисциплины

При реализации дисциплины применяется ЭО и ДОТ для поддержки самостоятельной работы обучающихся путем предоставления доступа к

электронным программно-методическим комплексам дисциплин. URL-адрес электронного обучающего ресурса по дисциплине: <http://lms.tversu.ru>. (по паролю) и в системе Teams.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональных компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ОПК-2</p> <p>Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-2.1. Использует в практической деятельности специальные знания фундаментальных разделов физики, химии, биологии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья</p>	<p>Знать: теоретические основы биологической химии; новейшие научные и практические достижения в области биохимии; биохимические основы жизнедеятельности организма; свойства важнейших классов биохимических соединений во взаимосвязи с их строением; методы выделения, очистки, идентификации соединений; свойства растворов биополимеров и биологически активных веществ; ферментативный катализ; методы исследования биохимических компонентов в биологических жидкостях и тканях; молекулярные основы жизнедеятельности, пути метаболизма основных классов органических соединений и их регуляции; классификацию, структуру и физико-химические свойства белков; классификацию, строение и свойства ферментов; классификацию углеводов и липидов; общие понятия об обмене веществ и энергии; фотосинтез; классификацию</p>
	<p>ОПК-2.2 Проводит измерения и наблюдения, составляет описания проводимых исследований, анализирует результаты исследований и использует их при написании отчетов и научных публикаций</p>	

		<p>витаминов и минеральных веществ.</p> <p>Уметь: объяснять биохимические процессы, происходящие в живых организмах; идентифицировать важнейшие природные объекты и подбирать методы исследования азотсодержащих веществ, липидов, углеводов и их метаболитов, минеральных веществ, ферментов; применять биохимические методы для оценки пищевого сырья.</p> <p>Владеть: навыками использования необходимых приборов и лабораторного оборудования при проведении биохимических исследований; методиками определения содержания метаболитов и активности ферментов; техникой биохимических исследований.</p>
--	--	---

4. Форма промежуточной аттестации

- очная форма: экзамен в 1-ом семестре;
- заочная форма: зачет на 1-ом курсе, экзамен на 2-ом курсе

5. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции (час.)	Практические работы (час.)	

1. Введение. Предмет и задачи химии, связь с другими дисциплинами. Основные понятия и законы химии. Вещество. Агрегатное состояние. Молекула, элемент, атом, состав и строение атома.	8	2	4	6
2. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева.	7	2	4	6
3. Химическая связь. Виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная).	8	2	4	6
4. Виды химических реакций в неорганической химии (ОВР)	14	4	6	10
5. Неорганические соединения. Классификация, номенклатура и свойства.	26	8	10	16
6. Основы химической термодинамики. Энтальпия и тепловой эффект реакции.	14	4	4	10
7. Растворы. Электролитическая диссоциация. Способы выражения количественного состава растворов.	22	4	8	16
8. Гидролиз солей	12	2	4	10
9. Дисперсные системы.	12	2	2	10
10. Основы электрохимии.	12	2	1	10
11. Обзор химии s- и p-элементов	19	1	2	17
12. Обзор химии d- и f-элементов	18	1	2	16
ИТОГО	129	34	51	44

Для студентов заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции (час.)	Практические работы (час.)	

1. Введение. Предмет и задачи химии, связь с другими дисциплинами. Основные понятия и законы химии. Вещество. Агрегатное состояние. Молекула, элемент, атом, состав и строение атома.	16	1		15
2. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева.	17	1	1	15
3. Химическая связь. Виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная).	22	1	1	20
4. Виды химических реакций в неорганической химии (ОВР)	23	1	2	20
5. Неорганические соединения. Классификация, номенклатура и свойства.	43	1	2	40
6. Основы химической термодинамики. Энтальпия и тепловой эффект реакции.	23	1	2	20
Итого за 1 семестр	144	6	8	130
7. Растворы. Электролитическая диссоциация. Способы выражения количественного состава растворов.	13	1	2	10
8. Гидролиз солей. Электролиз	13	1	2	10
9. Дисперсные системы.	12	1	1	10
10. Основы электрохимии.	15	1	1	13
11. Обзор химии s- и p-элементов	5			5
12. Обзор химии d- и f-элементов	5			5
	63	4	6	53
ИТОГО	207	10	14	183

6. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

СТРОЕНИЕ АТОМА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ.

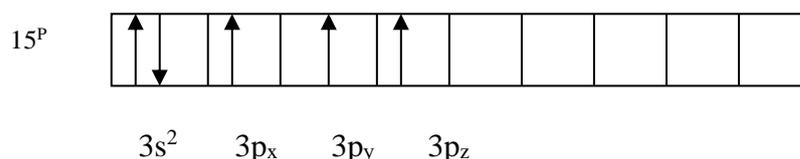
Пример 1. Описать свойства атома индия и его положение в периодической системе элементов.

Решение. Так как $Z=49$, заряд ядра атома Jn и общее количество электронов равны 49. Зная, что свойства атома определяет структура его валентных электронов, начнем с ее построения. Индий находится в 5 периоде III A группы, отсюда его валентные электроны имеют следующую структуру: $5s^25p^1$.

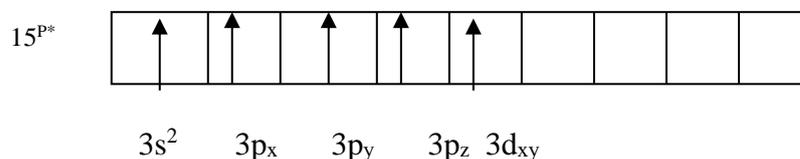
Наличие трех электронов на внешнем уровне и большой радиус атома ($n=5$) предполагают достаточную легкость отдачи электронов (небольшая энергия ионизации) и как следствие – металлические свойства и достаточно высокую химическую активность.

Пример 2. Какую валентность, обусловленную неспаренными электронами (спин-валентность), может проявлять фосфор в нормальном и возбужденном* состояниях?

Решение. Распределение электронов внешнего энергетического уровня фосфора $\dots 3s^23p^3$ (учитывая правило Хунда, $3s^23p_x3p_y3p_z$) по квантовым ячейкам имеет вид:



Атомы фосфора имеют свободные d – орбитали, поэтому возможен переход одного 3s – электрона в 3d – состояние:

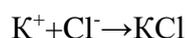
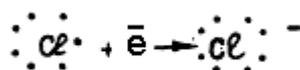
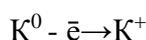


Отсюда валентность (спин-валентность) фосфора в нормальном состоянии равна трем, а в возбужденном – пяти.

Пример 3. Укажите тип связей в молекулах F_2 , KCl , HCl . Приведите электронные модели их строения.

Решение. 1. Молекула F_2 состоит из двух одинаковых атомов фтора, поэтому ковалентная связь будет неполярной. Структура валентных электронов фтора $\dots 2s^22p^5$. Происходит перекрывание одноэлектронных p-орбиталей.

2. Молекула KCl состоит из двух резко отличающихся по электроотрицательности атомов металла (K) и неметалла (Cl), что определяет ионный тип связи;



3. Молекула HCl тоже состоит из двух разных атомов H и Cl, поэтому в данном случае имеем ковалентную полярную связь, причем общая электронная пара смещена к более электроотрицательному атому хлора. При этом происходит перекрывание s-p - валентных орбиталей водорода и хлора.

Пример 4. Определите тип кристаллической решетки SiC и сделайте вывод о свойствах данного вещества.

Решение. Валентные электронные структуры кремния и углерода сходны ($\dots 3s^2 3p^2$ и $\dots 2s^2 2p^2$), поэтому в результате перекрывания они образуют ковалентную связь (малополярную). Так как их насыщенность в соединении высока (четыре связи), вещество является твердым и образует атомную кристаллическую решетку. А это влечет за собой высокую твердость вещества, его тугоплавкость, малую растворимость и диэлектрические свойства.

Контрольные вопросы.

