The background of the book cover is a light beige color, decorated with various hand-drawn chemical sketches in a light brown or tan ink. These sketches include molecular structures like water (H2O), sulfuric acid (SO4), and organic compounds with nitrogen and oxygen atoms. There are also drawings of laboratory glassware, such as a Erlenmeyer flask, a test tube with bubbles, and a beaker. Some sketches show chemical reactions with arrows and symbols like 'F', 'S', and 'H'.

Н.П. ОЧЕРЕТ

**ФИЗИЧЕСКАЯ
И КОЛЛОИДНАЯ
ХИМИЯ**

**в тестах, задачах
и упражнениях**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ
ПОСОБИЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

АДЫГЕЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра химии

Н.П. ОЧЕРЕТ

**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ
В ТЕСТАХ, ЗАДАЧАХ И УПРАЖНЕНИЯХ**

Учебно-методическое пособие

Майкоп, 2020

УДК 541.1 (075.8)
ББК 24.5я73 +24.6я73
О-95

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Адыгейского государственного университета*

Рецензенты: **Голованова Т.Н.** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
Туова Т.Г. – кандидат педагогических наук, доцент кафедры географии ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»

Очерет Н.П.

О 95 Физическая и коллоидная химия в тестах, задачах и упражнениях: учебно-методическое пособие/Н.П.Очерет – Майкоп: изд-во АГУ. – 227 с.

Учебно-методическое пособие содержит тестовые задания, типовые задачи, профильные вопросы и упражнения для самостоятельного изучения, охватывающие все разделы дисциплины, а также модульную структуру предмета, которая включает апробированный лабораторный практикум, вопросы текущего и итогового контроля к каждому модулю, что повышает эффективность учебного пособия по физической и коллоидной химии.

Учебно-методическое пособие «Физическая и коллоидная химия в тестах, задачах и упражнениях» составлено в соответствии с учебной программой по физической и коллоидной химии, разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта и предназначенного для обучающихся 3 курса естественных факультетов, бакалавров по направлениям подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование, направленность «Химия» и «Биология»; 06.03.01 «Биология». Пособие может быть использовано магистрантами, учителями химии и биологии, а также иностранными обучающимися подготовительных отделений.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	8
Часть I	
Глава 1. Химическая термодинамика	10
1.1. Тестовые задания	10
1.2. Примеры решения типовых задач	21
1.3. Задачи и упражнения для самостоятельной работы	32
1.4. Вопросы и упражнения	43
Глава 2. Химическая кинетика. Катализ	46
2.1. Тестовые задания	46
2.2. Скорость химических реакций. Катализ. Примеры решения типовых задач.....	54
2.3 Задачи и упражнения для самостоятельной работы	57
2.4. Вопросы и упражнения к теме «Кинетика химических реакций».....	61
2.5. Примеры решения типовых задач	62
2.6. Задачи и упражнения для самостоятельной работы к теме «Химическое равновесие»	65
2.7. Вопросы и упражнения к теме: «Химическое равновесие»	68
Глава 3. Растворы	70
3.1. Тестовые задания	70
3.2. Задачи к теме: «Давление насыщенного пара разбавленных растворов»	81
3.2.1. Вопросы и упражнения к теме: «Давление насыщенного пара разбавленных растворов»	83
3.3. Задачи к теме: «Температура замерзания разбавленных растворов»	84
3.3.1. Вопросы и упражнения к теме: «Температура замерзания разбавленных растворов»	86
3.4. Задачи к теме: «Температура кипения разбавленных растворов»	87

3.4.1. Вопросы и упражнения к теме: «Температура кипения разбавленных растворов»	90
3.5. Задачи к теме: «Осмотическое давление»	90
3.5.1. Вопросы и упражнения к теме: «Осмотическое давление»	93
3.6. Задачи к теме: «Буферные растворы»	94
3.6.1. Вопросы и упражнения к теме: «Буферные растворы»	96
Глава 4. Электрохимия	98
4.1. Тестовые задания	98
4.2. Задачи к теме: «Электродные процессы. Гальванические элементы»	102
4.2.1. Вопросы и упражнения к теме: «Электродные процессы. Гальванические элементы»	106
4.3. Задачи к теме: «Электролиз»	107
4.3.1. Вопросы и упражнения к теме: «Электролиз»	109
Глава 5. Коллоидные растворы	111
5.1. Тестовые задания	111
5.2. Вопросы и упражнения	119
5.3. Задачи к теме: «Коагуляция»	125
Глава 6. Поверхностные явления	127
6.1. Тестовые задания	127
6.2. Задачи	135
6.3. Вопросы и упражнения	137
Глава 7. Растворы высокомолекулярных соединений	139
7.1. Тестовые задания	139
7.2. Вопросы и упражнения к теме: «Растворы высокомолекулярных соединений. Гели»	145
Глава 8. Микрогетерогенные системы	147
8.1. Тестовые задания	147
8.2. Вопросы и упражнения к теме: «Эмульсии и пены»	148
Часть II	
Модуль 1. Химическая термодинамика	150

1.1 Вопросы к модулю «Химическая термодинамика»	150
1.2. Вопросы и упражнения для самостоятельной подготовки	151
1.3. Текущий контроль знаний	153
1.4. Вопросы к защите модуля «Химическая термодинамика»	156
Модуль 2: Химическая Кинетика. Катализ	157
2.1 Вопросы к модулю «Химическая кинетика. Катализ»	157
2.2. Текущий контроль знаний	158
2.3. Лабораторная работа 1 Скорость химических реакций	160
2.4. Вопросы и упражнения для самостоятельной подготовки	164
2.5. Лабораторная работа 2. Исследование смещения химического равновесия	165
2.6. Вопросы к защите модуля «Химическая кинетика. Катализ».....	167
Модуль 3. Растворы	169
3.1. Вопросы к модулю «Растворы».....	169
3.2. Вопросы и задачи для самостоятельной подготовки. Тема: «Общая характеристика растворов»	170
3.3. Лабораторная работа 1 Приготовление растворов определенной процентной концентрации	171
3.4. Вопросы для самостоятельной подготовки. Тема: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов»...	175
3.5. Текущий контроль знаний. Тема: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов»	175
3.6. Лабораторная работа 2. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов	176
3.8. Вопросы для самостоятельной подготовки. Тема: «Буферные растворы».....	180
3.9. Лабораторная работа 3. Буферные растворы	181

3.10. Вопросы к защите модуля «Растворы».....	184
Модуль 4. Электрохимия.....	185
4.1. Вопросы к модулю «Электрохимия»	185
4.2. Вопросы и задачи для самостоятельной подготовки Темы: «Гальванические элементы», «Электролиз»	186
4.3. Текущий контроль знаний Тема: «Электролиз».....	187
4.4. Лабораторная работа 1. Коррозия металлов	188
4.5. Лабораторная работа 2. Коррозия металлов в воде и в водных солевых растворах	190
4.6. Текущий контроль знаний Тема: «Коррозия металлов».....	192
4.7. Вопросы к защите модуля «Электрохимия»	193
Модуль 5. Коллоидные растворы	194
5.1. Вопросы к модулю «Коллоидные растворы»	194
5.2. Вопросы для самостоятельной подготовки. Тема: «Коллоидные растворы, свойства, получение»	195
5.3. Текущий контроль знаний Тема: «Коллоидные растворы»	196
5.4. Лабораторная работа 1. Получение лиофобных коллоидных растворов	196
5.5. Вопросы для самостоятельной подготовки Тема: «Коагуляция. Влияние различных факторов на процесс коагуляции»	199
5.6. Лабораторная работа 2. Коагуляция гидрофобных коллоидов	199
5.7. Лабораторная работа 3. Почва – коллоидная система. Качественное определение легко- и средне растворимых форм химических элементов в почвах городских улиц.....	201
5.8. Вопросы к защите модуля «Коллоидные растворы»	205
Модуль 6. Поверхностные явления. Адсорбция	206
6.1. Вопросы к модулю «Поверхностные явления. Адсорбция»	206

6.2. Вопросы для самостоятельной подготовки Тема: Поверхностные явления. Адсорбции.	207
6.3. Лабораторная работа 1. Адсорбция уксусной кислоты активированным углем...	208
6.4. Лабораторная работа 2. Адсорбция ионов из раствора углем	210
6.5. Вопросы к защите модуля «Поверхностные явления. Адсорбция»	211
Модуль 7. Высокомолекулярные соединения (ВМС).....	212
7.1. Вопросы к модулю «Высокомолекулярные соединения».....	212
7.2. Вопросы для самостоятельной подготовки Тема: «Высокомолекулярные соединения»	213
7.3. Лабораторная работа Определение степени набухания каучука и агара	214
7.4. Вопросы к защите модуля «Высокомолекулярные Соединения».....	216
Приложения	219
Литература	225

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физическая и коллоидная химия способствует развитию у обучающихся активного научного и химического мышления на основе современных достижений теоретической и экспериментальной химии и внедрения в учебный процесс ее современных технологий обучения. Знание физической и коллоидной химии позволяет глубже понять явления природы, теоретически осмыслить широкий круг химических процессов, принципы химической технологии, вооружает обучающихся методами физико-химических исследований. Без глубокого знания основ физической химии нельзя представить себе грамотного преподавателя. Знание основ физической и коллоидной химии необходимо и учителям биологии для понимания физико-химического механизма физиологических процессов, протекающих в живых организмах. В связи с этим, у обучающихся должны быть сформированы на основе имеющихся знаний, определённые умения и навыки.

На современном этапе развития системы образования приоритетная роль в объективной оценке уровня знаний отводится тестовым заданиям, как одной из наиболее эффективных форм контроля учебных знаний, включая тематический и итоговый контроль. Использование тестового контроля позволит обучающимся воспроизводить полученную информацию, активно перерабатывать ее, обобщать изучаемый материал, развивать логическое мышление, различные интеллектуальные умения, работать с учебной и научной литературой.

Учебное пособие содержит тестовые задания, сгруппированные по темам. На каждый вопрос предложено 3–4 ответа, один из которых правильный. В конце каждой темы приведена таблица с правильными ответами, что дает возможность обучающимся проанализировать свои ошибки. Тестовый контроль может проводиться как в письменной форме, так и с использованием современных информационных технологий.

В учебное пособие включены типовые расчетные задачи с решениями наиболее трудных из них, а также задачи, профильные вопросы и упражнения для самостоятельного изучения, охватывающие все разделы дисциплины. Пособие

содержит модульную структуру предмета, которая включает апробированный лабораторный практикум, вопросы текущего и итогового контроля к каждому модулю, что повышает эффективность учебного пособия по физической и коллоидной химии.

Материал пособия создает условия для формирования универсальных учебных действий будущего учителя химии и биологии, которые являются инвариантной основой образовательного процесса и обеспечивают способности к саморазвитию, самосовершенствованию, умение самостоятельно приобретать новые знания и компетенции. В пособии реализован системно-деятельностный подход. Теоретический материал в учебно-методическом пособии рассматривается с учетом межпредметных связей на основе освещения тех вопросов, которые представляются наиболее важными и необходимыми для понимания физико-химических процессов, протекающих в биологических системах.

Учебное пособие «Физическая и коллоидная химия в тестах, задачах и упражнениях» составлено в соответствии с учебной программой по физической и коллоидной химии, разработанной на основе Государственного образовательного стандарта.

ЧАСТЬ I

ГЛАВА 1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1.1. Тестовые задания

1. Что изучает химическая термодинамика?

- 1) условия смещения химического равновесия;
- 2) энергетические характеристики физических и химических процессов и способность химических систем выполнять полную работу;
- 3) скорости протекания химических превращений и механизмы этих превращений.

2. При рассмотрении химической реакции понятие *система* означает...

- 1) исходные реагенты
- 2) продукты химической реакции
- 3) реакционный сосуд
- 4) исходные реагенты и продукты реакции

3. В зависимости от способности химической системы к обмену энергией и веществом с окружающей средой различают три типа систем: изолированные, закрытые и открытые. *Окружающей средой* называют...

- 1) выделенную (реально или условно) часть материального мира, которая является предметом наблюдения или исследования
- 2) атмосферу Земли
- 3) всю остальную часть материального мира вне пределов выделенной из него системы
- 4) стенки реакционного сосуда

4. Наибольший вклад в развитие термодинамических и термохимических представлений внесли работы следующих ученых:

- 1) Гесса и Авогадро
- 2) Гесса и Гейне
- 3) Майера и Гесса

5. Открытой системой называют такую систему, которая:

- 1) не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией
- 2) обменивается с окружающей средой и веществом, и энергией
- 3) обменивается с окружающей средой энергией, но не обменивается веществом

6. Закрытой системой называют такую систему, которая:

- 1) не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией
- 2) обменивается с окружающей средой и веществом, и энергией
- 3) обменивается с окружающей средой энергией, но не обменивается веществом

7. *Изолированная* система с окружающей ее средой...

- 1) обменивается энергией, но не обменивается веществом
- 2) не обменивается ни веществом, ни энергией
- 3) обменивается веществом, но не обменивается энергией
- 4) обменивается и энергией, и веществом

8. К какому типу термодинамических систем принадлежит живая клетка?

- 1) открытой
- 2) закрытой
- 3) изолированной

9. К какому типу термодинамических систем принадлежит раствор, находящийся в запаянной ампуле, помещенной в термостат?

- 1) изолированной
- 2) открытой
- 3) закрытой

10. К какому типу термодинамических систем принадлежит раствор, находящийся в запаянной ампуле?

- 1) изолированной
- 2) открытой
- 3) закрытой

11. Какие параметры термодинамической системы называют экстенсивными?

- 1) величина которых не зависит от числа частиц в системе
- 2) величина которых зависит от числа частиц в системе
- 3) величина которых зависит от агрегатного состояния системы

12. Какие параметры термодинамической системы называют интенсивными?

- 1) величина которых не зависит от числа частиц в системе
- 2) величина которых зависит от числа частиц в системе
- 3) величина которых зависит от агрегатного состояния системы

13. Функциями состояния термодинамической системы называют такие величины, которые:

- 1) зависят только от начального и конечного состояния системы
- 2) зависят от пути процесса
- 3) зависят только от начального состояния системы
- 4) зависят только от конечного состояния системы

14. Какие величины являются функциями состояния системы: а) внутренняя энергия; б) работа; в) теплота; г) энтальпия; д) энтропия; е) объем; ж) давление; з) температура?

- 1) а, г, д, е, ж, з
- 2) б, в
- 3) все величины
- 4) а, б, в, г

15. Какие из следующих свойств являются интенсивными: а) плотность; б) давление; в) масса; г) температура; д) энтальпия; е) объем?

- 1) а, б, г
- 2) в, д, е
- 3) б, в, г, е
- 4) а, в, д

16. Какие из следующих свойств являются экстенсивными: а) плотность; б) давление; в) масса; г) температура; д) энтальпия; е) объем?

- 1) в, д, е
- 2) а, б, г

3) б, в, г, е

4) а, в, г

17. *Энергией* называется...

1) физическая величина, характеризующая направление теплообмена между системами

2) экзотермический химический процесс

3) физическая величина, являющаяся мерой взаимодействия и движения материальных систем

4) термодинамическое состояние системы

18. Какие существуют формы обмена энергией между системой и окружающей средой: а) теплота; б) работа; в) химическая; г) электрическая; д) механическая; е) ядерная и солнечная?

1) а, б

2) в, г, д, е

3) а, в, г, д, е

4) а, в, г, д

19. Химическая реакция обязательно сопровождается *выделением или поглощением энергии*, поскольку...

1) ее протекание заключается в разрыве одних и образовании других химических связей

2) ее протекание требует столкновения реагирующих частиц

3) для ее протекания

4) при ее протекании не затрагиваются ядра атомов

20. Процессы, протекающие при постоянной температуре, называются:

1) изобарическими

2) изотермическими

3) изохорическими

21. Процессы, протекающие при постоянном объеме, называются:

1) изобарическими

2) изотермическими

3) изохорическими

22. Процессы, протекающие при постоянном давлении, называются:

- 1) изобарическими
- 2) изохорическими
- 3) изотермическими

23. Внутренняя энергия системы – это:

- 1) весь запас энергии системы, кроме потенциальной и кинетической энергии системы в целом
- 2) весь запас энергии системы
- 3) весь запас энергии системы, кроме потенциальной энергии

24. Первый закон (первое начало) термодинамики математически записывается так:

- 1) $pV = \nu RT$;
- 2) $k = R/N_A$;
- 3) $k = A_{\text{exp}} (-E_a / RT)$;
- 4) $\Delta U = Q - A$.

25. Первый закон термодинамики отражает связь между:

- 1) работой, теплотой и внутренней энергией
- 2) свободной энергией Гиббса, энтальпией и энтропией системы
- 3) работой и теплотой системы
- 4) работой и внутренней энергией

26. Сформулируйте первый закон термодинамики.

- 1) Скорость химической реакции определяется энергией активации данной реакции.
- 2) Физические величины, однозначно определяющие состояние системы, являются функциями состояния системы.
- 3) Сумма изменения внутренней энергии и совершенной системой (или над системой) работы равна сообщенной (или выделенной ею) теплоте.
- 4) При одинаковых условиях в равных объемах различных газов содержится одинаковое число молекул.

27. В каких единицах выражаются величины, входящие в математическое соотношение первого начала термодинамики:

- 1) в единицах заряда, например, в клонах
- 2) в единицах давления, например, в паскалях
- 3) в единицах энергии, например, в джоулях
- 4) в единицах времени, например, в секундах

28. Химические процессы, при протекании которых происходит уменьшение энтальпии системы и во внешнюю среду выделяется теплота, называются:

- 1) эндотермическими
- 2) экзотермическими

29. При каких условиях изменение энтальпии равно теплоте, получаемой системой из окружающей среды?

- 1) при постоянном объеме
- 2) при постоянном давлении
- 3) при постоянной температуре

30. *Тепловой эффект* химической реакции при постоянном давлении – это...

- 1) количество выделившейся или поглощенной теплоты в результате взаимодействия между собой строго определенных количеств веществ
- 2) изменение внутренней энергии в результате химической реакции
- 3) изменение энтальпии в результате химической реакции
- 4) работа, выполненная в ходе химической реакции

31. В экзотермической реакции...

- 1) энтальпия реакционной системы повышается ($\Delta H > 0$)
- 2) тепловой эффект реакции отрицательный ($Q_p < 0$)
- 3) энтальпия реакционной системы уменьшается ($\Delta H < 0$)
- 4) давление реакционной системы повышается

32. В эндотермической реакции...

- 1) энтальпия реакционной системы увеличивается ($\Delta H > 0$)
- 2) тепловой эффект реакции положителен ($Q_p > 0$)
- 3) энтальпия реакционной системы уменьшается ($\Delta H < 0$)
- 4) резко замедляется скорость химической реакции

33. Укажите формулировку закона Гесса:

- 1) тепловой эффект реакции зависит от начального и конечного состояния системы и не зависит от пути реакции
- 2) теплота, поглощаемая системой при постоянном объеме, равна изменению внутренней энергии системы
- 3) теплота, поглощаемая системой при постоянном давлении, равна изменению энтальпии системы

34. Важнейшим следствием термохимического закона Гесса является утверждение, что тепловой эффект химической реакции равен...

- 1) сумме теплот образования исходных веществ
- 2) сумме теплот образования продуктов реакции
- 3) сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов термохимического уравнения реакции
- 4) сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции

35. Стандартные тепловые эффекты принято обозначать...

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) $\Delta U_{\text{ст}}$ | 3) Q |
| 2) ΔH_{298}^0 | 4) $\Delta H_{\text{ст}}$ |

36. Чему равны стандартные энтальпии образования *простых веществ*, находящихся в стандартных состояниях?

- | | |
|-----------|------------|
| 1) 1 кДж | 3) нулю |
| 2) 298 Дж | 4) 273 кДж |

37. *Стехиометрические коэффициенты* в термохимических уравнениях указывают на...

- 1) соотношение между количествами веществ
- 2) реальные количества реагирующих и образующихся веществ
- 3) массы веществ
- 4) скорость расходования и образования веществ

38. Единицей измерения энергии в системе СИ является *джоуль*. Однако до сих пор также широко используется внесистемная единица – *калория (килокалория)*, (даже люди, далекие от химии, хорошо знакомы, например, с термином «калорийность» продуктов). Как связаны между собой джоуль и калория?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1) 1 кал = hcv Дж | 3) 1 Дж = 22,4 кал |
| 2) 1 Дж = 6,02 · 10 ²³ кал | 4) 1 кал = 4,184 Дж |

39. Каждый человек поглощает энергию в виде пищи и напитков. Рассчитайте, какое количество энергии поглощает человек, съедая 100 г белого хлеба (в нем содержится ~50 г углеводов, ~8 г белков, ~2 г жиров и около 40 г воды). *Калорийность* углеводов, белков и жиров составляет соответственно 3,8; 4,1 и 9,1 ккал/г.

- 1) 241 ккал
- 2) 100 кДж
- 3) 1008,3 кДж
- 4) 13 кал

40. Девушка, строго «соблюдающая фигуру», не удержалась от соблазна сладостей и съела шоколада в два раза больше ее обычной ежедневной нормы (9200 кДж). Чтобы ликвидировать энергетические излишества, *в течение* ближайших *двух часов* ей пришлось...

- 1) стирать белье (540)
- 2) ездить на велосипеде (920)
- 3) бегать трусцой по парку (2300)
- 4) плавать в бассейне (1200)

В скобках указаны энергетические затраты организма $\Delta H^0_{\text{сгорания}}$ в кДж/час.

41. Какие из нижеприведенных реакций являются эндотермическими?

- 1) $1/2\text{N}_2 + 3/2\text{H}_2 = \text{NH}_3$, $\Delta H^0_{298} = -46$ кДж/моль
- 2) $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$, $\Delta H^0_{298} = -242$ кДж/моль
- 3) $1/2\text{N}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{O}_2$, $\Delta H^0_{298} = 90$ кДж/моль
- 4) $1/2\text{H}_2 + 1/2\text{I}_2 = \text{HI}$, $\Delta H^0_{298} = 26$ кДж/моль

42. Сколько *энергии* надо затратить для разложения 9 г *жидкой* воды на водород и кислород в стандартных условиях?

- 1) 1 ккал
- 2) 286 кДж
- 3) разложение воды происходит без видимых затрат энергии
- 4) 143 кДж

43. *Теплоты сгорания* графита и алмаза при стандартных условиях составляют 393,5 кДж/моль и 395,4 кДж/моль соответственно. Чему равна энтальпия перехода графита в алмаз?

- 1) $\Delta H^0_{298} = -1,9$ кДж/моль
- 2) $\Delta H^0_{298} = 1,9$ кДж/моль
- 3) графит невозможно превратить в алмаз
- 4) $\Delta H^0_{298} = 0$

44. *Экспериментально* теплоты сгорания (а также энтальпии образования) определяют в специальном приборе, называемом ...

- 1) спектрофотометром
- 2) калориметром

- 3) аппаратом Киппа 4) колориметром

45. При стандартных условиях теплота сгорания водорода в кислороде равна 286,2 кДж/моль, а теплота сгорания водорода в озоне равна 333,9 кДж/моль. Чему равна *теплота образования озона* из кислорода при стандартных условиях?

- 1) -143,1 кДж/моль 3) -47,7 кДж/моль
2) +47,7 кДж/моль 4) нулю

46. Какой закон лежит в основе расчетов калорийности продуктов питания ?

- 1) Вант-Гоффа 3) Сеченова
2) Гесса 4) Рауля

47. При окислении каких веществ в условиях организма выделяется большее количество энергии ?

- 1) белков 2) жиров 3) углеводов

48. Самопроизвольным называется процесс который...

- 1) осуществляется без помощи катализатора
2) сопровождается выделением теплоты
3) осуществляется без затраты энергии извне
4) протекает быстро

49. Какой функцией состояния характеризуется тенденция системы к достижению вероятного состояния, которому соответствует максимальная беспорядочность распределения частиц?

- 1) энтальпией
2) энтропией
3) энергией Гиббса

50. В каком соотношении находятся энтропии трех агрегатных состояний одного вещества – газа, жидкости, твердого тела:

- 1) $S_{(г)} > S_{(ж)} > S_{(тв)}$
2) $S_{(тв)} > S_{(ж)} > S_{(г)}$
3) агрегатное состояние не влияет на значение энтропии

51. В каком из следующих процессов должно наблюдаться наибольшее положительное изменение энтропии:

- 1) 1 моль CH_3OH (тв) \rightarrow 1 моль CH_3OH (г)
2) 1 моль CH_3OH (тв) \rightarrow 1 моль CH_3OH (ж)

52. Выберите правильное утверждение: энтропия системы увеличивается при...

- 1) повышении давления
- 2) переходе от жидкого к твердому агрегатному состоянию
- 3) повышении температуры
- 4) переходе от газообразного к жидкому состоянию

53. Какую термодинамическую функцию можно использовать, чтобы предсказать, возможно ли самопроизвольное протекание реакции в изолированной системе?

- 1) энтальпию
- 2) внутреннюю энергию
- 3) энтропию
- 4) потенциальную энергию системы

54. Какое уравнение является математическим выражением 2-го закона термодинамики для изолированных систем?

- 1) $\Delta U = 0$
- 2) $\Delta S > \text{или} = Q/T$
- 3) $\Delta S < \text{или} = Q/T$
- 4) $\Delta H = 0$

55. В изолированной системе самопроизвольно протекает химическая реакция с образованием некоторого количества продукта. Как изменяется энтропия такой системы?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

56. В изолированной системе все самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения беспорядка. Как при этом изменяется энтропия?

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается

57. Как изменяется энтропия системы за счет прямой и обратной реакции при синтезе аммиака:

- 1) прямая реакция идет с уменьшением энтропии, обратная – с увеличением
- 2) прямая реакция идет с увеличением энтропии, обратная – с уменьшением

3) энтропия не изменяется в ходе реакции

58. Какими одновременно действующими факторами определяется направление химического процесса?

- 1) энтальпийным и температурным
- 2) энтальпийным и энтропийным
- 3) энтропийным и температурным

59. Самопроизвольный характер процесса лучше определить путем оценки:

- 1) энтропии
- 2) энтальпии
- 3) свободной энергии
- 4) температуры

60. Для обратимых процессов изменение свободной энергии Гиббса...

- 1) всегда равно нулю
- 2) всегда отрицательно
- 3) всегда положительно
- 4) положительно или отрицательно в зависимости от обстоятельств

61. Для необратимых процессов изменение свободной энергии...

- 1) всегда равно нулю
- 2) всегда отрицательно
- 3) всегда положительно
- 4) положительно или отрицательно в зависимости от обстоятельств

62. В изобарно-изотермических условиях в системе самопроизвольно могут осуществляться только такие процессы, в результате которых энергия Гиббса...

- 1) не меняется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается

63. Какой знак ΔG процесса таяния льда при 263K?

- 1) $\Delta G > 0$
- 2) $\Delta G = 0$
- 3) $\Delta G < 0$

64. В каком из следующих случаев реакция неосуществима при любых температурах?

- 1) $\Delta H > 0; \Delta S > 0$
- 2) $\Delta H > 0; \Delta S < 0$
- 3) $\Delta H < 0; \Delta S < 0$

65. В каком из следующих случаев реакция возможна при любых температурах?

- 1) $\Delta H < 0; \Delta S > 0$
- 2) $\Delta H < 0; \Delta S < 0$
- 3) $\Delta H > 0; \Delta S > 0$

66. Какой закон отражает связь между работой, теплотой и внутренней энергией системы?

- 1) второй закон термодинамики
- 2) закон Гесса
- 3) первый закон термодинамики
- 4) закон Вант-Гоффа.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	2	3	4	1	1	3	2	1
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	4	1	2	2	3	1	1	4
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	4	3	2	3	2	3	1	1	3	2	3
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2	4	1,3	3	3,4	4	2	2	1	2	2	3
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
2	1	1	3	3	2	1	2	1	2	2	1
61	62	63	64	65	66						
2	3	1	2	1	1						

1.2. Примеры решения типовых задач

По термохимическим уравнениям реакций можно проводить различные расчеты. Для решения задач по термохимическим уравнениям необходимо записать само уравнение. Затем, на основании данных, составляют пропорцию и решают ее.

Задача 1. По термохимическому уравнению синтеза аммиака $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г}) + 92 \text{ кДж}$ рассчитайте, сколько теплоты выделяется при образовании 1 м³ аммиака (н.у.)

Решение

92 кДж теплоты выделяется при образовании 2 молей аммиака, т.е. 44,8 л NH_3 .

Составляем пропорцию:

44,8 л – 92 кДж

1 м³ = 1000 л – x кДж,

откуда $x = \frac{1000 \cdot 92}{44,8} = 2054 \text{ кДж}$

Ответ: 2054 кДж.

Задача 2. Составьте термохимическое уравнение образования воды из простых веществ, если известно, что при образовании 9 г. жидкой H_2O выделяется 143 кДж теплоты.

Решение

Молярная масса воды $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$. Если при образовании 9 г H_2O выделяется 143 кДж теплоты, то при образовании 18 г выделится соответственно в два раза больше, т.е. 286 кДж.

Следовательно, термохимическое уравнение можно записать так:

$\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + 286 \text{ кДж}$

$2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + 572 \text{ кДж}$

Задача 3. Реакция разложения карбоната кальция выражается термохимическим уравнением:

$\text{CaCO}_3(\text{тв}) \overset{\text{т}}{=} \text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г}) - 160 \text{ кДж}$.

Какое количество теплоты поглощается при разложении 5 кг CaCO_3 ?

Решение

Молярная масса карбоната кальция

$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$

При разложении 100 г CaCO_3 поглощается 160 кДж; при разложении 5000 г CaCO_3 поглощается x кДж. Составляем пропорцию:

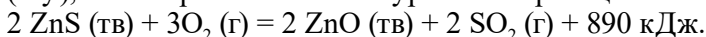
100 г – 160 г Дж

5000 г – x кДж,

откуда $x = 8000$ кДж.

Ответ: 8000 кДж.

Задача 4. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при сжигании 29,1 г сульфида цинка в 33,6 л воздуха (н.у.), если термохимическое уравнение реакции:



Объемная доля (ϕ) кислорода в воздухе равна 20%.

Решение

Определим количества взаимодействующих веществ:

$$n(\text{ZnS}) = m(\text{ZnS}) / M(\text{ZnS}) = 29,1 \text{ г} / 97 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = V(\text{возд.}) \cdot \phi(\text{O}_2) = 33,6 \text{ л} \cdot 0,2 = 6,72 \text{ л}$$

$$n(\text{O}_2) = V / V_m = 6,72 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, требующееся для сжигания 0,3 моль ZnS количество кислорода равно:

$$n'(\text{O}_2) = 3/2 \cdot n(\text{ZnS}) = 3/2 \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,45 \text{ моль.}$$

$n'(\text{O}_2) > n(\text{O}_2)$, следовательно, кислород дан в недостатке и по его количеству следует рассчитывать тепловой эффект.

Составим пропорцию:

$$3 \text{ моль O}_2 - 890 \text{ кДж}$$

$$0,3 \text{ моль O}_2 - x \text{ кДж,}$$

$$\text{откуда } x = 0,3 \cdot 890 / 3 = 89 \text{ кДж.}$$

Ответ: 89 кДж.

Задача 5. По термохимическому уравнению:



вычислите массу разложившегося известняка, если известно, что на его разложение затрачено 1570 кДж.

Решение:

1. Вычисляем количество и массу вещества разложившегося известняка:

если затрачено 157 кДж, то разлагается 1 моль CaCO_3 ,

если затрачено 1570 кДж, то разлагается x моль CaCO_3

$$\frac{157}{1570} = \frac{1}{x}; \quad x = \frac{1 \cdot 1570}{157} = 10 \text{ моль}$$

2. Определяем массу разложившегося известняка:

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ г.}$$

Ответ: 1000 г, 10 моль.

Задача 6. При соединении 2,1 г железа с серой выделилось 3,77 кДж. Рассчитать теплоту образования сульфида железа.

Решение: $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$

Вычисляем количество железа:

$$n(\text{Fe}) = 2,1 \text{ г}; 56 \text{ г/моль} = 0,0375 \text{ моль.}$$

Составляем пропорцию:

$$0,0375 \text{ моль} - 3,77 \text{ кДж};$$

$$1 \text{ моль} - x \text{ кДж},$$

$$x = 100,3 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{\text{обр.}}^0 = -100,3 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: $-100,3 \text{ кДж/моль}$.

Задача 7. Найти количество теплоты, выделяющейся при взрыве 8,4 л гремучего газа, взятого при нормальных условиях.

Решение:

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$, вычисляем количество вещества:

$$n_{(\text{грем.г.})} = \frac{V}{V_{\text{м}}} = \frac{8,4}{22,4} = 0,375 \text{ моль}$$

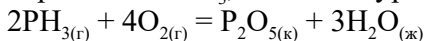
$$3 \text{ моль} - (241,8 \cdot 2) 0,375 - x$$

$$x = 60,5 \text{ кДж},$$

$$\Delta H_{\text{обр.}}^0 = -60,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $-60,5 \text{ кДж/моль}$.

Задача 8. Определить стандартную энтальпию (ΔH_{298}^0) образования PH_3 , исходя из уравнения:



$$\Delta H^0 = -2360 \text{ кДж}$$

Решение: Пользуясь табличными данными находим стандартную энтальпию (ΔH_{298}^0) образования PH_3 ,

$$\Delta H^0 \text{P}_2\text{O}_5 + 3 \Delta H^0 \text{H}_2\text{O} - 2x = -\Delta H_{\text{р}}^0$$

$$-1492 - 857,4 - 2x = -2360$$

$$2360 - 2349,4 = 2x$$

$$10,6 = 2x; x = 5,3 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: $5,3 \text{ кДж/моль}$.

Задача 9. Исходя из теплового эффекта реакции:
 $3\text{CaO}_{(\text{к})} + \text{P}_2\text{O}_{5(\text{к})} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\Delta\text{H}^0 = -739$ кДж,
 определить ΔH^0_{298} образования ортофосфата кальция.

Решение:

Исходя из табличных данных, определяем $\Delta\text{H}^0_{298} \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 $\Delta\text{H}^0 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 - 3 \Delta\text{H}^0 \text{CaO} + \Delta\text{H}^0 \text{P}_2\text{O}_5 = \Delta\text{H}^0_{\text{реак.}}$

$$x - (-1906,5 - 1492) = -739$$

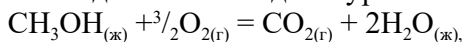
$$x + 3398,5 = -739$$

$$x = -3398,5 - 739$$

$$x = -4137,5 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: - 4137,5 кДж/моль.

Задача 10. Исходя из уравнения реакции:



$$\Delta\text{H}^0 = -726,5 \text{ кДж,}$$

вычислить ΔH^0_{298} образования метилового спирта.

Решение: Пользуясь табличными данными, вычисляем ΔH^0_{298} образования метилового спирта.

$$(\Delta\text{H}^0(\text{CO}_2) + 2 \Delta\text{H}^0\text{H}_2\text{O}) - \Delta\text{H}^0\text{CH}_3\text{OH} = \Delta\text{H}^0_{\text{р}}$$

$$[-393,5 + 2 \cdot (-285,8)] - x = -726,5$$

$$(-393,5 - 571,6) - x = -726,5$$

$$-965,1 - x = -726,5$$

$$-965,1 + 726,5 = x$$

$$x = -238,6 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: - 238,6 кДж/моль.

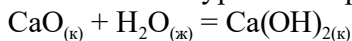
Задача 11. Определить количество теплоты, выделяемой при гашении водой извести массой 100 кг

Решение:

1. Вычислим количество вещества оксида кальция:

$$n_{(\text{CaO})} = \frac{m_{(\text{CaO})}}{M_{(\text{CaO})}} = \frac{100000}{56} = 1785,7 \text{ (моль)}$$

2. Составляем уравнение реакции гашения извести:



3. Определим тепловой эффект реакции (теплоты образования веществ находим из данных таблицы):

$$\Delta\text{H}^0_{\text{х.р.}} = \Delta\text{H}^0\text{Ca}(\text{OH})_2 - (\Delta\text{H}^0\text{CaO} + \Delta\text{H}^0\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= -986,5 - [(-635,5) + (-285,84)] = -65,16 \text{ кДж}$$

Тепловой эффект реакции определили на 1 моль Са О.

4. Находим количество теплоты, которая выделяется при гашении 1785,7 моль:

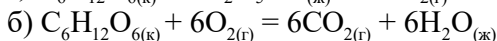
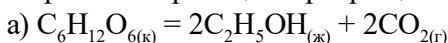
При гашении 1 моль СаО выделяется (-65,16) кДж

При гашении 1785,5 моль СаО выделяется x кДж

$$\frac{1}{1785,7} = \frac{(-65,16)}{x}; \quad x = \frac{1785,7 \cdot (-65,17)}{1} = -1,16 \cdot 10^5 \text{ кДж}$$

Ответ: $-1,16 \cdot 10^5$ кДж

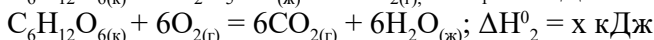
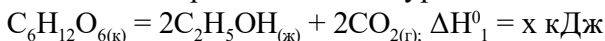
Задача 12. Вычислить значение ΔH_{298}^0 для протекающих в организме реакций превращения глюкозы:



Какая из этих реакций поставляет организму больше энергии?

Решение:

1. Запишем термохимические уравнения:



2. Согласно следствию из закона Гесса:

$$\Delta H_1^0 = (2\Delta H^0\text{CO}_2 + 2\Delta H^0\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - \Delta H^0\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\Delta H_1^0 = -2 \cdot 395,5 - 2 \cdot 277,6 + 1273,0 = -69,2 \text{ кДж/моль}$$

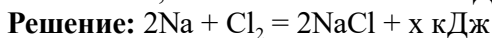
$$\Delta H_2^0 = (2\Delta H^0\text{CO}_2 + 2\Delta H^0\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\Delta H_2^0 = -6393,5 - 6 \cdot 285,8 + 1273 = -2803 \text{ кДж/моль},$$

Ответ: реакция «б» поставляет организму больше энергии.

Задача 13. Составьте термохимическое уравнение реакции горения натрия в хлоре, если известно, что при сгорании $1,8 \cdot 10^{23}$ его атомов выделилось 1233 кДж теплоты.

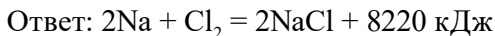
$$0,3 \text{ моль} \qquad 1233 \text{ кДж}$$



$$2 \text{ моль}$$

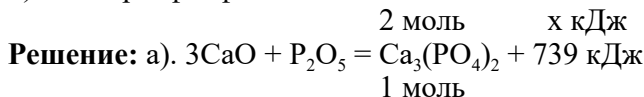
$$1. \quad n(\text{Na}) = \frac{N}{N_A} = \frac{1,8 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,03 \text{ моль}$$

$$2. \quad \frac{0,3}{2} = \frac{1233}{x}; \quad 0,3x = 2466; \quad x = 8220 = Q = 8220 \text{ кДж}$$



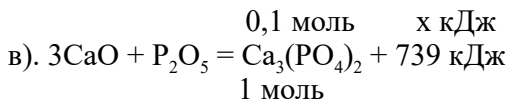
Задача 14. По термохимическому уравнению $3\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 739 \text{ кДж}$ вычислите количество теплоты, которая выделится при получении:

- а). $1,2 \cdot 10^{24}$ молекул ортофосфата кальция;
б). 31 г ортофосфата кальция.



$$1. n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{N}{N_A} = \frac{1,2 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2 \text{ моль}$$

$$2. \frac{2}{1} = \frac{x}{739}; x = 1478 = Q = 1478 \text{ кДж}$$



$$1. n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{m}{M} = \frac{31\text{г}}{310\text{г/моль}} = 0,1\text{моль}$$

$$2. \frac{0,1}{1} = \frac{x}{739}$$

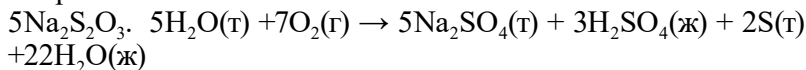
$$x = 73,9 = Q = 73,9 \text{ кДж}$$

ОТВЕТ: а) $Q = 1478$ кДж.

б) $Q = 73,9$ кДж.

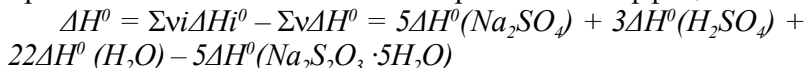
Расчет стандартной энтальпии реакции по стандартным энтальпиям образования веществ.

Задача 15. Вычислите стандартную энтальпию хемосинтеза, протекающего в автотрофных бактериях *Thiobacillus thioautotrophicus*:



К какому типу (экзо- или эндотермическому) относится эта реакция?

Решение: Воспользуемся следствием из закона Гесса (2.2), принимая во внимание стехиометрические коэффициенты:



Энтальпии образования простых веществ (кислорода и серы) равны нулю. Найдем в справочнике табличные значения ΔH^0 (кДж/моль) для каждого вещества:

$$\Delta H^0 (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = -260_2; \Delta H^0 (\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = -286; \Delta H^0 (\text{Na}_2\text{SO}_4) = -1384; \Delta H^0 (\text{H}_2\text{SO}_4) = -907.$$

Подставим в полученное выражение значения стандартных энтальпий образований веществ:

$$\Delta H^0 = 5(-1384) + 3(-907) + 22(-286) - 5(-2602) = -2923 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: $\Delta H^0 = -2923$ кДж/моль. Данная реакция является экзотермической, так как $\Delta H^0 < 0$.

Расчет стандартной энтальпии реакции по стандартным энтальпиям сгорания веществ.

Задача 16. Вычислите стандартную энтальпию реакции:
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{тв}) = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) + 2\text{CO}_2(\text{г})$

Решение. Стандартная энтальпия сгорания углекислого газа, как конечного продукта окисления, равна 0.

Найдем в справочнике значения ΔH^0 для глюкозы и этанола:
 $\Delta H^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = -2810$ кДж/моль; $\Delta H^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = -1371$ кДж/моль.
т.е. $\Delta H^0 \text{ х.р.} = \Delta H^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - 2\Delta H^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$

Подставим значения стандартных энтальпий сгорания веществ:

$$\Delta_r H^0 = -2810 - 2 \cdot (-1371) = -68 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: $\Delta_r H^0 = -68$ кДж/моль.

Расчет калорийности продуктов с учетом теплот полного сгорания веществ в условиях организма.

Задача 17. Вычислите калорийность пищевого продукта массой 350 г, содержащего 50% воды, 30% белка, 15% жиров и 5% углеводов.