1. Чем отличается последовательность заполнения электронами d – элементов от s- и p- элементов? Как это различие отражается на их свойствах?
2. У какого из элементов – лития, цезия или бериллия – больше энергия ионизации? Сделайте вывод о химических свойствах их атомов.
3. Какие из элементов S или Se проявляют более окислительные свойства? Почему?
4. Почему Cu, Ag, Au – благородные металлы? Дайте объяснение их свойств на основе электронных структур и справочного материала.
5. Объясните различие величин радиусов и свойств атомов Cu и Zn.
6. Радиусы атомов Si и V равны ($r=1,34\text{Å}$), почему же так различны их свойства?
7. Почему Mn и Cl расположены в одной группе периодической системы, но в разных подгруппах? Дайте сравнительную характеристику свойств этих элементов на основе их электронных структур.
8. Установите химические свойства элемента с номером 32.
9. Установите химические свойства элемента с номером 40.
10. Почему свойства всех элементов II периода очень сильно отличаются от свойств элементов всех последующих периодов?
11. Укажите заполнение орбиталей для каждого из перечисленных ниже нейтральных атомов и определите число валентных электронов на них: K, As. Сделайте вывод о химических свойствах.
12. Изобразите с помощью энергетических ячеек строение атомов кислорода, германия. Сделайте вывод о химических свойствах.
13. Выделите валентные орбитали атомов кремния, ванадия. Сделайте вывод о химических свойствах этих атомов.
14. У какого из элементов As или Cl электроотрицательность выше? Почему? Сделайте вывод о химических свойствах.
15. Рассмотрите классификацию элементов периодической системы по электронным семействам.
16. Укажите тип химической связи в молекулах N_2 , NaCl. Приведите схемы перекрывания их электронных облаков.
17. Укажите тип химической связи в молекулах NH_3 , H_2O . Приведите электронные модели их строения.
18. Какую валентность, обусловленную неспаренными электронами, может проявлять свинец в нормальном и возбужденном состояниях? Сделайте вывод о химических свойствах соединений Pb с разной степенью окисления.
19. Укажите тип кристаллической решетки в кристаллах H_2O , CsF. Сделайте вывод о свойствах этих кристаллов.

20. Докажите, что Mg, MgCl₂ – кристаллы. Укажите тип их решетки и дайте сравнительную характеристику свойств.
21. Почему H₂O – жидкость, а H₂S – газ? Сравните их t_{кип}, t_{пл}.
22. Оцените физико-химические свойства вещества Cr. Ответ обоснуйте.
23. Определите тип связи молекул NaI, CH₄. Сделайте вывод о свойствах (прочность, реакционная способность, агрегатное состояние).
24. У каких из кристаллов H₂O, SiO₂, KCl, Li температура плавления наибольшая? Ответ обоснуйте.
25. Определите тип кристаллической решетки SiO₂. Сделайте вывод о свойствах. Ответ обоснуйте.
26. Какой тип кристаллической решетки характерен для веществ с самой низкой температурой плавления? Ответ обоснуйте.
27. Почему кислород и сера, имея в наружном слое одинаковое число электронов, проявляют разную валентность?
28. Проанализируйте валентные возможности атомов Be, Al в основном и возбужденном состояниях.
29. Укажите, какие из перечисленных молекул являются полярными и какие неполярными: CO₂, H₂O, SO₂, CH₄. Ответ мотивируйте.
30. Как изменяются химические свойства соединений марганца и характер связей в них с увеличением степени окисления?

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

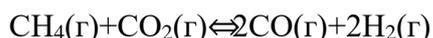
Пример 1. Укажите в каком направлении повышается устойчивость карбонатов MgCO₃(к); CaCO₃(к); BaCO₃(к).

Решение. Устойчивость веществ определяется значениями величин $\Delta H^0_{\text{образ}}$ (термическая устойчивость) и $\Delta G^0_{\text{образ}}$ (химическая устойчивость). Чем меньше эти значения, тем вещество более устойчиво. Для ответа сравним величины $\Delta H^0_{\text{образ}}$ и $\Delta G^0_{\text{образ}}$ данных карбонатов:

Наименование карбоната	$\Delta H^0_{\text{образ}}$, кДж/моль	$\Delta G^0_{\text{образ}}$, кДж/моль
MgCO ₃	-1096,21	-1029,3
CaCO ₃	-1206	-1128,8
BaCO ₃	-1202	-1164,8

Из сравнения величин ΔG и ΔH следует, что устойчивость карбонатов в ряду MgCO₃→CaCO₃→BaCO₃ повышается (термическая устойчивость CaCO₃ и BaCO₃ почти одинакова, т.к. $\Delta H^0_{\text{образCaCO}_3} \Delta G^0_{\text{образBaCO}_3}$).

Пример 2. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе:



Решение. Для ответа на вопрос следует вычислить ΔG^0_{298} прямой реакции (значения ΔG^0_{298} соответствующих веществ приведены в табл.1 и в Приложении в табл.2). Зная, что ΔG^0_{298} есть функция состояния и что ΔG для простых веществ, находящихся в устойчивых при стандартных условиях агрегатных состояниях, равны 0, находим ΔG^0_{298} процесса по формуле:

$$\Delta G^0_{\text{х.р.}} = \sum \Delta G^0_{\text{образ.пр.}} - \sum \Delta G^0_{\text{образ.исх.}}$$

$$\Delta G^0_{\text{х.р.}} = 2(-137,27) + 2(0) - (-50,79 - 394,38) = +170,63 \text{ кДж}$$

То, что $\Delta G^0_{298} > 0$, указывает на невозможность самопроизвольного протекания прямой реакции при T=298 K и равенстве давлений взятых газов 1,013 · 10⁵ Па (760 мм рт.ст.=1 атм).

Таблица 1

Вещество	Состояние	ΔG^0_{298} , кДж/моль	Вещество	Состояние	ΔG^0_{298} , кДж/моль
BaCO ₃	к	-1138,8	FeO	к	-244,3
CaCO ₃	к	-1128,75	H ₂ O	ж	-237,19
Fe ₃ O ₄	к	-1014,2	H ₂ O	г	-228,59
BeCO ₃	к	-944,75	PbO ₂	к	-219,0
CaO	к	-604,2	CO	г	-137,27
BeO	к	-581,61	CH ₄	г	-50,79
BaO	к	-528,4	NO ₂	г	+51,84
CO ₂	г	-394,38	NO	г	+86,69
NaCl	к	-384,03	C ₂ H ₂	г	+209,20
ZnO	к	-318,2			

Пример 3. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0_T реакции, протекающей по уравнению
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}$.

Возможна ли реакция восстановления Fe_2O_3 углеродом при температурах 500 и 1000 К?

Решение. $\Delta H_{\text{х.р.}}$ и $\Delta S_{\text{х.р.}}$ находим по формулам (ΔH , S – функции состояния систем):

$$\Delta H^0_{\text{х.р.}} = \sum \Delta H^0_{\text{прод.}} - \sum \Delta G^0_{\text{исх.}}$$

$$\Delta S^0_{\text{х.р.}} = \sum \Delta S^0_{\text{прод.}} - \sum \Delta S^0_{\text{исх.}}$$

$$\Delta H^0_{\text{х.р.}} = [3(-110,52) + 2 \cdot 0] - [-822,10 + 3 \cdot 0] = -331,56 + 822,10 = +490,54 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^0_{\text{х.р.}} = (2 \cdot 27,2 + 3 \cdot 197,91) - (89,96 + 3 \cdot 5,69) = 541,1 \text{ Дж/моль}$$

Энергию Гиббса при соответствующих температурах находим из соотношения

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0 - T \Delta S^0:$$

$$\Delta G_{500} = 490,54 - 500 \frac{541,1}{1000} = +219,99 \text{ кДж}$$

$$\Delta G_{1000} = 490,54 - 1000 \frac{541,1}{1000} = -50,56 \text{ кДж}$$

Так как $\Delta G_{500} > 0$, а $\Delta G_{1000} < 0$, то восстановление Fe_2O_3 углеродом возможно при 1000 К и не возможно при 500 К.

Пример 4. Реакция восстановления Fe_2O_3 водородом протекает по уравнению

$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г})$, $\Delta H = +96,61 \text{ кДж}$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях, если изменение энтропии $\Delta S = 0,1387 \text{ кДж/(моль} \cdot \text{К)}$? При какой температуре начнется восстановление Fe_2O_3 ?

Решение. Вычисляем ΔG^0 реакции:

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0 - T \Delta S^0 = 96,61 - 298 \cdot 0,1387 = +55,28 \text{ кДж}$$

Так как $\Delta G^0 > 0$, то реакция при стандартных условиях невозможна; наоборот, при этих условиях идет обратная реакция окисления железа (коррозия). Найдем температуру, при которой $\Delta G = 0$:

$$\Delta H = T \Delta S; T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{96,61}{0,1387} = 696,5 \text{ К}$$

Следовательно, при температуре $\approx 696,5 \text{ К}$, начнется реакция восстановления Fe_2O_3 . Иногда эту температуру называют температурой начала реакции.

Контрольные вопросы.

31. При сгорании 1 л ацетилена (н.у.) выделилось 56 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования ацетилена C_2H_2 , ΔG^0_{298} .
32. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0_{500} реакции $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г})$.

33. Реакция протекает по уравнению $\text{TiO}_2(\text{к}) + 2\text{C}(\text{к}) = \text{Ti}(\text{к}) + 2\text{CO}(\text{г})$. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0_{1000} . Возможна ли эта реакция?
34. В ходе доменного процесса возможна реакция $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) = 3\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$. При какой температуре начнется эта реакция, если $\Delta H = +34,5$ кДж?
35. Напишите термохимическое уравнение реакции взаимодействия газообразных аммиака и хлористого водорода. Сколько теплоты выделится в ходе этой реакции, если было израсходовано 100 л аммиака?
36. При гашении извести CaO водой выделяется 32,5 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции и определите энтальпию образования оксида кальция.
37. Предложите знак изменения энтропии в реакции $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$. Ответ подтвердите расчетом.
38. При сгорании 1 л водорода выделяется 12,76 кДж. Рассчитать энтальпию образования воды. Какая вода получается в результате этого процесса – пар или жидкость?
39. Ответьте, как влияет температура на вероятность осуществления процессов: а) разложение веществ
б) синтез веществ?
40. Оцените величины ΔH и ΔS реакции $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3/2\text{C}(\text{к}) = 3/2\text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{Fe}(\text{к})$. На их основании определите условия ее протекания.
41. Аллотропные модификации углерода. Теплота сгорания карбина $\Delta H^0_{298} = 356,1$ кДж/моль, а для графита теплота сгорания $\Delta H^0_{298} = 396,3$ кДж/моль. Сравнить термическую устойчивость графита и карбина. Чем объясняется необычное обилие соединений углерода.
42. Исходя из данных для реакций окисления мышьякового ангидрида кислородом и озоном: $\text{As}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{As}_2\text{O}_5(\text{к}); \Delta H^0_1 = -270,70$ кДж,
 $3\text{As}_2\text{O}_3(\text{к}) + 2\text{O}_3(\text{г}) = 3\text{As}_2\text{O}_5(\text{к}); \Delta H^0_2 = -1095,79$ кДж,
вычислите изменение энтальпии при переходе 1 моля кислорода в озон.
43. При сгорании 1 моля $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж})$ до $\text{CO}_2(\text{г})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ выделяется 871,69 кДж/моль. Вычислите энтальпию образования уксусной кислоты ($\Delta H^0_{\text{обр},298}$), если известно:
 $\text{C}(\text{графит}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}); \Delta H^0_{298} = -393,51$ кДж/моль,
 $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H^0_{298} = -285,85$ кДж/моль.
44. Пользуясь таблицами $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и $S^0_{\text{обр},298}$, определите возможен ли самопроизвольный процесс $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{SO}_3(\text{ж}) = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{к})$ при 298 К.
45. Пользуясь таблицами $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и $S^0_{\text{обр},298}$, вычислите ΔG^0_{298} и ΔS^0_{298} реакции $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{к}) = \text{ZnO}(\text{к}) + 2\text{NO}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г})$.
46. Пользуясь таблицами $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и $\Delta S^0_{\text{обр},298}$: а) вычислите ΔH^0_{298} для реакции $4\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{тв}) + \text{O}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{тв})$, б) вычислите ΔH^0_{298} $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж})$.
47. Пользуясь таблицами $\Delta G^0_{\text{обр},298}$, определите, могут ли происходить реакции:
 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{ж}) + \text{Ag}_2\text{O}(\text{к}) = 2\text{Ag}(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
 $\text{Cr}(\text{OH}_3)(\text{к}) + 3\text{J}_2(\text{к}) = \text{CrO}_3(\text{к}) + 2\text{HJ}(\text{г})$.
48. Используя таблицы $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и ΔS^0_{298} , определите приближенное количество энергии, которое выделяется при сгорании 44,81 л диборана B_2H_6 , измеренного при н.у.
49. Какие выводы можно сделать относительно склонности к димеризации AlCl_3 ?
 $2\text{AlCl}_3(\text{г}) \rightarrow \text{Al}_2\text{Cl}_6(\text{г})$, если ΔG^0_{298} образования $\text{AlCl}_3(\text{г})$ и $\text{Al}_2\text{Cl}_6(\text{г})$ соответственно равны – 571,6 кДж/моль и 1219,2 кДж/моль.
50. Как изменяется термическая устойчивость гидроксидов элементов подгруппы Ве?
51. По таблицам $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и S^0_{298} , найдите ΔG^0_{298} , ΔH^0_{298} и ΔS^0_{298} для реакции разложения газообразного гидразина N_2H_4 .
52. Сравните термическую устойчивость нитратов калия, свинца и серебра. Напишите уравнения реакций их термического разложения.
53. По таблицам $\Delta G^0_{\text{обр},298}$ и S^0_{298} , рассчитайте, какое количество теплоты выделится при разложении 1 г AgNO_3 ?

54. Возможно ли при 25⁰С течение процессов:
- $\text{Hg(ж)} + \text{S(к, ромб)} = \text{HgS(к)}$,
 - $2\text{Hg(ж)} + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{HgO(к, красн)}$?
55. Какие из следующих реакций пригодны для синтеза HCN? Рассмотрите реакции как при 298 так и при 1000 К.
- $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{HCN}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
 - $1/2\text{H}_2(\text{г}) + \text{C(графит)} + 1/2\text{N}_2(\text{г}) = \text{HCN}(\text{г})$
56. Стандартные изобарные потенциалы HCl, HBr, HI в водных растворах равны: -124,0 кДж/моль, -100,0 кДж/моль и -48,0 кДж/моль соответственно. Как изменится устойчивость кислот при переходе вниз по подгруппе?
57. Сравните изобарные потенциалы реакций:
- $$\text{MnO(к)} + \text{H}_2\text{O(ж)} = \text{Mn(OH)}_2(\text{ж}) \quad \Delta G^0_{298} = -120 \text{ кДж/моль}$$
- $$\text{Mn}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{H}_2\text{O(ж)} = 2\text{Mn(OH)}_3 \quad \Delta G^0_{298} = +76 \text{ кДж/моль.}$$
- Какой из оксидов MnO или Mn₂O₃ обладает более сильными основными свойствами.
58. Сравним стандартные теплоты реакции:
- $$\text{Na(к)} + 1/2\text{F}_2 = \text{NaF(к)} \quad -544,0 \text{ кДж/моль}$$
- $$\text{Na(к)} + 1/2\text{Cl}_2(\text{г}) = \text{NaCl(к)} \quad -400,0 \text{ кДж/моль}$$
- $$\text{Na(к)} + 1/2\text{Br}_2(\text{г}) = \text{NaBr(к)} \quad -344,0 \text{ кДж/моль}$$
- $$\text{Na(к)} + 1/2\text{I}_2(\text{г}) = \text{NaI(к)} \quad -268,0 \text{ кДж/моль}$$
- Какой из галогенидов натрия наиболее устойчив?

59. Для получения серной кислоты используются следующие реакции:

	ΔH^0	ΔS^0	ΔG^0
$\text{S(к)} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{SO}_2(\text{г})$	-70,9	2,7	-71,7
$\text{SO}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{SO}_3(\text{г})$	-23,7	-22,5	-17,0
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O(ж)} = \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж})$	-35,4	-73,2	-32,5

Что Вы можете сказать об энергетической устойчивости SO₂ и SO₃.

60. При комнатной температуре олово может существовать в двух модификациях: серое олово и белое олово. Основываясь на термических характеристиках, данных в таблице

Олово	$\Delta H^0_{\text{обр}}$ кДж/моль	S^0 Дж/моль·К
Sn (белое)	0	60
Sn (серое)	-2	40

Определите, какое олово термически устойчиво при стандартной температуре.

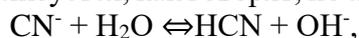
ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ

Химическое обменное взаимодействие ионов растворенной соли с водой, приводящее к образованию слабодиссоциирующих продуктов (молекул слабых кислот или оснований, анионов кислых или катионов основных солей) и сопровождающееся изменением рН среды, называется гидролизом.

Пример 1. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей: а) KCN, б) Na₂CO₃, в) ZnSO₄. Определите реакцию среды растворов этих солей.

Решение:

а) Цианид калия KCN - соль слабой одноосновной кислоты HCN и сильного основания KOH. При растворении в воде молекулы KCN полностью диссоциируют на катионы K⁺ и анионы CN⁻. Катионы K⁺ не могут связывать ионы OH⁻ воды, так как KOH — сильный электролит. Анионы CN⁻ связывают ионы H⁺ воды, образуя молекулы слабого электролита HCN. Соль гидролизуеться, как говорят, по аниону. Ионно-молекулярное уравнение гидролиза:

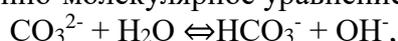


или в молекулярной форме:



В результате гидролиза в растворе появляется некоторый избыток ионов OH⁻, поэтому раствор KCN имеет щелочную реакцию (pH > 7).