Решение. Для расчета калорийности продукта воспользуемся выражением:

$$Q = Q(\text{белка}) + Q(\text{жиров}) + Q(\text{углеводов}).$$

Для определения калорийности белков, жиров, углеводов воспользуемся табличными значениями удельных теплот полного окисления веществ в условиях организма: условный белок – 17 кДж/г; условный жир – 39 кДж/г; углеводы – 17 кДж/г.

$$Q(\text{бел.}) = m(\text{пищ. прод.}) \cdot \omega(\text{бел.}) \cdot Q(\text{усл. бел.}),$$

$$Q(\text{жир.}) = m(\text{пищ. прод.}) \cdot \omega(\text{жир.}) \cdot Q(\text{усл. жир.}),$$

$$Q(\text{угл.}) = m(\text{пищ. прод.}) \cdot \omega(\text{угл.}) \cdot Q(\text{угл.}).$$

Подставим в эти выражения известные по условию задачи величины и вычислим:

$$Q(\text{бел.}) = 350 \text{ г} \cdot 0,3 \cdot 17 \text{ кДж/г} = 1785 \text{ кДж/г}$$

$$Q(\text{жир.}) = 350 \text{ г} \cdot 0,15 \cdot 39 \text{ кДж/г} = 2047,5 \text{ кДж/г}$$

$$Q(\text{угл.}) = 350 \text{ г} \cdot 0,05 \cdot 17 \text{ кДж/г} = 297,5 \text{ кДж/г}$$

Калорийность продукта (в кДж) будет равна сумме теплот полного окисления в условиях организма белков, жиров углеводов:

$$Q = Q(\text{бел.}) + Q(\text{жир.}) + Q(\text{угл.}) = 1785 + 2047,5 + 297,5 = 4130 \text{ кДж.}$$

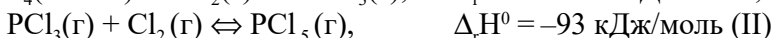
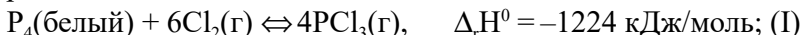
Поскольку в медицине и биологии для оценки калорийности продукта чаще пользуются внесистемной единицей – килокалорией, сделаем соответствующий перерасчет:

$$Q(\text{прод.}) = 4130 \text{ кДж}; 4,19 \text{ ккал/кДж} = 986 \text{ кКал.}$$

Ответ: калорийность продукта составляет 986 кКал.

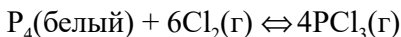
Нахождение стандартной энтальпии образования веществ путем алгебраического суммирования уравнений на основании закона Гесса.

Задача 18. Вычислите стандартную энтальпию образования хлорида фосфора (V) по следующим значениям энтальпий реакции:

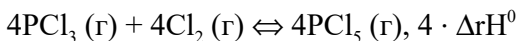


Решение. Если энтальпия образования какого-либо вещества неизвестна, ее можно вычислить, применив обычные алгебраические действия к термохимическим уравнениям реакции.

Выразим стандартную энтальпию образования хлорида фосфора (V) из простых веществ, предварительно умножив второе уравнение на 4 и суммируя данные по условию уравнения:



+



или



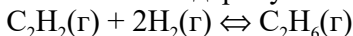
Вычислим стандартную энтальпию образования хлорида фосфора (V), зная $\Delta H^0_{(I)}$ и $\Delta H^0_{(III)}(\text{PCl}_3)$:

$$\Delta H^0(\text{PCl}_5) = [\Delta H^0_{(I)} + 4 \cdot \Delta H^0_{(III)}] / 4 = [-1224 + 4 \cdot (-93)] / 4 = -399 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: стандартная теплота образования хлорида фосфора (V) равна -399 кДж/моль.

Расчет стандартной энтропии реакции по стандартным значениям энтропии реагентов и продуктов.

Задача 19. Вычислите стандартную энтропию реакции:



Решение. Вычислим ΔS^0 по формуле (2.5):

$$\Delta S^0 = \sum \nu_i S_i^0 - \sum \nu_j S_j^0$$

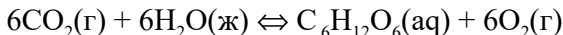
Подставляя в выражение значения стандартных энтропий веществ и стехиометрические коэффициенты, вычислим изменение стандартной энтропии реакции:

$$\Delta S^0 = S^0(\text{C}_2\text{H}_6) - (S^0(\text{C}_2\text{H}_2) + 2S^0(\text{H}_2)) = 229 - (201 + 2 \cdot 131) = -234 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

Ответ: -234 Дж/(моль·К).

Расчет изменения стандартной энергии Гиббса реакции по стандартным значениям энергии Гиббса образования реагентов и продуктов.

Задача 20. Вычислите стандартную энергию Гиббса реакции фотосинтеза:



Решение. Выпишем табличные значения ΔG^0 веществ в кДж/моль:

$$\Delta G^0(\text{CO}_2) = -394,4; \Delta G^0(\text{H}_2\text{O}) = -237;$$

$$\Delta G^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = -917 \text{ кДж/моль.}$$

Известно, что стандартная энергия Гиббса образования простых веществ равна нулю ($\Delta G^0(\text{O}_2) = 0$).

ΔG^0 реакции вычислим по формуле (2.8):

$$\Delta G^0 = \sum \nu \Delta G^0 - \sum \nu \Delta G^0$$

Подставляя в это выражение значения стандартных энергии Гиббса образования веществ с учетом стехиометрических коэффициентов, вычислим стандартную энергию Гиббса реакции фотосинтеза:

$$\Delta G^0 = (\Delta G^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 6 \cdot \Delta G^0(\text{O}_2)) - (6\Delta G^0(\text{CO}_2) + 6(\Delta G^0(\text{H}_2\text{O}))) = -917 - 6 \cdot (-394,4 - 237) = 2871 \text{ кДж/моль.}$$

Ответ: 2871 кДж/моль.

Расчет стандартной энергии Гиббса реакции по величинам стандартной энтальпии и стандартной энтропии реакции. Анализ энтропийного и энтальпийного факторов.

Задача 21. Вычислите стандартную энергию Гиббса реакции денатурации трипсина при 50°C; $\Delta H^0 = 283$ кДж/моль, $\Delta S^0 = 288$ Дж/(моль·К). Оцените вклад энтальпийного и энтропийного факторов.

Решение. Воспользуемся объединенным выражением для первого и второго начала термодинамики:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0,$$

по которому изменение энергии Гиббса (ΔG^0) определяется двумя слагаемыми: энтальпийным фактором (ΔH^0) и энтропийным фактором ($T\Delta S^0$). Следовательно,

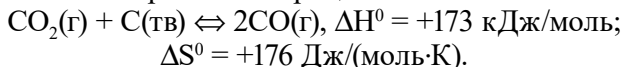
$$\Delta G^0 = 283 \text{ кДж/моль} - 323\text{К} \cdot 0,288 \text{ кДж/(моль} \cdot \text{К)} = 190 \text{ кДж/моль}$$

Энтальпийный фактор препятствует самопроизвольному протеканию процесса, а энтропийный – благоприятствует. Таким образом, реакция контролируется энтропийным фактором и самопроизвольное протекание возможно при условии $|\Delta H^0| < |T\Delta S^0|$, т.е. при высоких температурах.

Ответ: 190 кДж/моль, реакция контролируется энтропийным фактором, вероятность самопроизвольного протекания процесса увеличивается при высоких температурах.

Расчет температуры равновероятного протекания прямого и обратного процесса.

Задача 22. Вычислите температуру, при которой равновероятны оба направления процесса:



Решение. Оба направления процесса равновероятны при условии, что ΔG^0 становится равным нулю. Согласно выражению $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$, рассчитываем искомую величину:

$$T = \Delta H^0 / \Delta S^0$$

При 983 К система находится в состоянии равновесия, при $T > 983$ К процесс протекает в сторону образования продуктов, при $T < 983$ К – в сторону исходных веществ.

Ответ: $T = 983$ К.

1.3. Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Определите, какие из следующих реакций являются экзотермическими и какие – эндотермическими?

а) $S (тв) + O_2 (г) = SO_2 (г); \Delta H^\circ = -297 \text{ кДж/моль};$

б) $H_2O (г) + C (тв) = CO (г) + H_2 (г); \Delta H^\circ = + 136 \text{ кДж/ моль};$

в) $1/2H_2 (г) + 1/2F_2 (г) = HF (г); \Delta H^\circ = - 144,3 \text{ кДж/моль}.$

2. Что показывают следующие термохимические уравнения реакций:

а) $2H_2 (г) + O_2 (г) = 2H_2O (г); \Delta H^\circ = - 492 \text{ кДж};$

б) $C (тв) + 2S (тв) = CS_2 (ж); \Delta H^\circ = + 88 \text{ кДж};$

в) $CH_4 (г) + 2O_2 (г) = CO_2 (г) + 2H_2O (ж); \Delta H^\circ = - 890 \text{ кДж}$

3. По термохимическому уравнению

$S (тв) + O_2 (г) = SO_2 (г); \Delta H^\circ = -297 \text{ кДж}$

рассчитайте:

а) количество теплоты, которое выделится при сгорании 640 г серы?

Ответ: 5940 кДж

б) сколько литров кислорода (н.у.) вступает в реакцию, если при этом выделяется 59,4 кДж теплоты?

Ответ: 4,48 л

в) сколько граммов серы сгорело, если известно, что выделилось 594 кДж теплоты?

Ответ: 64 г

4. По термохимическому уравнению

$C (тв) + O_2 (г) = CO_2 (г); \Delta H^\circ = - 394 \text{ кДж}$

рассчитайте:

а) сколько выделится теплоты при сгорании 1 кг угля (С)?

Ответ: $32,83 \cdot 10^3 \text{ кДж}$

б) сколько литров кислорода вступило в реакцию (н.у.), если выделилось 240 кДж теплоты?

Ответ: 13,6 л

в) сколько литров оксида углерода (IV) (н.у.) образуется, если выделяется 788 кДж теплоты?

Ответ: 44,8 л.

5. Составьте термохимическое уравнение образования воды (жидкой) из простых веществ, если известно, что при образовании 1 моль воды выделяется 286 кДж теплоты.

6. По термохимическому уравнению
$$\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г}); \Delta H^\circ = -92 \text{ кДж}$$
рассчитайте, сколько теплоты выделится при образовании 67,2 л аммиака (NH_3) при н.у.

Ответ: 138 кДж.

7. Составьте термохимическое уравнение реакции разложения оксида ртути (II), если известно, что при разложении его 4,34 г затрачено количество теплоты 1,82 кДж.

Ответ: 182 кДж.

8. По термохимическому уравнению $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5 + 3010 \text{ кДж}$ рассчитайте количество теплоты, выделяющейся при сгорании 31 г фосфора.

Ответ: 7525 кДж.

9. Составьте термохимическое уравнение реакции горения метана, если известно, что при сгорании $3 \cdot 10^{23}$ его молекул выделилось количество теплоты 402 кДж.

Ответ: 807,223 кДж.

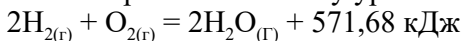
10. По термохимическому уравнению $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1400 \text{ кДж}$ вычислите количество теплоты, выделяемой при сгорании:

а) 5,6 г этилена;

б) $3 \cdot 10^{23}$ молекул этилена.

Ответ: а) 280 кДж, б) 697,67 кДж.

11. По термохимическому уравнению



вычислите количество теплоты, которая выделится при сгорании водорода объемом 67,2 л (н.у.). Рассчитайте, какой объем воздуха (н.у.) для этого потребуется (объемная доля кислорода в воздухе 20%).

Ответ: 857,52 кДж; $V_{\text{воздуха}} = 336 \text{ л}$.

12. По термохимическому уравнению обратимой реакции



вычислите количество теплоты, которая потребуется для синтеза оксида азота (II):

а) 67,2 л (н.у.);

б) 120 г

Ответ: а) 271,2 кДж; б) 361,6 кДж.

13. Теплота сгорания C_2H_5OH равна – 1367,7 кДж.

Найдите теплоту образования этилового спирта, если при горении образуются углекислый газ и вода в жидком состоянии.

Ответ: – 278 кДж/моль.

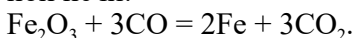
14. Вычислить теплоту образования Fe_2O_3 , если известно, что при реакции $2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$. На каждые 80 г восстанавливаемого оксида железа (III) выделяется 424,1 кДж.

Ответ: – 823 кДж/моль.

15. Теплоты горения алмаза и графита соответственно равны – 395,7 кДж и – 393,77 кДж. Вычислите теплоту образования алмаза и графита.

Ответ: – 1,88 кДж/моль.

16. Определите тепловой эффект основного процесса доменной печи:



Ответ: – 26,8 кДж.

17. Реакция разложения карбоната кальция выражается уравнением:



Сколько теплоты надо затратить для разложения $CaCO_3$ массой 500 г?

Ответ: 726 кДж.

18. Чему равна теплота сгорания жидкого бензола по реакции $C_6H_6 + 15/2 O_2 = 6CO_2 + 3H_2O(ж)$

Ответ: – 3298,4 кДж/моль.

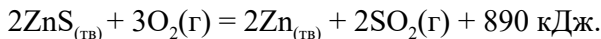
19. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции $CH_4(г) + CO_2(г) + 2H_2$ по стандартным теплотам сгорания.

Ответ: $\Delta H_{298}^0 = 247,36 \text{ кДж/моль}$.

20. Найдите количество теплоты, выделяющейся при взрыве 8,4 л гремучего газа, взятого при нормальных условиях.

Ответ: 60,45 кДж.

21. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при сжигании 29,1 г сульфида цинка в 33,6 л воздуха (н.у.), если термохимическое уравнение реакции:

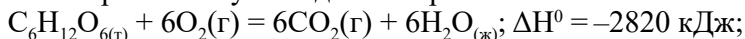


(При расчете объемную долю кислорода в воздухе примите равной 20%).

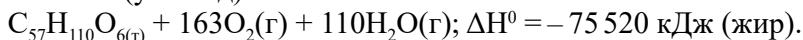
Ответ: 89 кДж.

22. Составьте термохимическое уравнение образования гидроксида кальция из оксида кальция и воды, если известно, что при образовании 1 моля гидроксида кальция выделяется 165,3 кДж теплоты.

23. Главным источником энергии для большинства животных организмов являются жиры и углеводы. В организме эти вещества «сгорают», окисляясь кислородом, поступающим из воздуха в легкие и переносимым гемоглобином крови. Теплотворная способность (калорийность) пищи оценивается ее тепловым эффектом сгорания (кДж/г или ккал/г). Сравните калорийность углеводов и жиров:



Глюкоза (углевод)



24. Определите – выделяется или поглощается энергия в процессе реакции $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, если известно что:

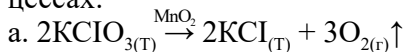
1. при разрыве химической связи в молекуле H_2 поглощается 416,8 кДж энергии (в расчете на 1 моль);
2. при разрыве химической связи в молекуле Cl_2 поглощается 243,6 кДж энергии (в расчете на 1 моль);
3. при образовании новой химической связи в молекуле HCl выделяется 433,02 кДж энергии (в расчете на 1 моль).

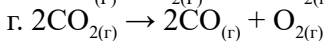
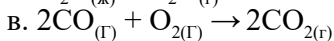
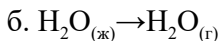
Ответ: Энергия выделяется.

25. При стандартных условиях теплота сгорания белого фосфора равна 760,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания черного фосфора равна 722,1 кДж/моль. Чему равна теплота превращения черного фосфора в белый фосфор при стандартных условиях?

Ответ: -38 кДж/моль.

26. Определить знак изменения энтропии в следующих процессах:





1. а). $\Delta S > 0$ 2. а). $\Delta S < 0$

б). $\Delta S > 0$ б). $\Delta S = 0$

в). $\Delta S < 0$ в). $\Delta S > 0$

г). $\Delta S > 0$ г). $\Delta S = 0$

27. Определить знаки $\Delta H, \Delta S, \Delta G$ для реакции

$\text{AB}_{(\text{г})} + \text{B}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{AB}_{3(\text{г})}$, протекающей при 298 К самопроизвольно в прямом направлении.

1. $\Delta G = 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta H > 0$

2. $\Delta G < 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta H < 0$

28. Для каких простых веществ энтальпия образования равна или не равна нулю?

1) O_2 , 2) O_3 , 3) $\text{C}_{(\text{графит})}$, 4) $\text{C}_{(\text{алмаз})}$, 5) $\text{S}_{(\text{ромбич})}$, 6) $\text{I}_{2(\text{тв})}$, 7) $\text{I}_{2(\text{г})}$, 8) $\text{Br}_{2(\text{ж})}$, 9) $\text{Br}_{2(\text{г})}$, 10) $\text{Ca}_{(\text{тв})}$.

2. O_3 , $\text{I}_{2(\text{тв})}$, $\text{Br}_{2(\text{г})}$, $\text{Ca}_{(\text{тв})}$.

3. O_2 , $\text{C}_{(\text{графит})}$, $\text{C}_{(\text{алмаз})}$, $\text{S}_{(\text{ромбич})}$, $\text{I}_{2(\text{тв})}$, $\text{Br}_{2(\text{ж})}$.

29. Рассчитайте $\Delta H_{\text{обр}}^0$ железа (II) сульфида, если при соединении 2,1 г железа с 10 г серы выделилось 3,77 кДж.

1. 100,5 кДж/моль

2. 5,1 кДж/моль

3. 7,8 кДж/моль

30. Рассчитайте теплоту гидратации CaO (реакция гашения извести).

1. 58,6 кДж/моль

2. -65,8 кДж/моль

3. 85,6 кДж/моль

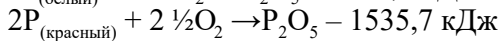
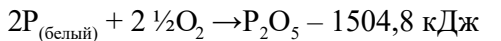
31. Определите стандартную энтальпию реакции фотосинтеза глюкозы, если энтальпия сгорания глюкозы составляет -1273 кДж/моль.

1. 1229,4 кДж/моль

2. 229,5 кДж/моль

3. 92,3 кДж/моль

32. Вычислите теплоту перехода 31 г белого фосфора в красный, если известно:

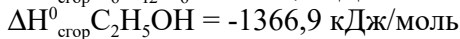
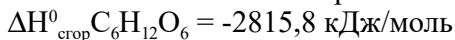


1. 9,03 Дж

2. 0,39 Дж

3. 30,9 Дж

33. Рассчитайте теплоту реакции спиртового брожения глюкозы $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$, исходя из теплот сгорания глюкозы и этилового спирта.

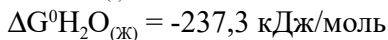
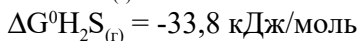
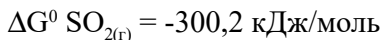


1. 50,7 кДж/моль

2. -705 кДж/моль

3. 37,5 кДж/моль

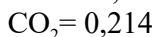
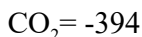
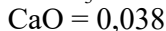
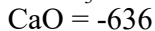
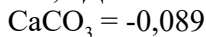
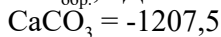
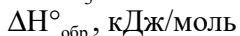
35. Могут ли сосуществовать друг с другом газы SO_2 и H_2S при $25^\circ C$



1. не могут

2. могут

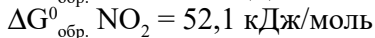
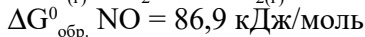
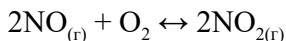
36. Вычислите, возможна ли реакция:



1. возможна

2. невозможна

37. Рассчитайте ΔG^0 и определите направление реакции:



1. реакция идет вправо

2. реакция идет влево

38. В 100 г трески в среднем содержится 11,6 г белков и 0,3 г жиров. Рассчитайте (в кДж и ккал) энергию, которая выде-

лится при усвоении порции трески массой 228 г. Калорийность белков 17,1 кДж/г, а жиров – 38,8 кДж/г.

1. -476,8 кДж, 114, 5 ккал
2. 674,5 кДж, 411,5 ккал
3. 746 кДж, 215 ккал

39. Рассчитайте массу углеводов, необходимую для восполнения энергии, затраченной при выделении 800 г воды через кожу, если для испарения 1 моль воды через кожу требуется 40, 7 кДж.

1. 105,7 г
2. 571 г
3. 751,05 г

40. При растворении одного моля H_2SO_4 в 800 г воды, температура повысилась на 22,4К. Определите энтальпию растворения H_2SO_4 , принимая удельную теплоемкость раствора равной 3,76 Дж/г К.

1. 7,4 кДж/моль
2. 67,4 кДж/моль
3. 74,6 кДж/моль

41. При растворении 715 г кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ было поглощено 167,36 кДж тепла. Какова теплота растворения кристаллогидрата?

1. 66,94 кДж/моль
2. 94,6 кДж/моль
3. 46,9 кДж/моль

42. Теплоты сгорания углеводов и белков в организме человека составляют 4,1 ккал/г, жиров 9,3 ккал/г. Среднесуточная потребность в белках, жирах и углеводах для студента составляет, соответственно, 113,106 и 451 г. Найти суточную потребность в энергии у студентов.

1. 3300 ккал
2. 2100 ккал
3. 10500 ккал

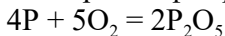
43. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом испарении этилового спирта массой 10 г при температуре кипения (78°C), если теплота испарения этилового спирта равна 922,77 Дж/г. Объемом жидкости пренебречь.

1. 6,8 кДж
 2. 8,6 кДж
 3. 75,7 кДж
44. Какое количество теплоты необходимо для изохорического нагревания азота массой 10 г от 10 до 20°C?
1. 74,2 Дж
 2. 247 Дж
 3. 576 Дж
45. При действии кислоты на металл выделился водород объемом 0,007 м³ при давлении в 1,013 · 10⁵ Па. Определите работу, произведенную газом против атмосферного давления.
1. 780 Дж
 2. 907 Дж
 3. 709 Дж
46. Бензол массой 100 г испаряется при температуре кипения 80,2°C и давлении в 1,013 · 10⁵ Па. Определите произведенную парами бензола работу, изменение внутренней энергии и изменение энтальпии, если теплота испарения бензола равна 395,2 Дж/г.
1. 3,76 кДж; 35,76 кДж; 39,5 кДж.
 2. 67,3 кДж; 53,67 кДж; 38,2 кДж.
 3. 156 кДж; 67,5 кДж; 83,2 кДж.
47. Рассчитайте работу изотермического (27° С) расширения углекислого газа количеством вещества 1 моль от 2,24 до 22,4 л.
1. 374 кДж
 2. 47,5 кДж
 3. 5,74 кДж
48. Рассчитайте работу изотермического (0°C) расширения хлора количеством вещества 0,5 моль от 1 до 25 л.
1. 3.65 кДж
 2. 56,3 кДж
 3. 178,5 кДж
49. Рассчитайте работу изотермического (50°C) расширения водорода массой 20 г от 10 до 40 л.
1. 76,5 кДж
 2. 71,3 кДж
 3. 37,1 кДж

50. Определите работу изотермического (25°C) расширения 1 моль идеального газа при изменении давления от $5,065 \cdot 10^5$ до $1,013 \cdot 10^5$ Па. Какое количество теплоты при этом поглощено?

1. 4 кДж
2. 10 кДж
3. 115 кДж

51. Горение фосфора можно выразить уравнением:



Представьте этот процесс термохимическим уравнением, если известно, что при сгорании фосфора массой 1 г выделяется 24,7 кДж:

1. -1530 кДж
2. 351 кДж
3. -187,2 кДж

52. Теплота сгорания $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ равна – 1367,7 кДж. Найдите теплоту образования этилового спирта, если при горении образуются углекислый газ и вода в жидком состоянии.

1. -872 кДж/моль
2. -278 кДж/моль
3. 576,7 кДж/моль

53. Теплота сгорания сероуглерода равна – 1076 кДж. Определите теплоту образования сероуглерода, если сгорание было полным.

1. 9 кДж/моль
2. 97,8 кДж/моль
3. 67,5 кДж/моль

54. Определите теплоту полного сгорания нитробензола, если его теплота образования равна 15,9 кДж.

1. -90,3 кДж
2. -3090 кДж
3. 37500 кДж

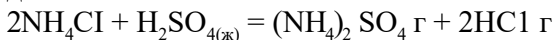
55. Вычислите теплоту образования оксида Fe_2O_3 , если известно, что при реакции $4\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ на каждые 80 г восстанавливаемого оксида железа (III) выделяется 424,1 кДж.

1. -823 кДж/моль

2. -328 кДж/моль

3. 283 кДж/моль

56. Вычислите тепловой эффект реакции при постоянном давлении и 25°C:



1. 74,5 кДж

2. 54,7 кДж

3. 45,7 кДж

57. Рассчитайте теплоту реакции восстановления 1 моль оксида F_2O_3 с помощью металлического алюминия.

1. 777,5 кДж/моль

2. -488 кДж/моль

3. -848 кДж/моль

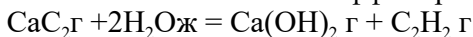
58. Теплоты горения алмаза и графита соответственно равны -395,7 кДж и -393,77 кДж. Вычислите теплоту образования алмаза и графита.

1. 1,88 кДж/моль

2. 88,1 кДж/моль

3. 10,2 кДж/моль

59. Вычислите тепловой эффект реакции при 25°C:

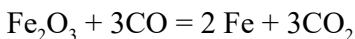


1. 61,2 кДж

2. -126 кДж

3. -26,1 кДж

60. Определите тепловой эффект основного процесса доменной печи:

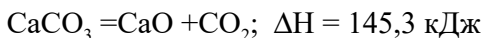


1. -26,8 кДж

2. 68,2 кДж

3. -82,6 кДж

61. Реакция разложения карбоната кальция выражается уравнением:



Сколько теплоты надо затратить для разложения CaCO_3 массой 500 г?

1. 62,7 кДж
2. 726 кДж
3. 26,7 кДж

62. Определите максимальную работу, которую можно получить, если к воде при 100°C подводится 4000 Дж теплоты, а температура конденсата 20°C .

1. 858 Дж
2. 588 Дж
3. 35,5 Дж

63. Сравните термодинамическую эффективность паровой машины и машины, работающей на ртутном паре, если котел первой имеет температуру 200°C , второй 460°C , а холодильник каждой из машин имеет температуру 30°C .

1. 61
2. 1,6
3. 141

64. Определите изменение энтропии при плавлении меди массой 63,5 г, если теплота плавления меди равна 12980 Дж/моль, а температура плавления меди 1083°C .

1. 57,9 Дж
2. 9,57 Дж
3. 75,8 Дж

65. Вычислите изменение энтропии при плавлении свинца массой 100 г, если температура плавления свинца $327,4^{\circ}\text{C}$, а теплота плавления 5485 Дж/моль.

1. 4,41 Дж
2. 14,4 Дж
3. 78,9 Дж

66. В двух сосудах одинаковой вместимости находится: в первом – азот массой 2,8 г, во втором – аргон массой 4 г. Определите изменение энтропии при диффузии, возникающей в результате соединения сосудов с газами. Температура и давление постоянны.

1. 51,1 Дж
2. 1,15 Дж
3. 27,9 Дж

67. Найдите изменение энтропии в процессе обратимого изотермического сжатия 1 моль кислорода от $1,013 \cdot 10^5$ до $10,13 \cdot 10^5$ Па.

1. 275 Дж
2. -2,7 Дж
3. -19,1 Дж

68. Как изменится энтропия 1 моль гелия при нагревании его от 20 до 70°C, если объем газа при этом изменился от 24 до 28,1 л?

1. 3,26 Дж
2. 62,3 Дж
3. 26,3 Дж

Ответы к заданиям 26 - 68

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	1	1
38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
2	2	1	1	2	1	3	1	3	1	3	1
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
1	2	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1
62	63	64	65	66	67						
2	2	1	2	3	1						

1.4. Вопросы и упражнения

1. Что такое термодинамика и какие явления она изучает?
2. Приведите несколько формулировок первого закона термодинамики и покажите, что они не противоречат одна другой. Почему часто первый закон термодинамики называют первым началом?
3. Что такое система? Какие ее виды различают? Приведите примеры.
4. Дайте определение и приведите примеры термодинамических процессов: изотермического, изобарического, изохорического и адиабатического.
5. Что такое внутренняя энергия системы и из чего она складывается? Что такое кинетическая и потенциальная энергия?
6. Почему термодинамика рассматривает не абсолютные значения внутренней энергии, а только ее изменение?

7. Что такое энтальпия и какова ее связь с внутренней энергией?
8. Какие возможны способы передачи энергии от одной системы к другой?
9. Что такое теплота и работа? Можно ли сказать: «Сколько теплоты содержится в стакане горячей воды?» Почему?
10. Что такое теплоемкость удельная, молярная?
11. Что такое максимальная работа расширения идеального газа? Почему газ, расширяясь в вакууме, работы не совершает?
12. Напишите уравнения, выражающие максимальную работу расширения идеального газа при изотермическом, изобарическом, изохорическом и адиабатическом процессах.
13. Дайте определение обратимым и необратимым термодинамическим процессам. Приведите примеры. Можно ли реальные природные процессы считать полностью обратимыми?
14. Что называется тепловым эффектом химической реакции?
15. Сформулируйте закон Гесса и следствия, вытекающие из него. Каково значение этого закона?
16. Объясните, почему закон Гесса есть частный случай первого закона термодинамики?
17. Какие уравнения называют термохимическими? Чем они отличаются от обычных?
18. Какие химические реакции называют экзотермическими и эндотермическими?
19. Дайте определение понятия «теплота образования», «теплота разложения», «теплота растворения», «теплота сгорания», «теплота нейтрализации».
20. Сформулируйте закономерности, установленные для теплот образования химических соединений.
21. Чем объяснить постоянство теплот нейтрализации сильной кислоты сильным основанием?
22. Одинаковый ли тепловой эффект будет при:
 - а) нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия;
 - б) нейтрализации серной кислоты гидроксидом аммония.Дайте объяснение.

23. Будет ли наблюдаться выделение или поглощение теплоты при сливании разбавленных растворов:
 - а) хлорида калия и бромида натрия;
 - б) хлорида калия и нитрата серебра;
 - в) сульфата натрия и нитрата свинца;
 - г) хлорида кальция и нитрата натрия?
24. Приведите несколько формулировок второго закона термодинамики и напишите его математическое выражение.
25. Что такое КПД? Почему он всегда бывает меньше единицы?
26. В чем состоит значение второго закона термодинамики для живых организмов?
27. В отличие от первого закона термодинамики второй закон носит статистический (вероятностный) характер. Что это значит?
28. Что такое энтропия?
29. Как будет изменяться энтропия воды при ее переходе из твердого состояния в жидкое и из жидкого – в парообразное?
30. Почему энтропия системы всегда больше нуля?
31. Напишите уравнения изменения энтропии для изотермических обратимых неизолированных, обратимых изолированных и изолированных необратимых процессов.
32. Почему несостоятелен вывод Клаузиуса о тепловой смерти Вселенной?
33. В чем состоит физический смысл изобарно- изотермического и изохорно- изотермического потенциалов? Напишите уравнения, показывающие связь между термодинамическими потенциалами и другими термодинамическими функциями.

ГЛАВА 2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. КАТАЛИЗ

2.1. Тестовые задания

1. Что изучает химическая кинетика?

- 1) возможность протекания химических процессов;
- 2) энергетические характеристики физических и химических процессов;
- 3) скорости протекания химических превращений и механизмы этих превращений.

2. Скорость химических реакций – это...

- 1) время, за которое полностью расходуется одно из исходных веществ;
- 2) время, за которое заканчивается реакция;
- 3) изменение количества вещества реагентов (или продуктов реакции) в единицу времени в единице объема.

3. В каких единицах выражается скорость химической реакции?

- 1) $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;
- 2) $\text{молекула} \cdot \text{см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$;
- 3) $\text{моль}^2 \cdot \text{с}$.

4. Какие из следующих факторов влияют на скорость химической реакции?

а) природа реагирующих веществ; б) концентрация реагирующих веществ; в) катализатор; г) растворитель; д) температура.

- 1) а, в, д;
- 2) а, б, в, д;
- 3) все факторы;
- 4) б, в, д.

5. От каких факторов не зависит скорость химических реакций в растворе?

- 1) от природы реагирующих веществ;
- 2) от концентрации реагирующих веществ;
- 3) от температуры;
- 4) от объема реакционного сосуда.

6. Сформулируйте основной закон химической кинетики:

- 1) скорость сложной реакции, состоящей из ряда последовательных стадий, определяется скоростью самой медленной стадии;

2) скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени, равные стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции;

3) скорость реакции определяется изменением числа реагирующих молекул в единицу времени в единице объема.

7. Закон действующих масс устанавливает зависимость между скоростью химической реакции и:

1) температурой;

2) концентрацией реагирующих веществ;

3) массой реагирующих веществ.

8. Скорость химической реакции зависит от:

1) времени, температуры, концентрации;

2) природы реагирующих веществ, температуры, концентрации;

3) времени, температуры, концентрации, природы реагирующих веществ.

9. Константа скорости k в законе действующих масс

$v = k [A]^x [B]^y$ это...

1) скорость реакции при единичных концентрациях реагирующих веществ;

2) безразмерный коэффициент пропорциональности между скоростью и концентрациями;

3) коэффициент в уравнении Вант-Гоффа;

4) изменение концентрации вещества к моменту окончания реакции.

10. Каковы причины влияния температуры на скорость реакции:

1) изменение концентрации реагирующих веществ вследствие теплового расширения или сжатия жидкости;

2) температурная зависимость константы скорости;

3) изменение энергии активации при изменении температуры.

11. Как формулируется правило Вант-Гоффа?

1) при повышении температуры на 10 градусов скорость химической реакции увеличивается в 2–4 раза;

2) для большинства химических реакций скорость реакции увеличивается ростом температуры;

3) скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени, равные стехиометрическим коэффициентам реакции.

12. Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от 40 до 80°, если температурный коэффициент скорости равен 2?

- 1) в 4 раза;
- 2) в 16 раз;
- 3) в 10 раз;
- 4) в 2,5 раза.

13. Скорость некой реакции увеличится в 3,9 раза при повышении температуры реакционной среды на 10K. Во сколько раз увеличится скорость при повышении температуры от 40 до 75°C?

- 1) в 7,8 раза;
- 2) в 117,1 раз;
- 3) в 10 раз;
- 4) в 3,9 раза.

14. Как изменится скорость реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$, если объем реакционного сосуда увеличится в 2 раза?

- 1) уменьшится в 4 раза;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в 8 раз;
- 4) увеличится в 8 раз.

15. Определите температурный коэффициент скорости реакции, если при понижении температуры на 30° реакция замедляется в 8 раз.

- 1) 3,00;
- 2) 2,67;
- 3) 2,00;
- 4) 4,50.

16. Какие вещества называются катализаторами?

- 1) образующие высокомолекулярные соединения;
- 2) изменяющие скорость химической реакции, но остающиеся неизменными после окончания реакции;
- 3) эффективно поглощающие радиоактивные излучения.

17. Как называются биологические катализаторы?

- 1) фуллерены;
- 2) ферромагнетики;
- 3) ферриты;
- 4) ферменты.

18. Как влияет температура на скорость ферментативных реакций?

- 1) скорость реакции возрастает с ростом температуры в любом интервале температур;
- 2) скорость ферментативных реакций не зависит от температуры;
- 3) ферменты обладают наибольшей активностью при температурах живого организма (35–40°C). При температурах выше 50–60°C они, как правило, разрушаются и становятся неактивными – скорость реакции резко падает.

19. В последние годы появились эффективные стиральные порошки, содержащие ферменты. При использовании таких порошков белье замачивается на несколько часов в теплом растворе, но ни в коем случае не кипятится, потому что...

- 1) при кипячении фермент разрушается и теряет каталитические свойства;
- 2) происходит практически мгновенное испарение воды, и белье «не успевает» отстирываться;
- 3) в этом нет смысла, т.к. ферментативные реакции не зависят от температуры.

20. Катализаторы, замедляющие скорость химической реакции при повышении температуры, называются...

- 1) инкубаторы;
- 2) интерферометры;
- 3) ингибиторы.

21. Ни одна химическая реакция не протекает мгновенно. Во всех реакциях между реагентами и продуктами существует некое промежуточное образование – так называемое переходное состояние или переходный (активированный) комплекс. Переходное состояние – это...

- 1) уже не реагенты, но еще не продукты;
- 2) продукт, полученный под воздействием излучения;
- 3) непрерывная совокупность всех конфигураций ядер, соответствующих переходу от реагентов к продуктам.

22. Какие реакции называют последовательными?

- 1) реакции, в которых продукт первой элементарной стадии вступает в реакцию второй и т.д., пока не образуется конечный продукт;

2) реакции, в которых одно и то же вещество одновременно взаимодействует с одним или несколькими реагентами, участвуя в одновременно протекающих реакциях;

3) реакции, из которых одна вызывает протекание в системе другой реакции, не осуществимой в отсутствие первой.

23. Какие реакции называют параллельными (конкурирующими)?

1) реакции, в которых продукт первой элементарной стадии вступает в реакцию второй и т.д., пока не образуется конечный продукт;

2) реакции, в которых одно и то же вещество одновременно взаимодействует с одним или несколькими реагентами, участвуя в одновременно протекающих реакциях;

3) реакции, из которых одна вызывает протекание в системе другой реакции, не осуществимой в отсутствие первой.

24. Что называют истинной (мгновенной) скоростью химической реакции?

1) количество вещества, прореагировавшего в единицу времени в единице объема;

2) производную от концентрации реагирующего вещества по времени при постоянном объеме;

3) пропорциональную произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени, равные стехиометрическим коэффициентам в реакции.

25. Что называют сложной химической реакцией?

1) продукт образуется в результате непосредственного взаимодействия частиц реагентов;

2) конечный продукт получается в результате осуществления двух и более простых реакций с образованием промежуточных продуктов;

3) исходные вещества и продукты находятся в разных фазах.

26. Что называют простой химической реакцией?

1) продукт образуется в результате непосредственного взаимодействия частиц реагентов;

2) конечный продукт получается в результате осуществления двух и более простых реакций с образованием промежуточных;

3) исходные вещества и продукты находятся в одной фазе.

27. Как подразделяют химические реакции по механизму протекания?

- 1) простые и сложные;
- 2) гомогенные и гетерогенные;
- 3) экзотермические и эндотермические.

28. Действие ферментов: а) изменяет тепловой эффект реакции; б) снижает энергию активации; в) увеличивает скорости прямой и обратной реакции; г) является избирательным:

- 1) а, б, в, г;
- 2) б, в, г;
- 3) б, г;
- 4) а, б, г.

29. При повышении температуры на каждые 10 градусов скорость большинства реакций:

- 1) увеличивается в 2–4 раза;
- 2) не изменяется;
- 3) уменьшается в 2–4 раза.

30. С ростом температуры увеличивается скорость реакций:

- 1) экзотермических;
- 2) экзо и эндотермических;
- 3) эндотермических.

31. Как можно увеличить скорость реакции синтеза аммиака: $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$; $\Delta H < 0$:

а) повысить температуру; б) уменьшить концентрацию азота; в) увеличить давление; г) уменьшить объем реакционной смеси;

- 1) а, в;
- 2) а, в, г;
- 3) а, б;
- 4) в, г.

32. Единицы измерения скорости реакции:

- а) $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$; б) $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1}$; в) $\text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$; г) $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин.}^{-1}$;
- 1) а, г;
 - 2) а;
 - 3) б, в, г;
 - 4) а, в.

33. Действие катализатора на скорость химической реакции объясняется:

- 1) возникновением активированных комплексов;
- 2) увеличением числа столкновений;
- 3) возникновением активированных комплексов и понижением энергии активации.

34. Действие катализаторов:

а) изменяет тепловой эффект реакции; б) снижает энергию активации; в) увеличивает скорость прямой и обратной реакции; г) является избирательным;

- 1) а, б, в, г;
- 2) б, в, г;
- 3) б, г.

35. Влияние различных факторов на химическое равновесие определяет:

- 1) принцип Ле-Шателье;
- 2) константа химического равновесия;
- 3) закон действующих масс;
- 4) закон Вант-Гоффа.

36. Какое утверждение справедливо?

а) в состоянии химического равновесия концентрации исходных веществ и продуктов реакции исходных веществ и продуктов реакции со временем не изменяются; б) при равновесии масса исходных веществ всегда равна массе продуктов; в) при равновесии никакие химические реакции в системе не протекают; г) в состоянии равновесия всегда равны концентрации исходных веществ;

- 1) в, г;
- 2) а, б, в, г;
- 3) а.

37. В какую сторону будет смещаться равновесие при повышении температуры в системе: $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г})$, $\Delta H < 0$?

- 1) влево;
- 2) вправо;
- 3) не сместится.

38. В каких из ниже приведенных реакций изменение давления не вызовет нарушения равновесия:

- а) $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$; б) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$;
в) $4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$; г) $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2?$

- 1) б, в;
2) а, г;
3) а, б;
4) б, г.

39. Какие воздействия на систему $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{г})$ приведут к смещению равновесия влево: а) увеличение концентрации O_2 ; б) увеличение концентрации SO_3 ; в) повышение давления; г) возрастание объема реакционного сосуда?

- 1) б, г;
2) а, в;
3) б, в, г;
4) а, в, г.

40. Какие факторы влияют на смещение химического равновесия, если реакция протекает в жидкой фазе: а) концентрации реагирующих веществ; б) давление; в) температура; г) время; д) катализатор?

- 1) а, б, в;
2) а, в;
3) а, в, г, д;
4) а, б, в, д.

41. В каком направлении сместится равновесие в системе $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ при увеличении давления?

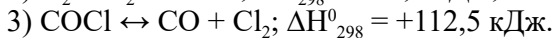
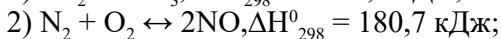
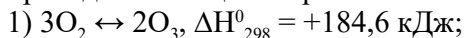
- 1) в сторону прямой реакции;
2) не сместится;
3) в сторону обратной реакции.

42. В каком направлении будет смещаться равновесие реакции:

$\text{CH}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г})$ при уменьшении объема в 3 раза?

- 2) влево;
3) вправо;
4) не сместится.

43. Для каких реакций повышение температуры и давления приведет к смещению равновесия вправо?



Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3	1,2	3	4	2	2	2	1	2	1	2
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	3	3	2	4	3	1	3	1,3	1	2	2
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2	1	1	2	1	2	2	1	3	2	1	3
37	38	39	40	41	42	43					
1	2	1	2	1	1	1					

2.2. Скорость химических реакций. Катализ

Примеры решения типовых задач

Задача 1. В некоторый момент времени концентрация хлора в сосуде, в котором протекает реакция $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, была равна 0,06 моль/л. Через 5 секунд концентрация хлора составила 0,02 моль/л. Чему равна средняя скорость данной реакции в указанный промежуток времени?

Решение: Хлор в данной реакции является исходным веществом, его концентрация с течением времени уменьшается, поэтому ΔC является отрицательной величиной. Скорость же реакции является величиной положительной, поэтому в уравнении:

$$v_{\text{гом}} = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} \text{ моль/л.с.}$$

берется знак «-»;

$$v = \frac{C_2 - C_1}{\Delta t} = -\frac{0,02 - 0,06}{5} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ моль /л.с.}$$

Ответ: $8 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.с.}$

Задача 2. В растворе объемом 200 мл протекает реакция: $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$. В некоторый момент времени количество хлорида железа (II) в этом растворе составляло 0,05 моль. В ближайшие 10 секунд средняя скорость реакции была равна 0,02 моль/л.с. Чему стала равна концентрация FeCl_2 в растворе к концу этого промежутка времени?

Решение: Определим концентрацию FeCl_2 в растворе в начальный момент времени:

$$C_1(\text{FeCl}_2) = \frac{n(\text{FeCl}_2)}{V(p-p_a)} = \frac{0,05 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,25 \text{ моль / л}$$

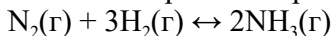
$$U = + \frac{C_2(\text{FeCl}_2) - C_1(\text{FeCl}_2)}{\Delta t}, \text{ откуда:}$$

$$C_2(\text{FeCl}_2) = U \cdot \Delta t + C_1(\text{FeCl}_2) = 0,02 \cdot 10 + 0,25 = 0,45 \text{ моль/л}$$

Ответ: 0,45 моль/л.

Задача 3. Как изменится скорость реакции синтеза аммиака из простых веществ при увеличении концентраций реагирующих веществ в 3 раза?