б) Карбонат натрия Na₂CO₃ - соль слабой многоосновной кислоты и сильного основания. В этом случае анионы CO₃²⁻, связывая водородные ионы воды, образуют анионы кислой соли HCO₃⁻, а не молекулы H₂CO₃, так как ионы HCO₃⁻ диссоциируют гораздо труднее, чем молекулы H₂CO₃. В обычных условиях гидролиз идет по первой ступени. Соль гидролизуеться по аниону. Ионно-молекулярное уравнение гидролиза



или в молекулярной форме

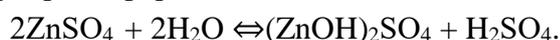


В растворе появляется избыток ионов OH⁻, поэтому раствор Na₂CO₃ имеет щелочную реакцию (pH > 7).

в) Сульфат цинка ZnSO₄ - соль слабого многоосновного основания Zn(OH)₂ и сильной кислоты H₂SO₄. В этом случае Zn²⁺ связывают гидроксидные ионы воды, образуя катионы основной соли ZnOH⁺. Образование молекул Zn(OH)₂ не происходит, так как ионы ZnOH⁺ диссоциируют гораздо труднее, чем молекулы Zn(OH)₂. В обычных условиях гидролиз идет по первой ступени. Соль гидролизуеться по катиону. Ионно-молекулярное уравнение гидролиза



или в молекулярной форме



В растворе появляется избыток ионов водорода, поэтому раствор ZnSO₄ имеет кислотную реакцию (pH < 7).

Общая жесткость воды выражается суммой миллиграмм - эквивалентов ионов Ca²⁺ и Mg²⁺ (иногда Fe²⁺), содержащихся в 1 л воды (мг-эquiv/л). Один миллиграмм-эквивалент жесткости отвечает содержанию 20,04 мг/л Ca²⁺ или 12,16 Mg²⁺.

Пример 2. Определение общей жесткости воды по количеству содержащихся в воде солей. Рассчитайте общую жесткость воды (в мг-эquiv/л), если в 0,25 л воды содержится 16,20 мг гидрокарбоната кальция, 2,92 мг гидрокарбоната магния, 11,10 мг хлорида кальция и 9,50 мг хлорида магния.

Решение. Жесткость воды Ж выражается в миллиграмм-эквивалентах двухзарядных катионов металлов Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ и других или соответствующих им солей, содержащихся в 1 л воды:

$$\text{Ж} = m_1/(\text{Э}_1V) + m_2/(\text{Э}_2V) + m_3/(\text{Э}_3V) + \dots,$$

где m₁, m₂, m₃ – содержание в воде двухзарядных катионов металлов (или соответствующих им солей), мг; Э₁, Э₂, Э₃ – эквиваленты катионов металлов (или соответствующих им солей); V – объем воды, л.

Определяем эквивалентные массы солей, обуславливающих жесткость воды:

$$\text{для Ca}(\text{HCO}_3)_2 \quad \text{Э} = M/2 = 162,11/2 = 81,05 \text{ г/моль};$$

$$\text{для Mg}(\text{HCO}_3)_2 \quad \text{Э} = M/2 = 146,34/2 = 73,17 \text{ г/моль};$$

для CaCl_2 $\text{Э} = M/2 = 110,99/2 = 55,49$ г/моль;

для MgCl_2 $\text{Э} = M/2 = 95,21/2 = 47,60$ г/моль.

Общая жесткость данного образца воды равна сумме временной и постоянной жесткости и обуславливается содержанием в ней солей, придающих ей жесткость; она равна:

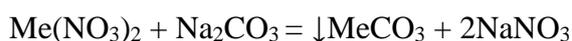
$$\text{Ж}_{\text{общ}} = 16,20/(81,05 \cdot 0,25) + 2,92/(73,17 \cdot 0,25) + 11,10/(55,49 \cdot 0,25) + 9,50/(47,60 \cdot 0,25) = 0,80 + 0,16 + 0,80 + 0,80 = 2,56 \text{ мг-экв/л.}$$

Пример 3. Сколько граммов CaSO_4 содержится в 1 м^3 воды, если ее жесткость, обусловленная присутствием этой соли, равна 4 мг-экв/л?

Решение. Молярная масса CaSO_4 136,14 г/моль; эквивалентная масса равна $136,14/2=68,07$ г/моль. В 1 м^3 воды жесткостью 4 мг-экв/л содержится $4 \cdot 1000 = 4000$ мг-экв, или $4000 \cdot 68,07 = 272280$ мг = 272,280 г CaSO_4 .

Пример 4. Определение временной и постоянной жесткости воды по количеству реагентов, необходимых для устранения жесткости. Для устранения общей жесткости по известково-содовому методу к 50 л воды добавлено 7,4 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 5,3 г Na_2CO_3 . Рассчитайте временную и постоянную жесткость воды.

Решение. Добавление к воде $\text{Ca}(\text{OH})_2$ может устранить временную жесткость, а добавление Na_2CO_3 – постоянную жесткость. При добавлении этих реагентов к воде происходят следующие химические реакции:



(Me^{2+} : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} и др.)

Временная жесткость воды $\text{Ж}_{\text{вр}}$ измеряется числом миллиграмм-эквивалентов гидроксида кальция, участвующего в реакции, а постоянная жесткость $\text{Ж}_{\text{пост}}$ – числом миллиграмм-эквивалентов карбоната натрия:

$$\text{Ж}_{\text{вр}} = m_{\text{Ca}(\text{OH})_2} / (\text{Э}_{\text{Ca}(\text{OH})_2} V); \quad \text{Ж}_{\text{пост}} = m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / (\text{Э}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} V);$$

$$\text{Э}_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = M/2 = 74,09/2 = 37,04 \text{ г/моль};$$

$$\text{Э}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = M/2 = 106,00/2 = 53,00 \text{ г/моль};$$

$$\text{Ж}_{\text{вр}} = 7400 / (37,04 \cdot 50) = 4 \text{ мг-экв/л};$$

$$\text{Ж}_{\text{пост}} = 5300 / (53,00 \cdot 50) = 2 \text{ мг-экв/л.}$$

Общая жесткость воды равна

$$\text{Ж}_{\text{общ}} = \text{Ж}_{\text{вр}} + \text{Ж}_{\text{пост}} = 4 + 2 = 6 \text{ мг-экв/л (вода средней жесткости).}$$

Контрольные вопросы.

- К раствору Na_2CO_3 добавили следующие вещества:
 - HCl , б) NaOH , в) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, г) K_2S . В каких случаях гидролиз карбоната натрия усилится? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
- К раствору $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ добавили следующие вещества:
 - H_2SO_4 , б) KOH , в) Na_2SO_3 , г) ZnSO_4 . В каких случаях гидролиз сульфата алюминия усилится? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
- Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: FeCl_3 или FeCl_2 ? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

94. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: NaCN или NaClO ? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
95. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: MgCl_2 или ZnCl_2 ? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
96. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: Na_2CO_3 или Na_2SO_3 ? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
97. К раствору FeCl_3 , добавили следующие вещества: а) HCl , б) KOH , в) ZnCl_2 , г) Na_2CO_3 . В каких случаях гидролиз хлорида железа (III) усилится? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
98. По формулам солей CsNO_3 , BiCl_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ предскажите реакцию среды этих растворов (рН). Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза BiCl_3 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
99. Присутствие каких солей обуславливает жесткость природной воды? Как можно устранить карбонатную и некарбонатную жесткость воды? Рассчитайте сколько граммов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ содержится в 1 м^3 воды, жесткость которой равна 3 мг-экв/л.
100. Определите карбонатную жесткость воды, в 1 л которой содержится по 100 мг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.
101. Сколько гашеной извести необходимо прибавить к 1 м^3 воды, чтобы устранить ее временную жесткость, равную 7,2 мг-экв/л?
102. Устранение временной жесткости 100 л воды, вызванной присутствием $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, потребовало 4 г NaOH . Составить уравнение реакции и рассчитать, чему равна жесткость воды.
103. Определите жесткость воды, в литре которой содержится 0,324 г гидрокарбоната кальция. Сколько граммов соды нужно прибавить к 2 м^3 этой воды для устранения ее жесткости?
104. В чем сущность ионитного способа устранения жесткости воды? Рассчитайте жесткость воды, содержащей в 1 л 0,005 моля гидрокарбоната кальция.
105. Какие химические реакции пройдут при кипячении жесткой воды, содержащей гидрокарбонат кальция и при прибавлении к ней: а) соды, б) гидроксида натрия? Вычислите жесткость воды, если для ее устранения необходимо было к 50 л воды прибавить 10,8 г безводной буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.
106. Жесткая вода содержит в литре 50 мг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и 15 мг CaSO_4 . Сколько граммов карбоната натрия потребуется для устранения жесткости 1 м^3 этой воды?
107. Некарбонатная жесткость воды равна 3,18 мг-экв/л. Какую массу Na_3PO_4 нужно добавить, чтобы умягчить 1 м^3 воды?
108. Вычислите жесткость воды, если в литре воды содержится 202,5 мг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и 285 мг MgCl_2 .
109. Определить, чему равна жесткость воды, в 1 л которой содержится 240 мг MgSO_4 . Сколько граммов соды потребуется прибавить к 100 л этой воды для устранения жесткости?
110. Рассчитайте, сколько должна весить накипь, выпавшая при выпаривании 100 л воды, если жесткость обусловлена только присутствием гидрокарбоната кальция и равна 5 мг-экв/л?