Решение: Уравнение реакции:



Кинетическое уравнение реакции:

$$U = k [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

Пусть первоначальные концентрации реагирующих веществ были равны: $[\text{N}_2] = x$; $[\text{H}_2] = y$, тогда скорость реакции $v_1 = k \cdot x \cdot y^3$.

Новые концентрации веществ составили: $[\text{N}_2] = 3x$; $[\text{H}_2] = 3y$, следовательно, $U_2 = k \cdot 3x \cdot (3y)^3 = 81 k \cdot x \cdot y^3$, тогда отношение

$$\text{скоростей равно: } \frac{U_2}{U_1} = \frac{81k \cdot x \cdot y^3}{k \cdot x \cdot y^3} = 81, \text{ т.е. при увеличении кон-}$$

центрации азота и водорода в 3 раза скорость синтеза аммиака увеличивается в 81 раз.

Ответ: в 81 раз.

Задача 4. Определите, как изменится скорость реакции синтеза аммиака $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г})$ при уменьшении давления в 2 раза.

Решение: При уменьшении давления в 2 раза концентрация газообразных веществ также уменьшится в 2 раза. Для данной

реакции составляем кинетическое уравнение: $U = k [N_2] \cdot [H_2]^3$, затем обозначим концентрации N_2 и H_2 через x и y , соответственно $U_1 = k \cdot x \cdot y^3$, определим скорость данной химической реакции при уменьшении давления в 2 раза: $U_1 = k \cdot \frac{1}{2}x \cdot (\frac{1}{2}y)^3$; $U_2 = k \cdot \frac{1}{16}x \cdot y^3$, находим отношения скоростей:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1/16 k \cdot x \cdot y^3}{k \cdot x \cdot y^3} = 1/16, \text{ т.е. скорость данной реакции при}$$

уменьшении давления в 2 раза уменьшится в 16 раз.

Ответ: в 16 раз.

Задача 5. Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 20°C до 60°C , если температурный коэффициент скорости этой реакции равен трем?

Решение: $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $t_2 = 60^\circ\text{C}$, $\Delta t = 60 - 20 = 40^\circ\text{C}$

$$\frac{U_2}{U_1} = \gamma^{\Delta t/10} = 3^{40/10} = 3^4 = 81$$

Таким образом, скорость реакции увеличивается в 81 раз.

Ответ: в 81 раз.

Задача 6. При повышении температуры на 30°C скорость реакции увеличивается в 64 раза. Чему равен температурный коэффициент скорости этой реакции?

Решение: $U_2/U_1 = 64$; $\Delta t = 30^\circ\text{C}$; $64 = \gamma^{30/10} = \gamma^3$, откуда $\gamma = 4$

Температурный коэффициент скорости данной реакции равен 4.

Ответ: $\gamma = 4$.

Задача 7. Как изменится скорость реакции при понижении температуры на 70°C , если температурный коэффициент скорости этой реакции равен 2?

Решение: $\Delta t = -70^\circ\text{C}$

$$\frac{U_2}{U_1} = \gamma^{\Delta t/10} = 2^{-70/10} = 2^{-7} = 1/128;$$

Расчет показывает, что скорость химической реакции уменьшится в 128 раз.

Ответ: в 128 раз.

Задача 8. Две реакции протекают при 20°C с одинаковой скоростью. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2, а второй 4. Чему равно отношение скоростей этих реакций при 70°C ?

Решение: пусть скорости этих реакций при 20°C равны, соответственно U_{20} и U_{20} , по условию задачи $U_{20} = U_{20}$

Изменение температуры $\Delta t = t_2 - t_1 = 70 - 20 = 50^\circ\text{C}$. Скорости данных реакций при 70°C будут равны:

$$U_{70} = U_{20} \cdot 2^{50/10} = 32 U_{20}$$

$$U_{70} = U_{20} \cdot 4^{50/10} = 1024 U_{20}$$

Отношение скорости второй реакции к скорости первой реакции составляет: $U_{70}/U_{70} = 1024 U_{20}/32 U_{20} = 32$.

Ответ: 32.

Задача 9. Найти значение константы скорости реакции $A + B = AB$ при концентрации веществ A и B равной, соответственно, 0,05 и 0,01 моль/л·с

Решение:

$$U = k C_A^a C_B^b$$

$$k = U / C_A^a C_B^b = 0,05 \cdot 0,01 / 5 \cdot 10^{-6} = 100$$

Ответ: $k = 100$;

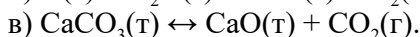
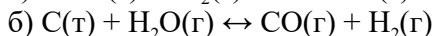
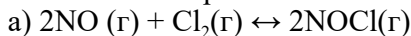
Задача 10. На сколько градусов надо увеличить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 16 раз, $\gamma = 2$.

Решение: $U = U_0 \cdot \gamma$. Откуда $U/U_0 = \gamma^x$; $16 = 2^x$; $\lg 16 = x \lg 2$; $1,2041 = x \cdot 0,3010$; $x = 4$.

Ответ: температуру надо повысить на 4°C.

2.3 Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Написать выражение закона действия масс для реакций:



2. Написать уравнение скорости реакции $\text{C}(\text{т}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{г})$ и определить, во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в 3 раза.

3. На сколько градусов следует повысить температуру системы, чтобы скорость протекающей в ней реакции возросла в 30 раз ($\gamma = 2,5$)?

4. Во сколько раз увеличится скорость ферментативной реакции при повышении температуры от 20°C до 50°C, если температурный коэффициент этой реакции равен 3?

5. Определите константу скорости реакции $A + 2B = C$ при $[A] = 0,5$ моль/л и $[B] = 0,6$ моль/л. Скорость реакции равна 0,016 моль/л мин.

6. Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 400 К до 420 К, если $E_a = 20$ ккал/моль?

7. Реакция при температуре 50° протекает за 2 мин 15 с. За сколько времени закончится эта реакция при температуре 70°С, если в данном температурном интервале температурный коэффициент скорости реакции равен 3?

Ответ: за 135 с.

8. В системе $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ при некоторой температуре равновесные концентрации веществ в моль/л равны соответственно: $[NO] = 0,2$; $[O_2] = 0,3$; $[NO_2] = 0,4$; рассчитать K равн.

Ответ: 13,3.

9. Вычислить скорость реакции, если начальная концентрация исходного вещества 6 моль/л, а через 2 минуты – 2 моль/л.

Ответ: 2 моль/л·мин.

10. Во сколько раз следует увеличить концентрацию оксида углерода (II) в системе $2CO \leftrightarrow CO_2 + C$, чтобы скорость прямой реакции увеличилась в 4 раза?

Ответ: концентрацию CO нужно увеличить в 2 раза.

11. Во сколько раз увеличится константа скорости химической реакции при повышении температуры на 40°С, если $\gamma = 3,2$?

Ответ: Константа скорости увеличится в 1058 раз.

12. В закрытом сосуде объемом 2 л протекает реакция $2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g)$.

В некоторый момент времени число молей оксида азота (IV) составляло 0,2 моль. Через 8 секунд число молей NO_2 в сосуде стало равно 0,36. Чему равна средняя скорость данной реакции в указанный промежуток времени?

Ответ: 0,015 моль/л·с.

13. В закрытом сосуде объемом 600 мл протекает реакция $H_2(g) + Br = 2HBr(g)$. В момент времени t , количества водорода и брома составляли соответственно 0,02 и 0,03 моль. Как изменится скорость реакции, если в этот сосуд дополнительно ввести по 0,01 моль H_2 и Br?

Ответ: Скорость реакции возрастет в два раза.

14. Как изменится скорость реакции $2\text{Fe}_{(\text{тв})} + 3\text{Cl}_{2(\text{г})} = 2\text{FeCl}_{3(\text{тв})}$ при увеличении давления хлора в три раза?

Ответ: Скорость данной реакции увеличивается в 27 раз.

15. Как изменяется скорость реакции $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{2(\text{г})}$, если уменьшить объем реакционного сосуда в 2 раза?

Ответ: скорость реакции возрастает в 8 раз.

16. Как изменится скорость протекающей в водном растворе реакции $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCNS} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$ при разбавлении реагирующей смеси водой в два раза?

Ответ: Скорость реакции уменьшается в 16 раз.

17. Как изменится скорость реакции при понижении температуры на 70°C , если температурный коэффициент скорости этой реакции равен двум?

Ответ: Скорость реакции уменьшается в 128 раз.

18. Скорость реакции возросла в 243 раза, температурный коэффициент равен 3. На сколько градусов была повышена температура?

Ответ: на 50°C .

19. Реакция протекает по уравнению $\text{N}_2 + 3\text{NH}_3 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$. Как изменится скорость реакции, если концентрацию азота увеличить в 4 раза, а концентрацию водорода – в 2 раза?

20. Если температурный коэффициент химической реакции равен 2, тогда при повышении температуры от 20°C до 50°C скорость реакции...

Ответ: увеличится в 8 раз.

21. Элементарная химическая реакция протекает согласно уравнению $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$. Концентрацию вещества А увеличили в 3 раза, а концентрацию вещества В уменьшили в 3 раза. При этом скорость реакции...

Ответ: уменьшилась в 3 раза.

22. Для увеличения скорости реакции $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{г})$ в 9 раз необходимо концентрацию SO_2 увеличить в ...

Ответ: 3 раза.

23. Скорость процесса увеличилась в 9 раз при повышении температуры на 20°C . Температурный коэффициент скорости реакции равен ...

Ответ: 3.

24. При увеличении концентрации водорода в 2 раза скорость реакции $\text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г})$ возрастает...

Ответ: в 8 раз.

25. Как изменится скорость реакции, температурный коэффициент которой $\gamma = 3$, при изменении температуры от 10°C до 30°C ?

Ответ: возрастает в 9 раз.

26. При увеличении давления в системе в 3 раза скорость химической реакции $2\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$

Ответ: увеличится в 27 раз.

27. При сжигании этановой кислоты в кислороде выделилось 235,9 кДж теплоты, и осталось 10,0 л не прореагировавшего кислорода (измерено при давлении 104,1 кПа и температуре 40°C). Рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси, если известно, что теплоты образования оксида углерода (IV), паров воды и этановой кислоты составляют 393,5 кДж/моль, 241,8 кДж/моль и 484,2 кДж/моль – соответственно.

Ответ: 36% CH_3COOH , 64% O_2 .

28. Как изменится скорость реакции $\text{X}_2 + 2 \text{Y}_2 \rightarrow 2\text{XY}_2$, протекающей в газовой фазе в закрытом сосуде, если увеличить давление в 6 раз?

Ответ: Скорость реакции возрастет в 216 раз.

29. Растворение образца цинка в соляной кислоте при 20°C заканчивается через 27 минут, а при 40°C такой же образец металла растворяется за 3 минуты. За какое время данный образец цинка растворится при 55°C ?

Ответ: за 34,6 с.

30. Как влияет увеличение температуры и давления на состояние равновесия в следующих реакциях:

а) $\text{CO}_2 + \text{C}_{\text{тв}} \leftrightarrow 2 \text{CO} - \text{Q}$;

б) $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI} - \text{Q}$.

31. Обратимая реакция описывается уравнением: $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$. Смешали по одному моль всех веществ. После установления равновесия в смеси обнаружено 1,5 моль вещества С. Найдите константу равновесия.

Ответ: $K=9$.

32. Один моль смеси пропена с водородом, имеющий плотность по водороду 15, нагрели в замкнутом сосуде с платиновым катализатором при 320°C, при этом давление в сосуде уменьшилось на 25%. Рассчитайте выход реакции в процентах от теоретического. На сколько процентов уменьшится давление в сосуде, если для проведения эксперимента в тех же условиях использовать 1 моль смеси тех же газов, имеющий плотность по водороду 16.

Ответ: Выход C_3H_8 —83,3%. Давление уменьшится на 21,4%.

2.4. Вопросы и упражнения к теме «Кинетика химических реакций»

1. Что такое химическая кинетика?
2. Как классифицируются химические реакции: а) по степени сложности, б) по природе частиц, в) по числу фаз, г) по числу молекул, участвующих в элементарном акте реакции?
3. Что понимают под механизмом химической реакции? Дайте характеристику простых и сложных реакций.
4. Что понимают под столкновением реагирующих молекул? Что такое элементарный акт реакции?
5. Что такое скорость химической реакции? Что понимают под средней и истинной скоростью химической реакции? Как они могут быть определены?
6. Перечислите факторы, от которых зависит скорость химических реакций. Приведите примеры.
7. Сформулируйте закон действующих масс и напишите его математическое выражение.
8. Как изменится скорость реакции $2NO + O_2 = 2NO_2$ в закрытом сосуде, если увеличить давление в 4 раза?
9. Сформулируйте правило Вант-Гоффа о влиянии температуры на скорость химической реакции. Что показывает температурный коэффициент скорости реакции? Как он выражается математически?
10. Что такое энергия активации реагирующих молекул? В какой зависимости находится скорость реакции от энергии активации? Какие вы знаете источники активации молекул?

11. Какие реакции называются цепными? Приведите примеры.
12. Что такое катализ, и какие вещества называют катализаторами? Покажите на конкретных примерах значение катализа в промышленности и жизни живых существ.
13. Что такое гетерогенный катализ? Приведите примеры его использования в производстве.
14. В чем сущность гомогенного катализа? Приведите примеры его использования в производственной практике.
15. В чем проявляется специфичность и избирательность катализаторов? Покажите это на конкретных примерах.
16. Какие вещества называются промоторами? Приведите примеры.
17. Что такое отрицательный катализ? Приведите примеры веществ, относящихся к отрицательным катализаторам.
18. В чем состоит сущность мультиплетной теории катализа? Поясните на конкретных примерах.
19. В лабораторных условиях кислород часто получают разложением бертолетовой соли в присутствии оксида марганца в качестве катализатора. Какой это тип катализа – гетерогенный или гомогенный?
20. Какие реакции называются фотохимическими? В чем состоит действие света в этих реакциях?
21. На какие две группы можно разделить все фотохимические реакции? В чем состоит различие между ними?
22. Приведите примеры фотохимических реакций. Напишите элементарные стадии механизма некоторых фотохимических реакций.
23. Что такое хемилюминесценция? Приведите примеры реакций, сопровождающихся свечением.
24. Какое явление называют биолюминесценцией? В чем его сущность?

2.5. Примеры решения типовых задач

Задача 1. В системе $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ при некоторой температуре равновесные концентрации веществ в моль/л равны соответственно $[\text{NO}]=0,2$ $[\text{O}_2]=0,3$ $[\text{NO}_2] = 0,4$. рассчитать $K_{\text{равн}}$ и исходные концентрации NO и O_2

Решение: Расчет $K_{\text{равн}}$ для заданной реакции

А) $K_{\text{равн}} = [\text{NO}_2]^2 / [\text{NO}]^2 [\text{O}_2] = 0,4^2 / 0,2^2 \cdot 0,3 = 13,3$

Б) Расчет исходных концентраций NO и O_2 . Из уравнения реакции видно, что для образования 2 моль NO_2 затрачено 2 моль NO и 1 моль O_2 . Исходные концентрации NO и O_2 рассчитываются как сумма равновесных концентраций и тех количеств, которые затрачены на образование продукта реакции NO_2 .

Расход NO находим из пропорции:

1 моль NO образует 1 моль NO_2

X_1 моль NO образует 0,4 моль NO_2

$X = 0,4$ моль, откуда $C_{\text{NO}_2 \text{ исх}} = [\text{NO}] + X_1 = 0,2 + 0,4 = 0,6$ моль/л

Расход O_2 :

1 моль O_2 образует 2 моль NO_2

X_2 моль O_2 образует 0,4 моль NO_2

$X_2 = 0,2$ моль, $C_{\text{O}_2} = [\text{O}_2] + X_2 = 0,3 + 0,2 = 0,5$ моль/л

Задача 2. Вычислить равновесные концентрации H_2 и J_2 если известно, что их начальные концентрации были равны соответственно в моль/л 0,1 и 0,2, а равновесная концентрация HJ 0,1 моль/л.

Решение: $\text{H}_2 + \text{J}_2 = 2 \text{HJ}$

1 моль 1 моль 2 моль

Равновесные концентрации H_2 и J_2 рассчитываются вычитанием из начальных концентраций тех количеств H_2 и J_2 , которые пошли на образование HJ .

А) Расчет равновесной концентрации H_2 .

2 моль HJ образуется из 1 моль H_2

0,1 моль $\text{HJ} - X_1$ моль H_2

$X_1 = 0,05$ моль

$[\text{H}_2] = C_{\text{H}_2 \text{ исх}} - X_1 = 0,1 - 0,05 = 0,05$ моль/л

Б) Расчет равновесной концентрации J_2

2 моль HJ образуется из 1 моль J_2

0,1 моль $- X_2$ моль HJ_2

$X_2 = 0,05$ моль.

$[\text{J}_2] = C_{\text{J}_2 \text{ исх}} - X_2 = 0,2 - 0,05 = 0,15$ моль/л

Задача 3. Константа равновесия ($K_{\text{равн}}$) реакции $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$ равна 4. Прямая или обратная реакция имеет большую константу скорости и во сколько раз?

Решение: $U_1 = K_1 C_A C_B$; $U_2 = K_2 C_C C_D$

В состоянии равновесия $U_1 = U_2$ $K_1[A][B] = K_2[C][D]$ K_1/K_2 ;
Кравн = 4, т.е. $K_1 = 4K_2$

Задача 4. Исходные концентрации веществ, взаимодействию которых соответствует уравнение $2A+B=A_2B$, равны по 4 моль/л. Равновесная концентрация вещества A_2B равна 0,5 моль/л. Какова равновесная концентрация вещества А?

Решение: По условию задачи $[A]_{\text{исх}} = [B]_{\text{исх}} = 4$ моль/л;
 $[A_2B] = 0,5$ моль/л. Согласно уравнению реакции:

2 моль А — 1 моль A_2B

X – 0,5 моль A_2B , откуда

X = 1 моль.

Таким образом, для образования 0,5 моль A_2B в реакцию должен вступить 1 моль вещества А; следовательно, равновесная концентрация этого вещества равна: $[A] = [A]_{\text{исх}} - x = 4 \text{ моль} - 1 \text{ моль} = 3 \text{ моль}$.

Задача 5. При некоторой температуре константа равновесия реакции $CO_{(r)} + H_2O_{(r)} = CO_{2(r)} + H_2$ равна 1. Исходные концентрации составляли: $[CO] = 0,1$ моль/л; $[H_2O] = 0,4$ моль/л. Чему равна равновесная концентрация углекислого газа?

Решение: По условию задачи: $K_p = 1$

$[CO]_{\text{исх}} = 0,1$ моль/л

$[H_2O]_{\text{исх}} = 0,4$ моль/л

Пусть равновесная концентрация углекислого газа $[CO_2] = x$, тогда, согласно уравнению реакции,

$[CO] = 0,1 - x$

$[H_2O] = 0,4 - x$

$[H_2] = x$

Константа равновесия данной реакции равна:

$K = [CO_2]_p [H_2]_p / [CO]_p [H_2O]_p = X \cdot X / (0,1-x)(0,4-x) = 1$;

$X^2 = 0,04 - 0,4 - 0,1x + X^2$, откуда $x = 0,08$

Таким образом, равновесная концентрация углекислого газа $[CO_2] = 0,08$ моль/л.

Задача 6. Константа равновесия реакции $FeO_{(ТВ)} + CO_{(r)} = Fe_{(ТВ)} + CO_{2(r)}$ при некоторой температуре равна 0,5. Найти равновесные концентрации CO и CO_2 , если начальные концентрации этих веществ составляли $[CO_2] = 0,01$ моль/л; $[CO] = 0,05$ моль/л.

Решение: Концентрации твердых веществ в выражение константы равновесия не включаются, поэтому:

$$K = [\text{CO}_2] / [\text{CO}];$$

Пусть к моменту наступления равновесия в реакцию вступает x моль/л CO ; согласно уравнению реакции, при этом образуется x моль CO_2 . Тогда равновесные концентрации этих веществ составили:

$$[\text{CO}] = (0,05 - x) \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}_2] = (0,01 + x) \text{ моль/л}$$

Подставим эти значения в выражение константы равновесия:

$$K_p = 0,01 + x / 0,5 - x = 0,5, \text{ откуда } x = 0,01$$

Следовательно, равновесные концентрации равны:

$$[\text{CO}] = 0,05 - 0,01 = 0,04 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}_2] = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ моль/л.}$$

2.6. Задачи и упражнения для самостоятельной работы к теме «Химическое равновесие»

1. В какую сторону смещается равновесие в следующих равновесных системах при повышении температуры:



2. В какую сторону смещается равновесие в обратимой реакции $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{J}_{2(\text{г})}$, если в равновесную смесь газов добавить водород?

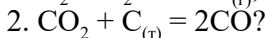
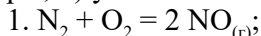
3. В какую сторону смещается равновесие в равновесной системе $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ при увеличении концентрации оксида углерода (IV)?

4. В какую сторону смещается равновесие в равновесной системе $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$; $H = -42,6 \text{ кДж}$;

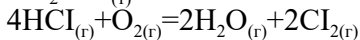
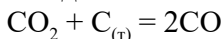
если: а) уменьшить концентрацию паров воды;

б) увеличить давление в системе?

5. В какую сторону смещается химическое равновесие в следующих обратимых реакциях при: а) повышении температуры; б) уменьшении давления



6. Напишите математическое выражение константы равновесия через равновесные концентрации и парциальные давления для систем:



7. Вычислите равновесные концентрации водорода и йода, если известно, что их начальные концентрации составляют 0,02 моль/л, а равновесные концентрации $[\text{H}] = 0,03$ моль/л. Вычислите константу равновесия.

8. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации йода и водорода в системе $\text{H}_2 + \text{J}_2 = 2\text{HJ}$, если в состоянии равновесия $[\text{J}_2] = 0,025$ моль/л, $[\text{H}_2] = 0,004$ моль/л, $[\text{H}] = 0,35$ моль/л.

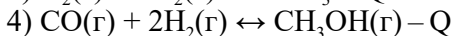
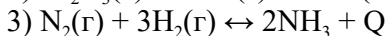
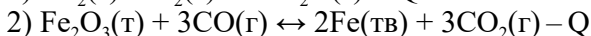
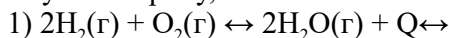
9. В равновесной системе $3\text{A} + \text{B} \leftrightarrow 2\text{C} + \Delta$ концентрация $[\text{C}] = 1$ моль/л, $[\text{A}] = 1,5$ моль/л. Какова была исходная концентрация вещества А и В?

Ответ: 3 моль.

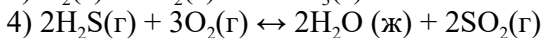
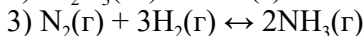
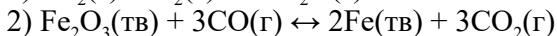
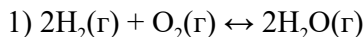
10. При проведении обратимой реакции $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{г})$ исходные концентрации SO_2 и O_2 были равны соответственно 0,4 и 0,3 моль/л. В состоянии равновесия концентрация образовавшегося оксида серы (IV) составила 0,2 моль/л. рассчитайте константу равновесия для данной реакции.

Ответ: $K = 5,0$.

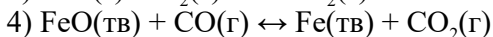
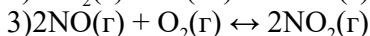
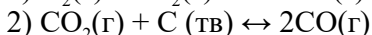
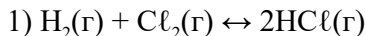
11. Увеличение давления смещает положение равновесия в ту же сторону, что и повышение температуры



12. Не влияет на выход продукта реакции изменение давления в системе:



13. Химическое равновесие сместится вправо при увеличении давления в системе



14. Химическое равновесие в системе $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{тв}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{г}) - Q$

сместится вправо при...

1) повышении давления

2) понижении температуры

3) повышении концентрации CO

4) повышении температуры.

15. Добавление водорода в систему $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г}) + Q...$

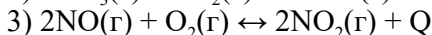
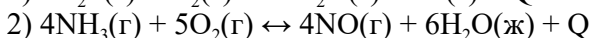
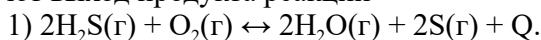
1) увеличивает выход продукта реакции

2) смещает положение равновесия в сторону исходных веществ

3) не изменяет положение равновесия

4) ускоряет реакцию разложения аммиака

16. Охлаждение системы и увеличение ее объема увеличивают выход продукта реакции



17. Удаление оксида углерода (IV) при обжиге известняка $\text{CaCO}_3(\text{г}) \leftrightarrow \text{CaO}(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) - Q.$

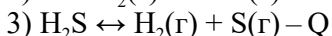
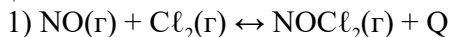
1) уменьшает выход продуктов реакции

2) увеличивает скорость прямой реакции

3) смещает положение равновесия вправо

4) не влияет на положение равновесия

18. Повышение давления увеличивает выход продукта реакции в системе



19. При одновременном повышении температуры и понижении давления химическое равновесие сместится вправо в реакции

- 1) $\text{H}_2 + \text{S} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{Q}$ 3) $2\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2 - \text{Q}$
2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3 + \text{Q}$ 4) $2\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 - \text{Q}$.
20. Не влияет на состояние химического равновесия в системе
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3 + \text{Q}$.
1) катализатор
2) изменение концентрации исходных веществ
3) изменение температуры
4) изменение давления

2.7. Вопросы и упражнения к теме «Химическое равновесие»

1. Какие реакции называются обратимыми?
2. Что означает состояние химического равновесия? Как можно определить, что в системе наступило равновесие?
3. Что определяет константа химического равновесия? От каких факторов она зависит?
4. Напишите математическое выражение закона действующих масс применительно к обратимым идеальным однородным химическим системам и реальным.
5. В каких случаях обратимые реакции протекают до конца? Объясните это с точки зрения закона действующих масс.
6. Сформулируйте принцип смещения химического равновесия Ле Шателье.
7. Как смещается химическое равновесие при изменении температуры, концентрации, давления?
8. В каком направлении смещается равновесие $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$, $\Delta H = -566,4$ кДж при изменении давления и температуры?
9. В какую сторону сместится равновесие реакции $\text{CO}_2 + \text{C} \leftrightarrow 2\text{CO}$, $\Delta H = 172,6$ кДж при повышении температуры? Что произойдет в системе при увеличении давления?
10. Выразите математически K_p для следующих реакций, протекающих по уравнениям:
 - а) $\text{FeO} + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}_r$;
 - б) $2\text{HgO} \leftrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$;
 - в) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CuO}$.

11. Как повлияет повышение давления при неизменной температуре на равновесие следующих систем:
- а) $2\text{HBr} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{Br}_2$, $\Delta H = 70,3 \text{ кДж}$,
 - б) $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$, $\Delta H = -566,4 \text{ кДж}$,
 - в) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$, $\Delta H = 180,9 \text{ кДж}$?
12. Каким путем можно повысить выход NO_2 при реакциях, идущих по уравнениям:
- а) $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$, $\Delta H = -113 \text{ кДж}$,
 - б) $\text{N}_2\text{O}_4 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$, $\Delta H = 58,2 \text{ кДж}$?
13. Как можно увеличить процентное содержание PCl_3 в равновесной системе, выраженной уравнением:
- $$\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2, \quad \Delta H = 92,5 \text{ кДж}$$

ГЛАВА 3. РАСТВОРЫ

3.1. Тестовые задания

1. Растворами называются...
 - 1) изолированные системы, отделенные от окружающей среды реальной или воображаемой поверхностью раздела;
 - 2) гомогенные системы, не способные к обмену веществом с окружающей средой;
 - 3) гомогенные системы, содержащие не менее двух веществ;
 - 4) гетерогенные смеси, содержащие не менее двух веществ.
2. Среди перечисленных веществ к растворам не относится...
 - 1) соляная кислота;
 - 2) плавиковая кислота;
 - 3) сероводородная кислота;
 - 4) ортофосфорная кислота.
3. В зависимости от агрегатного состояния растворителя растворы бывают...
 - 1) жидкими, прозрачными, окрашенными;
 - 2) твердыми, аморфными, стеклообразными;
 - 3) твердыми, жидкими, газообразными;
 - 4) газообразными, жидкими, мутными.
4. Наиболее распространенным растворителем является...
 - 1) спирт;
 - 2) царская водка;
 - 3) бром;
 - 4) вода.
5. Раствор, без которого человек не в состоянии прожить в буквальном смысле ни дня, называется...
 - 1) водой;
 - 2) олеумом;
 - 3) поваренной солью;
 - 4) воздухом.
6. Воздух – это...
 - 1) смесь равных количеств азота и кислорода;
 - 2) смесь кислорода (21% по объему), азота (78% по объему), углекислого газа (0,03% по объему), а также незначительных количеств благородных газов;

- 3) химическое соединение азота, кислорода и паров воды;
 - 4) раствор.
7. На растворимость веществ оказывают влияние...
- 1) температура, наличие катализатора, низкое значение теплового эффекта растворения;
 - 2) температура, наличие катализатора, низкое значение энергии активации;
 - 3) природа растворяемого вещества и природа растворителя, температура, давление;
 - 4) степень окисления элементов растворителя, атмосферное давление, валентность элементов растворяемого вещества.
8. Известны две основные теории растворов:
- 1) химическая и электролитическая;
 - 2) физическая и химическая;
 - 3) кинетическая и католитическая;
 - 4) молекулярная и ионная.
9. Химическая (сольватная) теория растворов веществ предложена более 100 лет назад...
- 1) Бутлеровым;
 - 2) Менделеевым;
 - 3) Клапейроном;
 - 4) Вант-Гоффом.
10. Среди перечисленных ниже твердых веществ в воде хорошо растворимы...
- 1) сульфат бария;
 - 2) силикат кальция;
 - 3) сульфид меди (II);
 - 4) нитрат железа (III).
11. Иногда гидратная вода настолько прочно связана с растворенным веществом, что при выделении его из раствора входит в состав его кристаллов. Вода, входящая в структуру таких кристаллов, называется...
- 1) гидратной;
 - 2) гидролизной;
 - 3) кристаллизационной;
 - 4) дистиллированной.

12. С повышением температуры растворимость в воде почти всех твердых веществ...
- 1) не изменяется;
 - 2) увеличивается;
 - 3) сначала увеличивается, проходит через максимум и затем уменьшается;
 - 4) уменьшается.
13. Приготовленный раствор нитрата натрия оставили в незакрытой колбе в жаркую летнюю пору. Через несколько дней на дне колбы обнаружились кристаллы. Раствор над кристаллами называется...
- 1) ненасыщенным;
 - 2) разбавленным;
 - 3) насыщенным;
 - 4) пересыщенным.
14. Количественный состав раствора чаще всего выражается с помощью понятия...
- 1) парциального давления;
 - 2) концентрации;
 - 3) плотности;
 - 4) аддитивности.
15. Под концентрацией раствора понимается...
- 1) соотношение между количествами растворенного вещества и растворителя;
 - 2) содержание растворенного вещества (в определенных единицах) в единице массы и объема;
 - 3) давление насыщенных паров растворителя в зависимости от количества растворенного вещества;
 - 4) плотность этого раствора.
16. Чаще всего для выражения концентрации используют...
- 1) массовую долю, молярную концентрацию, мольную долю;
 - 2) парциальное давление, процентную концентрацию, общее число растворенных веществ;
 - 3) коэффициент растворимости, растворимость, объемную долю;
 - 4) численное значение плотности раствора, коэффициент преломления, электропроводность раствора.

17. В 190 г воды растворили 10 г сахара. Какова массовая доля сахара в растворе?
- 1) 0,1;
 - 2) 10;
 - 3) 0,4;
 - 4) 0,05.
18. Рассчитайте молярную концентрацию раствора серной кислоты, если массовая доля кислоты в этом растворе равна 0,12 (плотность раствора 1,08 г/мл).
- 1) 1,32 моль/л;
 - 2) 12%;
 - 3) 1,6 моль/л;
 - 4) 0,66 моль/л.
19. Самопроизвольный распад молекул растворенного (иногда – расплавленного) вещества на катионы и анионы называется...
- 1) электролизом;
 - 2) ионной проводимостью;
 - 3) гомогенным катализом;
 - 4) электролитической диссоциацией.
20. Процесс электролитической диссоциации является...
- 1) неравновесным;
 - 2) экзотермическим;
 - 3) эндотермическим;
 - 4) обратимым.
21. Мерой электролитической диссоциации электролита принято считать...
- 1) степень диссоциации;
 - 2) молярную концентрацию раствора;
 - 3) pH раствора;
 - 4) константу гидролиза.
22. Степень диссоциации – это...
- 1) отношение количества растворенного вещества к общему количеству веществ в растворе;
 - 2) отрицательный логарифм концентрации катионов в растворе;
 - 3) отношение числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу молекул растворенного вещества;

- 4) число гидратированных молекул электролита.
23. К слабым электролитам относится...
- 1) нитрат железа (III);
 - 2) сульфат бария;
 - 3) гидроксид железа (II);
 - 4) серная кислота.
24. К сильным электролитам относится...
- 1) хлорид серебра;
 - 2) серная кислота;
 - 3) сульфит калия;
 - 4) уксусная кислота.
25. Вода – очень слабый электролит, поэтому ее молярная концентрация $[H_2O]$ остается практически постоянной при ее диссоциации, а следовательно остается постоянной и величина $K_w = [H^+][OH^-]$, которую называют...
- 1) водородным показателем;
 - 2) произведением растворимости воды;
 - 3) ионным произведением воды;
 - 4) произведением искусства дистилляции.
26. Кислотность (основность) растворов принято выражать через водородный показатель (рН раствора), рассчитываемый по формуле:
- 1) $pH = \lg [H^+]$;
 - 2) $pH = -\lg [OH^-]$;
 - 3) $pH = -\lg [H^+]$;
 - 4) $pH = -\ln [OH^-]$.
27. Значение рН чистой воды при 25°C составляет...
- 1) 1;
 - 2) 7;
 - 3) 0;
 - 4) 10.
28. Работы каких ученых в наибольшей степени способствовали развитию теории диссоциации электролитов?
- 1) Менделеева и Мозли;
 - 2) Аррениуса и Дебая;

- 3) Резерфорда и Шредингера;
4) Аристотеля и Мефистофеля.
29. Сильные электролиты – это вещества с типом связи: а) ионным; б) сильно полярной ковалентной; в) ковалентно полярной; ковалентно неполярной;
- 1) б, в;
2) а, в;
3) в, г;
4) а, б.
30. Основоположники протолитической теории...
- 1) Дебай и Хюккель;
2) Льюис и Пирсон;
3) Аррениус;
4) Бренстед и Лоури.
31. Основоположники теории сильных электролитов...
- 1) Льюис;
2) Аррениус;
3) Бренстед и Лоури;
4) Дебай и Хюккель.
32. Кислота по Льюису – это...
- 1) донор протонов;
2) донор электронной пары;
3) акцептор электронной пары;
4) акцептор протонов.
33. Среда в растворе с $\text{pH} = 12$...
- 1) сильнощелочная;
2) слабощелочная;
3) нейтральная;
4) кислая.
34. pH раствора – это...
- 1) натуральный логарифм активной концентрации ионов водорода;
2) десятичный логарифм активной концентрации ионов водорода;
3) отрицательный натуральный логарифм активности концентрации ионов водорода;

4) отрицательный десятичный логарифм активности концентрации ионов водорода;

35. Ионная сила раствора – это:

- 1) произведение концентрации иона на квадрат его заряда;
- 2) произведение концентрации иона на его заряд;
- 3) полусумма произведения концентрации ионов на квадрат их зарядов.

36. Степень диссоциации в растворах слабых электролитов – это отношение:

- 1) количество молекул продиссоциированных к общему количеству молекул вещества в растворе;
- 2) общего количества молекул вещества в растворе к количеству продиссоциированных молекул;
- 3) активной концентрации вещества к общей концентрации вещества;
- 4) общей концентрации вещества в растворе к активной концентрации.

37. Чем меньше концентрация электролита, тем:

- 1) больше степень диссоциации;
- 2) меньше степень диссоциации;
- 3) степень диссоциации не зависит от концентрации.

38. Чем выше концентрация слабого электролита, тем:

- 1) больше степень диссоциации;
- 2) меньше степень диссоциации;
- 3) степень диссоциации не зависит от концентрации.

39. Степень диссоциации зависит от а) природы электролита; б) природы растворителя; в) температуры; г) концентрации электролита:

- 1) а, б, г;
- 2) а, б, в;
- 3) в, г;
- 4) а, б, в, г.

40. рН буферных растворов при добавлении небольших количеств кислот и оснований:

- 1) сохранится постоянным;
- 2) сохранится примерно постоянным;

- 3) изменится.
41. pH буферных растворов при разбавлении...
- 1) сохранится постоянным;
 - 2) сохранится примерно постоянным;
 - 3) изменится.
42. Из перечисленных сопряженных кислотно-основных пар выберите системы, обладающие буферными свойствами:
- а) $\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{H}_2\text{PO}_4^-$; б) $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$; в) $\text{HPO}_4^{2-} / \text{PO}_4^{3-}$; г) $\text{HNO}_3 / \text{NO}_3^-$; д) $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.
- 1) все;
 - 2) б, д;
 - 3) а, б, в, д;
 - 4) б, в, д.
43. Фосфатная буферная система действует:
- 1) в плазме крови;
 - 2) в плазме крови и во внутренней среде эритроцитов;
 - 3) во внутренней среде эритроцитов.
44. Гемоглобиновая буферная система действует:
- 1) в плазме крови;
 - 2) в плазме крови и во внутренней среде эритроцитов;
 - 3) во внутренней среде эритроцитов.
45. К буферным растворам относятся смеси:
- а) $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$; б) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$;
в) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$; г) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$.
- 1) все;
 - 2) а, б;
 - 3) в, г;
 - 4) а, б, в.
46. Солевые слабительные средства (сульфаты натрия, магния и др.) в кишечнике осмотическое давление...
- 1) уменьшают;
 - 2) увеличивают;
 - 3) не изменяют.
47. Морской водой нельзя утолить жажду, так как по отношению к биологическим жидкостям она:

- 1) изотонична;
 - 2) гипотонична;
 - 3) гипертонична.
48. В 2%-ном растворе глюкозы эритроциты будут:
- 1) находиться в равновесном состоянии;
 - 2) подвергаться гемолизу;
 - 3) подвергаться плазмолизу.
49. В 6%-ном растворе глюкозы эритроциты будут:
- 1) находиться в равновесном состоянии;
 - 2) подвергаться гемолизу;
 - 3) подвергаться плазмолизу.
50. В 20%-ном растворе глюкозы эритроциты будут:
- 1) находиться в равновесном состоянии;
 - 2) подвергаться гемолизу;
 - 3) подвергаться плазмолизу.
51. 0,5%-ный раствор NaCl является по отношению к плазме крови:
- 1) гипотоническим;
 - 2) гипертоническим;
 - 3) изотоническим.
52. 5%-ный раствор NaCl является по отношению к плазме крови:
- 1) гипотоническим;
 - 2) гипертоническим;
 - 3) изотоническим.
53. Физиологический раствор по отношению к плазме крови является:
- 1) изотоническим;
 - 2) гипотоническим;
 - 3) гипертоническим.
54. Осмотическое давление пропорционально:
- 1) молярной концентрации;
 - 2) молярной концентрации эквивалента;
 - 3) моляльной концентрации.
55. Осмос – это направленный самопроизвольный переход молекул растворителя через мембрану из:

- 1) раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией;
 - 2) раствора с большей концентрацией в раствор с меньшей концентрацией.
56. Давление паров над раствором при увеличении его концентрации:
- 1) уменьшается;
 - 2) увеличивается;
 - 3) не изменяется.
57. Зимой посыпают солью дорожки для того, чтобы:
- 1) увеличить температуру таянья льда;
 - 2) уменьшить температуру таянья льда;
 - 3) температура таянья льда не меняется.
58. В горах температура кипения воды:
- 1) ниже, чем на равнине;
 - 2) выше, чем на равнине;
 - 3) имеет такое же значение, как на равнине.
59. Относительное понижение давления пара над раствором пропорционально:
- 1) мольной доле растворенного вещества;
 - 2) молярной концентрации растворенного вещества;
 - 3) моляльной концентрации растворенного вещества;
 - 4) моляльной доле растворителя.
60. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания пропорционально:
- 1) молярной концентрации;
 - 2) моляльной концентрации;
 - 3) молярной концентрации эквивалента.
61. Криоскопические и эбуллиоскопические постоянные зависят от:
- 1) природы растворителя;
 - 2) температуры;
 - 3) природы растворенного вещества;
 - 4) числа частиц растворенного вещества.
62. При добавлении NaCl температура замерзания:

- 1) понизится;
- 2) повысится;
- 3) не изменится.

63. При добавлении этанола к воде температура кипения:

- 1) понижается;
- 2) повышается;
- 3) не изменяется.

64. Коллигативными являются следующие свойства:

а) осмотическое давление, б) давление паров растворителя над раствором, в) температура замерзания растворов, г) ионная сила растворов, д) буферная емкость растворов, е) рН растворов;

- 1) все;
- 2) а, б, в;
- 3) а, б, в, г;
- 4) а, б, в, г, е.

65. Коллигативные свойства растворов зависят от:

- 1) природы растворителя и растворенного вещества;
- 2) температуры;
- 3) числа частиц растворенного вещества.

66. У морских животных, по сравнению с пресноводными животными, осмотическое давление крови:

- 1) выше;
- 2) ниже;
- 3) одинаково.

67. Если в равновесную систему жидкость – пар ввести растворимое нелетучее вещество, то давление пара растворителя над раствором:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	3	4	4	2	3	2	2	4	3	2
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3	2	2	1	4	1	4	4	1	3	3	1
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3	4	2	2	4	4	4	3	1	4	3	1
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	2	4	2	2	3	2	3	1	2	3	2
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2
61	62	63	64	65	66	67					
1	1	2	2	3	1	2					

3.2. Задачи к теме
«Давление насыщенного пара
разбавленных растворов»

1. При 30°C давление пара этилового эфира равно 863,6 гПа. Насколько понизится давление пара при этой температуре, если в эфире массой 300 г растворить анилин массой 2,79 г?
 1. 4,6 гПа
 2. 6,4 гПа
 3. 5,6 гПа
2. Вычислите давление пара водного раствора глицерина массовой долей 3%, взятого при 25°C. Давление пара воды при этой температуре равно 31,67 гПа.
 1. 31,5 гПа
 2. 15,3 гПа
 3. 31,5 гПа
3. Давление пара воды при 50°C равно 123,3 гПа. Сколько граммов глюкозы нужно растворить в воде массой 270 г, чтобы давление пара над раствором понизилось на 0,7 гПа?
 1. 45,3

2. 35,1
3. 15,3
4. Определите относительное понижение давления пара над раствором, содержащим салициловую кислоту ($C_7H_6O_3$) массой 4,14 г в этиловом спирте массой 100 г.
 1. 31,6%
 2. 1,36%
 3. 61,3%
5. Определите моляльность раствора мочевины. Давление пара над раствором при $25^{\circ}C$ равно 31,1 гПа. Давление пара воды при этой температуре 31,67 гПа.
 1. 3 моль/кг
 2. 1 моль/к
 3. 5 моль/к
6. Давление пара над раствором, содержащим нафталин массой 2,55 г в бензоле массой 234 г, при $20^{\circ}C$ равно 100,21 гПа. Вычислите относительную молекулярную массу нафталина и относительную ошибку в процентах по сравнению с величиной, найденной в справочнике.
 1. 125; 2,23%
 2. 521; 32,2%
 3. 251; 22,3%
7. Определите атмосферное давление, если раствор, содержащий глицерин массой 1,5 г в воде массой 90 г, кипит при $99^{\circ}C$. Давление водяного пара при той же температуре равно 977,3 гПа.
 1. 487 гПа
 2. 748 гПа
 3. 974 гПа
8. При $20^{\circ}C$ давление пара над чистым сероуглеродом равно 397,2 гПа, а над раствором, содержащим бензойную кислоту массой 5,168 г в сероуглероде массой 100 г, 390,8 гПа. Вычислите относительную молекулярную массу бензойной кислоты, сравните найденную величину с табличной и объясните полученный результат.
 1. 244
 2. 442
 3. 546

9. Вычислите давление пара над раствором, содержащим дифениламин $(C_6H_5)_2NH$ массой 0,514 г в бензоле массой 50 г (раствор взят при $20^\circ C$). Давление пара бензола при этой температуре равно 100,2 гПа.
1. 58,3 гПа
 2. 79,9 гПа
 3. 99,7 гПа
10. Определите массовую долю глюкозы в растворе, если давление пара над ним равно при той же температуре давлению пара раствора, содержащего мочевины массой 1,56 г и воду массой 90 г.
1. 34,9%
 2. 4,94%
 3. 58,9%

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6
2	1	3	2	2	1
7	8	9	10		
3	1	3	2		

3.2.1. Вопросы и упражнения к теме «Давление насыщенного пара разбавленных растворов»

1. От каких факторов зависит давление насыщенного пара жидкости?
2. Объясните, почему давление насыщенного пара раствора нелетучего вещества меньше давления насыщенного пара растворителя?
3. Сформулируйте закон Рауля, напишите его математическое выражение и поясните входящие в него члены.

4. Из уравнения $\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = x_2$

получите уравнение $p = p_0 \cdot \frac{n_1}{N_1 + n_2} = p_0 x_1$.

5. Приведите примеры двух-трех растворов различных веществ, у которых будут одинаковые давления пара.

6. Одинаковое ли давление пара будет у растворов, содержащих в воде массой 100 г глицерин, фруктозу, свекловичный сахар массой 1 г каждый. Дайте обоснованный ответ, не производя расчетов.

3.3. Задачи к теме «Температура замерзания разбавленных растворов»

1. Раствор, содержащий глюкозу массой 7,252 г в воде массой 200 г, замерзает при $-0,378^{\circ}\text{C}$. Криоскопическая постоянная воды равна $1,86\text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$. Определите относительную молекулярную массу глюкозы и относительную ошибку в процентах по сравнению с величиной, найденной в справочнике.
1. $87,7$; 2%
 2. $78,1$; 5%
 3. 178 ; 1%
2. При какой температуре замерзнет раствор, в 100 г которого растворено $0,022$ моль мальтозы? Криоскопическая постоянная воды равна $1,86\text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$.
1. $-1,546^{\circ}\text{C}$
 2. $-0,442^{\circ}\text{C}$
 3. $0,678^{\circ}\text{C}$
3. По следующим опытными данным:

Масса глицерина, растворенного в воде, г	Масса воды, г	Температура замерзания раствора, $^{\circ}\text{C}$
0,9330	50	$-0,3758$
0,5788	40	$-0,2929$
1,0120	100	$-0,2046$

найти среднее значение криоскопической постоянной воды. Полученную величину сравните с вычисленной по физическим свойствам воды. Удельная теплота плавления льда равна $333,7\text{ Дж}/\text{кг}$.

1. $1,857$; $1,859$
2. $4,648$; $0,0038$
3. $-1,445$; 2789

4. Определите температуру замерзания раствора, содержащего мочевины массой 0,625 г в воде массой 50 г. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86 К·кг/моль.
 1. -4,546°C
 2. -0,388°C
 3. 3,887°C
5. Определите температуру замерзания раствора, содержащего $1,205 \cdot 10^{23}$ молекул неэлектролита в воде объемом 1 л. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86 К·кг/моль.
 1. 72,485°C
 2. -7,278°C
 3. -0,372°C
6. Температура замерзания бензола 5,5 °C, а раствора, содержащего в бензоле массой 25,04 г неизвестное вещество массой 0,4678 г, 4,872 °C. Криоскопическая постоянная бензола 5,12 К·кг/моль. Вычислите относительную молекулярную массу неизвестного вещества.
 1. 1027,1
 2. 152,3
 3. 25,13
7. Сколько бензойной кислоты ($C_7H_6O_2$) растворено в уксусной кислоте массой 100 г, если температура замерзания последней понизилась на 0,824 °C? Криоскопическая постоянная уксусной кислоты 3,9 К·кг/моль.
 1. 0,175 г
 2. -5,82 г
 3. 2,58 г
8. Какова массовая доля водного раствора фруктозы, которая замерзает при температуре -0,524°C? Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.
 1. 83,4%
 2. 4,83%
 3. 38,4%
9. Температура плавления нафталина 80,1°C. Она понижается на 0,832 °C при растворении серы массой 3,122 г в нафталине массой 100 г. Удельная теплота плавления нафталина равна 149,5 Дж/г. Найдите молекулярную формулу серы в нафталиновом растворе.

1. 53; S₂
2. 3,5; S₄
3. 260; S₈
10. Температура замерзания водного раствора глицерина равна -0,5 °С. Давление пара над чистой водой при этой температуре 5,89 гПа. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль. Определите давление пара раствора.
 1. 0,078гПа
 2. 5,86гПа
 3. 68,5гПа
11. Вычислите температуру замерзания водного раствора глюкозы, если давление пара его равно 98,5% давления пара чистой воды при той же температуре. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.
 1. 1,55°С
 2. 55,1°С
 - 3.—51,74°С

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7
3	2	1	2	3	2	3
8	9	10	11			
2	3	2	1			

3.3.1. Вопросы и упражнения к теме «Температура замерзания разбавленных растворов»

1. Что называется температурой замерзания раствора?
2. Объясните, почему растворы затвердевают при другой температуре, чем растворитель? Начертите соответствующий график и поясните его.
3. Сформулируйте закон Рауля для понижения температуры замерзания растворов, напишите его математическое выражение и поясните входящие в него члены.
4. Что такое криоскопическая постоянная? В чем состоит ее физический смысл? Каково численное значение ее для воды?
5. Как определяется криоскопическая постоянная? Напишите формулы, применяемые для расчета ее, и поясните входящие в нее члены.

6. При какой температуре замерзает раствор, содержащий 0,2 моль глюкозы в 1 кг воды? Задачу решите устно и поясните ее.
7. Приведите примеры водных растворов двух-трех различных веществ, которые замёрзнут при одной и той же температуре. Дайте объяснение.
8. В чем сущность криоскопического метода определения относительной молекулярной массы?
9. Для каких веществ можно определить истинную молекулярную массу криоскопическим методом?

3.4. Задачи к теме «Температура кипения разбавленных растворов»

1. Вычислите температуры кипения водных однопроцентных растворов: а) глицерина; б) глюкозы; в) свекловичного сахара. Эбуллиоскопическая постоянная воды 0,512 К·кг/моль.
а) 1)100,056 °C; 2)56,001 °C; 3)10,56 °C
б) 1)100,029 °C; 2)29,001 °C; 3)75,6 °C
в) 1)100,015 °C; 2)80,015 °C; 3)21,013 °C
2. В эфире массой 100 г растворяется бензойная кислота массой 0,625 г. Вычислите повышение температуры кипения полученного раствора по сравнению с чистым эфиром. Эбуллиоскопическая постоянная эфира равна 2 К·кг/моль.
1) 102 °C
2) 0,102 °C
3) 20,1 °C
3. Сколько граммов нафталина растворено в хлороформе массой 50 г, если полученный раствор кипит при 62,234 °C, а эбуллиоскопическая постоянная его 3,76 К·кг/моль.
1) 761г
2) 67,1г
3) 1,76г
4. В каком объемном отношении нужно смешать этиловый спирт с глицерином, чтобы превышение температуры кипения полученного раствора над температурой кипения спирта было равно 0,256 °C? Плотность этилового спир-

та и глицерина соответственно равны 0,789 и 1,26 г/см³.
Эбуллиоскопическая постоянная спирта 1,2 К·кг/моль.

- 1) 81,4:1
 - 2) 1:81,4
 - 3) 14,18:2
5. Раствор, содержащий бензальдегид массой 1,612 г в эфире массой 100 г, кипит при температуре 34,806 °С. Температура кипения эфира равна 34,5 °С, а эбуллиоскопическая постоянная его равна 2. Вычислите относительную молекулярную массу бензальдегида и относительную ошибку опыта в процентах по сравнению с величиной, найденной в справочнике.
- 1) 10,74; 174%
 - 2) 105,3; 0,74%
 - 3) 501,3; 7,4%
6. Температуры кипения растворов, содержащих в воде массой 25 г различные количества мочевины, приведены в таблице:

Масса мочевины, г	0,194	0,422	0,633
Температура кипения, °С	100,066	100,144	100,216

Вычислите среднее значение эбуллиоскопической постоянной воды и сравните ее с величиной, найденной по формуле. Удельная теплота испарения воды при температуре кипения равна 2256 Дж/г.

- 1) 0,510; 0,512
 - 2) 105,1; 5,12
 - 3) 6,3; 0,201
7. Определите температуру кипения раствора, содержащего 0,006 г камфоры в ацетоне массой 20 г. Температура кипения ацетона 56,3 °С, а удельная теплота его испарения при этой температуре 540,0 Дж/г.
- 1) 156,7 °С
 - 2) 56,8 °С
 - 3) 68,5 °С
8. Раствор бензойной кислоты в эфире (массовой долей 2%) кипит при такой же температуре, как раствор, содержащий неизвестное вещество массой 0,645 в эфире массой

- 22,5 г. Вычислите относительную молекулярную массу неизвестного вещества. Эбуллиоскопическая постоянная эфира равна 2 К·кг/моль.
- 1) 48,17
 - 2) 171,4
 - 3) 14,71
9. Вычислите массовую долю (%) мочевины в водном растворе, который кипит при 100,128 °С. Эбуллиоскопическая постоянная воды 0,512 К·кг/моль.
- 1) 51%
 - 2) 1,5%
 - 3) 125%
10. Растворы, содержащие в сероуглероде массой 50,09 г бензойную кислоту, дают соответственно повышения температуры кипения, приведенные в таблице:

Масса бензойной кислоты, г	0,9378	1,6429	2,5792
Повышение температуры кипения, °С	0,187	0,319	0,479

Эбуллиоскопическая постоянная сероуглерода 2,36. Вычислите относительную молекулярную массу бензойной кислоты в сероуглеродных растворах. Сравните эти значения с величиной, найденной в справочнике, и объясните полученные результаты.

- 1) 375,2; 442,3; 756,7 молекулы ассоциированы
 - 2) 753,5; 278,9; 456,71
 - 3) 236,3; 242,6; 253,7 молекулы ассоциированы
11. Давление пара водного раствора глюкозы при 100 °С равно 100,0 кПа. Эбуллиоскопическая постоянная воды 0,512 К·кг/моль. Вычислите температуру кипения раствора.
- 1) 100,11 °С
 - 2) 140,2 °С
 - 3) –248,7 °С
12. Найдите давление пара при 100 °С водного раствора свекловичного сахара, который кипит при 100,236 °С. Определите температуру замерзания этого раствора. Эбуллиоскопическая постоянная воды 0,512; Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.

- 1) 1005 гПа; -0,857°C
- 2) 1,005 гПа; 85,77°C
- 3) 550,76 гПа; 75,6°C

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	1	2	1	2	2	2	3	2	1

3.4.1. Вопросы и упражнения к теме «Температура кипения разбавленных растворов»

1. Чем определяется кипение жидкости? Что называется температурой кипения жидкости?
2. Чем отличается температура кипения растворов нелетучих веществ по сравнению с температурой кипения растворителя? Начертите график, подтверждающий это положение, и поясните его.
3. От каких факторов зависит величина повышения температуры кипения растворителя при растворении в нем различных веществ?
4. Что такое эбуллиоскопическая постоянная? От каких факторов зависит ее величина? Каков ее физический смысл? Как она определяется?
5. В каком случае растворы различных неэлектролитов, содержащих в воде объемом 1 л одинаковую массу растворенного вещества, будут кипеть при одной и той же температуре? Приведите примеры.
6. При какой температуре закипит раствор, содержащий в воде массой 100 г 0,01 моль свекловичного сахара? $E = 0,51$. Задачу решите устно.

3.5. Задачи к теме: «Осмотическое давление»

1. Осмотическое давление раствора глицерина при 0 °C равно 133,3 кПа. Найдите осмотическое давление этого раствора при 18 °C.
 1. 241,2 гПа
 2. 1420 гПа
 3. 458,7 гПа

2. При 17 °С осмотическое давление раствора мочевины равно 120 кПа. Каково будет осмотическое давление, если раствор разбавить в три раза, а температуру повысит до 30 °С?
 1. 418 гПа
 2. 814 гПа
 3. 214 гПа
3. Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего в 5 л 0,3 моль глюкозы (температура раствора 22 °С).
 1. 172,4 гПа
 2. 1472 гПа
 3. 724,1 гПа
4. Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего в 250 мл воды 0,538 г фруктозы, при 27 °С.
 1. 148,5 гПа
 2. 982,3 гПа
 3. 298,2 гПа
5. Определите осмотическое давление 5%-ного раствора свекловичного сахара при 15 °С. Плотность раствора 1,019 г/см³.
 1. 753,2 гПа
 2. 3570 гПа
 3. 570,3 гПа
6. Какова молярная концентрация раствора мочевины, если при 17 °С он производит давление, равное 86,6 кПа?
 1. 0,036 моль/л
 2. 3,6 моль/л
 3. 6,365 моль/л
7. Сколько граммов глюкозы должно содержаться в растворе объёмом 1 л, чтобы осмотическое давление его при 20 °С было равным 113,3 кПа?
 1. 37,8 г
 2. 8,37 г
 3. 108,37 г
8. При 15,5 °С осмотическое давление раствора, содержащего в 1 л воды свекловичный сахар массой 9,968 г, равно 69,8 кПа. Вычислите величину константы R .

1. 8,3 Дж/моль*К
2. 3,8 Дж/моль*К
3. 48,5 Дж/моль*К
9. Сколько граммов свекловичного сахара должно содержаться в водном растворе объемом 1 л, чтобы он был изотоничен раствору, содержащему в 300 мл раствора глицерина массой 3,064 г, при той же температуре.
 1. 187,5 г
 2. 37,96 г
 3. 96,8 г
10. При 20 °С осмотическое давление раствора, содержащего в 1 л раствора 71,19 г неизвестного вещества, равно 513,2 кПа. Вычислите относительную молекулярную массу неизвестного вещества.
 1. 78
 2. 838
 3. 338
11. При 0 °С осмотическое давление раствора, содержащего в 100 мл его 1 г свекловичного сахара, равно 66,86 кПа. Вычислите относительную молекулярную массу свекловичного сахара и относительную ошибку (в процентах) по сравнению с величиной, найденной в справочнике.
 1. 539,3; 58,8%
 2. 339,5; 0,85%
 3. 933,5; 8,5%
12. Осмотическое давление раствора, содержащего в 200 мл его 0,276 г мочевины, при 18 °С равно 57,05 кПа. Вычислите относительную молекулярную массу мочевины. Полученную величину сравните с величиной, найденной в справочнике.
 1. 58,95
 2. 95,58
 3. 895,8
13. Температура замерзания водного раствора глюкозы равна -0,184 °С. Вычислите осмотическое давление раствора при 0 °С. Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.
 1. 748,2 кПа
 2. 224 кПа
 3. 422 кПа

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	2	1	2
8	9	10	11	12	13	
1	2	3	2	1	2	

**3.5.1. Вопросы и упражнения к теме
«Осмотическое давление»**

1. К растворам какой концентрации применима теория Вант-Гоффа?
2. Что такое осмотическое давление? Как оно обнаруживается?
3. Какие перепонки называются полупроницаемыми? Приведите примеры. Изложите теории механизма действия полупроницаемых перепон.
4. Как измеряется осмотическое давление? Кратко опишите и дайте рисунок прибора.
5. Как ведет себя вещество в растворенном состоянии? В чем его свойства аналогичны свойствам газов?
6. Каким законам подчиняется осмотическое давление? Дайте формулировки и напишите математические выражения?
7. Какие растворы называются изотоническими? Приведите примеры.
8. Одинаковым ли осмотическим давлением обладают растворы, содержащие в литре: 1) мочевины массой 10 г; 2) глюкозу массой 10 г? Если неодинаковым, то у какого раствора большее осмотическое давление и во сколько раз? Дайте объяснение, не делая расчетов.
9. Какое количество вещества неэлектролита содержится в растворе объемом 1 л, если его осмотическое давление при 0 °С равно 101,3 кПа?
10. Укажите свойства растворов, зависящие от природы компонентов, а также свойства, не зависящие от природы растворенного вещества, а зависящие только от относительного числа молекул веществ, находящихся в растворе.

3.6. Задачи к теме «Буферные растворы»

1. Вычислите концентрацию ионов водорода в растворе бензойной кислоты молярной концентрации 0,02 моль/л, если константа диссоциации ее равна $6 \cdot 10^{-5}$.
 1. $7,75 \cdot 10^{-7}$ моль H^+
 2. $22,1 \cdot 10^{-2}$ моль H^+
 3. $1,1 \cdot 10^{-3}$ моль H^+
2. Сколько воды нужно прибавить к раствору уксусной кислоты молярной концентрации 0,1 моль/л и объемом 0,5 л, чтобы степень диссоциации ее увеличилась в два раза?
 1. 7,7 л
 2. 1,5 л
 3. 51 л
3. Определите pH раствора уксусной кислоты молярной концентрации 1 моль/л, если степень диссоциации CH_3COOH равна 0,4%.
 1. 2,4
 2. 4,2
 3. 7,7
4. Определите pH раствора гидроксида аммония молярной концентрации 0,1 моль/л, степень диссоциации которого равна 1,3%.
 1. 66,7
 2. 22,8
 3. 11,1
5. Определите pH насыщенного раствора гидроксида кальция, растворимость которого равна 0,17 г в 100 г воды. Плотность раствора считать равной 1, диссоциацию – полной.
 1. 25,8
 2. 12,66
 3. 66,12
6. Как изменится pH воды, если к 1 л ее прибавить:
а) 0,01 моль едкого натра; б) 0,00126 г азотной кислоты?
Диссоциацию электролитов считать полной.
 1. а) уменьшится на 48; б) увеличится на 75
 2. а) увеличится на 5; б) уменьшится на 2,3
 3. а) уменьшится на 5; б) увеличится на 2,3

7. Вычислите кажущуюся степень диссоциации раствора хлороводородной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/л, если pH его равен 0,37.
1. 85,3%
 2. 3,58%
 3. 53,8%
8. Определите молярную концентрацию в моль/л раствора хлоруксусной кислоты, если pH его равен 2,14, а степень диссоциации кислоты 39,4%.
1. 28,99 моль/л
 2. 9,99 моль/л
 3. 0,0099 моль/л
9. Определите молярную концентрацию в моль/л раствора гидроксида аммония, если pH его равен 11,6, а степень диссоциации NH_4OH 0,4%.
1. 3 моль/л
 2. 2 моль/л
 3. 1 моль/л
10. Вычислите pH раствора $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ молярной концентрации 0,1 моль/л, если $K=6,27 \cdot 10^{-5}$.
1. 2,6
 2. 6,2
 3. 77,8
11. Определите pH раствора уксусной кислоты, если $K=1,8 \cdot 10^{-5}$, а степень диссоциации 2,5%.
1. 41,3
 2. 3,14
 3. 14,3
12. Определить pH буферной смеси, приготовленной сливанием 15 мл $c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,5$ моль/л с 25 мл $c(\text{CH}_3\text{COONa})=0,2$ моль/л. $K_{\text{CH}_3\text{COOH}}=1,8 \cdot 10^{-5}$. Диссоциацию соли считать полной.
1. 75,4
 2. 4,57
 3. 57,4
13. В каком соотношении нужно смешивать раствор $c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,4$ моль/л с раствором $c(\text{CH}_3\text{COONa})=$

0,1 моль/л, чтобы рН полученного раствора был равен 4,44?
 $K_{\text{CH}_3\text{COOH}}=1,8 \cdot 10^{-5}$. Соль диссоциирует полностью.

1. 1:2

2. 2:7

3. 7:8

14. Сколько безводного ацетата натрия нужно добавить к 0,5 л раствора $c(\text{CH}_3\text{COOH})=1$ моль/л, чтобы рН раствора стал равным 4? Константа диссоциации уксусной кислоты $K=1,8 \cdot 10^{-5}$, $\alpha_{(\text{соль})}=1$.

1. 7,38 г

2. 38,7 г

3. 83,7 г

15. Определить рН смеси аммиака и хлорида аммония, если она приготовлена из растворов молярной концентрации, равной 0,1 моль/л этих веществ в отношении 1:9. $K_{\text{NH}_4\text{OH}}=1,8 \cdot 10^{-5}$. Диссоциацию соли считать полной.

1. 3,8

2. 8,3

3. 75

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	2	1	3	2	2	1	3	2	1	2
12	13	14	15							
2	1	1	2							

3.6.1. Вопросы и упражнения к теме «Буферные растворы»

1. Применим ли закон действующих масс к сильным электролитам? Как это подтверждается экспериментально? Дайте объяснение.
2. Выведите математическое выражение закона действующих масс через степень электролитической диссоциации.
3. Что такое ионное произведение воды? Как оно определяется? Чему равна эта величина в воде и водных растворах?

4. Чему равна концентрация ионов водорода и гидроксида в нейтральной среде? Каковы значения концентрации ионов водорода: а) в кислой среде; б) в щелочной среде?
5. Что такое рН? Какие значения он принимает в нейтральной, кислой и щелочной средах?
6. Почему для характеристики, как кислотности, так и щелочности раствора применяется рН?
7. Как изменяется рН раствора, если к нему добавить раствор щелочи?
8. Как нужно изменить концентрацию ионов водорода в растворе, чтобы рН его уменьшился?
9. Как изменится степень диссоциации слабого электролита при добавлении к его раствору сильного электролита с одноименным ионом? Разберите на примерах.
10. Какие растворы (смеси) называются буферными? Приведите примеры.
11. Какими свойствами обладают буферные смеси? Докажите, что концентрация ионов водорода в буферной смеси почти не изменяется с разбавлением и мало изменяется при добавлении небольшого количества сильной кислоты или сильной щелочи.
12. Чему равна концентрация ионов водорода в ацетатной буферной смеси? Выведите соответствующую формулу.
13. Что такое буферная емкость? От чего она зависит? Как определяется на опыте?
14. Укажите, какое практическое значение имеют буферные смеси.

ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

4.1. Тестовые задания

1. Из перечисленных проводников выберите проводники 2-го рода: а) Cu, б) CuSO₄, в) KCl, г) HCl, д) Zn.
 - 1) а, д
 - 2) б, в, г
 - 3) б, в
 - 4) а, б, в, г.
2. Из перечисленных проводников выберите проводники 1-го рода: а) Cu, б) CuSO₄, в) KCl, г) HCl, д) Zn.
 - 1) а, д
 - 2) б, в, г
 - 3) б, в
 - 4) а, б, д.
3. Какие частицы являются носителями электрического тока в проводниках 2-го рода?
 - 1) ионы
 - 2) электроны
 - 3) ионы и электроны
 - 4) радикалы.
4. Какие частицы являются носителями электрического тока в проводниках 1-го рода?
 - 1) ионы
 - 2) электроны
 - 3) ионы и электроны
 - 4) радикалы.
5. Выбрать правильное утверждение. Электрическая проводимость ниже у:
 - 1) костной ткани
 - 2) кожи
 - 3) желудочного сока
 - 4) крови.
6. Какой из растворов электролитов будет иметь более высокую электрическую проводимость:
 - 1) HCl
 - 2) CH₃COOH

- 3) NaCl.
7. В точке эквивалентности при титровании соляной кислоты гидроксидом натрия электрическая проводимость минимальна, так как:
- 1) подвижности H^+ и OH^- больше подвижностей Na^+ и Cl^-
 - 2) подвижности H^+ и OH^- меньше подвижностей Na^+ и Cl^-
 - 3) подвижности H^+ и OH^- равны подвижностям Na^+ и Cl^-
8. Электрическая проводимость NaCl выше:
- 1) в воде
 - 2) в этаноле
 - 3) не зависит от растворителя
9. Электроны являются носителями электрического тока в:
- а) проводниках 1-го рода, б) проводниках 2-го рода, в) металлах, г) электролитах
- 1) б, г
 - 2) а, б
 - 3) б
 - 4) а, в
10. Ионы являются носителями электрического тока в:
- а) проводниках 1-го рода, б) проводниках 2-го рода, в) металлах, г) электролитах
- 1) б, г
 - 2) а, б
 - 3) б
 - 4) а, в
11. Электроны являются носителями электрического тока в проводниках:
- 1) I рода
 - 2) II рода
 - 3) I и II рода
12. Какой из перечисленных ионов имеет наибольшую подвижность:
- 1) H_3O^+
 - 2) Cl^-
 - 3) OH^-
 - 4) K^+
13. Как должен быть составлен гальванический элемент, чтобы в нем протекала реакция: $Fe^{2+} + Ce^{4+} = Fe^{3+} + Ce^{3+}$?

- 1) $\text{Pt} | \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} || \text{Ce}^{2+}, \text{Ce}^{3+} | \text{Pt}$
- 2) $\text{Pt} | \text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+} || \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} | \text{Pt}$
14. Какая реакция протекает в гальваническом элементе:
 $\text{Pt}, \text{H}^+ | \text{H}_2 || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$:
 - 1) $\text{H}_2 + 2\text{Ag}^+ = 2\text{Ag} + 2\text{H}^+$
 - 2) $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2 + 2\text{Ag}^+$
15. Какая реакция протекает в гальваническом элементе:
 $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4 || \text{FeSO}_4 | \text{Fe}$:
 - 1) $\text{Zn} + \text{FeSO}_4 = \text{Fe} + \text{ZnSO}_4$
 - 2) $\text{Fe} + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn} + \text{FeSO}_4$
16. Вследствие чего возникает диффузионный потенциал?
 - 1) вследствие различия в скоростях диффузии катионов и анионов
 - 2) при наличии градиента концентрации
 - 3) вследствие различия в скоростях диффузии катионов и анионов при наличии градиента концентрации
17. Что называется стандартной э.д.с.?
 - 1) э.д.с. элемента, состоящего из двух стандартных электродов
 - 2) э.д.с. элемента, включающего стандартный водородный электрод
 - 3) максимальное напряжение гальванического элемента.
18. Если гальванический элемент работает самопроизвольно, то каков знак э.д.с. элемента?
 - 1) положительный
 - 2) зависит от концентрации веществ
 - 3) отрицательный
19. Какой электрод в гальваническом элементе является отрицательным?
 - 1) анод
 - 2) катод
20. Какой электрод в гальваническом элементе является положительным?
 - 1) анод
 - 2) катод
21. Какая реакция протекает на отрицательном электроде гальванического элемента?
 - 1) окисления

- 2) восстановления
- 3) обмена электронами
- 22. Какая реакция протекает на положительном электроде гальванического элемента?
 - 1) окисления
 - 2) восстановления
 - 3) обмена электронами
- 23. Какой электрод называется в гальваническом элементе катодом?
 - 1) на котором происходит процесс окисления
 - 2) на котором происходит процесс восстановления
 - 3) отрицательно заряженный электрод
- 24. Какой электрод называется в гальваническом элементе анодом?
 - 1) на котором происходит процесс окисления
 - 2) на котором происходит процесс восстановления
 - 3) положительно заряженный электрод
- 25. Какое устройство называют гальваническим элементом?
 - 1) устройство, состоящее из двух электродов и раствора электролита
 - 2) устройство для разложения вещества с помощью электричества
 - 3) устройство, которое превращает химическую энергию в электрическую
- 26. При механическом повреждении клеточной мембраны возникает потенциал:
 - 1) диффузионный
 - 2) окислительно-восстановительный
 - 3) мембранный
- 27. Из двух электродов: цинка, опущенного в раствор сульфата цинка, и меди, опущенной в раствор сульфата меди, — составлен гальванический элемент. Какой из электродов образует отрицательный полюс гальванического элемента, если активности ионов меди и цинка в растворе равны 1?
 - 1) цинковый
 - 2) медный

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	3	1	1	1	2	1	2	2	1
25	26	27									
3	1	1									

4.2. Задачи к теме «Электродные процессы. Гальванические элементы»

1. Напишите уравнения реакций и вычислите потенциалы следующих электродов:

а) $\text{Ni} | \text{Ni}_2 (\alpha = 0,1);$

б) $\text{Pb} | \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (b(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2/\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль/кг}; \gamma = 0,405;$

в) $\text{Ag} | \text{AgNO}_3 (b(\text{AgNO}_3 | \text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль/кг}; \gamma = 0,405;$

г) $\text{Pt}, \text{H}_2 (101,3 \text{ кПа}) | \text{H}^+ (\text{pH} = 7);$

д) $\text{Pt}; \text{Cl}_2 (p = 101,3 \text{ кПа}), \text{Cl}^- (\alpha = 0,02);$

е) $\text{Pt} | \text{Cu}^+ (\alpha = 0,01), \text{Cu}_2^+ (\alpha = 0,005)$

1. а) -28 В; б) 16,7 В; в) 3,7 В; г) -4,1 В; д) 64,8 В; е) 31 В

2. а) -0,28 В; б) -0,167 В; в) 0,73 В; г) -0,41 В; д) 1,46 В; е) 0,13 В

3. а) -82 В; б) 76,1 В; в) 21,2 В; г) 14 В; д) 64,1 В; е) -2,5 В

2. Потенциал кадмиевого электрода в растворе $b(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль/кг}$ при 25°C равен -0,441 В. Средний коэффициент активности Cd^{2+} равен 0,516. Вычислите стандартный электродный потенциал кадмия и найденную величину сравните с табличной.

1. -0,403 В

2. 40,3 В

3. -30,4 В

3. При 25°C электродный потенциал серебра, погруженного в раствор $b(\text{AgNO}_3/\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль/кг}$ равен 0,747 В. Средний коэффициент активности $\text{Ag}^+ \gamma = 0,657$. Вычислите стандартный электродный потенциал серебряного электрода и полученную величину сравните с табличной.

1. 80 В

2. 0,8 В

3. 8 В

4. Потенциал никелевого электрода в растворе сульфата никеля при 25 °С равен –0,275 В. Вычислите активность ионов никеля в растворе.

1. 42,1 г-ион/л
2. 24,1 г-ион/л
3. 0,142 г-ион/л

5. Какова должна быть молярная концентрация ионов меди в растворе, чтобы электродный потенциал меди при 25 °С был равен нулю?

1. $3,8 \cdot 10^{-12}$ моль/л
 2. $8,3 \cdot 10^{-1}$ моль/л
 3. $183 \cdot 10^{-10}$ моль/л
6. Э.д.с. элемента



В котором молярность раствора ZnSO_4 моль/кг при 25 °С, равна 1,06 В. Определите электродный потенциал цинка в этом растворе и полученную величину сравните с вычисленной по формуле. Средний коэффициент активности иона Zn^{2+} равен 0,15. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в элементе.

1. –1,5 В; –17,1 В
2. –81,6 В; –87,1 В
3. –0,816 В; –0,817 В

7. Э.д.с. элемента $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl насыщ.} \parallel \text{CuSO}_4 (\alpha = 0,5) \mid \text{Cu}$ При 25°С, равна 0,083 В. Определите потенциал медного электрода и полученную величину сравните с вычисленной по формуле. Напишите уравнения электродных реакций и реакции, идущей в элементе.

1. 0,327 В; 0,327 В
 2. 3,27 В; 0,337 В
 3. 72,3 В; 37,3 В
8. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в элементе, и вычислите э. д. с. его при 25 °С, если $b(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{H}_2\text{O}) = 0,2$ моль/кг. $\text{Cd} \mid \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \parallel \text{KCl насыщ.}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid \text{Hg}$. Средний коэффициент активности иона Cd^{2+} равен 0,467.

1. 0,677 В
2. 6,77 В

3. 77,6 В
9. Напишите уравнения реакций, идущих на электродах и в элементе, и вычислите его э.д.с. при 25°C, если $b(\text{AgNO}_3/\text{H}_2\text{O}) = 0,01$ моль/кг. $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl насыщ} \mid \text{AgNO}_3 \mid \text{Ag}$. По ионной силе раствора найдите в таблице коэффициент активности Ag.
 1. 53,4 В
 2. 0,435 В
 3. 4,35 В
10. Вычислите э.д.с. элемента при 25 °C.
 $\text{Mn} \mid \text{MnCl}_2 (\alpha = 0,0005) \parallel \text{AgNO}_3 (\alpha = 0,0005) \parallel \text{Ag}$. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в элементе.
 1. 4,19 В
 2. 9,41 В
 3. 1,94 В
11. Вычислите стандартный потенциал иода, если э.д.с. элемента $\text{Pt}, \text{H}_2 (p = 101,3 \text{ кПа}) \mid \text{HI} (\alpha = 0,001) \mid \text{I}_2(\text{T}), \text{Pt}$. При 25°C равна 0,894 В. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в элементе.
 1. 45 В
 2. 0,54 В
 3. 5,4 В
12. Вычислите э.д.с. элемента при 25 °C.
 $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl насыщ} \parallel \text{HCl} \mid \text{Cl}_2 (p = 101,3 \text{ кПа}) \parallel \text{Pt}$, если $b(\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}) = 0,5$ моль/кг. Средний коэффициент активности HCl равен 0,758.
 1. 1,14 В
 2. 11,4 В
 3. 41,1 В
13. Даны электроды $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} (\alpha = 0,3)$ и $\text{Mn} / \text{Mn}^{2+} (\alpha = 0,5)$. Вычислите их электродные потенциалы э.д.с. элемента при 25 °C. Запишите схему цепи и уравнения электродных процессов и реакции протекающей в элементе.
 1. 87,7 В; -18,81 В; 14 В
 2. -0,778 В; -1,188 В; 0,410 В
 3. -7,78 В; -118,8 В; 41,5 В
14. Вычислите потенциалы при 25 °C для электродов $\text{Ni} \mid \text{Ni}^{2+} (\alpha = 0,01)$ и $\text{Ag} \mid \text{Ag}^+ (\alpha = 0,2)$. Составьте из них

- элемент и вычислите его э. д. с. Напишите уравнения электродных реакций и реакции, протекающей в элементе.
1. -0,279 В; 0,758 В; 1,037 В
 2. -2,79 В; 7,58 В; 37,01 В
 3. 97,2 В; 85,7 В; 73,1 В
 15. Даны электроды $\text{Pt} \mid \text{Br}_2(\text{ж}), - (\alpha = 0,1)$ и $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{2+} (\alpha = 0,2), \text{Fe}^{3+} (\alpha = 0,1)$. Вычислите их электродные потенциалы при 25 °С. Составте из них элемент и определите его э. д. с. Напишите уравнения электродных реакций и реакции, протекающей в элементе.
 1. 7,53 В; 12,4 В; 3,71 В
 2. 0,753 В; 1,124 В; 0,371 В
 3. 35,7 В; 24,1 В; 71,3 В
 16. Вычислите значение диффузионного потенциала при 25 °С, возникающего на границе соприкосновения двух растворов хлорида лития, молярность которых 0,01 и 0,001 моль/кг. Средние коэффициенты активности ионов в общих растворах считать равными единице. Подвижности ионов Li^+ и Cl^- равны соответственно 38,7 и 76,3 См см²/моль. Определите, какой из растворов зарядится положительно.
 1. 9,1 В
 2. 1,9 В
 3. 0,019 В
 17. Вычислите э. д. с. элемента при 25°С:
 $\text{Cd} \mid \text{CdSO}_4 (\alpha = 0,05) \parallel \text{CdSO}_4 (\alpha = 0,5) \mid \text{Cd}$. Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение. За счет какого процесса возникает электродвижущая сила в элементе?
 1. 0,029 В
 2. 2,9 В
 3. 9,2 В

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	3	1	3	1	1	2
10	11	12	13	14	15	16	17	
3	2	1	2	1	2	3	1	

4.2.1. Вопросы и упражнения к теме «Электродные процессы. Гальванические элементы»

1. Что такое гальванический элемент? В каких местах и какие скачки потенциалов возникают в гальваническом элементе?
2. Как объяснить возникновение скачка потенциалов на границе металл/раствор?
3. Что такое электродный потенциал металла? От каких факторов зависит его величина? Напишите математическое выражение для величины электродного потенциала и поясните его.
4. Что такое диффузионный потенциал? Как объяснить его возникновение? Напишите математическое выражение для величины диффузионного потенциала и поясните его.
5. Что такое мембранный потенциал? Как он возникает и каково его биологическое значение?
6. Как вычисляется электродвижущая сила гальванического элемента? Почему при расчете часто пренебрегают диффузионным потенциалом? В каких случаях нельзя им пренебрегать? Как собирается гальванический элемент, чтобы диффузионный потенциал был устранен?
7. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в цепи в целом, для следующих гальванических элементов:
 - a) $\text{Mg} \mid \text{MgSO}_4 \parallel \text{NiSO}_4 \mid \text{Ni}$
 - b) $\text{Zn} \mid \text{ZnCl}_2 \parallel \text{KCl}_{\text{насыщ.}} \mid \text{HgCl} \mid \text{Hg}$
 - в) $\text{Pt}, \text{H}_2 (p = 101,3 \text{ кПа}) \mid \text{HCl} \mid \text{Cl}_2 (p = 101,3), \text{Pt}$
 - г) $\text{Cd} \mid \text{CdSO}_4, \text{Hg}_2\text{SO}_4 \mid \text{Hg}$
8. Составьте цепи, в которых идут следующие реакции:
 - a) $\text{CoSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Co}$
 - b) $\text{CuCl}_2 + 2\text{Hg} = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{Cu}$
 - в) $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$
 - г) $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2 = 2\text{HNO}_3 + 2\text{Ag}$Запишите уравнения процессов, протекающих на электродах.
9. Что такое стандартный водородный электрод? Напишите, какая на нем идет реакция, если он является: а) положи-

- тельным и б) отрицательным электродом в элементе. Для какой цели он применяется?
10. Что такое каломельный электрод? Напишите, какая на нем идет реакция, если он является: а) положительным и б) отрицательным электродом в элементе. Для какой цели он применяется?
 11. Что такое электрохимический ряд напряжения металлов? Как он составляется?
 12. Что такое концентрационная цепь? Разберите на примере. Какие процессы протекают на электродах? За счет какого процесса возникает ток в этом элементе? Для какой цели используются концентрационные элементы?
 13. Какие электроды применяются при определении рН электрометрическим методом? Напишите и поясните формулы, применяемые для определения величины рН.
 14. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и во всей цепи в следующих гальванических элементах:
 - а) $\text{Pt} \mid \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+} \parallel \text{Cr}^{3+}, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ \mid \text{Pt}$;
 - б) $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+} \parallel \text{Mn}^{2+}, \text{MnO}_4^-, \text{H}^+ \mid \text{Pt}$
 15. Что такое коррозии металлов? В чем состоит сущность электрохимической коррозии металлов? Поясните на примере.
 16. Изложите основные методы защиты металлов от коррозии.

4.3. Задачи к теме «Электролиз»

1. Ток силой 1,2А проходит через раствор хлорида меди (II) в течение 2 ч. Сколько меди выделится на катоде?
 1. 2,845 г
 2. 8,45 г
 3. 54,8 г
2. Через раствор сульфата натрия в течение 10 мин пропускают ток силой 0,5А. Какие продукты и в каких количествах образуются на катоде и аноде, если электроды платиновые, анодное и катодное пространство разделены диафрагмой?
 1. 3,2г H_2 ; 4,9г O_2 ; 0,124г NaOH ; 2,5г H_2SO_4
 2. 0,0031г H_2 ; 0,0249г O_2 ; 0,124г NaOH ; 0, г H_2SO_4
 3. 4,2г H_2 ; 9,4г O_2 ; 8,2г NaOH ; 5,2г H_2SO_4

3. При прохождении тока через раствор гидроксида натрия в течение 2 мин выделился при 18°C и давлении 96,6 кПа водород объемом 30 см³. Найти силу тока.
1. 1,97 А
 2. 7,5 А
 3. 2,9 А
4. Ток силой 3 А выделяет из раствора хлорида золота (II) в течение 1 ч золото массой 4,905 г. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
1. 65,7 г/моль
 2. 57,6 г/моль
 3. 75,6 г/моль
5. При прохождении тока силой 0,5 А за 1 ч из раствора сульфата меди (II) выделилась медь массой 0,5927 г. Определите молярную массу эквивалента меди.
1. 77,31 г/моль
 2. 31,77 г/моль
 3. 17,73 г/моль
6. Через растворы сульфата меди, нитрата свинца и хлорида сурьмы (III) проходит 3600 Кл электричества. Какова масса каждого металла, выделившегося на катоде?
1. 1,19 г меди; 3,87 г свинца; 1,51 г сурьмы
 2. 19,1 г меди; 78,3 г свинца; 51,1 г сурьмы
 3. 2,3 г меди; 83,7 г свинца; 11,5 г сурьмы
7. Ток силой 1,5 А проходит через раствор хлорида висмута (III) в течение 20 мин. Найдите массу разложившегося электролита.
1. 9,61 г
 2. 1,96 г
 3. 16,9 г
8. Ток силой 1,5 А выделяет из раствора сульфата кадмия в течение 40 мин кадмий массой 2,283 г. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла. Какое вещество и какой массой выделилось на угольном аноде при нормальных условиях?
1. 61,2 г; 209 г O₂
 2. 12,6 г; 9,20 г O₂
 3. 6,19 г; 2,12 г O₂

9. Какое количество электричества надо пропустить через раствор для никелирования, чтобы утюг поверхностью 500 см^2 покрылся слоем никеля толщиной $0,015 \text{ мм}$, если плотность никеля равна $8,8 \text{ г/см}^3$?
1. 17002 Кл
 2. 21700 Кл
 3. 15700 Кл
10. Сколько времени надо пропускать ток силой 1 А через раствор нитрата серебра, чтобы покрыть предмет, поверхность которого равна 150 см^2 , слоем серебра толщиной $0,01 \text{ мм}$? Плотность серебра равна $10,5 \text{ г/см}^3$.
1. $23,5 \text{ мин}$
 2. $35,2 \text{ мин}$
 3. $52,4 \text{ мин}$
11. Через раствор сульфата меди (II), в который опущены медные электроды, в течение 3 ч пропускали ток силой $1,5 \text{ А}$. Какие процессы происходили у анода и катода? Как изменилась масса анода?
1. $33,5 \text{ г}$
 2. $5,33 \text{ г}$
 3. $7,88 \text{ г}$
12. При рафинировании меди из раствора выделяется медь массой 338 г при прохождении 1080 Кл электричества. Вычислите выход по току.
1. 78%
 2. 85%
 3. 95%

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6
1	2	1	1	2	1
7	8	9	10	11	12
2	1	2	1	2	3

4.3.1. Вопросы и упражнения к теме «Электролиз»

1. Почему металлы и растворы проводят электрический ток? К проводникам какого рода относятся расплавы солей?