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

Процентная концентрация (%) – показывает количество растворенного вещества (г), содержащегося в 100г раствора (выражается в процентах).

Молярная концентрация (M) – показывает количество молей растворенного вещества, содержащегося в 1 л раствора.

Моляльная концентрация (m) - показывает количество молей вещества, растворенного в 1 л растворителя (H₂O).

Нормальная концентрация (n) – количество эквивалентов растворенного вещества, содержащегося в 1 л раствора.

Мольная доля (N_i) – это отношение количества молей одного компонента к сумме молей всех компонентов, находящихся в растворе.

Пример. К 1 л 10%-ного раствора KOH (пл. 1,092 г/см³) прибавили 0,5 л 5%-ного раствора KOH (пл. 1,045 г/см³). Объем смеси довели до 2 л. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

Решение. Масса 1 литра 10%-ного раствора KOH равна 1092 г. В этом растворе содержится $1092 \cdot 10/100 = 109,2$ г KOH. Масса 0,5 литров 5%-ного раствора равна $1045 \cdot 0,5 = 522,5$ г. В этом растворе содержится $522,5 \cdot 5/100 = 26,125$ г KOH.

В общем объеме полученного раствора (2 л) содержание KOH составляет $109,2 + 26,125 = 135,325$ (г). Отсюда молярность этого раствора $C_M = 135,325/2 \cdot 56,1 = 1,2$ М, где 56,1 г/моль - мольная масса KOH.

111. Дайте определение эквивалента. Вычислите эквивалент элемента, если 1,5 г этого элемента вытеснили 1381,6 мл H₂. Какой это элемент?

112. Сформулируйте закон эквивалентов. Определите эквивалентную массу металла, если при растворении 0,1094 г металла в кислоте выделилось 100,8 см³ водорода (н.у.).

113. Какие способы выражения содержания компонентов в растворе являются безразмерными? В 150 г воды растворено 14 г вещества. Вычислить процентную концентрацию раствора.

114. Вычислить процентную и молярную концентрации раствора H₂SO₄, полученного при растворении 22 г кислоты в 378 мл H₂O, если плотность его равна 1,045 г/см³.

115. Перечислите объемные концентрации растворов. Определите массу Na₃PO₄, необходимую для приготовления 500 мл раствора с молярной концентрацией $1,34 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

116. Определите массу NaOH, необходимую для приготовления 200 мл раствора с молярной концентрацией 0,15.

117. Определите массу FeCl₃, необходимую для приготовления 0,5 М раствора.

118. Определите объем воды, который необходимо добавить к 200 мл раствора HCl с молярной концентрацией 5 моль/л, чтобы получить раствор с концентрацией 3,2 моль/л.

119. Для осаждения в виде AgCl всего серебра, содержащегося в 100 см³ раствора AgNO₃, потребовалось 50 см³ 0,2 н раствора HCl. Какова нормальность раствора AgNO₃? Какова масса AgCl выпала в осадок? .

120. Вычислите эквивалентную концентрацию 16% раствора хлорида алюминия плотностью 1,149 г/см³.

121. Определить объем раствора H₂SO₄ с молярной концентрацией 5 моль/л, необходимый для приготовления 300 мл раствора с концентрацией эквивалентов 0,2 н.

122. Определите, какой объем 2М раствора Cu(NO₃)₂ необходим для приготовления 180 мл раствора концентрацией эквивалентов 0,2 н.

123. На нейтрализацию 50 см³ раствора кислоты израсходовано 25 см³ 0,5 н раствора щелочи. Чему равна нормальность кислоты?

124. Какой объем 96%-ной кислоты плотностью 1,84 г/см³ потребуется для приготовления 3 л 0,4 н раствора?

125. Какая масса HNO₃ содержалась в растворе, если на нейтрализацию его потребовалось 35 см³ 0,4 н раствора NaOH?

ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ.

Пример 1. Произведение растворимости $PbSO_4$ равно $2,3 \cdot 10^{-8}$. Вычислить: а) концентрацию ионов Pb^{2+} и SO_4^{2-} ; б) растворимость соли (% по массе и моль/л).

Решение. Уравнение диссоциации $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{2+} + SO_4^{2-}$

$$PP_{PbSO} = [Pb^{2+}] [SO_4^{2-}]$$

Обозначим молярную концентрацию насыщенного раствора $PbSO_4$ через X . Так как растворившаяся часть соли диссоциирована нацело, то $[Pb^{2+}] = [SO_4^{2-}] = X$. Подставим X в последнее равенство: $2,3 \cdot 10^{-8} = X^2$, откуда $X = \sqrt{2,3 \cdot 10^{-8}} = 1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Следовательно, $[Pb^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л, растворимость соли также равна $1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Найдем процентную (по массе) концентрацию раствора, принимая плотность разбавленного раствора равной единице (молекулярная масса $PbSO_4$ равна 303 у.е.):

в 1000 г раствора содержится $1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 303$ г

в 100 г ----- X г

$$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 303 \cdot 100$$

$$X = \frac{\quad}{1000} = 4,5 \cdot 10^{-3} \% = 0,0045\%$$

Пример 2. Растворимость фосфата серебра Ag_3PO_4 в воде при температуре $20^\circ C$ равна $6,15 \cdot 10^{-3}$ г/л. Определить произведение растворимости.

Решение. Молярная масса $Ag_3PO_4 = 418,58$ г/моль. Следовательно раствор содержит:

$$6,15 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{\quad}{418,58} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$418,58$$

Эта величина называется молярной растворимостью. При диссоциации Ag_3PO_4 образуется три иона Ag^+ и один ион (PO_4^{3-}) , поэтому концентрации ионов в растворе соответственно равны: $[PO_4^{3-}] = 1,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л

$$[Ag]^+ = 31,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Произведение растворимости Ag_3PO_4 равно:

$$Pr_{Ag_3PO_4} = [Ag^+]^3 + [PO_4^{3-}] = (4,8 \cdot 10^{-5})^3 \cdot (1,6 \cdot 10^{-5}) = 1,77 \cdot 10^{-18}$$

Пример 3. Произведение растворимости MgS при температуре $25^\circ C$ равно $2,0 \cdot 10^{-15}$.

Образует ли осадок сульфида магния при смешении равных объемов 0,004н раствора нитрата магния и 0,0006н раствора сульфида натрия? Степени диссоциации этих электролитов принять за 1.

Решение. При смешении равных объемов растворов объем смеси стал в два раза больше объема каждого из взятых растворов, следовательно концентрация растворенных веществ уменьшилась вдвое, т.е.

$$[Mg(NO_3)_2] = 0,004/2 = 0,002н$$

$$[Na_2S] = 0,0006/2 = 0,0003н$$

Для определения концентраций ионов Mg^{2+} и S^{2-} необходимо выразить концентрации растворов в моль/л, т.е.

$$[Mg(NO_3)_2] = 0,002н = 0,001М;$$

$$[Na_2S] = 0,0003н = 0,00015М;$$

$$[Mg^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л};$$

$$[S^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Отсюда, произведение концентраций ионов в растворе $[Mg^{2+}] [S^{2-}] = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4}$.

Эта величина больше произведения растворимости, следовательно осадок образуется.

126. Растворимость $BaCO_3$ равна $8,9 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Вычислить произведение растворимости карбоната бария.