2. От каких факторов зависит электрическая проводимость растворов?
3. Что такое удельная электрическая проводимость? Укажите и объясните, как она изменяется с разбавлением. Начертите соответствующий график.
4. Что называется эквивалентной электрической проводимостью? Как она изменяется с разбавлением? Какое объяснение этого изменения дается для слабых и для сильных электролитов?
5. Как определяется эквивалентная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении сильных и слабых электролитов?
6. Напишите и поясните математическое выражение закона Кольрауша?
7. Что такое абсолютная скорость иона? Как она определяется? Для какой цели используется?
8. Для каких целей используется измерение электрической проводимости растворов?
9. Укажите и объясните, как изменяется электрическая проводимость при титровании сильной щелочью раствора:
а) сильной кислоты и б) слабой кислоты.

ГЛАВА 5. КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

5.1. Тестовые задания

1. Аддитивность – это:
 - 1) суммирующее коагулирующее действие электролитов;
 - 2) один электролит ослабляет действие другого;
 - 3) один электролит усиливает действие другого;
 - 4) взаимная коагуляция.
2. Порог коагуляции – это: а) переход скрытой коагуляции в явную; б) переход явной коагуляции в скрытую; в) максимальное количество электролита, которое нужно добавить к 1 л золя, чтобы вызвать коагуляцию; г) минимальное количество электролита, которое нужно добавить к 1 л золя, чтобы вызвать коагуляцию:
 - 1) а;
 - 2) а, в;
 - 3) а, г;
 - 4) б, в;
3. Лиофобный коллоидный раствор – это:
 - 1) гель;
 - 2) эмульсия;
 - 3) золь;
 - 4) истинный раствор.
4. Коллоидный раствор, который потерял текучесть – это:
 - 1) студень;
 - 2) гель;
 - 3) золь;
 - 4) суспензия.
5. Капля крови – это:
 - 1) золь;
 - 2) гель;
 - 3) истинный раствор.
6. Сгусток крови – это:
 - 1) золь;
 - 2) гель;
 - 3) студень;
 - 4) суспензия.

7. При скрытой коагуляции образуются частицы...
 - 1) видимые невооруженным глазом;
 - 2) невидимые вооруженным глазом;
 - 3) видимые вооруженным глазом;
 - 4) невидимые невооруженным глазом.
8. При явной коагуляции образуются частицы...
 - 1) видимые невооруженным глазом;
 - 2) невидимые вооруженным глазом;
 - 3) видимые вооруженным глазом;
 - 4) невидимые невооруженным глазом.
9. В лиофильных коллоидных растворах взаимодействие между ДФ и ДС: а) ярко выражено; б) отсутствует; в) не имеет значения; г) выражено незначительно, ДФ – дисперсная фаза; ДС – дисперсионная среда.
 - 1) а;
 - 2) б;
 - 3) а, в;
 - 4) б, в;
 - 5) г.
10. В лиофобных коллоидных растворах взаимодействие между ДФ и ДС: а) ярко выражено; б) отсутствует; в) не имеет значения; г) выражено незначительно. ДФ – дисперсная фаза; ДС – дисперсионная среда.
 - 1) а, г;
 - 2) б, г;
 - 3) в, г;
 - 4) в.
11. Если граница в электрическом поле перемещается к аноду, то она заряжена:
 - 1) положительно;
 - 2) отрицательно;
 - 3) не имеет значения.
12. Если граница в электрическом поле перемещается к катоду, то она заряжена:
 - 1) положительно;
 - 2) отрицательно;
 - 3) не имеет значения.

13. Коагуляцию вызывают следующие факторы: а) температура; б) добавление электролита; в) ультразвук; г) механические воздействия.
 - 1) а, б, г;
 - 2) б, в, г;
 - 3) а, б, в;
 - 4) а, б, в, г.
14. Правило Шульце-Гарди: коагулирующее действие иона коагулянта тем больше, чем...
 - 1) меньше его заряд;
 - 2) величина заряда и радиуса значения не имеет;
 - 3) больше его заряд;
 - 4) больше его радиус.
15. Коагулирующее действие электролита определяется правилом...
 - 1) Панета-Фаянса;
 - 2) Шульце-Гарди;
 - 3) Ребиндера;
 - 4) Шилова.
16. Электроосмос – это перемещение в электрическом поле...
 - 1) дисперсионной среды относительно неподвижной дисперсной фазы;
 - 2) дисперсной фазы относительно неподвижной дисперсионной среды;
 - 3) дисперсной фазы и дисперсионной среды одновременно.
17. Электрофорез – это перемещение в электрическом поле...
 - 1) дисперсионной среды относительно неподвижной дисперсной фазы;
 - 2) дисперсной фазы относительно неподвижной дисперсионной среды;
 - 3) дисперсной фазы и дисперсионной среды одновременно.
18. Взаимная коагуляция – это...
 - 1) суммирующее коагулирующее действие электролитов;
 - 2) один электролит усиливает действие другого;
 - 3) если к золью отрицательно заряженному добавить золь положительно заряженный;
 - 4) один из электролитов ослабляет действие другого.

19. Антагонизм – это...
 - 1) суммирующее коагулирующее действие электролитов;
 - 2) один из электролитов ослабляет действие другого;
 - 3) один электролит усиливает действие другого;
 - 4) взаимная коагуляция.
20. Синергизм – это...
 - 1) суммирующее коагулирующее действие электролитов;
 - 2) один из электролитов ослабляет действие другого;
 - 3) один электролит усиливает действие другого;
 - 4) взаимная коагуляция.
21. При нанесении на хроматографическую бумагу смеси конго красного и индиго кармина в центре образуется красное пятно, а по краям – синее, следовательно, лучше адсорбируется:
 - 1) конго красный;
 - 2) индиго кармин.
22. Коллоидные растворы – системы термодинамически:
 - 1) устойчивые в отсутствии стабилизатора;
 - 2) устойчивые в присутствии стабилизатора;
 - 3) неустойчивые в присутствии стабилизатора;
 - 4) присутствие стабилизатора значения не имеет.
23. Адсорбционный слой мицеллы составляют: а) потенциалопределяющие ионы; б) противоионы; в) молекулы электролита; г) молекулы неэлектролита.
 - 1) а, б;
 - 2) б, в;
 - 3) в, г;
 - 4) а, в.
24. Способность мелкопористых мембран задерживать частицы дисперсной фазы и свободно пропускать ионы и молекулы называется:
 - 1) коагуляцией;
 - 2) диализом;
 - 3) седиментацией;
 - 4) опалесценцией.
25. К молекулярно-кинетическим свойствам коллоидных систем относятся:

- а) броуновское движение; б) светорассеивание; в) диффузия; г) опалесценция; д) седиментация; е) осмотическое давление.
- 1) а, б, в, г;
 - 2) а, д, г, е;
 - 3) а, в, д, е;
 - 4) б, г, д, е.
26. Гранулой мицеллы называют агрегат вместе с:
- 1) адсорбционным слоем;
 - 2) адсорбционным и диффузионным слоями;
 - 3) диффузионным слоем;
 - 4) потенциалопределяющими ионами.
27. К дисперсионным методам получения коллоидных растворов относят следующие методы:
- а) механические; б) ультразвуковой; в) пептизацию; г) окисления; д) восстановления.
- 1) а, в, г;
 - 2) б, в, г;
 - 3) а, б, в;
 - 4) а, б, д.
28. Правило Шульце – Гарди: коагулирующим действием обладает ион электролита:
- 1) заряд которого противоположен заряду гранулы;
 - 2) одного и того же знака с зарядом гранулы;
 - 3) знак заряда значения не имеет;
 - 4) радиус которого больше;
 - 5) радиус которого меньше.
29. Какой вид устойчивости теряют коллоидные системы при коагуляции:
- 1) кинетическую;
 - 2) конденсационную;
 - 3) агрегативную;
 - 4) седиментационную.
30. При образовании мицеллы потенциалопределяющие ионы адсорбируются по правилу:
- 1) Шульце-Гарди;
 - 2) Ребиндера;

- 3) Панета-Фаянса;
- 4) Шилова.
- 31. Рассеивание света в коллоидных системах и наблюдающееся при этом изменение окраски коллоида называется:
 - 1) эффектом Тиндаля;
 - 2) диффузией;
 - 3) седиментацией;
 - 4) опалесценцией.
- 32. Пептизацией называется процесс перехода под действием пептизаторов:
 - а) любого осадка в золь; б) свежее охлажденного осадка в золь;
 - в) золя в гель; г) геля в золь.
 - 1) а, б;
 - 2) б, в;
 - 3) а, г;
 - 4) б, г.
- 33. К веществам способным вызвать коагуляцию относят:
 - 1) электролиты;
 - 2) белки;
 - 3) полисахариды;
 - 4) ПАВ.
- 34. К электрокинетическим свойствам дисперсных систем относят:
 - а) электродиализ; б) электроосмос; в) электрофорез; г) эффект Тиндаля; д) опалесценцию.
 - 1) а, б, в;
 - 2) б, в, г;
 - 3) б, в;
 - 4) а, б, д.
- 35. Диализ – это способность мелкопористых мембран:
 - 1) задерживать частицы дисперсной фазы и свободно пропускать ионы и молекулы;
 - 2) задерживать ионы и молекулы и свободно пропускать дисперсную фазу;
 - 3) задерживать нерастворимые частицы и свободно пропускать ионы, молекулы и дисперсную фазу.
- 36. Мицеллу образует:

- 1) гранула и диффузный слой;
 - 2) агрегат и диффузный слой;
 - 3) гранула с диффузным и адсорбционным слоем;
 - 4) агрегат с адсорбционным слоем.
37. К конденсационным методам получения коллоидных растворов относят следующие: а) окисление; б) восстановление; в) обменное разложение; г) гидролиз; д) замены растворителя; е) электрический.
- 1) а, б, в, г;
 - 2) б, в, г, д;
 - 3) а, б, в, г, д;
 - 4) а, б, в, г, д, е.
38. Правило Шульце-Гарди: коагулирующее действие иона-коагулянта тем больше, чем...
- 1) меньше его заряд;
 - 2) больше его радиус;
 - 3) больше его заряд;
 - 4) меньше его радиус.
39. Порог коагуляции золя сульфатом магния меньше, чем нитратом бария. Как заряжены частицы золя?
- 1) положительно;
 - 2) отрицательно;
 - 3) заряда не имеют.
40. В коллоидных растворах самостоятельно протекают процессы агрегации при этом:
- 1) поверхностная энергия увеличивается;
 - 2) поверхностная энергия уменьшается;
 - 3) величина поверхностной энергии не изменяется.
41. Ионы, первыми адсорбирующиеся на поверхности агрегата, называются:
- 1) потенциалопределяющими;
 - 2) диффузным слоем;
 - 3) противоионами;
 - 4) адсорбционным слоем.
42. Методы очистки коллоидных растворов: а) диализ; б) коагуляция; в) седиментация; г) ультрафильтрация; д) электродиализ.

- 1) а, б, в;
 - 2) а, г, д;
 - 3) а, г, в;
 - 4) б, в, г, д.
43. К оптическим свойствам коллоидных систем относят:
- а) седиментацию; б) опалесценцию; в) эффект Тиндаля;
 - г) дифракцию; д) диффузию.
- 1) а, б, в;
 - 2) б, в, г;
 - 3) а, в, г;
 - 4) б, в, д.
44. Седиментация – это:
- 1) оседание частиц под действием сил тяжести;
 - 2) взаимодействие частиц с образованием крупных агрегатов;
 - 3) отталкивание частиц друг от друга.
45. Лиофобные коллоидные растворы образуются при: а) малой растворимости дисперсной фазы; б) определенном размере частиц дисперсной фазы; в) присутствии катализатора.
- 1) а, б;
 - 2) а, в;
 - 3) а, б, в;
 - 4) б, в.
46. Процесс слипания коллоидных частиц с образованием более крупных агрегатов из-за потери агрегативной устойчивости называется:
- 1) седиментация;
 - 2) коацервация;
 - 3) коагуляция;
 - 4) коллоидная защита;
 - 5) диализ.
47. Повышение агрегативной устойчивости лиофобных золей при добавлении к ним ВМС называется:
- 1) коагуляция;
 - 2) седиментация;
 - 3) коацервация;
 - 4) флокуляция.

48. Уменьшение агрегативной устойчивости лиофобных золей при добавлении небольших количеств ВМС называется:
- 1) коагуляция;
 - 2) флокуляция;
 - 3) коацервация;
 - 4) коллоидная защита;
 - 5) опалесценция.
49. Электрокинетический потенциал (ξ) – это потенциал между:
- 1) твердой и жидкой фазами;
 - 2) адсорбционным и диффузным слоем;
 - 3) ядром и противоионами;
 - 4) потенциалопределяющими ионами и противоионами.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3	3	2	1	3	2	1	1	2	2	1
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4	3	2	1	2	1	2	3	1	1	1	2
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3	2	1	1	3	3	4	4	1	3	1	1
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
3	3	1	2	1	2	2	1	1	3	4	2
49											
2											

5.2. Вопросы и упражнения

- а). Характеристика и классификация коллоидных систем**
1. Какое положение занимают коллоидные системы в общей системе дисперсных систем?
 2. В чем состоит принципиальное отличие коллоидных систем и истинных растворов?
 3. Охарактеризуйте предмет и задачи коллоидной химии. Какова взаимосвязь коллоидной химии с химической и биологической науками?
 4. Какие системы называются коллоидными? Каково их биологическое и народно-хозяйственное значение?

5. Какими способами можно отличить коллоидные системы от истинных растворов?
6. «Коллоидные вещества», «вещества в коллоидном состоянии». Какое из приведенных выражений более правильное и почему?
7. Коллоидные системы образуют только вещества, которые в данном растворителе нерастворимы. Чем же объясняется их относительная устойчивость? Какова причина устойчивости растворов ВМС?
8. Каково значение размеров частиц и наличие поверхности раздела для свойств коллоидных систем?
9. К какой группе дисперсных систем будут относиться системы с диаметром частиц 10^{-5} см и 10^{-8} см? Почему?
10. Какие свойства коллоидных систем относятся к молекулярно-кинетическим? Почему они так называются?
11. От каких факторов зависит скорость диффузии частиц в растворах?
12. С уменьшением диаметра коллоидных частиц возрастает их броуновское движение. Чем это объяснить?
13. Дайте определение понятиям: кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. От каких факторов они зависят?
14. В чем сущность эффекта Фарадея- Тиндала? Почему он наблюдается только в коллоидных системах?
15. Что такое опалесценция? Приведите примеры опалесценции в коллоидных системах.
16. Чем отличается ультрамикроскоп от микроскопа биологического? Для чего он применяется?
17. Дайте классификацию коллоидных систем: а) с точки зрения их агрегатного состояния; б) в зависимости от природы растворителя.
18. Как классифицируются коллоидные системы по интенсивности межмолекулярного взаимодействия на границе фаз? Дайте характеристику каждому классу и приведите примеры. Какие системы называются полукolloидными?
19. Почему ВМС, ранее относившиеся к лиофильным коллоидам, теперь выделены в особый класс? Дайте обоснованный ответ.

б) Электрические свойства коллоидных систем. Строение мицелл.

20. В чем состоит сущность опыта Рейса? Какие выводы были сделаны на его основе?
21. Почему скорость движения коллоидных частиц в электрическом поле примерно того же порядка, как и скорость движения простых ионов, хотя размеры коллоидных частиц во много раз превышают размеры простых ионов?
22. Чем объяснить, что вязкость и электрическая проводимость лиофобных золей примерно равны вязкости и электрической проводимости растворителя?
23. Что такое электрофорез и электроосмос? Как объясняются эти явления? Укажите практическое применение электрофореза и электроосмоса.
24. Что такое диализ? Каково устройство диализатора и электродиализатора? Почему при длительном диализе происходит разрушение золя? Где и для каких целей в производстве применяется диализ?
25. Какую роль играет мембрана при диализе коллоидных систем?
26. Почему с увеличением разности концентраций электролита в диализаторе по разным сторонам мембраны диализ ускоряется?
27. Почему при электродиализе используется только постоянный электрический ток?
28. Каково назначение диализа, электродиализа и ультрафильтрации?
29. Что такое электрокинетический (дзета) потенциал? Как он возникает и от каких факторов зависит его величина?
30. Какое различие между дзета-потенциалом и термодинамическим потенциалом? Почему дзета-потенциал не может быть больше термодинамического?
31. Как изменяется величина дзета-потенциала при уменьшении числа противоионов в адсорбционном слое? А в каких случаях дзета-потенциал равен нулю?
32. Какая существует связь между толщиной двойного электрического слоя, величиной дзета-потенциала и устойчивостью золя?

33. Какое влияние будут оказывать на величину дзета-потенциала введение в золь ионов щелочноземельных металлов? Влияние, каких ионов сильнее? А в каких случаях происходит перезарядка гранул коллоидных частиц?
34. Каково строение мицелл лиофобных зольей? Покажите это на примере мицеллы золя сульфида сурьмы (3). Почему адсорбционный слой коллоидной частицы называют ионогенным, а диффузионный – противоионным?
35. В чем сущность правила Пескова-Фаянса? Покажите это на конкретных примерах.
36. Какой коллоидный агрегат называется мицеллой? Что такое гранула?
37. Перечислите золи, гранулы которых имеют положительные и отрицательные заряды.
38. Назовите методы определения заряда гранул в золях.
39. Какое строение коллоида называется изоэлектрическим? Как оно определяется? Приведите примеры строения мицеллы каких-либо зольей в изоэлектрическом состоянии.

в) Методы получения коллоидных систем

40. На какие две основные группы можно разделить все методы получения коллоидных систем? В каких случаях применяется та или другая группа методов?
41. Перечислите методы получения коллоидных систем путем физического и химического диспергирования. Приведите примеры.
42. Какие вы знаете типы коллоидных мельниц? Приведите примеры их применения.
43. К какому типу относится метод получения зольей при помощи ультразвука? Ответ обоснуйте.
44. В чем состоит сущность химического диспергирования? Какие вещества называются пептизаторами и какова их роль в образовании зольей?
45. В чем состоит сущность непосредственной и посредственной пептизации? Покажите на конкретных примерах.
46. Почему метод электрического диспергирования может быть отнесен и к методам конденсации?
47. Перечислите методы получения коллоидных систем путем физической и химической конденсации. Приведите примеры.

48. Напишите уравнения реакций, выражающих процессы, происходящие при получении золя гидроксида железа (III) методом гидролиза. Изобразите строение мицеллы данного золя в виде формулы.
49. Одним из методов получения зольей является метод двойного обмена. В чем его сущность? Покажите на конкретном примере. При любых ли концентрациях реагирующих веществ можно получить золь?
50. В чем состоит сущность получения зольей методом крайних концентраций Веймарна? Рассмотрите на примере получения золя берлинской лазури.
51. Напишите формулу мицеллы сульфата бария, полученного сливанием одинакового объема сильно разбавленного раствора хлорида бария и менее разбавленного раствора серной кислоты.
52. Напишите формулу мицеллы золя бромида серебра, полученного при взаимодействии разбавленного раствора нитрата серебра с избытком бромида натрия. Какой заряд будет иметь гранула?
53. Напишите формулу мицеллы золя йодида серебра, полученного при взаимодействии разбавленного раствора йодида калия и избытка нитрата серебра. Какой заряд будет иметь гранула?
54. Золь йодида серебра получен добавлением к 20 мл раствора с $(KJ)=0,01$ моль/л 28 мл раствора с $(AgNO_3)=0,005$ моль/л. Напишите формулу мицеллы полученного золя и определите направление движения гранулы золя йодида серебра при электрофорезе.
55. Золь бромида серебра получен реакцией двойного обмена 20 мл раствора с $(AgNO_3)=0,005$ моль/л и 30 мл раствора с $(KBr)=0,0025$ моль/л. Напишите формулу мицеллы полученного золя и определите направление движения гранулы бромида серебра при электрофорезе.
56. Свежеполученный, отмытый от электролита осадок гидроксида железа (III) разделили на две порции. К одной добавили небольшое количество хлорида железа (III), а к другой – соляной кислоты. В том и в другом случае образовался золь гидроксида железа (III). Напишите формулы мицелл золя. Какой заряд будут иметь их гранулы?

г) Коагуляция

57. Перечислите факторы устойчивости коллоидных систем.
58. Что такое кинетическая и агрегативная устойчивость золей? От каких факторов каждая из них зависит?
59. Дайте определение понятиям: коагуляция, седиментация, скрытая коагуляция, явная коагуляция.
60. Перечислите факторы, при действии которых может наступить коагуляция золей.
61. Что такое критический потенциал? При какой величине критического потенциала коагуляция золей будет наибольшей?
62. Что называется порогом коагуляции? Как он определяется?
63. Сформулируйте правило значности Шульце-Гарди и приведите примеры, подтверждающие его.
64. В чем проявляется особенность коагуляции золей под действием смеси электролитов? Что такое аддитивность, синергизм и антагонизм ионов? Покажите это графически. Как эти явления объясняются? Покажите роль явления антагонизма ионов в жизни живых существ.
65. Что такое взаимная коагуляция? Какое практическое применение находит это явление?
66. В чем сущность явления перезарядки золей? Какие существуют методы для определения заряда частиц золей?
67. Какое явление называется привыканием?
68. Какое явление называют высаливанием и почему?
69. Какие ряды называются лиотропными? Что они показывают?
70. Какое явление называется коллоидной защитой? Какое практическое применение оно находит? Что является мерой защитного действия?
71. Получены два золя йодида серебра: один из них приливанием 16 мл раствора нитрата серебра молярной концентрации 0,05 моль/л к 20 мл раствора йодида калия молярной концентрации 0,05 моль/л, а другой приливанием 16 мл раствора йодида калия к 20 мл раствора нитрата серебра тех же молярных концентраций. Будут ли наблюдаться какие-либо явления при сливании их в общий сосуд?
72. Золь бромида серебра получен реакцией двойного обмена 16 мл раствора нитрата серебра молярной концентрации 0,005 моль/л и 40 мл раствора бромида калия молярной

- концентрации 0,0025 моль/л. Какой из двух электролитов – MgSO_4 или $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – будет иметь больший порог коагуляции для полученного золя?
73. Дан золь гидроксида железа (III) и золь сульфида сурьмы (III). Для коагуляции этих золь применили растворы одинаковой молярной концентрации эквивалента следующих солей: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, AlCl_3 , Na_2SO_4 и $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Какого раствора потребовалось для коагуляции каждого из золь наименьшее и наибольшее количество?
74. Как расположатся пороги коагуляции (в моль/ м^3) в ряду растворов солей NaCl , AlCl_3 , Na_2SO_4 и NaH_2PO_4 для золя гидроксида железа (III), полученного методом гидролиза? Дайте пояснения.
75. Как расположатся пороги коагуляции (в моль/ м^3) в ряду растворов солей AlCl_3 , MgSO_4 , NaH_2PO_4 для отрицательно заряженного золя диоксида кремния? Дайте пояснения.
76. Как объяснить, что при смешивании различных чернил иногда происходит выпадение осадка?

5.3. Задачи к теме «Коагуляция»

1. Пороги коагуляции электролитов для некоторого гидрозоль равны: $C_{\text{NaNO}_3}=300$ моль/л, $C_{\text{MgCl}_2}=25$ моль/ м^3 , $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=295$ моль/ м^3 , $C_{\text{AlCl}_3}=0,5$ моль/ м^3 . Какой заряд несут частицы золя?
1. отрицательный;
 2. положительный.
2. Чтобы вызвать коагуляцию золя гидроксида железа (III) объемом 10 мл, в каждом случае потребовалось прилить раствор хлорида натрия объемом 7,6 мл молярной концентрации 2 моль/л, раствор сульфата натрия объемом 11 мл молярной концентрации эквивалента 0,001 моль/л. Определите знак заряда частиц золя и вычислите порог коагуляции каждого электролита.
1. 250; 22; 35,1 моль/ м^3 ;
 2. 1520; 11; 1,35 моль/ м^3 ;
 3. 20,51; 44; 53,1 моль/ м^3 .
3. Чтобы вызвать коагуляцию золя сульфида мышьяка (III) объемом 10 мл, в каждом случае потребовалось прилить

раствор хлорида натрия объемом 0,25 мл молярной концентрации 2 моль/л, раствор хлорида алюминия объемом 2,76 мл молярной концентрации эквивалента 0,001 моль/л. Какой заряд имеют частицы? Чему равен порог коагуляции каждого электролита?

1. 45; 75; 76,2 моль/м³;
2. 1,5; 31; 27,6 моль/м³;
3. 50; 1,3; 0,276 моль/м³.
4. Для коагуляции золя гидроксида железа (III) объемом 10 мл в каждом случае были добавлены раствор хлорида калия объемом 1,05 мл молярной концентрации 1 моль/л, раствор сульфата натрия объемом 6,25 мл молярной концентрации эквивалента 0,01 моль/л и раствор фосфата натрия объемом 3,7 мл молярной концентрации эквивалента 0,001 моль/л. Определите: а) пороги коагуляции; б) заряд частицы золя, в) отношение коагулирующей способности ионов.
 1. а) 105; 6,25; 0,37 моль/м²; б) положительный; в) 1:17:284.
 2. а) 501; 525; 73 моль/м²; б) отрицательный; в) 17:1:824.
 3. а) 25; 255; 48 моль/м²; б) положительный; в) 842:3:20.
5. Порог коагуляции раствора бихромата калия молярной концентрации эквивалента 0,02 моль/л по отношению к золю оксида алюминия равен 1,26 моль/м³. Определите объем раствора электролита, необходимый для коагуляции этого золя объемом 10 мл.
 1. 36 мл; 2. 0,63 мл; 3. 7,5 мл.
6. Пороги коагуляции электролитов для золя сульфида мышьяка (III) равны: $C_{\text{NaCl}}=60$ моль/м, $C_{\text{MgCl}_2}=2,88$ моль/м, $C_{\text{AlCl}_3}=0,3$ моль/м, $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=58,6$ моль/м. Определите заряд гранул золя сульфида мышьяка и отношение коагулирующей способности ионов.
 1. отрицательный; 1:20:200;
 2. положительный; 200:20:1.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6
1	2	3	1	2	1

ГЛАВА 6. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ. АДсорбция

6.1. Тестовые задания

1. Ионы лучше адсорбируются на:
 - 1) полярных адсорбентах;
 - 2) адсорбент значения не имеет;
 - 3) неполярных адсорбентах.
2. Из неполярных растворителей с ростом длины гидрофобного радикала величина адсорбции:
 - 1) увеличивается;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не меняется.
3. Из полярных растворителей с ростом длины гидрофобного радикала величина адсорбции:
 - 1) увеличивается;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не меняется.
4. Изотерма адсорбции Ленгмюра характеризуется уравнением:
 - 1) $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc}$;
 - 2) $\Gamma = k c$;
 - 3) $\frac{x}{m} = k c^{1/n}$;
 - 4) $\Gamma = \frac{\Delta c V}{m}$.
5. Изотерма адсорбции Фрейндлиха характеризуется уравнением:
 - 1) $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc}$;
 - 2) $\Gamma = k c$;
 - 3) $\frac{x}{m} = k c^{1/n}$;
 - 4) $\Gamma = \frac{\Delta c V}{m}$.

6. Выберите верное утверждение:
 - 1) величина адсорбции прямо пропорциональна давлению газа;
 - 2) величина адсорбции обратно пропорциональна давлению газа;
 - 3) величина адсорбции прямо пропорциональна давлению газа только в области малых значений давления;
 - 4) величина адсорбции не зависит от давления газов.
7. Чем легче конденсируются газы, тем:
 - 1) труднее они сорбируются на твердых адсорбентах;
 - 2) легче они сорбируются на твердых адсорбентах;
 - 3) процесс адсорбции не зависит от температуры конденсации газов.
8. Адсорбция газов на твердых адсорбентах – экзотермический процесс, поэтому величина адсорбции при охлаждении:
 - 1) возрастает;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не меняется.
9. Поглощение вещества всей массой адсорбента называется:
 - 1) адсорбцией;
 - 2) абсорбцией;
 - 3) сорбцией;
 - 4) десорбцией.
10. Силикагель лучше адсорбирует вещества из растворов с:
 - 1) полярным растворителем;
 - 2) неполярным растворителем;
 - 3) в одинаковой степени.
11. Уголь лучше адсорбирует вещества из растворов с:
 - 1) полярным растворителем;
 - 2) неполярным растворителем;
 - 3) в одинаковой степени.
12. Краситель фуксин будет лучше адсорбироваться углем из:
 - 1) водных растворов;
 - 2) спиртовых растворов;
 - 3) природа растворителя значения не имеет.
13. Нитробензол из растворов в бензоле будет лучше адсорбироваться:

- 1) на угле;
 - 2) на силикагеле;
 - 3) в одинаковой степени.
14. Нитробензол из водных растворов будет лучше адсорбироваться:
- 1) на угле;
 - 2) на силикагеле;
 - 3) в одинаковой степени.
15. При увеличении температуры значение поверхностного натяжения:
- 1) уменьшается;
 - 2) увеличивается;
 - 3) не изменяется.
16. Согласно правилу Траубе-Дюкло, поверхностная активность с увеличением длины углеводородного радикала на одну CH_2 – группу...
- 1) увеличивается в 3–3,5 раза;
 - 2) не изменяется;
 - 3) уменьшается в 3–3,5 раза.
17. Выберите верное утверждение:
- 1) чем меньше длина углеводородного радикала и больше полярность, тем больше поверхностная активность;
 - 2) чем больше длина углеводородного радикала и меньше полярность, тем больше поверхностная активность;
 - 3) чем меньше длина углеводородного радикала и меньше полярность, тем больше поверхностная активность;
 - 4) нет верного утверждения.
18. Среди перечисленных веществ выберите ПИБ: а) NaNO_3 ; б) NaOH ; в) пальмитат калия; г) H_2SO_4 ; д) бутановая кислота.
- 1) все;
 - 2) а, б, г;
 - 3) а, б, г, д;
 - 4) в, д.
19. Среди перечисленных веществ выберите ПАВ: а) NaCl ; б) желчные кислоты; в) стеарат натрия; г) Na_2SO_4 ; д) фосфолипиды.

- 1) все;
 - 2) б, в, д;
 - 3) а, г;
 - 4) б, в.
20. Для водных растворов ПИВ на границе раздела жидкость-газ характерна:
- 1) положительная величина адсорбции;
 - 2) отрицательная величина адсорбции;
 - 3) ПИВ равномерно распределено по всему объему раствора.
21. Для водных растворов ПАВ на границе раздела жидкость-газ характерна:
- 1) положительная величина адсорбции;
 - 2) отрицательная величина адсорбции;
 - 3) ПАВ равномерно распределено по всему объему раствора.
22. К ПИВ относятся вещества, обладающие:
- 1) положительной поверхностной активностью;
 - 2) отрицательной поверхностной активностью.
23. К ПАВ относятся вещества, обладающие:
- 1) положительной поверхностной активностью;
 - 2) отрицательной поверхностной активностью.
24. Самопроизвольный процесс коагуляции сопровождается:
- 1) уменьшением поверхностной энергии;
 - 2) увеличением поверхностной энергии;
 - 3) при коагуляции поверхностная энергия не изменяется.
25. Уменьшение поверхностной энергии Гиббса происходит за счет самопроизвольного...
- 1) уменьшения межфазной поверхности;
 - 2) увеличения межфазной поверхности;
 - 3) изменение межфазной поверхности не влияет на поверхностную энергию.
26. Выберите верное утверждение:
- 1) атомы или молекулы на границе раздела фаз обладают большей энергией по сравнению с атомами или молекулами в глубине фазы;
 - 2) атомы или молекулы на границе раздела фаз обладают меньшей энергией по сравнению с атомами или молекулами в глубине фазы;

- 3) атомы или молекулы на границе раздела фаз и в глубине фаз обладают одинаковой энергией;
- 4) нет верного утверждения.
27. Выберите верное утверждение:
- 1) чем больше энергия межмолекулярных взаимодействий, тем меньше величина поверхностного натяжения;
- 2) чем меньше энергия межмолекулярных взаимодействий, тем меньше величина поверхностного натяжения;
- 3) величина поверхностного натяжения не зависит от энергии межмолекулярного взаимодействия;
- 4) нет верного утверждения.
28. Единицы измерения поверхностного натяжения:
- 1) н/м;
- 2) н/м²;
- 3) Дж/м;
- 4) Дж/моль · К.
29. При физической адсорбции частицы удерживаются на поверхности адсорбента за счет:
- 1) химического взаимодействия;
- 2) межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса;
- 3) проникновения в поры адсорбента.
30. Чем больше заряд и меньше радиус сольватированного иона, тем его адсорбционная способность:
- 1) выше;
- 2) ниже.
31. Пермутит ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), используемый для умягчения воды, обменивает на ионы Ca^{2+} ...
- 1) Na^+ ;
- 2) Al^{+3} ;
- 3) Si^{+4} ;
- 4) различные ионы.
32. Чем лучше адсорбент растворяется в данном растворителе, тем он адсорбируется из этого растворителя:
- 1) хуже;
- 2) лучше;
- 3) растворимость адсорбента не влияет на адсорбцию.
33. Поглощение вещества поверхностью адсорбента называется:

- 1) адсорбцией;
 - 2) абсорбцией;
 - 3) сорбцией;
 - 4) десорбцией.
34. При адсорбции ПИВ на границе раздела фаз величина поверхностной активности (q) и величина адсорбции (Γ) имеют следующие значения:
- 1) $q < 0, \Gamma < 0$;
 - 2) $q > 0, \Gamma > 0$;
 - 3) $q < 0, \Gamma > 0$;
 - 4) $q > 0, \Gamma < 0$.
35. Из предложенных ионов: K^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} – максимальной адсорбционной способностью обладает:
- 1) K^+ ;
 - 2) Ca^{2+} ;
 - 3) Al^{3+} ;
 - 4) Адсорбционная способность катионов одинакова.
36. Поглощение вещества массой сорбента называется:
- 1) адсорбцией;
 - 2) абсорбцией;
 - 3) сорбцией;
 - 4) десорбцией.
37. При адсорбции ПАВ на границе раздела фаз величина поверхностной активности (q) и величина адсорбции (Γ) имеют следующие значения:
- 1) $q < 0, \Gamma < 0$;
 - 2) $q > 0, \Gamma > 0$;
 - 3) $q > 0, \Gamma < 0$;
 - 4) $q < 0, \Gamma > 0$.
38. На поверхности фермента лучше адсорбируется:
- 1) субстрат;
 - 2) их адсорбция идет в равной степени;
 - 3) продукты распада субстрата.
39. Ионы электролитов лучше адсорбируются на:
- 1) полярных адсорбентах;
 - 2) неполярных адсорбентах;
 - 3) в одинаковой степени.

40. Расположите спирты в порядке увеличения величины поверхностной активности: а) метанол; б) бутанол – 1; в) этанол; г) пропанол – 1
- 1) а, в, г, б;
 - 2) б, г, в, а;
 - 3) а, б, г, в;
 - 4) б, в, г, а.
41. Величина адсорбции углем карбоновых кислот из их водных растворов по мере увеличения длины гидрофобного радикала:
- 1) возрастает;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не изменяется.
42. Анилин из раствора в бензоле будет лучше адсорбироваться:
- 1) на угле;
 - 2) на силикагеле;
 - 3) природа адсорбента значения не имеет.
43. Адсорбция – экзотермический процесс, поэтому при увеличении температуры величина адсорбции:
- 1) уменьшается;
 - 2) увеличивается;
 - 3) не меняется;
 - 4) одинакова.
44. Величина поверхностной энергии уменьшается при:
- а) увеличении поверхности; б) уменьшении поверхности;
 - в) увеличении поверхностного натяжения; г) уменьшении поверхностного натяжения
- 7) б, г;
 - 8) а, в;
 - 9) б, в;
 - 10) а, г.
45. К ПИВ относятся: а) KOH; б) Na_3PO_4 ; в) H_2SO_4 ; г) CH_3COOH ; д) $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$
- 1) г, д;
 - 2) а, б, в;
 - 3) а, б, в, г;
 - 4) а, б.

46. Из ионов одинакового заряда максимальную адсорбционную способность проявляют ионы:
- 1) наибольшего радиуса;
 - 2) величина радиуса иона не имеет значения;
 - 3) наименьшего радиуса.
47. При нанесении на хроматографическую бумагу смеси конго красного и индиго кармина в центре образуется красное пятно, а по краям – синее, следовательно, лучше адсорбируется:
- 1) конго красный;
 - 2) индиго кармин.
48. Из перечисленных веществ: вода, муравьиная кислота – максимальным поверхностным натяжением обладает:
- 1) вода;
 - 2) муравьиная кислота.
49. Из перечисленных веществ: вода, муравьиная кислота – минимальным поверхностным натяжением обладает:
- 1) вода;
 - 2) муравьиная кислота.
50. Молекулярная адсорбция зависит от: а) природы адсорбента; б) природы растворителя; в) природы адсорбата; г) концентрации раствора; д) температуры:
- 1) а, б, в;
 - 2) а, в, г, д;
 - 3) а, б, в, г, д;
 - 4) а, б, г, д.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	1	1	3	3	2	1	2	2	1	1
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	2
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
49	50										
2	3										

6.2. Задачи

1. Вычислить поверхностное натяжение толуола при 50°C , если при медленном выпуске его из сталагмометра масса 38 капель составила 1,486 г. При выпуске из того же сталагмометра воды при той же температуре масса капель ее оказалась равна 2,6570 г. $\tau_{(\text{H}_2\text{O})} = 76,91 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.
 1. $83,2 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$;
 2. $28,30 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$;
 3. $38,2 \cdot 10^{-1} \text{ Н/м}$.
2. Из сталагмометра при 24°C выпустили сначала воду ($\tau = 72,13 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$) затем этанол. При этом число капель составило 29,96. Уменьшится или увеличится поверхностное натяжение этанола и во сколько раз, если температуру повысить до 60°C . ($\tau_{\text{этанола}} = 18,43 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$).
 1. $21,60 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, увеличится в 1,2 раз;
 2. $16,2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}$, уменьшится;
 3. $61,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, не уменьшится.
3. Сколько граммов уксусной кислоты адсорбировалось 1 т угля, если удельная адсорбция уксусной кислоты при 22°C равна $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$?
 1. 8,31 г;
 2. 0,138 г;
 3. 38,1 г.
4. При адсорбции уксусной кислоты из 1 н. раствора и 1 г угля получены следующие данные: $C_n = 1,40 \text{ моль/л}$, $C_p = 0,250 \text{ моль/л}$. Найдите удельную адсорбцию и степень адсорбции (в %).
 1. 1,15 моль/л; 82,14%;
 2. 51 моль/л; 28,1%;
 3. 32,5 моль/л; 128,1%.
5. Вычислите величину адсорбции аргона на угле при $-78,3^{\circ}\text{C}$ в $\text{м}^3/\text{кг}$ (приведенных к нормальным условиям), если давление аргона равно $1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $a = 4,83 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$, $1/n = 0,6024$.
 1. $25 \text{ м}^3/\text{кг}$;
 2. $0,06 \text{ м}^3/\text{кг}$;
 3. $60 \text{ м}^3/\text{кг}$.
6. Вычислите величину адсорбции азота слюдой при температуре 90 К в $\text{м}^3/\text{кг}$ (приведенных к температуре 20°C и давлению $1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$), если давление азота равно 3173 Па , $\Gamma_{\infty} = 0,0385 \text{ м}^3/\text{кг}$, $b = 847$:

1. $40,3 \text{ м}^3/\text{кг}$; 2. $30,4 \text{ м}^3/\text{кг}$; 3. $0,0304 \text{ м}^3/\text{кг}$
7. Вычислите величину адсорбции аргона на угле при -78°C , если давление аргона равно $1,72 \cdot 10^4$ и $7,52 \cdot 10^4 \text{ Па}$, $a = 4,83 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ и $1/n = 0,6024$.
 1. $0,0171$; $0,0418 \text{ м}^3/\text{кг}$;
 2. $1,71$; $41,8 \text{ м}^3/\text{кг}$;
 3. $71,2$; $81,14 \text{ м}^3/\text{кг}$.
8. Сколько граммов уксусной кислоты адсорбируется 2 г угля, если удельная адсорбция кислоты при 25°C равна $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$?
 1. $6,4 \text{ г}$;
 2. $0,0064 \text{ г}$;
 3. $0,192 \text{ г}$.
9. Какое количество (в молях) уксусной кислоты адсорбируется 2 г угля, если удельная адсорбция кислоты при 25°C равна $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/г}$.
 1. $0,0064 \text{ моль}$;
 2. $6,4 \text{ моль}$;
 3. 125 моль .
10. Начальная концентрация вещества в растворе – 440 ммоль/л . После адсорбции из 100 мл раствора 3 г твердого адсорбента концентрация снизилась до 350 ммоль/л . Вычислите величину удельной адсорбции в (моль/г).
 1. $0,003 \text{ моль/г}$;
 2. 3 моль/г ;
 3. 30 моль/г .
11. При адсорбции из 100 мл раствора 1 г угля получены следующие данные: $C_n = 1,40 \text{ моль/л}$; $C_p = 0,25 \text{ моль/л}$. Рассчитайте величину удельной адсорбции (моль/г).
 1. 115 моль/г ;
 2. $0,115 \text{ моль/г}$;
 3. $11,5 \text{ моль/г}$
12. При адсорбции пропионовой кислоты из 1 л водного раствора 1 г угля получены следующие данные: $C_n = 1,40 \text{ моль/л}$ %; $C_p = 0,25 \text{ моль/л}$. Вычислите степень адсорбции в%.
 1. 82% ;
 2. $0,21\%$;
 3. 460% .

13. При адсорбции уксусной кислоты из 200 мл водного раствора 10 г угля получены следующие данные: $C_n = 1,40$ моль/л; $C_p = 1,25$ моль/л. Вычислите степень адсорбции (в%).
- 0,11;
 - 11;
 - 75.

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6
2	1	2	1	2	3
7	8	9	10	11	12
1	3	1	1	2	1
13					
2					

6.3. Вопросы и упражнения

1. Дайте определение понятиям: сорбция, адсорбция, десорбция. Приведите примеры.
2. Объясните причины и механизм адсорбции.
3. Что такое активированная адсорбция и капиллярная конденсация? Покажите их на примерах.
4. Какие факторы влияют на адсорбцию? В чем выражается их действие?
5. Пользуясь принципом Ле Шателье, определите, как будет изменяться величина адсорбции с повышением температуры. Изобразите график, показывающий эту зависимость.
6. Приведите уравнения, выражающие зависимость адсорбции от давления. При всяких ли давлениях справедливы эти уравнения?
7. Изобразите график, показывающий зависимость адсорбции газа твердым телом от давления. Покажите, какой вид будет иметь уравнение Фрейндлиха для каждой из трех областей графика: области Генри, переходной области и области насыщения.
8. Покажите, есть ли связь между эмпирическим уравнением Фрейндлиха и уравнением Лэнгмюра?

9. В чем состоит сущность графического метода определения констант в уравнении Фрейндлиха и в уравнении Лэнгмюра?
10. Что такое обменная адсорбция? Каково ее практическое значение?
11. В чем отличие физической адсорбции от хемосорбции?
12. Уголь А адсорбирует из водных растворов хлорид хинина при малых концентрациях хуже, а при больших лучше, чем уголь В. Начертите изотермы адсорбции для угля А и угля В.
13. Что такое поверхностное натяжение и как оно возникает?
14. Какие существуют методы измерения поверхностного натяжения?
15. Какие вещества называются поверхностно-активными? Приведите примеры.
16. Какая существует связь между длиной углеводородной цепи вещества, его растворимостью и адсорбируемостью в растворе?
17. Напишите уравнение количественного соотношения между величиной адсорбции и изменением поверхностного натяжения с концентрацией раствора. В чем состоит практическое значение этого уравнения?

ГЛАВА 7. РАСТВОРЫ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

7.1. Тестовые задания

1. Если в молекуле белка больше $-\text{NH}_2$ групп, чем $-\text{COOH}$, то рI данного белка находится в среде...
 - 1) кислой,
 - 2) нейтральной,
 - 3) щелочной.
2. При синерезисе объем студня:
 - 1) уменьшается,
 - 2) увеличивается,
 - 3) не изменяется.
3. Осмотическое давление растворов ВМВ зависит от: а) температуры; б) рН; в) концентрации.
 - 1) а, б
 - 2) б, в
 - 3) а, б, в
 - 4) а, в
4. Специфические свойства растворов ВМВ: а) аномальная вязкость; б) способность к застудневанию; в) коацервация; г) способность осаждаться; д) коллоидная защита.
 - 1) а, б, в, г
 - 2) а, б, в, г, д
 - 3) б, в, г, д
 - 4) а, в, г, д
5. Свойства ВМВ общие с коллоидными: а) способность к светорассеиванию; б) большой размер частиц; в) электрические свойства; г) мембранное равновесие Доннана; д) отсутствие способности к диализу.
 - 1) а, б, в, г
 - 2) б, в, г, д
 - 3) а, в, г, д
 - 4) а, б, в, г, д
6. Свойства ВМВ общие с истинными: а) агрегативная устойчивость; б) большой размер частиц; в) электрические свойства; г) аномальная вязкость; д) гомогенность.

- 1) а, б, в
- 2) б, в, г
- 3) г, д
- 4) а, д
7. К свойствам студней относятся: а) денатурация, б) коацервация, в) синерезис, г) диффузия.
 - 1) а, б
 - 2) а, в, г
 - 3) а, б, г
 - 4) б, г, д
 - 5) в, г
8. Процесс застудневания зависит от: а) температуры, б) концентрации, в) рН среды.
 - 1) а, б
 - 2) а, в
 - 3) а, б, в
 - 4) б, в
9. Растворы ВМВ – это системы: а) гомогенные, б) гетерогенные, в) равновесные, г) самопроизвольно образующиеся, д) несамопроизвольно образующиеся, требуют стабилизатора.
 - 1) а, в, д
 - 2) а, в, г
 - 3) б, в, г
 - 4) б, г
 - 5) а, г
10. Степень набухания белка в ИЭТ (изоэлектрической точке):
 - 1) минимальна
 - 2) максимальна
 - 3) не зависит от рН
11. Факторы, влияющие на процесс высаливания ВМС: а) природа полимера, б) природа растворителя, в) рН среды, г) концентрация электролита, д) природа электролита.
 - 1) а, б, г
 - 2) б, в, г
 - 3) а, в, г
 - 4) а, б, в

- 5) все
12. Осмотическое давление в растворах ВМС зависит от:
- а) температуры, б) рН среды, в) концентрации, г) молекулярной массы ВМВ.
- 1) а, б, в, г
- 2) а, б, в
- 3) а, в, г
- 4) а, б, г
13. Слияние водных оболочек нескольких частиц ВМС без объединения самих частиц называется:
- 1) желатинированием
- 2) синерезисом
- 3) тиксотропией
- 4) коацервацией
- 5) денатурацией
14. Вязкость растворов ВМС с увеличением концентрации:
- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
15. Процессу растворения ВМС предшествует следующая стадия:
- 1) ограниченное набухание
- 2) растворение происходит без набухания
- 3) неограниченное набухание
- 4) тиксотропное набухание.
16. На процесс набухания ВМС влияют: а) температура, б) природа ВМС и растворителя, в) рН среды, г) присутствие электролита.
- 1) а, б, г
- 2) б, в, г
- 3) а, в, г
- 4) а, б, в, г.
17. Потеря раствором ВМС текучести и переход в студень — это:
- 1) желатинирование
- 2) синерезис
- 3) тиксотропия
- 4) коацервация

- 5) денатурация
18. Минимальное набухание наблюдается при:
- 1) $pH > pI$
 - 2) $pH < pI$
 - 3) $pH = pI$
19. Процесс отделения низкомолекулярного растворителя из студня называется:
- 1) желатинированием
 - 2) коацервацией
 - 3) тиксотропией
 - 4) денатурацией
 - 5) синерезисом
20. Молекула белка будет перемещаться в электрическом поле при: а) $pH > pI$, б) $pH = pI$, в) $pH < pI$.
- 1) а, б
 - 2) б, в
 - 3) б
 - 4) а, в
21. Явление тиксотропии характерно для:
- 1) гелей
 - 2) студней
 - 3) золь
 - 4) истинных растворов
22. Набухание, которое заканчивается растворением полимера называется:
- 1) неограниченным
 - 2) ограниченным
 - 3) тиксотропным
23. Набухание – это процесс проникновения:
- 1) ВМС в полимер
 - 2) ВМС в НМС
 - 3) полимера в ВМС
 - 4) НМС в ВМС
24. Способность растворов ВМС осаждаться под действием электролитов называется:
- 1) высаливанием
 - 2) тиксотропией
 - 3) коацервацией

- 4) синерезисом
- 25. Математическая зависимость $[\eta] = KM^a$ – это уравнение
 - 1) Галлера
 - 2) Штаудингера
 - 3) Эйнштейна
 - 4) Марка-Хаувинка
- 26. Получение раствора ВМС состоит из следующих стадий:
 - а) набухание, б) растворение, в) застудневание, г) высаливание;
 - 1) а, в
 - 2) а, б
 - 3) а, б, в, г
 - 4) а, б, в
- 27. Повышение порога коагуляции коллоидного раствора при добавлении к нему ВМС, называется:
 - 1) денатурация
 - 2) коллоидная защита
 - 3) синерезис
 - 4) коацервация
 - 5) тиксотропия
- 28. Процесс набухания ВМС является:
 - 1) самопроизвольным, $\Delta G > 0$
 - 2) несамопроизвольным, $\Delta G > 0$
 - 3) самопроизвольным, $\Delta G < 0$
 - 4) несамопроизвольным, $\Delta G < 0$
- 29. В ИЭТ белки имеют заряд:
 - 1) отрицательный
 - 2) положительный
 - 3) равный нулю
- 30. На процесс растворения ВМС влияют: а) температура, б) рН среды, в) природа ВМВ, г) природа растворителя, д) присутствие электролитов.
 - 1) а, б, в
 - 2) а, в, г, д
 - 3) а, б, в, г, д
 - 4) а, б, в, г
- 31. Коллоидную защиту осуществляет ВМС. При этом порог коагуляции:

- 1) повышается
 - 2) понижается
 - 3) не меняется
32. Набухание, которое заканчивается образованием студней, называется
- 1) неограниченным
 - 2) ограниченным
 - 3) тиксотропным
33. Способность геля разжижаться при механическом воздействии и самопроизвольно восстанавливать свои свойства в состоянии покоя называется:
- 1) синерезис
 - 2) коагуляция
 - 3) коалесценция
 - 4) тиксотропия
 - 5) опалесценция
34. Необратимый процесс старения геля, сопровождающийся упорядочением структуры с сохранением первоначальной формы, сжатием сетки и выделением из нее растворителя, называется:
- 1) синерезис
 - 2) коалесценция
 - 3) коагуляция
 - 4) тиксотропия
 - 5) опалесценция
35. Разрушение лиофильных коллоидных растворов в результате полной десольватации мицелл, сопровождающихся выделением ПАВ и ВМС и еще хлопьев, называется:
- 1) солюбилизация
 - 2) высаливание
 - 3) коагуляция
 - 4) коацервация
36. Проникновение в структуру мицелл молекул различных веществ называется:
- 1) солюбилизация
 - 2) высаливание
 - 3) коагуляция
 - 4) коацервация

37. Аномально высокой вязкостью обладают: а) истинные растворы, б) коллоидные растворы, в) растворы ВМС.

- 1) а, б
- 2) б
- 3) в
- 4) а, в

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	1	3	2	1	4	5	3	2	1	5	1
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4	2	3	4	1	3	5	4	1	1	4	4
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	2	2	3	3	3	1	2	4	1	2	1
37											
3											

7.2. Вопросы и упражнения к теме

«Растворы высокомолекулярных соединений. Гели»

1. Какие соединения называются высокомолекулярными? Приведите примеры.
2. Покажите в чем выражается сходство и различие между растворами высокомолекулярных соединений и истинными растворами? При каких условиях ВМС образуют типичные коллоидные системы?
3. Почему белки относятся к высокомолекулярным электролитам?
4. Объясните сущность буферного действия белков. Какое это имеет значение для живой природы?
5. Напишите уравнения реакций диссоциации аминокислоты по кислотному и основному типам. Как зависит заряд частиц белка от реакции среды?
6. Что такое изоэлектрическое состояние белка и как оно достигается?
7. За счет чего достигается относительно высокая устойчивость ВМС?
8. Что такое высаливание белков? Каков его механизм?

9. Какие ряды называются лиотропными? Приведите примеры. Почему высаливающее действие ионов различно?
10. Какое явление называется коацервацией?
11. Какие существуют пути лишения ВМС устойчивости? Приведите примеры.
12. Какое явление называют денатурацией белков?
13. Какие коллоидные системы называются гелями? Как они классифицируются?
14. Перечислите методы получения гелей. Приведите примеры.
15. Какое явление называется желатинированием? Какие факторы оказывают влияние на желатинирование?
16. Как влияют ионы на процесс желатинирования? Чем объясняется это явление?
17. В чем состоит сущность мицеллярной теории строения гелей и теории макромолекул?
18. Какое явление называется тиксотропией? В каких коллоидных системах оно наблюдается? При каких условиях?
19. В чем сущность явления набухания? Чем оно отличается от простого поглощения жидкости твердым телом? Что такое теплота набухания и что она характеризует?
20. Какие факторы влияют на набухание? Значение набухания в жизни животных, растений и в технике.
21. Что такое синерезис? Приведите примеры этого явления.
22. В чем состоит своеобразие диффузии вещества в гелях? Как объясняется это своеобразие? Какое практическое значение имеет изучение этого явления?
23. Какие из следующих электролитов будут уменьшать набухание желатина, и какие повышать по сравнению с набуханием в чистой воде: HCl , NaOH , HSCN , Na_2SO_4 ? Как эти же электролиты будут влиять на застуднение желатина?

ГЛАВА 8. МИКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ

8.1. Тестовые задания

1. Какое вещество является лучшим эмульгатором для прямой эмульсии (масло/вода): олеиновая кислота или олеат натрия?
 - 1) олеиновая кислота;
 - 2) олеат натрия;
 - 3) оба в равной степени.
2. Какое вещество лучше эмульгирует жиры?
 - 1) желчные кислоты;
 - 2) натриевые соли желчных кислот;
 - 3) оба в равной степени.
3. Для стабилизации эмульсий второго типа (вода/масло) используются ПАВ:
 - 1) с высоким значением ГЛБ*
 - 2) с низким значением ГЛБ
 - 3) независимо от ГЛБ
4. Указать дисперсные системы, в которых ДФ – твердая, ДС – газ: а) суспензии; б) эмульсии; в) пены; г) порошки; д) аэрозоли.
 - 1) а, б, в
 - 2) б, в, г
 - 3) г, д
5. Указать дисперсную систему, в которой ДФ – твердая, ДС – газ.
 - 1) порошки,
 - 2) суспензия,
 - 3) эмульсия.
6. Коалесценция – это...
 - 1) обращение фаз эмульсии
 - 2) полное разрушение эмульсии
 - 3) неполное разрушение эмульсии
7. Аэрозоль – дисперсная система, в которой: а) ДФ – жидкость, ДС – газ; б) ДФ – твердая, ДС – газ; в) ДФ – газ, ДС – жидкость; г) ДФ – газ, ДС – твердая; д) ДФ – газ, ДС – газ.
 - 1) а, д

*ГЛБ – гидрофильно-липофильный баланс

- 2) б, д
- 3) а, б
8. Указать дисперсные системы, в которых ДФ – твердая, ДС – жидкая.
 - 1) суспензии
 - 2) эмульсии
 - 3) аэрозоли
9. Указать дисперсные системы, в которых ДФ – жидкость, ДС – жидкость.
 - 1) суспензии
 - 2) порошки
 - 3) эмульсии
10. Указать дисперсные системы, в которых ДФ – газ, ДС – жидкость.
 - 1) пены
 - 2) суспензии
 - 3) порошки
11. Для получения эмульсий необходимо, чтобы: а) жидкости взаимно не растворялись друг в друге; б) жидкости хорошо растворялись друг в друге; в) жидкости ограниченно растворялись друг в друге.
 - 1) а, в
 - 2) б, в
 - 3) а

Ответы к заданиям

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	2	3	3	1	2	3	1	3	1	1

8.2. Вопросы и упражнения к теме «Эмульсии и пены»

1. Какие дисперсные системы называются эмульсиями? Любые ли жидкости могут образовывать эмульсию? Как классифицируются эмульсии? Их практическое применение.
2. Какие вещества называются эмульгаторами? Каким путем эмульгаторы стабилизируют эмульсии?

3. Какие вещества называют поверхностно-активными? Приведите примеры таких веществ.
4. Какие вы знаете методы получения эмульсий?
5. Что такое обращение фаз эмульсии? При каких условиях оно происходит?
6. Какие существуют способы разрушения эмульсий? На чем они основаны?
7. Почему из сита (диаметр отверстий 1 мм), покрытого тонким слоем парафина, не вытекает налитая в него вода?
8. В чем состоит сущность теории моющего действия эмульсий?
9. Объясните, почему обычно белье перед стиркой замачивают в мыльном растворе? Какие процессы при этом происходят?
10. Какие вы знаете новые моющие средства? В чем их преимущество перед мылами?
11. Какие системы называются пенами? Что такое пенообразователи? Каков механизм их действия? Что является мерой пенообразующей способности вещества?
12. Что такое жизнь пены? Какие вещества являются пеногасителями? Приведите примеры практического применения пен.

ЧАСТЬ II

МОДУЛЬ 1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1.1 Вопросы к модулю «Химическая термодинамика»

1. Что такое термодинамика и какие явления она изучает?
2. Что называется термодинамической системой? Приведите конкретные примеры.
3. Дайте характеристику равновесному состоянию системы, экстенсивным и интенсивным параметрам.
4. Что называется фазой?
5. Ваши понятия об энтропии системы, работе и теплоте.
6. Дайте определение внутренней энергии системы. Какие возможные способы передачи энергии от одной системы к другой?
7. Что такое теплота и работа?
8. Дайте определение обратимым и необратимым термодинамическим процессам.
9. К каким термодинамическим системам относятся живые организмы?
10. Какие формулировки первого закона термодинамики вам известны? Напишите математическое выражение первого закона термодинамики и следствия, вытекающие из него.
11. Что такое максимальная работа расширения идеального газа? Почему газ, расширяясь в вакууме, работы не совершает?
12. Напишите уравнения, выражающие максимальную работу расширения 1 моль идеального газа при изотермическом, изобарическом, изохорическом и адиабатическом процессах. Подчиняется ли энергообмен в организме 1 началу термодинамики?
13. Какие формулировки второго закона термодинамики вам известны? Напишите аналитическое выражение второго закона термодинамики.
14. Сформулируйте закон Гесса и следствия (5) вытекающие из него. Каково значение этого закона?

15. Что такое КПД? Почему он всегда бывает меньше единицы? Работа тепловых машин (основные процессы).
16. В чём состоит значение второго закона термодинамики для физической химии и химической технологии?
17. В отличие от первого закона термодинамики, второй носит статистический характер. Что это значит?
18. Как будет изменяться энтропия воды при переходе из твердого состояния в жидкое и из жидкого в парообразное?
19. Почему энтропия системы больше нуля? Напишите уравнения изменения энтропии для изотермических, обратимых и необратимых процессов.
20. Как связана энтропия с термодинамической вероятностью системы? Приведите формулу Больцмана-Планка и проанализируйте ее.
21. Напишите уравнения, показывающие связь между термодинамическими потенциалами и другими термодинамическими функциями
22. Для процесса анаэробного типа питания:
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2; \quad G_{298} = -234,63 \text{ кДж/моль}$$

для аэробного типа питания:

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}; \quad G_{298} = -2872,3 \text{ кДж/моль}$$

Какой процесс является наиболее эффективным с точки зрения использования αD – глюкозы?
23. Решение задач. Очерет Н. П. – Учебно-методическое пособие «Физическая и коллоидная химия в тестах, задачах и упражнениях». Майкоп, 2020.

1.2. Вопросы и упражнения для самостоятельной подготовки

1. Что изучает химическая термодинамика?
2. Приведите несколько формулировок первого закона термодинамики и покажите, что они не противоречат одна другой.
3. Что такое система? Какие ее виды различают? Приведите примеры.
4. Дайте определение и приведите примеры термодинамических процессов изотермического, изобарического, изохорического и адиабатического.

5. Что такое внутренняя энергия системы и из чего она складывается? Что такое кинетическая и потенциальная энергия?
6. Что такое энтальпия и какова её связь с внутренней энергией?
7. Что такое теплота и работа? Можно ли сказать: «Сколько теплоты содержится в стакане горячей воды» Почему?
8. Что такое максимальная работа расширения идеального газа? Почему газ, расширяясь в вакууме, работы не совершает?
9. Напишите уравнения выражающее максимальную работу расширения 1 моль идеального газа при изотермическом, изобарическом, изохорическом и адиабатическом процессах.
10. Дайте определение обратимым и необратимым термодинамическим процессом. Приведите примеры. Можно ли реальные природные процессы считать полностью обратимыми?
11. Что называется тепловым эффектом химической реакции?
12. Сформулируйте закон Гесса и следствия, вытекающие из него. Каково значение этого закона?
13. Какие уравнения называют термохимическими? Чем они отличаются от обычных?
14. Какие химические реакции называют экзотермическими и эндотермическими? Приведите примеры. Каким математическим знаком обозначают теплоту, подведенную к системе в термодинамике и термохимии, теплоту, выделенную системой?
15. Дайте определение понятиям «теплота образования», «теплота разложения», «теплота растворения», «теплота сгорания», «теплота нейтрализации».
16. Сформулируйте закономерности, установленные для теплот образования химических соединений.
17. Чем объяснить постоянство теплот нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.
18. Одинаковый ли тепловой эффект будет при:
а) нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия;
б) нейтрализации серной кислоты гидроксидом аммония.
Дайте объяснение.

19. Приведите несколько формулировок второго закона термодинамики и напишите его математическое выражение.
20. Что такое КПД? Почему он всегда бывает меньше единицы? Работа тепловых машин (основные процессы).
21. В чем состоит значение второго закона термодинамики для физической химии и химической технологии?
22. Что такое энтропия?
23. Как будет изменяться энтропия воды при переходе из твердого состояния в жидкое и из жидкого в газообразное?
24. Напишите уравнения изменения энтропии для изотермических обратимых неизолированных, обратимых изолированных и изолированных необратимых процессов.
25. В чем состоит физический смысл изобарно-изотермического и изохорно-изотермического потенциалов? Напишите уравнения, показывающие связь между термодинамическими потенциалами и другими термодинамическими функциями.

1.3. Текущий контроль знаний

**Темы: «Основные термодинамические понятия»,
«Первый закон (начало) термодинамики»,
«Термохимия», «Второй закон термодинамики»**

Вариант 1

1. Основные термодинамические понятия: система, фаза, энтальпия, внутренняя энергия, теплота и работа.
2. Параметры (T , P , V , C) и функции состояния (H , U , S , G , F).
3. Термодинамические процессы: самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные.
4. Работа расширения одного моля идеального газа.
5. Первый закон (начало) термодинамики.
6. Следствия, вытекающие из первого начала термодинамики.
7. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом ($1,013 \cdot 10^5$ Па) испарении воды массой 100 т при 150°C , если объем жидкой воды пренебречь. Теплота испарения воды при 150°C равна $2112,66$ Жд/г.
8. Определите работу изотермического (25°C) расширения 1 моля идеального газа при изменении давления от $5,065 \cdot 10^5$

до $1,013 \cdot 10^5$ Па. Какое количество теплоты при этом поглощено. Ответ: 4 кДж.

9. Рассчитайте работу изотермического (27°C) расширения 1 моль углекислого газа от 2,24 до 22,4 л.

Вариант 2

1. Что называется тепловым эффектом химической реакции? Какие уравнения называются термохимическими? Приведите примеры.
2. Сформулируйте закон Гесса и следствия, вытекающие из него. Каково значение этого закона?
3. Дайте определения понятиям: «Теплота образования», «Теплота разложения», «Теплота растворения», «Теплота сгорания», «Теплота нейтрализации».
4. Вычислить теплоту образования оксида железа (III) Fe_2O_3 , если известно, что при реакции $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ на каждые 80г восстанавливаемого оксида железа (III) выделяется 424,1 кДж тепла. Ответ: -823 кДж/моль.
5. Теплота сгорания углеводов и белков в организме человека составляет 4,1 ккал/г, жиров – 9,3 ккал/г. Среднесуточная потребность в белках, жирах и углеводах для студентов составляет соответственно 113, 108 и 451 г, для студентов женщин – 96, 90 и 383 г. Какова суточная потребность студентов в энергии? Ответ 3300 ккал.
6. Горение фосфора можно выразить уравнением $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$. Представьте этот процесс термохимическим уравнением, если известно, что при сгорании фосфора массой 1г выделяется 24,7 кДж.
7. Какие уравнения называются термохимическими. Чем они отличаются от обычных?
8. Как читается закон Гесса. Поясните его на конкретном примере.
9. Какие химические реакции называются экзотермическими и эндотермическими? Приведите примеры. Каким математическим знаком обозначают теплоту, подведенную к системе в термодинамике и термохимии и теплоту, выделенную системой?

Вариант 3

1. Какие формулировки второго закона термодинамики вам известны? Напишите аналитическое выражение второго закона термодинамики.
2. Что такое КПД? Почему он всегда бывает меньше единицы?
3. Что такое энтропия? Как будет изменяться энтропия воды при переходе из твердого состояния в жидкое и из жидкого в газообразное?
4. В чем состоит физический смысл изобарно-изотермического и изохорно-изотермического потенциалов? Напишите уравнения, показывающие связь между термодинамическими потенциалами и другими термодинамическими функциями.
5. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом испарении этилового спирта массой 10 т при температуре кипения (78°C), если теплота плавления этилового спирта равна $922,77 \text{ Дж/г}$. Объемом жидкости пренебречь.
6. Определите максимальную работу, которую можно получить, если к воде при 100°C проводится 4000 Дж теплоты, а температура конденсата 20°C .
7. Вычислите ΔG реакции $\text{C}_r + \text{H}_2\text{O}_r = \text{CO}_r + \text{H}_{2r}$ при $T = 298\text{K}$ и нормальном давлении $\Delta G_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) = 228 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{\text{обр}}(\text{CO}_r) = 137 \text{ кДж/моль}$.
8. Найдите изменение энтропии в процессе обратимого изотермического сжатия 1 моля кислорода от $1,013 \cdot 10^5$ до $10,13 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Ответ: $19,1 \text{ Дж}$.
9. Напишите уравнения изменения энтропии для изотермических, обратимых и необратимых процессов. Напишите уравнение Больцмана.

Вариант 4

1. Основные термодинамические понятия: система, фаза, энтальпия, внутренняя энергия, теплота и работа.
2. Параметры (t , p , v , c) и функции состояния (H , U , Q , A).
3. Термодинамические процессы, самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные.
4. Работа расширения одного моль идеального газа.

5. Первый закон (начало) термодинамики.
6. Следствия, вытекающие из первого начала термодинамики.
7. Соотношение между Q_p и Q_v для реакций между идеальными газами.
8. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимия.
9. Закон Гесса. Следствия, вытекающие из закона Гесса (промежуточный контроль).
10. Решение задач по термохимии.
11. Второй закон термодинамики. Понятие об энтропии.
12. Решение задач по I и II началу термодинамики.
13. Второе начало термодинамики и живые организмы.

1.4. Вопросы к защите модуля «Химическая термодинамика»

Вариант 1

1. Что такое термодинамика и какие явления она изучает?
2. Какие формулировки первого закона термодинамик вам известны? Напишите математическое выражение первого закона термодинамики и следствия, вытекающие из него.
3. Сформулируйте закон Гесса, и следствия вытекающее из закона.
4. Что такое энтропия? Как будет изменяться энтропия воды при переходе из твердого состояния в жидкое и из жидкого в парообразное?
5. Определите максимальную работу, которую можно получить, если к воде при 120°C подводится 5000Дж теплоты, а температура конденсата 35°C .
6. Рассчитайте работу изотермического (30°C) расширения углекислого газа количеством вещества 2 моль от 2,24 до 22,4 л.
7. При восстановлении 12,7 г оксида меди (II) углем поглощается $8,24\text{ кДж}$. Определите ΔH_{298}^0 образования CuO .
8. Тестовые задания. Тема: «Химическая термодинамика».

Вариант 2

1. Что такое максимальная работа расширения идеального газа? Напишите уравнения, выражающие максимальную

- работу расширения 1 моль идеального газа при изотермическом изобарическом, изохорическом и адиабатическом процессах.
2. Какие формулировки второго закона термодинамики вам известны? Напишите аналитические выражения второго закона термодинамики.
 3. Сформулируйте закон Гесса и следствия, вытекающие из него. Каково значение этого закона?
 4. Напишите уравнения, показывающие связь между термодинамическими потенциалами и другими термодинамическими функциями (ΔH , ΔU , ΔG , ΔF , ΔS).
 5. Реакция разложения карбоната кальция выражается уравнением:
$$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2; \Delta H = 145,3 \text{ кДж}$$

Сколько теплоты надо затратить для разложения CaCO_3 массой 500 г?
 6. Определите работу изотермического 25°C расширения 1 моль идеального газа при изменении давления от $5,065 \cdot 10^5$ до $1,013 \cdot 10^5$ Па.
 7. Определите изменение энтропии при плавлении меди массой 63,5 г, если теплота плавления меди равна 12980 Дж/моль, а температура плавления меди 1083°C .
 8. Тестовые задания. Тема: «Химическая термодинамика».

МОДУЛЬ 2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. КАТАЛИЗ

2.1 Вопросы к модулю «Химическая кинетика. Катализ»

1. Что изучает химическая кинетика?
2. Как классифицируют химические реакции: по степени сложности, по природе частиц, по числу фаз, по числу молекул, участвующих в элементарном акте реакции?
3. Что понимают под столкновением реагирующих молекул? Что такое элементарный акт реакции?
4. Что такое скорость химической реакции? Что понимают под средней и истинной скоростью химической реакции? Как они могут быть определены?

5. Перечислите факторы, от которых зависит скорость химических реакций. Приведите примеры.
6. Сформулируйте закон действующих масс и напишите его математическое выражение для следующих реакций:
$$\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$$
$$4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$$
$$\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{тв}) = \text{CO}_2\uparrow$$
$$\text{CaCO}_3(\text{тв}) = \text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г})$$
7. Сформулируйте правило Вант-Гоффа о влиянии температуры на скорость химической реакции. Что показывает температурный коэффициент скорости реакции?
8. Что такое энергия активации реагирующих веществ. В какой зависимости находится скорость реакции от энергии активации?
9. Зависимость скорости химической реакции от температуры для широкого интервала температур более точно выражается уравнением Сванте Аррениуса: приведите это уравнение и поясните его.
10. Что такое катализ и какие вещества называют катализаторами? Покажите на конкретных примерах значение катализа в промышленности и жизни живых существ.
11. Что такое гетерогенный катализ? Приведите примеры его использования в производстве.
12. В чем сущность гомогенного катализа? Приведите примеры его использования в производственной практике.
13. Какие вещества называются промоторами?
14. Химическое равновесие. Сформулируйте принцип смещения химического равновесия Ле-Шателье.
15. Как смещается химическое равновесие при изменении температуры, концентрации, давления?

2.2. Текущий контроль знаний

Тема: «Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций».

Вариант 1

1. Что изучает химическая кинетика? Как классифицируют химические реакции: по степени сложности, по природе

- реагирующих частиц, по числу фаз, по числу молекул, участвующих в элементарных реакциях?
2. Перечислите факторы, от которых зависит скорость химической реакции. Приведите примеры.
 3. Сформулируйте закон действующих масс и напишите его математическое выражение для следующих реакций:
 - a) $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} = 2\text{NH}_{3(\text{r})}$
 - b) $4\text{NH}_{3(\text{r})} + 5\text{O}_{2(\text{r})} = 4\text{NO}_{(\text{r})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
 - c) $\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{C}_{(\text{тв})} = \text{CO}_{2(\text{r})}$
 - d) $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} = \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{r})}$
 4. Зависимость скорости химической реакции от температуры для широкого интервала более точно выражается уравнением Сванте Аррениуса: приведите это уравнение и поясните его.
 5. Что такое энергия активации реагирующих веществ? В какой зависимости находится скорость реакции от энергии активации?
 6. Что такое катализ и какие вещества называют катализаторами? Покажите на конкретных примерах значение катализа в промышленности и живых существ.
 7. Определите, во сколько раз возрастает скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в 3 раза.
 8. Во сколько раз увеличится скорость ферментативной реакции при повышении температуры от 20°C до 50°C, если температурный коэффициент этой реакции равен 3?
 9. Если температурный коэффициент химической реакции равен 2, тогда при повышении температуры от 20°C до 50°C скорость реакции ...
 10. Тестовый контроль знаний.

Вариант 2

1. Что такое скорость химической реакции? Что понимают под средней и истинной скоростью химической реакции? Что понимают под столкновением реагирующих молекул?
2. Сформулируйте правило Вант-Гоффа о влиянии температуры на скорость химической реакции. Что показывает температурный коэффициент скорости реакции?
3. Поясните влияние природы реагирующих веществ на скорость химических реакций. Понятие об энергии ак-

- тивации, а также влияние поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химических реакций.
4. В чем сущность гомогенного и гетерогенного катализа. Приведите конкретные примеры их использования в производственной практике и в живых организмах. Какие вещества называются промоторами?
 5. Написать выражения закона действия масс для реакции:
а) $2\text{NO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = 2\text{NOCl}_{(г)}$
б) $\text{C}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_{(г)} + \text{H}_{2(г)}$
в) $\text{MgCO}_{3(тв)} = \text{MgO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)}$
 6. Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 400K до 420K, если $E_a = 20 \text{ ккал/моль}$
 7. Как изменится скорость реакции при понижении температуры на 70°C если температурный коэффициент скорости этой реакции равен двум?
 8. Как изменится скорость реакции $2\text{Fe}_{тв} + 3\text{Cl}_{2г} = 2\text{FeCl}_{2тв}$ при увеличении давления хлора в три раза?
 9. При увеличении концентрации водорода в 2 раза скорость реакции $\text{N}_{2г} + \text{H}_{2г} = 2\text{NH}_{3г}$ возрастет...
 10. Тестовый контроль знаний.

2.3. Лабораторная работа 1. Скорость химических реакций

Цель работы: изучить влияние различных факторов на скорость химических реакций

Оборудование: пробирки, цилиндр, секундомер

Реактивы: раствор тиосульфата натрия (1:200), разбавленная серная кислота (1:200), дистиллированная вода

Опыт 1. Влияние природы реагирующих веществ на скорость реакции

Для проведения опыта укрепить в штативе пробирку с газоотводной трубкой, свободный конец которой опустить в кристаллизатор с водой. Другую пробирку, заполненную водой, перевернуть вверх дном и опустить в кристаллизатор с водой. Пробирку с газоотводной трубкой заполнить на $\frac{2}{3}$ объема 0,1н раствором уксусной кислоты, затем внести

туда 2–3 гранулы цинка, предварительно промытые водой и высушенные фильтровальной бумагой. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой под водой подвести под отверстие пробирки с водой (следить, чтобы в пробирку не проник воздух, и чтобы не вылилась из нее вода). С помощью секундомера или метронома отметить время заполнения пробирки газом.

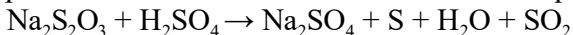
По окончании опыта вылить уксусную кислоту из пробирки, промыть цинк, высушить его фильтровальной бумагой. Провести опыт снова, заполнив пробирку на $\frac{2}{3}$ объема 0,1н раствором соляной кислоты.

Сравнить скорости взаимодействия с цинком соляной и уксусной кислот одинаковой концентрации и объяснить наблюдаемые явления.

Опыт 2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

Ход работы:

а) К 1н раствору тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ прилить 2н раствор серной кислоты H_2SO_4 . Наблюдать помутнение раствора, которое вызвано взаимодействием тиосульфата натрия и серной кислоты с выделением свободной серы:



Время, которое проходит от начала реакции до заметного помутнения раствора, характеризует скорость реакции.

б) В три большие пронумерованные пробирки налить разбавленный (1:200) раствор тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: в первую – 5 мл, во вторую – 10 мл, в третью – 15 мл. К содержимому первой пробирки добавить 10 мл воды, а второй – 5 мл воды. В три другие пробирки налить по 5 мл разбавленной серной кислоты (1:200). В каждую пробирку с раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ прилить по 5 мл приготовленной серной кислоты H_2SO_4 и определить время с момента добавления кислоты до помутнения раствора в каждой пробирке.

Те же результаты изобразить графически, отложив на оси абсцисс условные концентрации, а на оси ординат – скорости реакции $v=1/t$.

Записать результаты по следующей форме:

№ пробирки	Объем раст-ра $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ мл	Объем H_2O в мл	Объем раствора H_2SO_4 мл	Общий объем раствора мл	Условная концентрация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Время протекан. р-ции до появления мути	Скорость р-ции в условных единицах $v=1/t$
1	5	10	5	20	1 С		
2	10	5	5	20	2 С		
3	15	-	5	20	3 С		

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Согласуются ли ваши наблюдения с законом действия масс?

Опыт 3. Зависимость скорости реакции от температуры

Для опыта взять разбавленные (1:200) растворы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и H_2SO_4

Налить в три большие пронумерованные пробирки по 10 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, в другие три пробирки – по 10 мл раствора серной кислоты и разделить их на три пары: по пробирке с раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и с H_2SO_4 в каждой паре.

Отметить температуру воздуха в лаборатории, слить вместе растворы первых двух пробирок, встряхнуть и определить время с момента добавления кислоты до помутнения раствора.

Две другие пробирки поместить в химический стакан с водой и нагреть воду до температуры на 10°C выше комнатной. Слить содержимое пробирок, встряхнуть и отметить время от слива до появления мути.

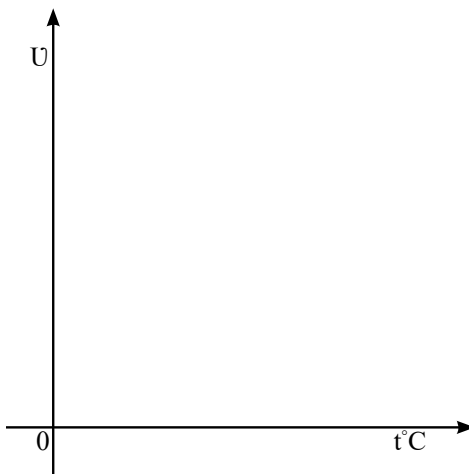
Повторить опыт с оставшимися двумя пробирками, нагрев их в том же стакане с водой до температуры на 20°C выше комнатной. Записать результаты по следующей форме:

Зависимость скорости от температуры

№ пробирки	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, мл	Объем раствора H_2SO_4	Температура, $t^\circ\text{C}$	Время до появления мути	Скорость реакции в условных единицах $v=1/t$
1	10	10	$t^\circ\text{C}$		
2	10	10	$t^\circ\text{C} + 10$		
3	10	10	$t^\circ\text{C} + 20$		

Составить график, иллюстрирующий зависимость скорости реакции от температуры, для данного опыта. Для этого на оси абсцисс нанести в определенном масштабе значения температуры опытов, а на оси ординат – величины скорости реакции $v = 1/t$.

Сделать вывод о зависимости скорости химической реакции от температуры. Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства химических реакций?



2.4. Вопросы и упражнения для самостоятельной подготовки

Тема: «Химическое равновесие»

Вариант 1

1. Сформулируйте принцип смещения химического равновесия Ле-Шателье.
2. Обратимые и необратимые реакции. Дайте определения. Приведите примеры.
3. Влияние различных факторов на смещение равновесия:
 - влияние изменения температуры;
 - влияние изменения давления;
 - влияние изменения концентрации;
 - влияние катализатора на смещение химического равновесия.
4. В каком направлении произойдет смещение химического равновесия при повышении температуры в системах:
 - a) $\text{COCl}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{CO}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$, $\Delta H = 113 \text{ кДж}$
 - b) $2\text{CO}_{(\text{r})} \leftrightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{C}_{(\text{r})}$, $\Delta H = -171 \text{ кДж}$
 - c) $2\text{SO}_{3(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$, $\Delta H = 192 \text{ кДж}$
5. В каком направлении произойдет смещение равновесия при повышении давления в системе:
 - a) $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{NO}_2$
 - b) $4\text{HCl} + \text{O}_{2(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{n})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})}$
 - c) $\text{H}_2 + \text{S}_{(\text{тв})} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}_{(\text{r})}$
6. Как надо изменить температуру, давление и концентрацию веществ, чтобы увеличить выход Cl_2 в реакции:
 $4\text{HCl} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{n})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})}$
7. Тестовый контроль знаний.

Вариант 2

1. Что такое химическое равновесие? Приведите примеры обратимых и необратимых реакций.
2. Какие факторы и как влияют на смещение химического равновесия? Сформулируйте принцип смещения химического равновесия Ле-Шателье.
3. Какие реакции называются обратимыми и необратимыми. Приведите примеры.

4. Химическое равновесие сместится вправо при увеличении давления в системе:
- a) $\text{N}_2\text{O}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \leftrightarrow \text{NOCl}_{2(г)}$
 - b) $\text{CO}_{2(г)} + \text{C}_{(тв)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{(г)}$
 - c) $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{NO}_{2(г)}$
 - d) $\text{FeO}_{(тв)} + \text{CO}_{(г)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(г)} + \text{CO}_{2(г)}$
5. Химическое равновесие в системе $\text{CO}_{2(г)} + \text{C}_{(тв)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{(г)}$ – Q сместится вправо при:
- повышении давления;
 - понижении температуры;
 - повышении концентрации CO
 - повышении температуры
6. Добавление водорода в систему $\text{N}_{2г} + 3\text{H}_{2г} = 2\text{NH}_{3г} + \text{Q}$
- увеличивает выход продукта реакции;
 - смещает положение равновесия в сторону исходных веществ;
 - не изменяет положение равновесия;
 - ускоряет реакцию разложения аммиака.
7. Тестовый контроль знаний.

2.5 Лабораторная работа 2.

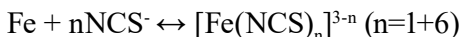
Исследование смещения химического равновесия

Цель работы: Изучить влияние изменения концентраций и температуры на смещение химического равновесия. Сравнить результаты наблюдений с прогнозом на основе принципа Ле-Шателье.

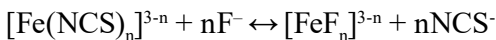
Оборудование. Химические стаканы вместимостью 100 и 250 мл; штатив с пробирками, пипетки глазные или капельницы, газовая горелка.

Реактивы. Насыщенные растворы FeCl_3 , KNCS , раствор KF , $c(\text{KF}) = 1$ моль/л, раствор I_2 , $c(\text{I}_2) = 0,05$ моль/л, раствор крахмала.

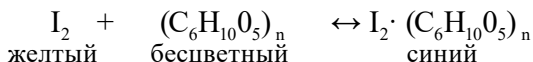
Сущность работы. Проводится визуальное наблюдение за изменением интенсивности окраски раствора, содержащего хлорид железа (III) и тиоцианат калия. В растворе образуются комплексные соединения красного цвета:



Смещение равновесия ожидается при добавлении по отдельности исходных веществ и фторида калия, образующего с ионом железа не окрашенный комплекс:



Аналогичные наблюдения ведутся за раствором, содержащим крахмал и иод, при нагревании и охлаждении:



Ход работы

Опыт 1. Смещение химического равновесия при изменении концентрации реагентов

В химический стакан вносят 10 мл воды и по 1 капле насыщенных растворов FeCl_3 и KNCS . Полученный раствор распределяют по четырем пробиркам. Первая пробирка остается для сравнения, в остальные пробирки по очереди добавляют: 1 каплю раствора FeCl_3 ; 1 каплю раствора KNCS ; 1–3 капли раздельно раствора KF . Каждый раз после добавления реактива раствор в пробирке перемешивают и наблюдают изменение интенсивности окраски.

Результаты наблюдений представить следующим образом:

Пробирка	Добавленный реактив	Наблюдение интенсивности окраски	Направление смещения равновесия (влево или вправо)
1	«Свидетель»		
2	FeCl_3		
3	KNCS		
4	KF		

Сделать вывод о соответствии наблюдений принципу Ле-Шателье.

Опыт 2. Смещение химического равновесия при изменении температуры

В стакане вместимостью 250 мл нагревают воду почти до кипения. В две пробирки вносят по 2 мл раствора крахмала и добавляют туда же по 1 мл раствора иода. Наблюдают цвет

образовавшегося раствора. Одну из пробирок опускают на несколько минут в горячую воду. Вторую пробирку оставляют для сравнения. Наблюдают изменение окраски. Охлаждают нагретую пробирку, опустив ее в холодную воду, продолжая наблюдение за окраской раствора. Делают вывод о наличии равновесия и о его смещении при изменении температуры, а также о знаке ΔH .

Контрольные вопросы

1. В каком направлении будет смещаться равновесие при разбавлении раствора водой в первом опыте?
2. Сформулируйте принцип Ле-Шателье.
3. Какие термодинамические данные необходимы для расчета константы равновесия?
4. При увеличении температуры увеличиваются скорости как прямой, так и обратной реакций, тогда почему происходит смещение равновесия? Изменяется ли при этом константа равновесия?
5. Напишите реакцию иона железа с тиоцианатом при $n = 3$.

2.6. Вопросы к защите модуля «Химическая кинетика. Катализ»

Вариант 1

1. Какие факторы и как влияют на скорость протекания реакции?
2. Что такое энергия активации (E_a) и как влияет ее значение на скорость химической реакции?
3. Написать выражение закона действия масс для реакций:
 - а) $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{т}) + 4\text{H}_2(\text{г}) = 3\text{Fe}(\text{т}) + 4\text{H}_2\text{O};$
 t^0
 - б) $\text{CaCO}_3(\text{т}) \rightarrow \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г});$
 - в) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-.$
4. Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 40°C до 80°C , если температурный коэффициент скорости этой реакции равен 4 (четырем)?
5. Для реакции омыления уксусно-этилового эфира при большом избытке воды константа скорости при 20°C

равна $0,00099 \text{ мин}^{-1}$, а при 40°C ее величина составляет $0,00439 \text{ мин}^{-1}$. Определите энергию активации.

6. В каком направлении произойдет смещение равновесия при повышении давления в системе:
 - а) $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$;
 - б) $4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$;
 - в) $\text{H}_2 + \text{S(т)} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$.
7. Как изменится скорость реакции при понижении температуры на 50°C , если температурный коэффициент скорости этой реакции равен 4?
8. Как изменится скорость реакции синтеза аммиака из простых веществ при:
 - а) увеличении концентрации реагирующих веществ в 2 раза;
 - б) уменьшении объема в 3 раза;
 - в) увеличении давления в 4 раза?
9. Тестовый контроль: тема «Химическая кинетика».