127. Произведение растворимости PbI_2 равно $8,7 \cdot 10^{-6}$. Вычислить концентрацию ионов Pb^{2+} и ионов I^- в насыщенном растворе иодида свинца.
128. Растворимость AgI равна $1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л. Вычислите произведение растворимости AgI
129. Растворимость $Fe(OH)_3$ равна $1,9 \cdot 10^{-10}$ моль/л. Вычислить произведение растворимости $Fe(OH)_3$.
130. В 2 л воды при температуре $25^\circ C$ растворяется $2,2 \cdot 10^{-4}$ г бромида серебра. Вычислите произведение растворимости $AgBr$.
131. Растворимость сульфата бария в воде равна $2,45 \cdot 10^{-3}$ г/л. Вычислите произведение растворимости $BaSO_4$.
132. Растворимость $CaCO_3$ при $18^\circ C$ равна $6,9 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Вычислите произведение растворимости $CaCO_3$.
133. Растворимость $PbBr_2$ при $18^\circ C$ равна $2,7 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Вычислите произведение растворимости $PbBr_2$.
134. Растворимость $BaCO_3$ равна $8,9 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Вычислите концентрации ионов $[Ba^{2+}]$ и $[CO_3^{2-}]$ (моль/л), а также произведение растворимости $BaCO_3$.
135. Произведение растворимости $PbSO_4$ равно $2,3 \cdot 10^{-8}$. Сколько литров воды потребуется для растворения 1 г $PbSO_4$?
136. Произведение растворимости $CaSO_4$ равно $6,0 \cdot 10^{-5}$. Выпадает ли осадок $CaSO_4$, если смешать равные объемы 0,2н растворов $CaCl_2$ и Na_2SO_4 .
137. Произведение растворимости $CaCO_3$ равно $4,8 \cdot 10^{-9}$. Выпадает ли осадок, если смешать равные объемы 0,001М растворов $CaCl_2$ и Na_2CO_3 ?
138. Произведение растворимости $AgCl$ равно $1,6 \cdot 10^{-10}$. Выпадает ли осадок, если смешать 20 мл 0,01н раствора KCl с 6 мл 0,01н раствора $AgNO_3$.
139. Произведение растворимости $Ag_2Cr_2O_7$ равно $2,0 \cdot 10^{-7}$. Выпадет ли осадок при смешении равных объемов 0,01н растворов $AgNO_3$ и $K_2Cr_2O_7$.
140. В 6 литрах насыщенного раствора $PbSO_4$ содержится 0,186 г иона свинца (II). Вычислить произведение растворимости.
141. Произведение растворимости сульфата цинка $Pr = 2,3 \cdot 10^{-8}$. Образуется ли осадок, если к 0,1М раствору Na_2SO_4 прибавить равный объем 0,1н раствора ацетата свинца $Pb(CH_3COO)_2$?
142. Произведение растворимости MgF_2 равно $7,0 \cdot 10^{-9}$. Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и в граммах на литр. 130. Вычислите произведение растворимости карбоната стронция, если в 5 л насыщенного раствора содержится 0,05 г этой соли.
143. Сколько воды потребуется для растворения 1 г $BaCO_3$, произведение растворимости которого равно $1,9 \cdot 10^{-9}$?
144. Растворимость $AgCl$ в воде при $25^\circ C$ равна $1,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Вычислите произведение растворимости хлорида серебра при этой температуре и его растворимость в граммах на литр.

ЭЛЕКТРОЛИЗ.

Пример 1. Какая масса меди выделяется на катоде при электролизе раствора $CuSO_4$ в течение 1 ч при силе тока 4А, если выход по току равен 100%? Приведите схему электролиза раствора сульфата меди.

Решение. Согласно законам Фарадея

$$m = \frac{m_0 \cdot I \cdot t}{F} \cdot V_i \quad , \quad (1)$$

где m – масса вещества, окисленного или восстановленного на электроде; m_0 – эквивалентная масса вещества; I – сила тока, А; t – продолжительность электролиза, с; F – число Фарадея, равное 96500 Кл ; V_i – выход по току, % .

эквивалентная масса меди в $CuSO_4$ равна:

$$m_{\text{э}}(\text{Cu}) = \frac{A}{B} = \frac{63,54}{2} = 31,77 \frac{\text{г}}{\text{моль}},$$

где A – атомная масса меди, B – валентность меди.

Подставив в формулу (1) значения $m_{\text{э}}=31,77$ г/моль, $I = 4$ А, $t = 3600$ с, $V_{\text{и}}=1$, получим

$$m = \frac{31,77 \cdot 4 \cdot 3600}{96500} \cdot 1 = 4,74 \text{ г.}$$

Схема электролиза раствора сульфата меди:

Катодный процесс:	К: $\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}^0$
Анодный процесс:	А: $2\text{OH}^- - 2e = \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Пример 2. Вычислите эквивалентную массу металла, зная, что при электролизе раствора хлорида этого металла затрачено 3880 Кл электричества и на катоде выделяется 11,742 г металла.

Решение. Из формулы (1) $m_{\text{э}} = \frac{11,742 \cdot 96500}{3880} = 29,35 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, где $I \cdot t = Q$ - количество электричества, Кл.

Пример 3. Какие реакции протекают на электродах при электролизе раствора K_2SO_4 , Чему равна сила тока при электролизе раствора в течении 1 ч 40 мин 25 с, если на катоде выделилось 1,4 л водорода?

Решение. Преобразуем формулу (1) $I = \frac{mF}{m_{\text{э}}t}$, так как дан объем водорода, то отношение $\frac{m}{m_{\text{э}}}$ заменяем отношением $\frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)}$, где V_{H_2} - объем водорода, л; $V_{\text{э}}(\text{H}_2) = 11,2$ л/моль эквивалентный объем водорода, $t = 6025$ с (1 ч 40 мин 25 с = 6025 с). Тогда:

$$I = \frac{V_{\text{H}_2} F}{V_{\text{э}}(\text{H}_2) t} = \frac{1,4 \cdot 96500}{11,2 \cdot 6025} = 2 \text{ А}$$

В водном растворе сульфата калия протекают реакции диссоциации по уравнениям: $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$ и $\text{K}_2\text{SO}_4 = 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

Схема электролиза раствора сульфата калия:

Катодный процесс:	К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2^0$
Анодный процесс:	А: $2\text{OH}^- - 2e = \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

На аноде выделяется кислород, так как ион SO_4^{2-} в этих условиях не окисляется. На катоде выделяется водород, так как стандартный потенциал калия (щелочной металл) более отрицателен, чем потенциал водородного электрода (см. в Приложении табл.3 «Стандартные электродные потенциалы (ϕ^0) некоторых металлов (ряд напряжений)» и в водных растворах разряд этих ионов на катоде не происходит.

Контрольные вопросы.

159. Определите массу хрома, которая выделится на катоде при электролизе сульфата хрома в течение 3-х часов при токе 13,4 А, если выход хрома по току равен 50%. Приведите схему электролиза раствора сульфата хрома.

160. Какие реакции протекают на электродах при электролизе раствора сульфата цинка: а) с графитовым анодом; б) с цинковым анодом. Как изменится концентрация ионов цинка в растворе в обоих случаях, если через раствор пропустить ток силой 26,8 А в течение 1 часа. Выход по току на катоде цинка 50%, на аноде - 100%.
161. При пропускании тока, силой 2 А в течение 1 часа 14 мин 24 с через водный раствор хлорида металла (II) на одном из графитовых электродов выделился металл массой 2,94 г. Чему равна атомная масса металла, если выход по току 100%, и что это за металл. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах.
162. При пропускании тока, силой 2 А в течение 1 часа 14 мин 24 с через водный раствор хлорида металла (II) на одном из графитовых электродов выделился металл массой 2,94 г. Чему равна атомная масса металла, если выход по току 100%, и что это за металл. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах.
163. При электролизе сульфата натрия получили при н. у. H_2 объемом 448 л. Напишите уравнение реакций, протекающих на нерастворимых аноде и катоде и рассчитайте, сколько времени протекал электролиз, если ток был 100 А.
164. При электролизе раствора сульфата меди на аноде выделился кислород объемом 560 мл, измеренный при н. у. Сколько граммов меди выделилось на катоде? Приведите схему электролиза.
165. Электролиз раствора сульфата цинка проводили с нерастворимым анодом в течении 6,7 часов, в результате чего выделился кислород объемом 5,6 л, измеренный при н. у. Вычислите ток и массу осажденного цинка при выходе его по току 70%. Приведите схему электролиза.
166. Напишите уравнение реакций, протекающих на нерастворимых электродах при электролизе водного раствора KOH. Какие вещества и в каком объеме можно получить при н. у., если пропустить ток 13,4 А в течении 2-х часов.
167. Напишите уравнение реакций, протекающих на графитовых электродах при электролизе: а) расплава $MgCl_2$, б) раствора $MgCl_2$. Сколько времени необходимо вести электролиз при токе 2 А, чтобы на катоде выделилось вещество массой 2,43 г (для реакций а) и б)).
168. Через раствор $PbSO_4$ пропущено 2 F электричества. Как изменится количество Pb^{2+} в растворе, если электроды: а) графитовые, б) свинцовые. Выход по току свинца составляет на катоде 50%, на аноде - 100%.
169. Найти эквиваленты олова, зная, что при токе, силой 2,5 А из раствора $SnCl_2$ за 30 минут выделяется 2,77 г олова. Написать схему электролиза раствора $SnCl_2$.
170. При электролизе водного раствора $Cr_2(SO_4)_3$ током, силой 2 А масса катода увеличилась на 8 г. В течении какого времени проводили электролиз? Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при электролизе.
171. Сколько времени пропускали ток силой 8 А через раствор сульфата никеля, если масса никелевого анода стала на 0,8805 г меньше? (Написать схему электролиза сульфата никеля).
172. Составьте уравнения реакций происходящих при электролизе: а) раствора NaBr; б) расплава NaBr. Рассчитайте массу веществ, которые выделяются на электродах при прохождении 3,2 А.ч электричества.
173. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора нитрата меди: а) с графитовым анодом, б) с медным анодом. Рассчитайте массу веществ, выделившихся на электродах в случаях а и б при нахождении 6А в течении 2-х часов.
174. При электролизе водного раствора сульфата хрома (III) током силой 2 А масса катода увеличилась на 8 г. В течение какого времени проводили электролиз, если выход по току составляет 50%. Составьте схему электролиза соли.
175. При электролизе раствора $CuSO_4$ на аноде выделилось 168 см³ газа (н.у.) Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите, какая масса меди выделилась на катоде.