Вариант 2

1. Какие факторы и как влияют на скорость протекания реакции?
2. Гетерогенный катализ (образование АК). Понятие об энергии активации (E_a).
3. Написать выражение закона действия масс для реакций:
 t^0
 - а) $\text{MgCO}_3(\text{т}) \rightarrow \text{MgO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$;
 - б) $2\text{NO}(\text{г}) + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}(\text{г})$;
 - в) $\text{C}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$.
4. Как изменится скорость реакции синтеза оксида азота (II) (в присутствии катализатора) при:
 - а) увеличении концентрации реагирующих веществ в 2 раза;
 - б) уменьшении объема в 3 раза;
 - в) увеличении давления в 4 раза?
5. Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 400K до 420K , если $E_a = 20 \text{ ккал/моль}$.
6. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции при повышении температуры от 20°C до 50°C , если температурный коэффициент скорости равен 2?
7. В каком направлении произойдет смещение равновесия при повышении температуры в системах:

- а) $\text{COCl}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{Cl}_2$; $\Delta H = 113 \text{ кДж}$
б) $2\text{CO} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$; $\Delta H = -171 \text{ кДж}$
в) $2\text{SO}_3 \leftrightarrow 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$; $\Delta H = 192 \text{ кДж}$;
Сформулируйте принцип Ле-Шателье.
8. Что такое скорость химической реакции? Что понимают под средней, истинной, гомогенной и гетерогенной скоростями химической реакции? Написать формулы и указать единицы измерения.
9. Тестовый контроль: тема «Химическая кинетика».

МОДУЛЬ 3. РАСТВОРЫ

3.1. Вопросы к модулю «Растворы»

1. Что такое растворы? Укажите основные признаки растворов. Классификация растворов. Практическое значение растворов.
2. Какие силы действуют между молекулами в растворе? Какова внутренняя структура раствора?
3. Чем отличаются идеальные растворы от реальных?
4. Кратко изложите основные теории растворов.
5. Мольные и мольно-дольные концентрации.
6. Термодинамика процесса растворения.
7. Зависимость растворимости твердых веществ от их природы и от температуры.
8. **Коллигативные свойства растворов неэлектролитов**
 - а) давление насыщенного пара растворителя над раствором. Законы Рауля.
 - б) следствия, вытекающие из законов Рауля:
 - понижение температуры замерзания растворов;
 - повышение температуры кипения раствора;
 - осмос. осмотическое давление. Законы Пфелфера и Вант-Гоффа об осмосе (осмотическая ячейка);
 - физическая сущность осмоса. Роль осмоса в биологических процессах.
 - в) «Осмотический конфликт». Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

9. Растворы электролитов

10. Особенности растворов электролитов. В чем состоят отклонения растворов электролитов от закона Рауля и Вант-Гоффа?
11. Почему один и тот же электролит в разных растворителях образует растворы либо проводящие, либо непроводящие электрический ток?
12. Что такое изотонический коэффициент (i)? Каков его физический смысл?
13. Какие наблюдения привели к созданию теории электролитической диссоциации?
14. Изложите основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Какие дополнения были внесены в нее И.И. Каблуковым?
15. Степень диссоциации (α). Как изменяется степень диссоциации с разбавлением электролита? Связь изотонического коэффициента (i) со степенью диссоциации?
16. Константа равновесия реакции и диссоциации (K_d). Закон разведения В.В. Оствальда.
17. Сольватация (гидратация) ионов. Гидратные числа. Энергия гидратации.
18. Изложите основные положения теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Какие факторы привели к созданию этой теории?
19. Буферные растворы. Примеры.
20. Механизм действия ацетатной буферной смеси.
21. Чему равна концентрация ионов водорода в ацетатной буферной смеси? Выведите соответствующую формулу
22. Что такое буферная емкость? От чего она зависит?
23. Биологическое значение буферных растворов?
24. Тема: «Растворы электролитов» в школьном курсе химии.
25. Тестовые задания, задачи и упражнения.

3.2. Вопросы и задачи для самостоятельной подготовки

Тема: «Общая характеристика растворов»

Вариант 1

1. Что такое растворы? Укажите основные признаки растворов. Классификация растворов. Практическое значение растворов.

2. Какие силы действуют между молекулами в растворе? Какова внутренняя структура раствора?
3. Растворимость. Зависимость растворимости твердых веществ от их природы и от температуры.
4. **Задача 1.** Смешаны 100 г раствора с массовой долей вещества 20% и 50 г раствора с массовой долей вещества 32%. Определите массовую долю вещества в полученном растворе.
5. **Задача 2.** Сколько грамм воды и 87% раствора H_2SO_4 необходимо взять для приготовления 600 г 55% раствора?
6. **Задача 3.** Какое количество вещества H_2SO_4 содержится в 0,5 л раствора с молярной концентрацией 3 моль/л.

Вариант 2

1. Кратко изложите основные теории растворов.
2. Термодинамика процесса растворения.
3. Укажите основные способы выражения концентрации растворов. (математические выражения и единицы измерения).
4. **Задача 1.** Какая масса кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ понадобится для приготовления 400 г раствора с массовой долей ZnSO_4 0,1%.
5. **Задача 2.** К 2 кг 20% раствора прилили 500 г воды. Какова массовая доля растворённого вещества в полученном растворе?
6. **Задача 3.** Какие массы 30% и 3% растворов одного и того же вещества нужно взять, чтобы приготовить 100 г 20% раствора?

3.3. Лабораторная работа 1

Приготовление растворов определенной процентной концентрации

Цель: приобретение навыков и умений приготовления растворов определенной концентрации.

Реактивы и оборудование: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, HCl , ареометр, мерный цилиндр, химический стакан, мерная колба на 250 мл.

Опыт 1. Из твердого вещества и воды

Приготовить 200 г 5%-го раствора карбоната натрия из кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ и воды.

Вычислить, какая масса $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ требуется для приготовления 200 г 5%-го раствора в расчете на безводную соль Na_2CO_3 .

Отвесить эту массу измельченной соды в предварительно взвешенном стаканчике на техно- химических весах с точностью до 0,01г.

Рассчитать, какой объем воды необходим для растворения взятой навески. Отмерить мерным цилиндром этот объем воды. Вылить воду в стакан и растворить в ней отвешенную соль.

Измерить температуру приготовления раствора и, если она не равна температуре, которая указана в таблице, довести ее до указанной величины, нагревая или охлаждая раствор.

Вылить раствор в сухой (или ополоснутый этим раствором) высокий узкий цилиндр и опустить в него ареометр так, чтобы он не касался стенок сосуда. Отметить то деление шкалы, которое совпадает с уровнем жидкости в цилиндре, производя отсчет по шкале сверху вниз. Ареометр промыть водой, вытереть досуха и сдать лаборанту. Раствор вылить в приготовленную склянку.

По найденной плотности, пользуясь таблицей, определить процентную концентрацию Na_2CO_3 в растворе. Если в таблице нет этой величины плотности, а есть немного меньшая или большая, то вычислить концентрацию, используя метод интерполяции. Сравнить полученную величину с заданной концентрацией раствора.

Рассчитать молярную и нормальную концентрации приготовленного раствора.

Опыт 2. Из концентрированного раствора и воды

1. Приготовить 250г 10%-го раствора кислоты из имеющегося в лаборатории раствора.

Определить ареометром плотность раствора серной (или соляной) кислоты, имеющегося в лаборатории.

Найти в таблице процентную концентрацию раствора кислоты, отвечающую найденной плотности.

Рассчитать, какую массу этого раствора кислоты нужно взять для приготовления 250 г 10%-го раствора, и затем пересчитать полученную величину навески на объем.

Рассчитать нужный объем воды, отмерить его мерным цилиндром и влить в стакан.

Отмерить мерным цилиндром рассчитанный объем раствора кислоты, влить его в воду (в случае с серной кислотой вливать тонкой струей при помешивании) и тщательно перемешать раствор.

Охладив его до температуры, указанной в таблице, перелить в сухой цилиндр и определить плотность ареометром.

Слить полученный раствор кислоты в приготовленную склянку.

Пользуясь таблицей, определить концентрацию полученного раствора и проверить таким образом точность выполнения опыта.

Вычислить молярную и нормальную концентрации полученного раствора.

2. Приготовить 200 мл раствора гидроксида натрия плотностью 1,050 из концентрированного раствора и воды.

Определить ареометром плотность концентрированного раствора.

Найти процентную концентрацию гидроксида натрия (таблица) в исходном и получаемом растворах.

Вычислить массу приготавливаемого раствора. Рассчитать навеску, а затем объем концентрированного раствора и объем воды, необходимые для приготовления заданного раствора.

Отмерить мерным цилиндром вычисленные объемы концентрированного раствора и воды, слить их, тщательно перемешать жидкость и после охлаждения вылить в сухой высокий цилиндр и определить ареометром плотность полученного раствора, а затем вылить его в склянку.

Определить расхождение найденной плотности и заданной в процентах. Вычислить молярную и нормальную концентрацию полученного раствора.

Опыт 3. Приготовление растворов определенной молярной и нормальной концентраций

а) Из твердого вещества и воды

Приготовить 250 мл 0,5 н раствора хлорида бария BaCl_2 из $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и воды.

Рассчитать, какая масса $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ требуется для приготовления 250 мл 0,5 н раствора хлорида бария.

Отвесить в предварительно взвешенном стаканчике эту массу соли на технических весах с точностью до 0,01 г. Взятую навеску всыпать через воронку в мерную колбу емкостью 250 мл и тщательно смыть дистиллированной водой с воронки оставшуюся на ней соль. Навеску в колбе растворить в малом объеме воды, долить колбу водой до метки, закрыть пробкой и хорошо перемешать. Прилить полученный раствор в сухой высокий цилиндр и определить ареометром его плотность и процентную концентрацию (таблица). Затем раствор вылить в склянку. Вычислить молярную и нормальные концентрации полученного раствора. Установить расхождение концентрации полученного раствора с заданной.

б) Из концентрированного раствора и воды

Приготовить 250 мл 1М раствора соляной (или серной) кислоты из раствора, имеющегося в лаборатории.

Определить ареометром плотность раствора кислоты. Найти его процентную концентрацию (по таблице). Вычислить навеску, а затем объем этого раствора, необходимый для приготовления заданного раствора. Отмерить мерным цилиндром рассчитанный объем раствора кислоты.

Налить в мерную колбу емкостью 250мл около половины ее объема воды и влить в нее (в случае с серной кислотой тонкой струей) через воронку раствор кислоты, отмеренный мерным цилиндром. Смыть кислоту с воронки водой, взболтать раствор и охладить его до комнатной температуры. Долить колбу водой до метки, закрыть пробкой и хорошо перемешать. Вылить полученный раствор в сухой цилиндр, определить ареометром его плотность и затем вылить в приготовленную склянку. Найти процентную, молярную и нормальные концен-

трации раствора. Сравнив вычисленную молярную концентрацию с заданной, установить точность выполнения опыта.

3.4. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов»

1. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Законы Рауля.
2. Следствия, вытекающие из закона Рауля:
 - Понижение температуры замерзания растворов;
 - Повышение температуры кипения раствора;
 - Осмос. Осмотическое давление. Законы Пфелфера и Вант-Гоффа об осмосе, (осмометрическая ячейка);
 - Физическая сущность осмоса. Роль осмоса в биологических процессах.
3. «Осмотический конфликт». Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

3.5. Текущий контроль знаний

Тема: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов»

Вариант 1.

1. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Законы Рауля.
2. Понижение температуры замерзания растворов неэлектролитов (график).
3. Тестовые задания по теме: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов» (учебное пособие).
4. Задачи и упражнения (учебное пособие).

Вариант 2.

1. Законы Рауля. Повышение температуры кипения растворов неэлектролитов (график).
2. Осмос. Осмотическое давление. Закон и Пфелфера и Вант-Гоффа об осмосе. «Осмотический конфликт». Гипертонические, гипотонические и изотонические растворы.
3. Тестовые задания по теме: «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов» (учебное пособие).
4. Задачи и упражнения (учебное пособие).

3.6. Лабораторная работа 2. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов

Цель: получить искусственную полупроницаемую мембрану, изучить гемолиз эритроцитов.

Опыт 1. Рост «искусственной клетки» Траубе

Наиболее удовлетворительной является искусственная оболочка полупроницаемая из железосинеродистой меди, получаемой по реакции:



Пробирку наполняют 5% раствором сульфата меди, опускают кристаллик $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ оставляют в покое и через 30 мин. зарисовывают образование, напоминающее водоросли и заканчивают уравнение реакции. Объяснить происходящее явление.

Опыт 2. Гемолиз электролитов

В три пробирки наливают:

1. 2 мл 0,2% раствора NaCl
2. 2 мл 0,9% раствора NaCl
3. 2 мл 4% раствора NaCl

и в каждую вносят по 2 капли крови и встряхивают. Через полчаса наблюдают, в какой пробирке произошел гемолиз эритроцитов, то есть разрушение их оболочек и переход гемоглобина в раствор. Дать объяснение.

Контрольные вопросы:

3.7. Текущий контроль знаний по теме «Коллигативные свойства растворов неэлектролитов» (задачи и упражнения)

Вариант 1.

БИЛЕТ 1

1. Почему в речной воде глаза «режет», а в морской воде это ощущение отсутствует?
2. Найти при 65° С давление пара над раствором, содержащим 13,68г сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в 90 г H_2O , если давление насыщенного пара над водой при той же температуре равно 25,0 кПа.

БИЛЕТ 2

1. При одинаковой ли температуре: а) закипит вода на уровне моря и на высокогорной вершине, б) замерзает речная или морская вода.
2. При 293 К давление насыщенного пара над водой равно 2,37 кПа. Сколько граммов сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ надо растворить в 180 г воды чтобы понизить давление пара на 133,3 Па.

БИЛЕТ 3

1. Почему обледеленные тротуары посыпают солью и охлаждающие смеси готовят из снега и соли?
2. В одном из опытов при 4°C осмотическое давление раствора, содержащего гемоглобин массой 40 г в растворе объемом 0,5 л оказалось равным 2634 Па. Какое значение М гемоглобина было найдено в одном опыте?

БИЛЕТ 4

1. Какой раствор по отношению к другому называют: а) гипертоническим, б) изотоническим, в) гипотоническим. В сторону какого из них должен быть направлен осмос?
2. В радиатор автомобиля налили 9 л воды и прибавили 2 л метилового спирта ($\rho = 0,8$ г/мл). Рассчитать при какой наименьшей температуре можно после этого оставлять автомобиль на открытом воздухе не опасаясь, что вода в радиаторе замерзнет? $K_{H_2O} = 1,86$

БИЛЕТ 5

1. Какие два следствия из закона Рауля, определяющие температуры кипения и замерзания растворов неэлектролитов? Физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант. От чего они зависят?
2. Определить молярную концентрацию раствора сахарозы, который изотоничен крови, если осмотическое давление плазмы крови человека при 27°C равно 780,2 кПа.

БИЛЕТ 6

1. В концентрированном растворе NaCl эритроциты сморщиваются, а в воде или сильно разбавленном растворе NaCl

набухают. Объясните эти явления и дайте им названия.

2. Раствор, содержащий 8 г некоторого вещества в 100 г диэтилового эфира, кипит при $36,86^{\circ}\text{C}$, тогда как чистый эфир кипит при $35,6^{\circ}\text{C}$. Определить молярную массу вещества. $E_{\text{эф}} = 2,02$.

БИЛЕТ 7

1. В каких случаях пар называется насыщенным? Покажите схемой равновесие, существующее между водой и ее насыщенным паром. В какую сторону оно смещается при повышении температуры и как изменяется при растворении нелетучего вещества?
2. Осмотическое давление раствора гемоглобина в воде содержащей 124 г/л при 17°C равно 4,39 Па. Рассчитайте молекулярный вес гемоглобина. $R = 8,314 \text{ Дж/моль К}$.

БИЛЕТ 8

1. Какие свойства разбавленных растворов неэлектролитов называют коллигативными? Перечислите их.
2. Водно-спиртовой раствор, содержащий 15% спирта ($\rho = 0,97 \text{ г/мл}$), кристаллизуется при температуре $-10,26^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте молекулярную массу спирта. $K = 1,86$.

Вариант 2

БИЛЕТ 1

1. Давление насыщенного пара растворов. Законы Рауля.
2. Почему в речной воде глаза «режет», а в морской воде это ощущение отсутствует? Закон Вант-Гоффа об осмосе.
3. Найти при 65°C давление пара над раствором, содержащим 13,68 г сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в 90 г H_2O , если давление насыщенного пара над водой при той же температуре равно 25,0 кПа.

БИЛЕТ 2

1. При одинаковой ли температуре: а) закипит вода на уровне моря и на высокогорной вершине, б) замерзает речная или морская вода.
2. При 293 К давление насыщенного пара над водой равно 2,37 кПа. Сколько граммов сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ надо рас-

- творить в 180 г воды чтобы понизить давление пара на 133,3 Па.
3. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа об осмосе. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

БИЛЕТ 3

1. Какой раствор по отношению к другому называют: а) гипертоническим, б) изотоническим, в) гипотоническим. В сторону какого из них должен быть направлен осмос?
2. Давление насыщенного пара растворов. Законы Рауля.
3. В радиатор автомобиля налили 9 л воды и прибавили 2 л метилового спирта ($\rho = 0,8 \text{ г/мл}$). Рассчитать при какой наиминимальной температуре можно после этого оставлять автомобиль на открытом воздухе не опасаясь, что вода в радиаторе замерзнет? $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,86$.

БИЛЕТ 4

1. Какие два следствия вытекают из закона Рауля, определяющие температуры кипения и замерзания растворов неэлектролитов? Физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант. От чего они зависят?
2. Давление насыщенного пара растворов.
3. Определить молярную концентрацию раствора сахарозы, который изотоничен крови, если осмотическое давление плазмы крови человека при 27°C равно 780,2 кПа. Закон Вант-Гоффа об осмосе.

БИЛЕТ 5

1. В концентрированном растворе NaCl эритроциты сморщиваются, а в воде или сильно разбавленном растворе NaCl набухают. Объясните эти явления и дайте им названия. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы. Закон Вант-Гоффа об осмосе.
2. Давление насыщенного пара растворов. Законы Рауля.
3. Раствор, содержащий 8 г некоторого вещества в 100 г диэтилового эфира, кипит при $36,86^\circ\text{C}$, тогда как чистый эфир кипит при $35,6^\circ\text{C}$. Определить молярную массу вещества. $E_{\text{эф}} = 2,02$.

БИЛЕТ 6

1. В каких случаях пар называется насыщенным? Покажите схемой равновесие, существующее между водой и ее насыщенным паром. В какую сторону оно смещается при повышении температуры и как изменяется при растворении нелетучего вещества?
2. Давление насыщенного пара растворов. Законы Рауля. Повышение и понижение температуры кипения замерзания растворов.
3. Осмотическое давление раствора гемоглобина в воде содержащей 124 г/л при 17°C равно 4,39 Па. Рассчитайте молекулярный вес гемоглобина. $R = 8,314 \text{ Дж/моль К}$. Закон Вант-Гоффа об осмосе.

БИЛЕТ 7

1. Какие свойства разбавленных растворов неэлектролитов называют коллигативными? Перечислите их.
2. Водно-спиртовой раствор, содержащий 15% этилового спирта ($\rho = 0,97 \text{ г/мл}$), кристаллизуется при температуре $-10,26^\circ\text{C}$. Рассчитайте молекулярную массу спирта. $K = 1,86$.

3.8. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема: «Буферные растворы»

1. Какие растворы (смеси) называются буферными? Приведите примеры.
2. Какими свойствами обладают буферные смеси? Докажите, что концентрация ионов водорода в буферной смеси почти не изменяется при разбавлении и мало изменяется при добавлении небольшого количества сильной кислоты или сильной щелочи.
3. Что такое буферная емкость? От чего она зависит? Как опытным путем определить буферную емкость?
4. В чем заключается механизм действия ацетатной буферной смеси?
5. Чему равна концентрация ионов водорода в ацетатной буферной смеси? Выведите соответствующую формулу
6. Что такое ионное произведение воды? Как оно определяется? Чему равна эта величина в воде и водных растворах?

7. Чему равна концентрация ионов водорода и гидроксида в нейтральной среде? Каковы значения концентрации ионов водорода:
а) в кислой среде,
б) в щелочной среде?
8. Что такое pH? Какие значения pH принимает в нейтральной, кислой и щелочной средах?
9. Укажите, какое практическое значение имеет буферная емкость и буферные системы?

3.9. Лабораторная работа 3. Буферные растворы

Цель работы: приготовить буферные растворы и изучить их некоторые свойства.

Описание работы

Приготовление буферных смесей.

В семь одинаковых пробирок наливают при помощи градуированной пипетки растворы 0,1 М уксусной кислоты и 0,1 М раствора ацетата натрия в объемах указанных в таблице:

	№ пробирки						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем кислоты, мл	9,8	9	8	5	3	1,5	0,2
Объем р-ра соли, мл	0,2	1,0	2	5	7	8,5	9,8
Значение pH, найденное в опыте							
Значение pH вычисленное							

Размешав растворы, добавляют к каждому из них по 3 капли универсального индикатора и снова взбалтывают. Растворы окрашиваются в различные цвета. Сравнивая их с цветной таблицей для универсального индикатора, находят значение pH смеси для каждой пробирки и эти значения записывают. Вычисляют pH всех растворов и сравнивают их с найденными в опыте. Значение pH вычисляют по уравнению: $pH = -\lg[H^+]$, где H^+ вычисляют по формуле:

$$[H^+] = K \cdot \frac{\text{(кислота)}}{\text{(соль)}}$$

Константу диссоциации кислоты (щелочи) находят по таблице 8 (см. Приложение).

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 9,8/0,2;$$

$$pH = -\lg [H]$$

Свойства буферных растворов

а). Разбавление буферных смесей.

Приготавливают в трех колбах по 10 мл буферного раствора, взяв растворы кислоты и соли в тех соотношениях, какие в пятой пробирке описанного выше опыта.

Раствор в первой колбе разбавляют дистиллированной водой в два раза, во второй – в три раза. Раствор в третьей колбе не разбавляют. Берут по 10 мл каждого раствора и прибавляют к каждому из них по 3 капли универсального индикатора. Окраска трех растворов будет одинакова, следовательно, pH от разбавления не изменяется.

б). Действие кислот и щелочей

Опыт 1.

В пробирку, содержащую раствор с наибольшим значением pH (из опыта «Приготовление буферных смесей»), приливают по каплям 0,1 М раствор хлороводородной кислоты. Цвет раствора практически не изменяется.

В пробирку с раствором, имеющим наименьшее значение pH, приливают по каплям 0,1 М раствор гидроксида. Цвет раствора практически не изменяется. Следовательно, pH в первом и во втором случае не изменяется.

Опыт 2.

Наливают в пробирку 12,5 мл 1 М раствора уксусной кислоты, 0,5 мл 1М раствора ацетата натрия и 2-3 капли индикатора (метиловый оранжевый).

В другую пробирку наливают 13 мл физиологического раствора (0,9%-й) хлорида натрия и 2-3 капли того же индикатора, затем по каплям добавляют к данному раствору 0,01 М раствора хлороводородной кислоты до тех пор, пока характер окраски не станет таким же, как ацетатной смеси. После этого в каждую пробирку (с ацетатной смесью и физиологическим раствором) добавляют по 2-5 капель 0,1 М раствора гидроксида натрия и наблюдают изменение окраски буферной смеси и физиологического раствора.

Определение буферной емкости почвенной вытяжки

Важной характеристикой почв является их буферная емкость (буферность), о чем в некоторой степени можно судить по буферности почвенных вытяжек. В водных почвенных вытяжках содержатся карбонаты, фосфаты и частично белки (растворимая часть почв), наличие которых определяет буферность водных почвенных вытяжек.

Опыт 3.

20 г предварительно высушенной почвы и 100 мл воды вносят в коническую колбу и встряхивают содержимое колбы течение 3 мин. Затем фильтруют через складчатый фильтр и определяют рН фильтрата. В две сухие колбочки отмеривают пипеткой по 20 мл приготовленной почвенной вытяжки. В одну из колбочек прибавляют две капли фенолфталеина и титруют 0,1 М раствором до появления слабо-малинового окрашивания. В другую колбочку с раствором почвенной вытяжки добавляют 2-3 капли индикатора метилового красного и титруют 0,1 М раствором НС1 до появления оранжево-розового окрашивания. По формуле:

$$\beta = \frac{\text{г-экв (щелочи, кислоты)}}{\text{pH}_2 - \text{pH}_1}$$

вычисляют буферную емкость.

Для сравнения выполняют такой же опыт с безбуферным раствором, приготовленным из дистиллированной воды с добавлением к нему щелочи или кислоты до достижения такой же величины рН, как и у почвенной вытяжки.

Примечание. Рассчитать количество грамм-эквивалентов щелочи и кислоты, израсходованной на титрование 1 л буферного раствора можно по формуле:

$$C_{\text{г-экв}} = N_{\text{щ}} \cdot V_{\text{щ}} \cdot 1000 / V_{\text{б.р}}$$

Где $N_{\text{щ}}$ – нормальность щелочи(кислоты); $V_{\text{щ}}$ – объем раствора щелочи, израсходованной на титрование буферного раствора в мл; $V_{\text{б.р}}$ – объем буферного раствора в мл.

Отчет о работе. Сделать и записать выводы из полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Рассчитать pH буферного раствора, содержащего 10 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты и 5 мл 0,2 М раствора ацетата натрия.
2. Определить количество 0,2 М раствора уксусной кислоты, которое следует прибавить к 40 мл 0,1 н раствора ацетата натрия, чтобы получить буферный раствор со значением $\text{pH}=4,4$
3. Вычислите pH буферного раствора, содержащего 60 мл 0,05 М раствора NH_4Cl и 40 мл 0,1 М раствора.
4. Как изменится pH и буферная емкость раствора при увеличении в одинаковой мере концентрации соли и кислоты.

3.10. Вопросы к защите модуля «Растворы»

Вариант 1.

1. Общая характеристика растворов. Классификация растворов.
2. Термодинамика процесса растворения.
3. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов:
 - давление насыщенного пара растворителя над раствором. законы Рауля
 - понижение температуры замерзания растворов;
 - повышение температуры кипения растворов (графики).
4. В эфире массой 100 г растворяется бензойная кислота массой 0,625 г. Вычислите повышение температуры кипения полученного раствора по сравнению с чистым эфиром. Эбулиоскопическая постоянная эфира равна $2\text{K}\cdot\text{кг}/\text{моль}$.

Ответ: $0,102\text{ }^\circ\text{C}$

5. Раствор, содержащий глюкозу, массой 7,252 г в воде массой 200 г замерзает при $0,878\text{ }^\circ\text{C}$. Криоскопическая постоянная воды равна $1,86\text{K}\cdot\text{кг}/\text{моль}$. Определите относительную молекулярную массу глюкозы и относительную ошибку в процентах по сравнению с величиной, найденной в справочнике.

Ответ: $178,1\%$

6. Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего в 5 л 0,3 моль глюкозы (температура раствора $22\text{ }^\circ\text{C}$)

Ответ: 1472 г. Па

7. Свойства, буферных систем и их биологическое значение.
8. Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Изотонический коэффициент.

Вариант 2.

1. Кратко изложите основные теории образования растворов.
2. Растворимость. Зависимость растворимости твердых веществ от температуры.
3. Осмос. Осмотическое давление. Законы Вант-Гоффа и Пфеллера об осмосе. (Осмометрическая ячейка).
4. Осмотический конфликт. Гипертонические, гипотонические и изотонические растворы. Биологическая роль осмоса.
5. Определите температуру замерзания раствора, содержащего мочевины массой 0,25 г в воде массой 50 г. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86К·кг/моль.

Ответ: -0,388 °C

6. Определите температуру кипения раствора, содержащего 0,006 г. камфоры в ацетоне массой 20 г. Температура кипения ацетона 56,3 °C, а удельная теплота его испарения при этой температуре 540,0 Дж/г.

Ответ: 56,8 г

7. Определите осмотическое давление 5% процентного раствора свекловичного сахара при 15 °C. Плотность раствора 1,019 г /см³

Ответ: 3570 гПа

8. Буферные растворы, свойства буферных смесей. Механизм действия ацетатной буферной системы. Укажите практическое значение буферных систем.

МОДУЛЬ 4. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

4.1. Вопросы к модулю «Электрохимия»

1. Общая характеристика электрохимических процессов.
2. Электродные потенциалы металлов. Уравнение Нернста-Петерса.

3. Ряд стандартных электродных потенциалов металлов.
4. Гальванический элемент Даниэля-Якоби:
 - полуреакции и реакции, протекающие при работе гальванического элемента;
 - схема записи гальванического элемента;
 - вычисление электродвижущей силы (ЭДС) в элементе.
5. Концентрационный гальванический элемент.
 - полуреакции и реакция в общем виде, протекающие в концентрационном гальваническом элементе; вычисление электродвижущей силы (ЭДС) элемента;
 - схема записи концентрационного гальванического элемента.
6. Электролиз водных растворов электролитов. Анодные и катодные процессы.
7. Электролиз водных растворов электролитов с участием инертных и растворимых электролитов.
8. Законы Фарадея (I и II), математическое выражение.
9. Практическое значение электролиза.
10. Коррозия металлов. Анодные и катодные процессы, например: коррозия на границе $\text{Al} \mid \text{Cu}$, $\text{Zn} \mid \text{Sn}$, $\text{Zn} \mid \text{Fe}$, в различных средах $\text{pH} < 7$, $\text{pH} \approx 7$, $\text{pH} > 7$.
11. Методы защиты металлов от коррозии.
12. Использование растительных ингибиторов для защиты металлов от коррозии.
13. Тестовые задания, задачи и упражнения.

4.2. Вопросы и задачи для самостоятельной подготовки

Темы: «Гальванические элементы», «Электролиз»

Вариант 1

1. Вычислите потенциалы следующих электродов:
 - а) Ni/Ni^{2+} ($a = 0,04$)
 - б) $\text{Pt}, \text{I}_2/2\text{I}^-$ ($a = 0,1$)
1. Вычислите ЭДС концентрационного элемента (при 25°C) Zn/ZnSO_4 ($a_+ = 0,001$) $/\text{ZnSO}_4$ ($a_+ = 0,01$)/ Zn . Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение.

- За счет какого процесса возникает электродвижущая сила в элементе?
2. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых железо служило бы катодом, а в другом – анодом. Написать полуреакции и суммарные реакции протекающие в этих гальванических элементах и представить записи этих гальванических элементов. Для одного из них вычислить ЭДС. $a_1=0,005$ $Zn/a_2 = 0,05$ Me^x , где a – активность раствора.
 3. Что такое электрохимический ряд напряжений металлов (при с.у.)?

Вариант 2

1. Вычислите ЭДС элемента (при 25° С) $Ag/AgNO_3 (a_+=0,01)/AgNO_3 (a_+=0,1)/Ag$. Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение. За счет какого процесса возникает электродвижущая сила в элементе?
2. Вычислите потенциалы следующих электродов:
 $Cu/Cu^{2+} (a = 0,005)$
 $Pt, Br_2/2 Br^- (a = 0,1)$
3. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых железо служило бы катодом, а в другом – анодом. Написать полуреакции и суммарные реакции протекающие в этих гальванических элементах и представить записи этих гальванических элементов. Для одного из них вычислить ЭДС. $a_1=0,005$ $Ni/a_2 = 0,05$ Me^x , где a – активность раствора.
4. Что такое электрохимический ряд напряжений металлов (при с.у.)?

4.3. Текущий контроль знаний

Тема: «Электролиз»

Вариант 1

1. Составьте уравнения электролиза водных растворов электролитов с графитовыми электродами: K_3PO_4 , H_2SO_4 , HF , $Ni(NO_3)_2$, MnJ_2 , $AuCl_3$, $NaOH$, $CsOH$, $SnBr_2$.
2. Составьте уравнения электролиза водного раствора $NiSO_4$:

- а) с медными электродами;
- б) с инертными электродами.
- 3. В каких случаях при электролизе на катоде выделяется водород? Приведите примеры с уравнениями реакций.
- 4. Законы Фарадея. Практическое значение электролиза.
- 5. Совместный электролиз. Привести примеры.

Вариант 2

- 1. Составьте уравнения электролиза водных растворов солей с нерастворимыми электродами: Rb_3PO_4 , HClO_4 , CaCl_2 , AlCl_3 , PtSO_4 , PbBr_2 , FrOH , NaF , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- 2. Составьте уравнения электролиза водного раствора AgNO_3 :
 - а) с медными электродами;
 - б) с графитовыми электродами.
- 3. В каких случаях при электролизе на аноде выделяется кислород? Приведите примеры с уравнениями реакций.
- 4. Законы Фарадея. Практическое значение электролиза.
- 5. Совместный электролиз солей. Привести конкретные примеры.

4.4. Лабораторная работа 1. Коррозия металлов

Защитные оксидные пленки и их испытание

Некоторые окислительные пленки, образующиеся в результате коррозии, защищают металл от дальнейшего его разрушения. Они получаются при нагревании металлов, а также при специальной обработке. Пользуясь этим явлением, часто создают искусственные пленки. Образование таких пленок называется оксидированием. Оксидирование не только играет защитную роль, но и придает изделиям красивую окраску. Этому процессу подвергают изделия из стали, алюминия и его сплавов, цинка и его сплавов.

Цель работы: изучить коррозионную устойчивость оксидных пленок; ознакомиться с примерами электрохимической коррозии и некоторыми методами защиты.

Ход работы

Опыт 1. Оксидирование

Оксидирование стальных изделий проводят двумя способами: мокрым, или химическим, и сухим, который называется ещё

термическим способом. Для получения защитных пленок на изделиях из железа наиболее широко применяют химический способ.

Химическое оксидирование проводят в растворах щелочи, к которым добавляют нитраты и нитриты щелочных металлов.

Принадлежности для работы: раствор, состоящий из 800 г/л NaOH, 50 г/л NaNO_3 и 200 г/л NaNO_2 ; стальные пластинки, очищенные от загрязнения и жира.

Нагревают приготовленный для оксидирования раствор до кипения и опускают в него стальные пластинки на 20–40 мин., пока изделие не приобретет красивый черный цвет с синеватым оттенком, после этого вынимают пластинки из раствора, тщательно промывают их.

Сравнивают защитные свойства оксидированных пластинок с пластинками неоксидированными, для чего помещают на поверхность оксидированной и неоксидированной пластинок по капле 0,1 М раствора медного купороса и отмечают появление медного пятна.

Опыт 2. Химическое оксидирование алюминия

Принадлежности для работы: пластинка из алюминия и его сплавов: раствор для химического обезжиривания, 1 л которого содержит 50 г Na_3PO_4 , 10 г NaOH, 30 г жидкого стекла; раствор для оксидирования, содержащий в 1 л 50 г Na_2CO_3 , 15 г $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 2 г NaOH.

Алюминиевые пластинки погружают на 3–5 мин в раствор для обезжиривания, нагретый до 50–60° С, после чего промывают сначала в горячей, а затем в холодной воде.

Промытые пластинки погружают на 5–30 мин в раствор для оксидирования, нагретый до 85–100°С, затем тщательно промывают и высушивают. На поверхности пластинок происходит образование защитной плёнки.

Отчет о работе

1. Сделать выводы из результатов, полученных в опытах.
2. Какой метод защиты металлов от коррозии называется протекторным?

Контрольные вопросы

1. Почему медь (как протектор) не защищает железо, а цинк предохраняет его от коррозионного разрушения?

2. Какой из металлов в паре олово-цинк, олово-железо будет разрушаться?
3. Почему радиус действия протектора зависит от электропроводимости раствора?

4.5. Лабораторная работа 2.

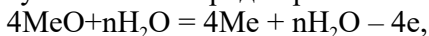
Коррозия металлов в воде и в водных солевых растворах

Цель работы. Ознакомиться с электрохимическими процессами коррозии металлов в нейтральных средах.

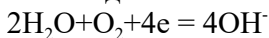
Принадлежности для работы. U-образная стеклянная трубка; цинковая и железная пластинки размером 20/50/2 мм; проволока медная, цинковая, железная; фарфоровая чашечка; 3%-й раствор хлорида натрия; раствор фенолфталеина; раствор 0,2 г красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$ в 200 мл воды.

Ход работы

Коррозия в воде и нейтральных водных растворах в присутствии кислорода протекает на аноде:



На катоде:



На катодных участках накапливаются гидроксид-ионы.

Опыт 1. Собирают прибор, как указано на рисунке. В одно колено U-образной трубки, заполненной 2%-м раствором хлорида натрия, погружают свежезачищенную цинковую пластинку, в другое – медную, также предварительно зачищенную. Обе пластинки соединяют медной проволокой. В оба колена трубки добавляют по 2-3 капли фенолфталеина. Через 0,5-1 ч возле медного электрода наблюдают появление малиновой окраски.

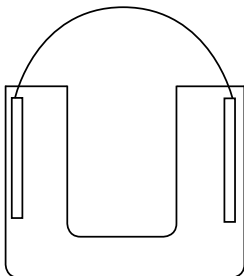


Рис. 1. Прибор для изучения коррозии в нейтральной среде

Опыт 2. В фарфоровую чашку наливают 3%-й раствор хлорида натрия, к которому добавляют 5–6 капель раствора фенолфталеина. В раствор погружают предварительно обработанную наждачной бумагой медную проволоку, обвитую цинковой проволокой (или узкой ленточкой). По истечении 2–3 мин на поверхности меди появляется малиновая окраска, указывающая на избыток гидроксид-ионов.

Опыт 3. Вместо медного стержня берут железный гвоздь и на него плотно накручивают цинковую проволоку. При погружении в раствор, который был применен в опыте 2, малиновая окраска появляется на железном гвозде.

Опыт 4. Чтобы обнаружить катодные и анодные участки при контакте двух металлов, к 3%-ному раствору хлорида натрия добавляют несколько капель раствора 0,2 г/мл красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$ и несколько капель фенолфталеина. Затем в раствор погружают медный стержень, обвитый железной проволокой. На меди через 2–3 мин появляется красное окрашивание, а на железе – темно-синее. Здесь железо – анод; следовательно, в раствор переходят ионы Fe^{2+} , которые, взаимодействуя с $K_3[Fe(CN)_6]$, образуют соль – турбулиевую синь $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. Синее окрашивание указывает на наличие в растворе ионов железа в результате его растворения, а малиновое окрашивание – на наличие избытка гидроксид-ионов, которые появляются в результате восстановления кислорода.

Отчет о работе. Записать результаты каждого опыта и дать объяснение.

Контрольные вопросы

1. Как можно обнаружить катодные и анодные участки при электрохимической коррозии?
2. Объясните появление малиновой окраски в системе железо-медь, медь-цинк, железо-цинк, погруженные в электролит в присутствии фенолфталеина.
3. Объясните, в каких случаях железо является катодом, а в каких анодом?

4.6. Текущий контроль знаний

Тема: «Коррозия металлов»

Вариант 1

1. Алюминий склепан с медью. Какой из металлов будет подвергаться коррозии, если эти металлы попадут в кислотную среду? Составьте схему гальванического элемента, образующегося при этом.
2. Анодная и катодная защита металлов от коррозии (на конкретных примерах) в кислой среде и при воздействии атмосферных факторов.
3. Железо, покрытое хромом. Какой из металлов будет корродировать в случае нарушения поверхностного слоя покрытия в атмосфере промышленного района (влажный воздух содержит SO_2 , NO_2 , H_2S и др.). Составьте схему процессов, происходящих на электродах образующегося гальванического элемента. Подсчитайте ЭДС и ΔG^0_{298} этого элемента для стандартных условий. Протекает ли реакция самопроизвольно в данном гальваническом элементе?
4. Виды коррозии.

Вариант 2

1. Протекторная защита металлов от коррозии. Химические процессы, составить гальванический элемент в кислой среде и при воздействии атмосферных условий.
2. Коррозия стали в кислой среде и при воздействии атмосферных факторов.
3. Алюминиевое изделие покрыто цинком. Какой из металлов будет корродировать в случае нарушения поверхностного слоя покрытия в кислой среде (влажный воздух содержит SO_2 , NO_2 , CO_2 и др.). Составьте схему процессов, происходящих на электродах образующегося гальванического элемента. Подсчитайте ЭДС и ΔG^0_{298} этого элемента для стандартных условий. Протекает ли реакция самопроизвольно в данном гальваническом элементе?
4. Влияние растительных ингибиторов, содержащих алкалоиды на снижение скорости коррозии металлов.

4.7. Вопросы к защите модуля «Электрохимия»

Вариант 1

1. Гальванический элемент – это...
2. Вычислите потенциалы следующих электродов:
 Ni/Ni^{2+} ($a = 0,04$)
 $\text{Pt}, \text{I}_2/2\text{I}^-$ ($a = 0,1$)
3. Вычислите ЭДС элемента (при 25° C) Zn/ZnSO_4 ($a_+ = 0,001$)/ ZnSO_4 ($a_+ = 0,01$)/ Zn . Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение. За счет какого процесса возникает электродвижущая сила в элементе?
4. Через раствор сульфата никеля (II), в который опущены никелевые электроды, в течение 3 ч пропускали ток силой 1,5 А. Какие процессы происходили у анода и катода? Как изменилась масса анода?
5. Алюминий склепан с медью. Какой из металлов будет подвергаться коррозии, если эти металлы попадут в кислотную среду? Составьте схему гальванического элемента, образующегося при этом. Подсчитайте ЭДС и ΔG^0_{298} этого элемента.
6. Написать электролиз раствора CuSO_4 на инертных и растворимых электродах и электролиз растворов LiOH , HF , HNO_3 , CaF_2 на инертных электродах.
7. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых алюминий служил бы катодом, а в другом – анодом. Написать полуреакции и суммарные реакции, протекающие в этих элементах и представить записи этих элементов. Для одного из них вычислить ЭДС. $a_1 = 0,005$ $\text{Al}/a_2 = 0,05 \text{ Me}^x$; и ΔG^0_{298} при с.у.
8. Тестовые задания, задачи и упражнения (учебное пособие Очерет Н. П.).

Вариант 2

1. Вычислите ЭДС элемента (при 25° C) Ag/AgNO_3 ($a_+ = 0,01$)/ AgNO_3 ($a_+ = 0,1$)/ Ag . Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение. За счет какого процесса возникает электродвижущая сила в элементе?
2. Вычислите потенциалы следующих электродов:

Cu/Cu^{2+} ($a = 0,005$)

$\text{Pt}, \text{Br}_2/2\text{Br}^-$ ($a = 0,1$)

3. При электролизе раствора NaCl в ванне, работающей при силе тока $1,050\text{A}$, в течении часа выделилось $1,25\text{ г}$ хлора. Определить выход по току.
4. Представить схему электролиза CoCl_2 на инертных и растворимых электродах, и схемы электролиза растворов: LiOH , HF , HNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CaF_2 .
5. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых железо служило бы катодом, а в другом – анодом. Написать полуреакции и суммарные реакции протекающие в этих гальванических элементах и представить записи этих гальванических элементов. Для одного из них вычислить ЭДС. $a_1 = 0,005 \text{ Fe} / a_2 = 0,05 \text{ Me}^x$; где a – активность раствора.
6. Медь покрыта оловом. При нарушении оловянного покрытия работает гальванический элемент: (кислая среда), написать схему процессов, происходящих на электродах образующегося гальванического элемента, который дает ток силой $7,5\text{ A}$. Какая масса олова растворится и сколько литров водорода выделится на медном катоде за 25 мин ?
7. Что такое электрохимический ряд напряжений металлов (при с.у.)?
8. Тестовые задания, задачи и упражнения.