176. В какой последовательности выделяются на катоде металлы при электролизе раствора, содержащего ионы Ni^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Fe^{2+} . Составьте схему электродных процессов при электролизе водного раствора NiSO_4 . Сколько граммов никеля выделится на катоде, если на процесс затрачено 13,4 А·ч. Выход по току никеля составляет 80%.
177. Электролиз раствора K_2SO_4 проводили с нерастворимыми электродами при токе 2,68А в течении 1 часа. Составьте уравнения процессов, происходящих на электродах, вычислите объем выделяющихся при н.у. на электродах веществ.
178. Рассчитайте выход по току кадмия, если при электролизе раствора CdCl_2 в течении 1 часа на катоде выделился кадмий массой 5,62 г, а ток был равен 5,36А. Приведите схему электролиза CdCl_2 .

3. Тестовые задания

1. Выберите правильное утверждение:

1. Растворение сахара в воде является химическим процессом, так как при этом изменяется вкус жидкости.
2. Растворение сахара в воде является физическим процессом, так как состав веществ, участвующих в процессе, не изменился.
3. Растворение сахара в воде является химическим процессом, так как состав веществ, участвующих в процессе, не изменился.
4. Растворение сахара в воде является физическим процессом, так как при этом изменяется вкус жидкости.

2. Молекула серы состоит из 8 атомов. Ее формула:

1. S_8 .
2. S .
3. 2SOCl_2 .
4. H_2SO_4 .
5. CS_2 .

3. Выберите аллотропные модификации:

1. Азот и аммиак.
2. Кислород и озон.
3. Оксид и озонид.
4. Хлорофилл и хлорофос.
5. Фосфор и фосген.

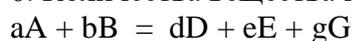
4. Молярную массу измеряют:

1. В атомных единицах массы.
2. В молекулярных единицах массы.
3. В молях.
4. В г/моль.
5. В моль/г.

5. Массовая доля кислорода максимальна в соединении:

1. N_2O_3 .
2. P_2O_3 .
3. As_2O_3 .
4. Sb_2O_3 .
5. Bi_2O_3 .

6. Количества вещества продуктов реакции



(a, b, d, e, g – стехиометрические коэффициенты; A, B, D, E, G – вещества) относятся как (в порядке написания):

1. A:B:D.
2. 1:1:1.
3. D:E:G.
4. d:e:g.
5. a:b:d.

7. Заряд иона равен 2-. Найдите такой ион:

1. Cl^-
2. S^{2-}
3. 2ClO^-
4. ClO^-
5. H_2SO_4 .

8. Какой из элементов образует простое вещество, молекула которого трехатомна?

1. O.
2. N.
3. S.
4. H.
5. P.

9. В результате α -распада из изотопа ^{226}Ra получается изотоп элемента:

1. He. 2. Ne. 3. Ar. 4. Xe. 5. Rn.

10. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро атома ^{88}Sr ?

1. 38; 50. 2. 50; 38. 3. 50; 50. 4. 88; 88. 5. 38; 38.

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ Тема ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТЕХИОМЕТРИИ

Задачи 1 – 30

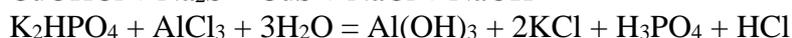
1. Является ли эквивалент элемента величиной постоянной? Чему равны молярные массы эквивалентов марганца в его оксидах, содержащих 77.45, 63.19 и 49.52 % металла? Определите валентность марганца в каждом из этих соединений и составьте их формулы.

2. Чему равен объем (н.у.) молярной массы эквивалента кислорода? На сжигание 0.350 г металла требуется 56 мл кислорода (н.у.). Определите молярную массу эквивалента этого металла. Какой это металл, если он четырехвалентен?

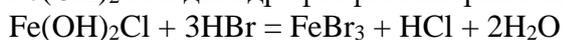
3. Некоторый элемент образует водородное соединение, содержащее 3.88 % водорода. Определите относительную атомную массу элемента, если он трехвалентен. Составьте формулу этого гидрида.

4. Чему равен объем (н.у.) молярной массы эквивалента водорода? Какой объем (н.у.) водорода образуется при растворении в кислоте 1.519 г металла, молярная масса эквивалента которого равна 12.153 г/моль.

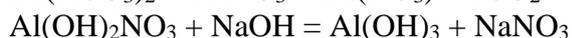
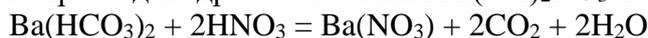
5. Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента гидроксохлорида меди CuOHCl и гидрофосфата калия K_2HPO_4 в реакциях:



6. Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента дигидроксохлорида железа $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ и дигидрофосфата натрия NaH_2PO_4 в реакциях:



7. Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента гидрокарбоната бария $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ и нитрата дигидроксоалюминия $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ в реакциях:



8. Выразите в молях: а) $6.02 \cdot 10^{22}$ молекул SiH_4 ,

б) $3.01 \cdot 10^{21}$ молекул PH_3 ,

в) $1.51 \cdot 10^{23}$ молекул H_2Se .

Чему равны эквиваленты и молярные массы эквивалентов кремния, фосфора и селена в этих соединениях?

9. На нейтрализацию 2.4590 г фосфоновой кислоты $\text{H}_2(\text{PHO}_3)$ израсходовано 2.3998 г NaOH . Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента фосфоновой кислоты, ее основность и напишите уравнение реакции нейтрализации.

10. На нейтрализацию 2.6398 г фосфиновой кислоты $\text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2)$ израсходовано 2.2442 г KOH . Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента фосфиновой кислоты, ее основность и напишите уравнение реакции нейтрализации.

11. На нейтрализацию 2.6696 г дифосфорной кислоты $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ израсходовано 0.7184 г LiOH . Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента пиродифосфорной кислоты, ее основность и напишите уравнение реакции нейтрализации.

12. Сколько граммов цинка надо взять, чтобы получить такой же объем водорода, какой можно получить при взаимодействии 1.4043 г кремния с водным раствором гидроксида натрия? Молярные массы эквивалентов цинка и кремния соответственно равны 32.69 и 14.0425 г/моль.

13. Элемент образует ряд газообразных соединений, плотность которых по азоту 2.4285, 0.9999 и 1.5710. Содержание элемента в этих соединениях 52.97, 42.88 и 27.29 % соответственно. Определите относительную атомную массу и название элемента.
14. Элемент образует ряд газообразных соединений, плотность которых по водороду 31.7748, 16.9028 и 32.8056. Содержание элемента в этих соединениях 50.05, 94.08 и 96.95 % соответственно. Определите относительную атомную массу и название элемента.
15. Элемент образует ряд газообразных соединений, плотность которых по воздуху 1.5864, 1.4836 и 0.5873. Содержание элемента в этих соединениях 30.45, 63.65 и 82.24 % соответственно. Определите относительную атомную массу и название элемента.
16. Элемент образует ряд газообразных соединений, относительные молекулярные массы которых 36.45, 103.50 и 133.33. Содержание элемента в этих соединениях соответственно равно 97.25, 68.50 и 79.76 %. Определите относительную атомную массу и название элемента.
- 17*. Из 1.7 г оксида трехвалентного металла получили 4.45 г его хлорида. Определите молярную массу и молярную массу эквивалента металла.
18. При взаимодействии 2.960 г карбоната металла с хлороводородной кислотой получено 3.124 г хлорида этого металла. Найдите молярную массу эквивалента металла.
19. Из 2.30 г оксида трехвалентного металла получили 6.30 г его сульфата. Определите молярную массу и молярную массу эквивалента металла.
20. На хлорирование 2.0916 г металла пошло 1.008 л (н.у.) хлора. Удельная теплоемкость металла 373.06 кДж/(кг·К). Вычислите точную относительную атомную массу этого металла.
21. Вычислите точную относительную атомную массу металла, если его удельная теплоемкость 230.29 кДж/(кг·К), а молярная масса эквивалента 56.205 г/моль.
22. Вычислите точную относительную атомную массу металла, если его удельная теплоемкость 477.32 кДж/(кг·К), а бромид содержит 74.42 % брома.
23. Вычислите точную относительную атомную массу металла, если его удельная теплоемкость 222.33 кДж/(кг·К), а 1.5234 г сульфида содержат 0.5343 г серы. Молярная масса эквивалента серы 16.03 г/моль.
24. Какова относительная молекулярная масса газа, если объем, занимаемый 1.505·10²¹ молекул, имеет массу 0.0950 г? Каков этот объем при нормальных условиях? Выразите в молях это количество газа.
25. Какова относительная молекулярная масса газа, если объем, занимаемый 3.01·10²² молекул, имеет массу 7.3024 г? Каков этот объем при нормальных условиях? Выразите в молях это количество газа.
26. 1 л (н.у.) газа имеет массу 6.5200 г, а масса 0.5 л азота в тех же условиях - 0.6253 г. Определите относительную молекулярную массу газа, исходя: а) из мольного объема, б) из плотности газа по азоту.
27. 0.25 л (н.у.) газа имеет массу 0.4912 г, а масса 1.5 л кислорода в тех же условиях - 2.1427 г. Определите относительную молекулярную массу газа, исходя: а) из мольного объема, б) из плотности газа по кислороду.
28. Вычислите массу одной углеродной единицы в граммах. Исходя из этой массы, определите среднюю массу молекул гексафторида серы.
29. 0.25 л (н.у.) газа имеет массу 0.9030 г. Определите относительную молекулярную массу и среднюю массу одной молекулы этого газа в граммах.
30. Сколько углеродных единиц в 1 г любого вещества? Сколько молекул в 4.2578 г аммиака? Какова средняя масса одной молекулы аммиака в граммах?

Методические рекомендации

Ситуационные задачи, решение которых заключается в определении способа деятельности в той или иной ситуации. Структура ситуационной задачи содержит всю ту избыточную информацию, которая необходима для того, чтобы подготовить человека для успешной жизни в информационном обществе. Обучение учащихся решению проблем предполагает освоение универсальных способов деятельности, применимых в самых разных ситуациях. Ситуационная задача представляет собой описание конкретной ситуации, более или менее типичной для определенного вида деятельности. Содержание ситуационной задачи, как правило, определяется потребностями и интересами конкретной группы учащихся, ориентировано на имеющийся культурный опыт и предоставляет возможность творчески осваивать новый опыт. Это содержание включает описание условий деятельности и желаемого результата. Решение задачи заключается в определении способа деятельности.

7. Требования к рейтинг-контролю для студентов

№ модуля	Вид контроля	Форма отчетности и контроля	Номер учебной недели	Максимальное количество баллов	Всего баллов
1	Текущий	Доклады, электронные презентации, лабораторный практикум	4,5	10	30
		Контрольная работа	9	20	
2	Текущий	Доклады, электронные презентации, лабораторный практикум	12,13	10	30
		Контрольная работа	18	20	
	Итоговый, промежуточная аттестация	Экзамен	19	40	100

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Апарнев, А.И. Общая и неорганическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Л.В. Шевницына; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - Ч. 2. Химия элементов. - 90 с.: табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-57782-2738-5 ; То же [Электронный ресурс]. -Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438292>

2. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 752 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684

б) Дополнительная литература:

1. Павлов, Н.Н. Общая и неорганическая химия. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4034

2. Брыткова А.Д. Общая и неорганическая химия. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Д. Брыткова.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51601.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.su>, <http://www.rusanalytchem.org/>, <http://www.chemnet.ru>,
<http://www.chemicsoft.ru/>, <http://www.chem.ac.ru/>, <http://mirhim.ucoz.ru/>,
<http://www.chemnet.ru/rus/elbibch.html>

[a\)elibrary.ru](http://elibrary.ru); www.scopus.com; www.scirus.com; www.springer.com;
www.gpntb.ru; www.ioffe.ru; www.freepatentsonline.com; scholar.google.com;
www.iop.org; www.maik.rssi.ru; www.blackwell-synergy.com; www.elsevier.com.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Мультимедийный комплекс (обучающая и контролирующая программы) по основным разделам курса «Химические основы жизни». Авторы: Лапина Г.П. и Колесов А.Ю.
2. Мультимедийный комплекс по «Основы Биохимии» (теория, словарь, контрольные задания) – I издание;
3. Мультимедийный комплекс по «Основы Биохимии» (теория, словарь, контрольные задания) – II издание;

4. Мультимедийный курс лекций « Кислород – и серусодержащие гетероциклы (т. 1, 2).
5. Мультимедийный комплекс «Основы биоэнергетики»
6. www.tigr.jrg
7. www.sanger.ac.uk
8. www.biotechnolog.ru

9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (модуля)

№ п/п	Обновлённый раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесённых изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения

Таблица 1

Растворимость солей и оснований в воде

(P - растворимое вещество, M - малорастворимое вещество, H - практически нерастворимое вещество, черта означает, что не существует или разлагается водой)

Анионы	К а т и о н ы								
	Li ⁺	Na ⁺ , K ⁺	NH ⁴⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	-	H	P	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P
S ²⁻	P	P	P	H	H	-	P	P	P
SO ₃ ²⁻	P	P	P	H	H	H	H	H	H
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	P	M	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P ¹	P	-	H	H	H	H	H
SiO ₃ ²⁻	P	P	-	-	-	H	H	H	H
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	H	H	P	M	M	H
PO ₄ ³⁻	H	P	P	H	H	H	H	H	H
OH ⁻	P	P	P	H	-	H	M	M	P

периоды	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА							VIII			
1	1H водород 1,008								2He гелий 4,002		
		II	III	IV	V	VI	VII				
2	3Li литий 6,94	4Be бериллий 9,01	5B бор 10,81	6C углерод 12,01	7N азот 14,006	8O кислород 15,9	9F фтор 18,998	10Ne неон 20,179			
3	11Na натрий 22,989	12Mg Магний 24,31	13Al 26,98 алюминий	14Si кремний 28,08	15P фосфор 30,973	16S сера 32,06	17Cl хлор 35,453	18Ar аргон 39,948			
4	19K калий 39,09	20Ca кальций 40,08	21Sc скандий 44,95	22Ti титан 47,90	23V ванадий 50,94	24Cr хром 51,996	25Mn марганец 54,9	26Fe железо 55,84	27Co кобальт 58,93	28Ni никель 58,70	
	29Cu медь 63,546	30Zn цинк 65,38	31Ga галлий 69,72	32Ge германий 72,5	33As мышьяк 74,92	34Se селен 78,96	35Br бром 79,904	36Kr криптон 83,80			
5	37Rb рубидий 85,46	38Sr стронций 87,6	39Y иттрий 88,905	40Zr цирконий 91,2	41Nb ниобий 92,906	42Mo молибден 95,9	43Tc технеций [97]	44Ru рутений 101,0	45Rh родий 102,90	106,4 46Pd палладий	
	47Ag серебро 107,8	48Cd Кадмий 112,40	49In индий 114,82	50Sn олово 118,69	51Sb сурьма 121,7	52Te теллур 127,6	53I йод 126,9045	54Xe ксенон 131,30			
6	55Cs цезий 132,905	56Ba барий 137,34	57La* лантан 138,90	72Hf гафний 178,49	73Ta тантал 180,94	183,35 74W вольфрам	75Re рений 186,207	76Os осмий 190,2	77Ir иридий 192,22	78Pt платина 195,0	
	79Au золото 196,96	80Hg ртуть 200,59	81Tl таллий 204,37	82Pb свинец 207,2	83Bi висмут 208,98	84Po полоний [209]	85At астат [210]	86Rn радон [222]			
7	87Fr франций [223]	88Ra радий [226]	89Ac** актиний [227]	[261] 104Rf резерфордий	105Db дубний [262]	106Sg сиборгий[263]	107Bh борий [264]	108Hs хассий [265]	[266] 109Mt мейтнерий		

*ЛАНТANOИДЫ

58Ce церий 140,12	59Pr празеоим 140,9077	60Nd неодим 144,24	61Pm прометий [145]	62Sm самарий 150,4	63Eu европий 151,96	64Gd гадолиний 157,25	65Tb тербий 158,9254	66Dy диспрозий 162,50	67Ho гольмий 164,9304	68Er эрбий 167,26	69Tm тулий 168,9342	70Yb иттербий 173,04	71Lu лютеций 174,97
-----------------------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------

**АКТИНОИДЫ

90Th торий 232,038	91Pa протактиний [231]	92U уран 238,02	93Np нептуний [237]	94Pu плутоний [244]	95Am америций [243]	96Cm кюрий [247]	97Bk берклий [247]	98Cf калийфорний [251]	99Es энштейний [254]	100Fm фермий [257]	101Md менделеевий [258]	102No нобелий [259]	103Lr лоуренсий [260]
------------------------------	----------------------------------	---------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