МОДУЛЬ 5. КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

5.1. Вопросы к модулю «Коллоидные растворы»

1. Что изучает коллоидная химия?
2. Коллоидные растворы это...
3. Общая характеристика коллоидных растворов.
4. Свойства коллоидных растворов:
 - светорассеивание (конус Фарадея-Гиндаля, уравнение Рэлея);
 - эффект искрящихся слоев «Шлирен-эффект»;
 - электрофорез и электроосмос;
 - диализ;
 - коагуляция.

5. Классификация коллоидных растворов.
6. Методы получения: дисперсионный и конденсационный (физический и химический).
7. Строение мицеллы золя гидроксида железа (III), иодида серебра, сульфата бария и др.
8. Коагуляция. Влияние различных факторов на процесс коагуляции.
9. Что называется порогом коагуляции. Как он определяется?
10. Коагуляция зольей электролитами. Сформулируйте правило значности Шульце-Гарди и приведите примеры подтверждающие его.
11. В чём проявляется особенность коагуляции зольей под действием смеси электролитов? Что такое аддитивность, синергизм и антагонизм ионов? Покажите это графически. Как объяснить эти явления?
12. Роль явления антагонизма ионов в жизни живых существ.
13. Что такое видимая коагуляция? Какое практическое применение находит это явление?
14. Практическое значение коагуляции.
15. Коагуляционно-дисперсные системы в природе и технике.
16. Тестовые задания, задачи и упражнения.

5.2. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема «Коллоидные растворы, свойства, получение»

1. Общая характеристика коллоидных растворов (зольей).
2. Свойства коллоидных растворов:
 - светорассеяние (конус Фарадея-Тиндаля, уравнение Рэлея);
 - эффект искрящихся слоев «Шлирен-эффект»;
 - электрофорез и электроосмос;
 - диализ;
 - коагуляция.
3. Классификация коллоидных растворов.
4. Методы получения. Дисперсионный и конденсационный (физической и химической конденсации).
5. Строение мицеллы зольей AgI , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, BaSO_4 и др.

6. Коллоидно-дисперсные системы в природе и технике.
7. Тестовые задания, задачи и упражнения.

5.3. Текущий контроль знаний

Тема «Коллоидные растворы»

Вариант 1

- 1) Напишите схемы строения мицелл сульфида цинка, образующихся при получении золя:
 - а) в случае избытка ZnSO_4
 - б) в случае избытка $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, по следующей реакции:
$$\text{ZnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

золь
- 2) Укажите, к какому электроду должны двигаться частицы золя хлорида серебра, образующегося в результате реакции $\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{KNO}_3$. Написать схему строения мицеллы.

Вариант 2

- 1) Напишите схему строения мицелл сульфата бария, образующихся при получении золя:
 - а) в случае избытка H_2SO_4 ;
 - б) в случае избытка $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ по следующей реакции:
$$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2 \text{HNO}_3$$

золь
- 2) Укажите, к какому электроду должны двигаться гранулы гидроксида алюминия, образующиеся при гидролизе $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{HCl}$
Напишите строение мицеллы.

5.4. Лабораторная работа 1.

Получение лиофобных коллоидных растворов

Цель работы: используя метод гидролиза и реакцию двойного обмена получить золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и AgI , а также изучить значение концентраций реагирующих веществ для получения коллоидных растворов.

Опыт 1. Получение золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ посредством гидролиза

Принадлежности для работы

Треножник, сетка, газовая горелка, коническая колба на 150 мл, капельная пипетка, мерный цилиндр, 2% раствор FeCl_3 , дистиллированная вода.

Ход работы

100 мл дистиллированной воды нагревают до кипения. Затем в кипящую воду по каплям добавляют 5–10 мл 2%-ного раствора FeCl_3 . Получают коллоидный раствор гидроксида железа (III) интенсивного красно-коричневого цвета.

Написать уравнение реакции и строение мицеллы золя гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Опыт 2. Получение золя иодида серебра

Принадлежности для работы

Коническая колба на 50 мл, мерные цилиндры, раствор 0,05н KI, раствор 0,05н AgNO_3 .

Ход работы

В коническую колбу наливают 5 мл 0,05 н. раствора KI и затем медленно, при сильном взбалтывании, добавляют 5 мл 0,05 н. раствор нитрата серебра.

Написать уравнение реакции и строение мицеллы золя иодида серебра AgI :

- а) при избытке AgNO_3 ;
- б) при избытке KI.

Опыт 3. Значение концентраций реагирующих веществ для получения коллоидных растворов

Принадлежности для работы

Четыре стакана на 100мл, мерные цилиндры, стеклянная палочка; растворы: 0,005н., 0,1н. и насыщенный FeCl_3 , 0,005н., 0,1н. и насыщенный желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Размеры дисперсных частиц при реакциях двойного обмена зависят от концентрации реагирующих веществ. При очень высоких и очень низких концентрациях получают высокодисперсные (коллоидные) системы. В первом случае это объясняется возникновением одновременно очень большого количества центров кристаллизации (зародышевых центров), что связано с расходом всего реагирующего вещества. Возможность дальнейшего роста частиц этим ограничивается.

В случае низких концентраций весь возможный избыток веществ расходуется на возникновение сравнительно немногочисленных центров кристаллизации, и дальнейший рост частиц тем самым исчерпывается. При средних концентрациях реагирующих веществ получают грубодисперсные частицы, выпадающие в осадок.

Ход работы

Опыт № 1. В стакан на 100 мл наливают 5 мл 0,005 н. раствора хлорида железа (III) и добавляют 5 мл 0,005 н. раствора желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$. Разбавляют полученный раствор 50 мл дистиллированной воды. Получается прозрачный коллоидный раствор берлинской лазури $K_4[Fe(CN)_6]_3$.

Опыт № 2. Выполняют то же, что и в опыте 1, беря растворы хлорида железа (III) и желтой кровяной соли 0,1 н. концентрации. Из мутного раствора выпадает осадок берлинской лазури.

Опыт № 3. В стакан емкостью на 100 мл наливают 5 мл насыщенного раствора хлорида железа (III) и 10 мл насыщенного раствора желтой кровяной соли. Образуется студнеобразный осадок. Часть полученного осадка переносят в стакан со 50 мл дистиллированной воды и размешивают. Получается устойчивый золь берлинской лазури.

Написать уравнение реакции и строение мицеллы коллоидного раствора берлинской лазури.

Написать схемы образования коллоидных систем.

Контрольные вопросы

1. Какое место занимают коллоиды среди других дисперсных систем?
2. Какие известны методы получения коллоидных растворов? В чем их сущность?
3. Какие признаки характеризуют процесс пептизации?
4. Что такое пептизаторы?
5. Что такое стабилизаторы?
6. В чем отличие гидрофобных золей от гидрофильных?

5.5. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема «Коагуляция. Влияние различных факторов на процесс коагуляции»

1. Перечислите факторы устойчивости коллоидных систем.
2. Что такое кинетическая и агрегативная устойчивость золь? От каких факторов каждая из них зависит?
3. Дайте определение понятиям: коагуляция, седиментация, скрытая коагуляция, явная коагуляция (покажите это графически)
4. Перечислите факторы, при действии которых может наступить коагуляция золь.
5. Что называется порогом коагуляции? Как он определяется?
6. Коагуляция золь электролитами. Сформулируйте правило значности Шульца-Гарди и приведите примеры, подтверждающие его.
7. В чем проявляется особенность коагуляции золь под действием смеси электролитов? Что такое аддитивность, синергизм и антагонизм ионов? Покажите это графически. Как эти явления объясняются?
8. Роль явления антагонизма ионов в жизни живых существ.
9. Что такое взаимная коагуляция? Какое практическое применение находит это явление?
10. Задачи к теме: Коагуляция золь. Учебно-методическое пособие: Физическая и коллоидная химия.

5.6. Лабораторная работа 2.

Коагуляция гидрофобных коллоидов

Цель работы: Ознакомиться с методами коагуляции гидрофобных золь и правилом значности.

Определение порога коагуляции золь гидроксида железа (III).

Минимальная концентрация электролита, вызывающая явную коагуляцию, называется порогом коагуляции гидрофобных золь. Порог коагуляции выражается в миллимолях на литр (ммоль/л) электролита. Порог коагуляции зависит как от природы электролита, так и от степени окисления коагулирующего иона. Порог коагуляции вычисляют по формуле:

$$C_{\text{пор}} = 100 \cdot C \cdot V,$$

где C – молярная концентрация электролита; V – наименьшее число миллилитров раствора электролита, достаточное для коагуляции золя.

Если, например, для коагуляции золя гидроксида железа (III) 0,01 М раствором K_2SO_4 пошло 2 мл электролита, то порог коагуляции будет равен:

$$C_{\text{пор}} = 100 \cdot 0,01 \cdot 2 = 2 \text{ (ммоль/л)}$$

Принадлежности для работы. Двенадцать пробирок; 1М раствор KCl , 0,01 М раствора K_2SO_4 ; 0,001 м раствор $K_3[Fe(CN)_6]$; золь гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$.

Ход работы

В двенадцать чистых пробирок наливают по 5 мл золя гидроксида железа и указанный в таблице объём дистиллированной воды и раствора электролита. Затем содержимое пробирок хорошо перемешивают и через 1 час отмечают, в каких пробирках наблюдается явная коагуляция (помутнение) и седиментация.

Реагенты. Результаты наблюдений	№ пробирки			
	1	2	3	4
Золь гидроксида железа (III), мл	5	5	5	5
Дистиллированная вода, мл	4,5	4	3	1
Раствор электролита, мл	0,5	1	2	4
Коагуляция через 1 ч. Результаты наблюдений.				

В случае, если ни в одной из пробирок не произойдет коагуляция, то повторяют опыт с более (в 2–5 раз) концентрированными растворами электролитов. Вычисляют порог коагуляции для каждого электролита и записывают результаты в таблицу.

Электролит	Коагулирующий ион	Порог коагуляции

Опыт 2. Очистка воды коагуляцией

Принадлежности для работы. Колба на 1л; шесть пробирок; золь гидроксида железа (III), глина. Приготавливают загрязненную воду, для чего в литре водопроводной воды взбалтывают 0,1г глины.

Описание работы. В шесть пробирок наливают по 10 мл полученной мутной воды и различные количества золя гидроксида железа (III) в количествах, указанных в таблице. В таблицу вносят результаты наблюдения через определенные промежутки времени.

№ пробирок	Количество капель гидроксида железа (III)	Результаты наблюдений через промежутков времени		
		30 мин	1ч	1ч 30мин
1	0			
2	1			
3	2			
4	4			
5	8			
6	16			

Контрольные вопросы

1. Как можно вызвать коагуляцию зольей?
2. Как действуют электролиты на лиофобные и лиофильные золи?
3. В чём сущность защитного действия лиофильных коллоидов при коагуляции лиофобных?
4. В каких случаях наблюдается обратимая коагуляция?
5. Как действует на коллоидные растворы смесь электролитов?

5.7. Лабораторная работа 3.

Почва – коллоидная система.

Качественное определение легко- и среднерастворимых форм химических элементов в почвах городских улиц

Цель работы: определить легко- и среднерастворимые формы химических элементов в почвах городских улиц.

Присутствие в почвах легко- и среднерастворимых соединений имеет важное значение. Наиболее вредными для расте-

ний солями являются: сода (Na_2CO_3), хлориды (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) и сульфат натрия (Na_2SO_4), т.е. легкорастворимые соединения. Легкорастворимые соли, повышающие плодородие почв – нитраты (соли азотной кислоты). Из среднерастворимых солей безвредными являются карбонаты кальция и магния, а также сульфат кальция (гипс). Вредное влияние на растения оказывает закись железа, а гидраты окиси железа – безвредны. Практически все из этих солей могут встречаться в почвах на обочинах дорог и городских улиц, как в силу применения противогололедных средств (NaCl , KCl), так и вследствие оседания пыли от эксплуатации дорог и особенно мощного потока автотранспорта, где присутствуют не только продукты сгорания бензина, но и продукты амортизации самих машин и дорог.

Оборудование, реактивы, материалы

1) весы с разновесами; 2) колбы на 200 и 100 мл; 3) воронки; 4) стеклянные палочки; 5) фильтры; 6) пробирки; 7) 10% соляная кислота; 8) конц. азотная кислота; 9) азотокислое серебро – AgNO_3 , 10) 20%-ный раствор хлористого бария – BaCl_2 , 11) раствор дифениламина в серной кислоте; 12) 4%-ный раствор щавелевокислого аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Ход работы

Приготовление почвенной вытяжки

Образец ранее приготовленной почвы (растертой и просеянной) взвешивают (25 г), переносят в коническую колбочку на 100 мл, заливают 50 мл дистиллированной воды без CO_2 , взбалтывают 15 мин, отстаивают 5 мин, фильтруют через воронку со складчатым фильтром, сливая раствор по стеклянной палочке, наливая каждый раз немного более чем до половины фильтра.

Опыт 1. Определение хлор-иона (Cl^-)

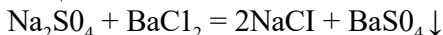
Берут в пробирку 5 мл водной вытяжки, подкисляют азотной кислотой (1–2 капли) для разрушения бикарбонатов, прибавляют несколько капель азотнокислого серебра, перемешивают. По характеру осадка AgCl судят о содержании хлор-иона.

Характеристика осадка

Осадок	Содержание Cl^-	
	мг на 100 мл вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой хлопьевидный	> 10	Десятые доли
Сильная муть	5-10	Сотые доли
Опалесценция	1-0,1	Тысячные доли

Опыт 2. Определение сульфат-иона (SO_4^{2-})

Фильтрат водной вытяжки в количестве 2 см³ отливают в пробирку, добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты и 1–2 см³ раствора хлористого бария. Раствор в пробирке нагревают до кипения. При наличии сульфатов происходит реакция:



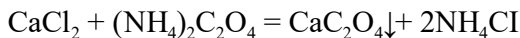
Сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка.

Характеристика осадка

Осадок	1 Содержание SO_4^{2-}	
	мг на 100 мл вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой, быстро оседающий на дно	50	Десятые доли
Муть, появляющаяся сразу	10-1	Сотые доли
Медленно появляющаяся слабая муть	1-0,5	Тысячные доли

Опыт 3. Определение кальция (Ca^{2+})

Фильтрат водной вытяжки в количестве 3 см³ наливают в пробирку, подкисляют 1–2 каплями 10% ной соляной кислоты и добавляют 1,5–2 см³ 4%-го раствора щавелевокислого аммония (оксалата аммония). При наличии кальция протекает реакция:



Характеристика осадка

Осадок	Содержание Ca^{2+}	
	мг на 100 мл вытяжки.	г на 100 г почвы, %
Большой, выпадающий сразу	50	Десятые доли
Муть, выделяющаяся при перемешивании	10-1	Сотые доли
Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	1-0,1	Тысячные доли

Опыт 4. Определение нитратов (NO_3^-)

В пробирку переносят 2 см³ фильтрата водной вытяжки и по каплям добавляют раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

Опыт 5. Определение железа (II и III) (Fe^{2+} , Fe^{3+})

В две пробирки внести по 3 мл вытяжки. В первую пробирку прилить несколько капель раствора красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$, во вторую – несколько капель 10%-го раствора роданида аммония или калия NH_4SCN или $KSCN$. Появившееся синее окрашивание в первой пробирке и красное во второй свидетельствует о наличии в почве соединений железа (II) и железа (III). По интенсивности окрашивания можно судить об их количестве.

Опыт 6. Определение алюминия (Al^{3+})

К 5 мл солевой почвенной вытяжки прибавляют по каплям 3% раствор фторида натрия до появления осадка. Чем быстрее и обильнее выпадает осадок, тем больше алюминия содержится в почве.

Опыт 7. Определение натрия (Na^+)

О присутствии натрия в почве судят по ярко-желтому окрашиванию пламени горелки при внесении в него стеклянной палочки с каплей раствора почвенной вытяжки.

5.8. Вопросы к защите модуля «Коллоидные растворы»

Вариант 1

- 1) Коагуляция коллоидных систем, основные стадии процесса коагуляции, порог коагуляции. Правило значности.
- 2) Чтобы вызвать коагуляцию золя сульфида мышьяка (III) объемом 10 мл, в каждом случае потребовалось прилить раствор хлорида натрия объемом 0,25 мл молярной концентрации 2 моль/л, раствор хлорида кальция объемом 1,3 мл молярной концентрации эквивалента 0,01 моль/л и раствора хлорида алюминия объемом 2,76 мл молярной концентрации эквивалента 0,001 моль/л. Какой заряд имеют частицы? Чему равен порог коагуляции каждого электролита.
- 3) Методы получения коллоидных растворов.
- 4) Золя BaSO_4 получен смешиванием $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и H_2SO_4 . Одинаковы ли были исходные концентрации электролитов, если в электрическом поле гранулы перемещались к аноду? Написать формулу мицеллы золя.
- 5) Свойства коллоидных растворов. Практическое значение зелей.
- 6) Тестовые задания, задачи и упражнения.

Вариант 2

1. Методы получения коллоидных систем. Практическое значение зелей.
2. Чтобы вызвать коагуляцию золя гидроксида железа (III) объемом 10 мл, в каждом случае потребовалось прилить раствор хлорида натрия объемом 7,6 мл молярной концентрации 2 моль/л, раствор сульфата натрия объемом 11 мл молярной концентрации эквивалента 0,01 моль/л и раствора $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ объемом 13,5 мл молярной концентрации эквивалента 0,001 моль/л. Определите знак заряда частиц золя и вычислите порог коагуляции каждого электролита.
3. Электролитная коагуляция. Коагуляция смесью электролитов. Практическое значение коагуляции.
4. При пропускании избытка сероводорода в подкисленный соляной кислотой раствор оксида мышьяка (III). Написать формулу мицеллы золя и определить знак заряда его частиц.

5. Строение мицеллы золя гидроксида железа.
6. Тестовые задания, задачи и упражнения.

МОДУЛЬ 6. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ. АДСОРБЦИЯ

6.1. Вопросы к модулю «Поверхностные явления. Адсорбция»

1. Особенности вещества в поверхностном слое. Что такое поверхностное натяжение и как оно возникает?
2. Термодинамика поверхностных явлений.
3. Поверхностные явления на границе твердое вещество-жидкость. Адгезия и когезия. Смачивание и растекание. Практическое значение этих процессов.
4. Сорбция: физическая и химическая

адсорбция абсорбция

Хемосорбция. Капиллярные явления (капиллярное поднятие жидкости, капиллярная конденсация).
5. Адсорбция на поверхности раздела раствор-газ. Анализ уравнения Гиббса.
6. Адсорбция газов и паров на твердых телах. Уравнение Фрейндлиха. Анализ изотермы адсорбции. Логарифмическая изотерма адсорбции Фрейндлиха. Удельная адсорбция, единицы ее выражения.
7. Основные положения теории Лэнгмюра. Уравнение адсорбции Лэнгмюра, его анализ. Графический метод определения констант в уравнении Фрейндлиха и в уравнении Лэнгмюра.
8. Какие факторы влияют на адсорбцию? В чем выражается их действие?
9. Адсорбция из растворов, ее особенности. Молекулярная и ионная адсорбция. Избирательная адсорбция. Правило Панета-Фаянса, лиотропные ряды. Обменная адсорбция.
10. Ионно-обменная адсорбция, ионов: структура, основные характеристики (обменная емкость, набухаемость, стойкость и др.)

11. Пользуясь принципом Ле-Шателье, определите, как будет изменяться величина адсорбции с повышением температуры?
12. Какими свойствами обладают поверхностно-активные вещества? Приведите примеры, строение молекул ПАВ и ПИВ.
13. Какая существует связь между длиной углеводородной цепи вещества, его растворимостью и адсорбируемостью в растворе?
14. Адсорбенты > минеральные
> углеродные
> полимерные
Приведите конкретные примеры. Какими свойствами обладают адсорбенты.
15. Ионнообменная адсорбция и ее практическое значение. Иониты и их применение.
16. Хроматография, классификация методов ее. Виды хроматографии, их сущность.
17. Адсорбционная хроматография и ее практическое значение.
18. Практическое значение адсорбции.
19. Адсорбция и биологические процессы.
20. Поверхностные явления и адсорбция в школьном курсе химии.
21. Решение задач, тесты и упражнения.

6.2. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема «Поверхностные явления. Адсорбция»

Вариант 1.

1. Что называют поверхностным натяжением? Какие факторы влияют на его величину?
2. Дайте определение понятиям: сорбция, адсорбция, десорбция и хемосорбция. Приведите примеры.
3. Приведите уравнения, выражающие зависимость адсорбции от давления. При всяких ли давлениях справедливы эти уравнения?
4. В чем состоит сущность графического метода(изотерма адсорбции) определения констант в уравнении Фрейндлиха?

5. Какими свойствами обладают поверхностно-активные вещества? Приведите примеры, строение молекул ПАВ.
6. Какие вещества называются адсорбентами? Какую функцию они выполняют. Приведите конкретные примеры адсорбентов.
7. В чем заключается биологическое значение адсорбции.
8. Задачи, упражнения и тестовые задания.

Вариант 2.

1. Какие существуют методы измерения поверхностного натяжения.
2. Какие факторы влияют на адсорбцию? В чем выражается их действие.
3. Изобразите график, показывающий зависимость адсорбции газа твёрдым телом от давления. Покажите, какой вид будет иметь уравнение Фрейндлиха для каждой из трёх областей графика.
4. Какими свойствами обладают поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Приведите примеры.
5. Какая существует связь между длиной углеводородной цепи вещества, его растворимостью и адсорбируемостью в растворе?
6. Какими свойствами обладают адсорбенты? Приведите конкретные примеры?
7. Практическое значение адсорбции.
8. Задачи, упражнения и тестовые задания.

6.3. Лабораторная работа 1.

Адсорбция уксусной кислоты активированным углем

Цель работы: изучить адсорбцию уксусной кислоты на поверхности твердого адсорбента (активированного угля)

Порядок выполнения работы

1. В 4 пронумерованные колбы внести по 1г измельченного активированного угля. Соответственно в каждую колбу налить по 25 мл CH_3COOH следующих концентраций: 0,1н; 0,2н; 0,3н;

0,4 н. Закрывать колбы пробками и периодически встряхивать их в течение 20 минут. После этого растворы каждой колбы отфильтровать через сухие фильтры в отдельные колбочки. К 5 мл фильтрата добавить 2 капли фенолфталеина и оттитровать 0.1н раствором щелочи до появления бледно-розового окрашивания. Титрование повторить трижды и взять среднее значение. Данные опыта и произведенных расчетов занести в таблицу:

№ колбы	Объем 0.1н NaOH (V _{сп}) мл	Концентрация раствора CH ₃ COOH до адсорбции (C _н), моль/л	Концентрация Раствора CH ₃ COOH после адсорбции (C _р), моль/л	Величина адсорбции (Г) моль/л	Степень адсорбции (λ),%
1		0,1			
2		0,2			
3		0,3			
4		0,4			

2. Рассчитайте концентрации раствора уксусной кислоты после адсорбции для каждой колбы по формуле:
 $C_p \cdot V_k = C_{щ} \cdot V_{щ}$

3. Рассчитайте количество адсорбированной кислоты CH₃COOH 1 г угля для каждой колбы по формуле:

$$\Gamma = \frac{(C_n - C_p) \cdot V}{m} \text{ или } \Gamma = \frac{\Delta C \cdot V}{m}, \Delta C = C_n - C_p, \text{ где}$$

Г – величина адсорбции, моль/л;

m – навеска адсорбента (угля), г;

V – объем исследуемого раствора CH₃COOH, л.

4. Выразите степень адсорбции в % по формуле:

$$h = \Delta C / C_n \cdot 100\%$$

5. Постройте кривую адсорбции, откладывая на оси абсцисс значение C_н, а на оси ординат величину адсорбции (Г).

6. Сделайте вывод о зависимости адсорбции от концентрации растворенного вещества.

Контрольные вопросы

1. Какие явления называются сорбцией?
2. Какая разница между адсорбцией и абсорбцией?
3. От каких факторов зависит адсорбция?

4. Где находят практическое применение адсорбция и капиллярная конденсация?
5. Биологическая роль адсорбции.

6.4. Лабораторная работа 2.

Адсорбция ионов из раствора углем

Цель работы: изучить адсорбцию ионов из раствора, хроматографическое разделение ионов на бумаге.

Опыт 1. Адсорбция из раствора, содержащего ионы свинца

Налить в пробирку 1 мл раствора соли свинца и добавить к нему 4–5 капель раствора иодида калия (или $K_2Cr_2O_7$). Что наблюдается? Написать молекулярное и ионное уравнения реакции, указать ее признаки. В другую пробирку налить 5 мл соли свинца и добавить к нему 2 ложечки активированного угля. Содержимое пробирки взболтать в течении 5 мин. Дать отстояться. Осторожно слить надосадочную жидкость в другую пробирку и добавить к ней 5 капель иодида калия. Что наблюдается? Сравнить с первой пробиркой. Сделать вывод.

Опыт 2. Влияние природы растворителя на адсорбцию

В одну пробирку налить 3 мл водного раствора фуксина, а в другую – такое же количество спиртового раствора фуксина. В обе пробирки добавить по две ложечки активированного угля и взболтать в течении 5 минут, дать отстояться. что наблюдается? Сделайте вывод и дайте название данной адсорбции.

Опыт 3. Хроматографическое разделение ионов Cu^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+}

Налить в пробирку по 5 капель раствора солей меди, железа и кобальта. Внести 5–7 капель приготовленной смеси солей в хроматографическую колонку, заполненную оксидом алюминия (или фильтровальную бумагу). Что наблюдается? Сделайте вывод.

Опыт 4. Хроматография на бумаге

В пробирке приготовить смесь их трех капель красного и трех капель индиго кармина. Перемешайте, нанести пипеткой одну каплю смеси на хроматографическую бумагу. Что наблюдается? Сделайте вывод.

Опыт 5. Окрашивание шерсти

В три пробирки приливают по 5 мл 0,05%-ного раствора метиленового синего, во вторую из них прибавляют 5 капель 2М раствора HCl и в третью – 5 капель 2 М раствора NaOH. В каждую из пробирок вносят несколько белых шерстяных ниток, оставляют на 20–30 минут, после чего сливают растворы и тщательно промывают нитки холодной водой. Шерсть интенсивно окрасилась в щелочном растворе, слабо – в нейтральном и не окрасилась в кислом. Какой электрический заряд имеет шерсть (белок) в кислом и щелочном растворах? Окрасится ли шерсть в кислом или щелочном растворе кислой краской, например эозином? Проверьте и сделайте вывод.

6.5. Вопросы к защите модуля Поверхностные явления. Адсорбция

Вариант 1.

1. Особенности вещества в поверхностном слое. Что такое поверхностное натяжение и как оно возникает.
2. Правило Траубе-Дюкла. Изотермы поверхностного натяжения для ПИВ и ПАВ.
3. Смачивание. Краевой угол смачивания. Избирательное смачивание.
4. Изотермы поверхностного натяжения для ПИВ и ПАВ.
5. Пользуясь принципом Ле Шателье, определите, как будет изменяться величина адсорбции с повышением температуры.
6. Покажите, есть ли связь между эмпирическим уравнением Фрейндлиха и уравнением Лэнгмюра? Изотерма адсорбции.
7. Что такое обменная адсорбция? Каково ее практическое значение?
8. Какая существует связь между длиной углеводородной цепи вещества, его растворимостью и адсорбируемостью в растворе?
9. Напишите уравнения количественного соотношения между величиной адсорбции и уменьшением поверхностного натяжения с концентрацией раствора. (формула Гиббса)
10. Ионообменная адсорбция и ее практическое значение. Иониты и их применение.
11. Адсорбционная хроматография и ее практическое значение.

Вариант 2

1. Энергетическое состояние молекул в поверхностном слое и в объеме жидкости. Свободная поверхностная энергия.
2. Поверхностно-инактивные(ПИВ) и поверхностно активные(ПАВ) вещества, их строение и ориентация на поверхности раздела, биологическая роль.
3. Смачивание, когезия, адгезия. Практическое значение явлений когезии.
4. Адсорбция на поверхности твердых тел. Удельная адсорбция, единицы ее выражения. Уравнение Фрейндлиха. Изотерма адсорбции(анализ).
5. В чем состоит сущность графического метода определения констант в уравнении Фрейндлиха.
6. Адсорбция из растворов, ее особенности. Молекулярная и ионная адсорбция. Обменная адсорбция.
7. Пользуясь принципом Ле Шателье, определите, как будет изменяться величина адсорбции с повышением температуры?
8. Адсорбенты. Приведите конкретные примеры. Какими свойствами обладают адсорбенты.
9. Приведите уравнение, отражающее зависимость между величиной адсорбции и изменением поверхностного натяжения с концентрацией раствора.
10. Адсорбция. Химические и биологические процессы.

МОДУЛЬ 7. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ВМС)

7.1. Вопросы к модулю «Высокомолекулярные соединения»

1. Какие соединения называются высокомолекулярными? приведите примеры.
2. Общая характеристика растворов высокомолекулярных соединений.
3. Методы получения ВМС (конкретные примеры)
4. Классификация ВМС.
5. Конформация молекул ВМС. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС.

6. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС.
7. Типы структуры ВМС с геометрической точки зрения, и их свойства.
8. Природные и искусственные ВМС.
9. Три группы свойств ВМС:
 - а) сближение их с истинными растворами;
 - б) общие с коллоидными растворами;
 - в) специфические свойства растворов ВМС.
10. Набухание и растворение ВМС.
11. Основные стадии набухания.
12. Термодинамика набухания и растворения ВМС.
13. Степень набухания и скорость набухания.
14. Виды набухания. Кривые набухания.
15. Факторы, влияющие на набухание и растворение ВМС:
 - температура
 - природа ВМС и растворителей
 - молекулярная масса
 - рН среды
 - присутствие неорганических электролитов
 - влияние анионов и катионов (ряды Гофмейстера)
16. Биологическая роль набухания.
17. Тестовые задания, задачи и упражнения.

7.2. Вопросы для самостоятельной подготовки

Тема «Высокомолекулярные соединения»

Вариант 1.

1. Какие соединения называются высокомолекулярными (ВМС)?
2. Покажите, в чем выражается сходство и различия между растворами ВМС и истинными растворами.
3. Почему белки относятся к высокомолекулярным электролитам?
4. Что такое изоэлектрическое состояние белка и как оно достигается?
5. В чем сущность явления набухания? Что такое теплота набухания и что она характеризует?
6. Какие факторы влияют на набухание?

7. Механизм набухания. Виды и степень набухания.
8. Значение набухания в жизни животных, растений и в технике.
9. Тестовые задания.

Вариант 2.

1. Общая характеристика высокомолекулярных соединений и их растворов.
2. Свойства растворов ВМС:
 - а) общие с коллоидными растворами,
 - б) специфические.
3. Классификация высокомолекулярных соединений.
4. Заряд белковой молекулы, его зависимость от природы полимера и реакции среды. Изоэлектрическая точка, изоэлектрическое состояние белковой молекулы.
5. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания.
6. Влияние различных факторов на набухание ВМС. Лиотропные ряды ионов.
7. Какая стадия предшествует процессу растворения ВМС.
8. Виды и степень набухания ВМС. Значение набухания.
9. Тестовые задания

7.3. Лабораторная работа

Определение степени набухания каучука и агара

Цель работы: изучить влияние различных факторов на набухание ВМС.

Опыт 1. Влияние природы растворителя на набухание

Взвесить три колечка каучука и опустить в бюкс с: 1) H_2O , 2) бензином, 3) скипидаром. Бюксы закрыть крышечкой. Через 30 мин. вынуть, осушить фильтровальной бумагой и снова взвесить. Результаты опыта занести в таблицу1.

Таблица 1

Растворитель	Масса до набухания, $m_1(r)$	Масса после набухания, $m_2(r)$	Величина набухания, $m(r)$	Степень набухания, $h\%$
Вода				
Бензин				
Скипидар				

1. Рассчитать величину набухания $m = m_2 - m_1$
2. Рассчитать степень набухания $h = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%$
3. Дать определение явлению набухания.
4. Сделать вывод о влиянии природы растворителя на набухание.

Опыт 2. Влияние рН на набухание

В три сухие мерные пробирки внести по 0,5 мл порошка желатина и добавить по 10 мл: 1) 0,1н HCl (рН=1), 2) буферный раствор с рН 4,7, 3) 0,1н NaOH (рН=13).

Содержимое пробирок перемешать палочкой (ее после каждой пробирки промыть водой). Через 30 мин. определить объем набухшего желатина и рассчитать величину набухания (V). Результаты опыта и вычисления занести в таблицу 2.

Таблица 2

Растворы	рН среды	Объем желатина до набухания V_1 (мл)	Объем желатина после набухания V_2 (мл)	Величина набухания V (мл)
HCl				
буф. р-р				
NaOH				

1. Построить график зависимости величины набухания от рН среды

V |
 |
 |
 L-----> рН

2. Сделать вывод о влиянии рН на набухание.

Опыт 3. Влияние электролитов на набухание.

В три сухие мерные пробирки внести по 0,5 мл порошка желатина и добавить по 10 мл растворов: 1) K_2SO_4 , 2) H_2O , 3) KJ. Содержимое пробирки перемешать палочкой. Через 30 мин. определить объем набухшего желатина. Результаты внести в таблицу 3.

Таблица 3

Электролиты и вода	pH среды	Объем желатина до набухания V_1 (мл)	Объем желатина после набухания V_2 (мл)	Величина набухания V (мл)
Вода				
K_2SO_4				
KI				

1. Сделать вывод о влиянии ионов на набухание.
2. Что называют ограниченными и неограниченными набуханиями?

Контрольные вопросы:

1. Каковы стадии растворения ВМС?
2. Что такое ограниченное и неограниченное набухание?
3. Перечислить особенности растворов ВМС.
4. Какие факторы влияют на процесс набухания?
5. Каковы факторы устойчивости растворов ВМС?
6. Как влияет концентрация раствора на скорость застуднения и механические свойства студня?

7.4. Вопросы к защите модуля «Высокомолекулярные Соединения»

Вариант 1.

1. Покажите в чем выражается сходство и различие между растворами ВМС и истинными растворами? При каких условиях ВМС образуют типичные коллоидные системы?
2. Почему белки относятся к высокомолекулярным электролитам?
3. Объясните сущность буферного действия белков. Какое значение это имеет для живой природы?
4. Напишите уравнение реакции диссоциации аминокислоты по кислотному и основному типам. Как зависит заряд частиц белка от реакции среды?
5. Что такое изоэлектрическое состояние белка и как оно достигается?

6. За счет чего достигается относительно высокая устойчивость ВМС?
7. Что такое высаливание белков? Каков его механизм?
8. Какое явление называется коацервацией?
9. Какое явление называют денатурацией белков?
10. В чем сущность явления набухания?
11. Чем оно отличается от простого поглощения жидкости твердым телом?
12. Что такое теплота набухания и что она характеризует?
13. Какие факторы влияют на набухание?
14. Приведите характеристику четырёх последовательных этапов набухания.
15. Как изменяются при набухании энтальпия и энтропия системы?
16. Практическое значение набухания ВМС в биологии, некоторых производствах и в медицине?
17. Тестовые задания, задачи и упражнения.

Вариант 2.

1. Общая характеристика высокомолекулярных соединений (ВМС) и их растворов.
2. Классификация ВМС.
3. Методы получения ВМС(реакции полимеризации и поликонденсации)
4. Химическое строение и пространственная форма макромолекулы ВМС. Типы связей в полимерах.
5. Заряд белковой молекулы, его зависимость от природы полимера и реакции среды. Изоэлектрическая точка, изоэлектрическое состояние.
6. Свойства растворов высокомолекулярных соединений:
а) общие с истинными растворами, б) общие с коллоидными растворами, в) специфические.
7. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания.
8. Виды и степень набухания.
9. Влияние различных факторов на набухание ВМС.
10. Какие из следующих электролитов будут уменьшать набухание желатина и какие повышать по сравнению с набуханием в чистой воде: HCl , NaOH , HCNS , Na_2SO_4 ?

11. Значение набухания в жизни животных, растений, в технике?
12. Что такое высаливание белков? Каков его механизм?
13. Какое явление называется коацервацией?
14. Лиотропные ряды ионов.
15. Что такое коацервация, денатурация белков и их биохимическая роль.
16. Как изменяется вязкость ВМС с увеличением концентрации?
17. Тестовые задания, задачи и упражнения.

8. ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1.

Основные единицы измерения в системе СИ

Название величин	Символ	Единицы измерения системы СИ
Работа произведенная системой	A	Дж/кмоль
Активность	a	—
Константа Ван-дер-Ваальса	b	м ³ /кмоль
Молярность, молярная концентрация	c	моль/л
Теплоемкость	C	Дж/кмоль град
Диэлектрическая проницаемость	Д	—
Плотность	$\rho(d)$	кг/м ³
Энергия	E	Дж
Электродвижущая сила	E	в
Эбуллиоскопическая константа	E	град·10 ³ ·кг/кмоль
Электродный потенциал	e	в
Изобарно-изотермический потенциал	G	Дж/кмоль
Сила	F	Н
Изохорно-изотермический потенциал	F	Дж/кмоль
Энтальпия	H	Дж/кмоль
Константа химического равновесия	K	—
Криоскопическая константа	K	град
Константа скорости реакции	k	—
Длина	l	м
Масса	m	кг
Число молекул	N	—
Количество вещества	n	моль
Показатель преломления	n	—
Давление	p	Па
Парциальное давление	p	Па
Теплота	Q, q	Дж
Молярная рефракция	R	м ² /кмоль
Удельное сопротивление	r	Ом м
Удельная рефракция	r	м ³ /кг
Энтропия	S	Дж/кмоль град

Растворимость	s	—
Термодинамическая температура	K	Кельвин
Число переноса	t	—
Внутренняя энергия	U	Дж/кмоль
Абсолютная скорость ионов	U	м ² в ⁻¹ сек ⁻¹
Разбавление, разведение	V	м ³ /кмоль
Объем	V	м ³
Парциальный объем	V	м ³
Степень диссоциации	a	—
Поляризуемость	a	м ³
Коэффициент активности	γ	—
Энергия связи	ε	Дж/кмоль
Вязкость	η	н·сек/м ²
Удельная электропроводность	æ	ом ⁻¹ ·м ⁻¹
Эквивалентная электропроводность	λ	ом ⁻¹ ·м ² /кг·эquiv
Длина волны	λ	м
Дипольный момент	μ	м·сек·а
Химический потенциал	μ	—
Осмотическое давление	π	Па
Поверхностное натяжение	σ	Н/м
Время	τ	сек
Сила электрического тока	A	ампер
Площадь	S	м ²
Сила, вес	F	Н
Количество электричества, электрический заряд	Кл	Кулон
Электрическое напряжение	B	В
Электрическое сопротивление	Ом	Ом
Свободная поверхностная энергия	G	Дж
Удельная свободная поверхностная энергия поверхностного натяжения	σ	Дж/м ²
Удельная адсорбция	Γ=n/A Γ=n/m	моль/м ² моль/г
Работа адгезии	W	Дж/м ²
Работа когезии	W=2σ	Дж/м ²
Удельная (абсолютная адсорбция)	Γ=x/m	моль/г
Степень адсорбции	h	—

Таблица 2

**Стандартные термодинамические функции
некоторых веществ**

№ п/п	Вещество	ΔH_{298}^0 кДж/моль	ΔS_{298}^0 Дж/(моль·°С)	ΔG_{298}^0 кДж/моль
1.	Al ₂ O ₃ (ТВ)	-1669,8	51,0	-1576,6
2.	CH ₄ (г)	-74,8	186,3	-50,8
3.	C ₂ H ₂ (г)	226,7	200,8	209,2
4.	C ₂ H ₄ (г)	52,3	219,4	68,1
5.	C ₂ H ₆ (г)	-84,7	229,5	-32,9
6.	C ₆ H ₆ (ж)	49,0	172,8	124,5
7.	CO (г)	-110,5	197,9	-137,8
8.	CO ₂ (г)	-393,5	213,0	-394,4
9.	Fe ₂ O ₃ (ТВ)	-822,2	90,0	-741,0
10.	HCl (г)	-92,3	186,7	-95,3
11.	H ₂ O (г)	-242,8	188,7	-228,6
12.	H ₂ O (ж)	-285,9	70,0	-236,8
13.	MgO (ТВ)	-601,8	26,8	-569,6
14.	NH ₄ NO ₃ (ТВ)	-365,6	151,0	-184,0
15.	N ₂ O (г)	81,6	220,0	103,6
16.	O ₂ (г)	0	205,0	0
17.	P ₄ O ₁₀ (ТВ)	-2940,1	228,9	-2675,2
18.	PH ₃ (г)	23,0	210,0	25,5
19.	H ₂ (г)	0	130,52	0
20.	CH ₃ OH (ж)	-238,57	126,8	-166,2
21.	MgCO ₃ (ТВ)	-1113	65,7	-1029,3
22.	Na ₂ SO ₄ (ТВ)	-1384,6	149,5	-1266,8
23.	Na ₂ SO ₄ Ч	-822,2	87,4	-740,3
24.	PbCl ₂ (ТВ)	-4324,17	591,9	-3642,9
25.	KClO ₃ (ТВ)	-391,2	142,97	-289,9
26.	KCl (ТВ)	- 435,9	82,58	- 408,0
27.	O ₃ (г)	142,3	238,8	162,7
28.	I ₂ (г)	62,43	260,59	19,37
29.	Br ₂ (г)	30,9	245,5	3,1
30.	Br ₂ (ж)	0	152,2	0
31.	FeS (ТВ)	-100,4	60,29	100,8
32.	CaO (ТВ)	-635,5	39,7	-604,2
33.	P (бел.) (ТВ)	0	41,1	0

34.	P(крас.) (ТВ)	-17,6	22,8	-11,9
35.	SO ₂ (Г)	-296,9	248,1	-300,2
36.	H ₂ S (Г)	-21	205,7	-33,8
37.	CaCO ₃ (ТВ)	-1206,9	92,9	-1128,8
38.	NO (Г)	90,25	210,6	86,58
39.	NO ₂ (Г)	33,0	240,2	51,5
40.	H ₂ SO ₄ (Ж)	-814,2	156,9	-690,3
41.	Na ₂ CO ₃ Ч	- 4083,5	564,7	-3424,3
42.	Na ₂ CO ₃ (ТВ)	-1131,0	136,4	-1047,5
43.	NH ₄ Cl (ТВ)	-314,2	95,8	-203,2
44.	HI (ТВ)	26,57	206,48	1,78
45.	AgCl (ТВ)	-127,1	96,11	-109,8
46.	AgNO ₃ (ТВ)	-124,5	140,9	-33,6
47.	AlCl ₃ (ТВ)	-704,2	109,3	-628,6
48.	Al(OH) ₃ (ТВ)	-1315	70,1	-1157
49.	BaSO ₄ (ТВ)	-1465,0	132,0	-1353,0
50.	C ₂ H ₅ OH (Ж)	-277,6	161,11	-174,3
51.	PbO (Т)	-188,49	-	-

Таблица 3

Теплоты сгорания веществ в стандартных условиях $\Delta H^0_{298 \text{ сгор.}}$

№ п/п	Вещество	$\Delta H^0_{298 \text{ сгор.}}$, кДж/моль
1	CH ₄ (Г) метан	- 1411,0
2	C ₂ H ₆ (Г) этан	- 890,3
3	C ₂ H ₄ (Г) этилен	- 1559,9
4	C ₂ H ₂ (Г) ацетилен	- 1299,6
5	C ₆ H ₆ (Г) бензол	- 3301,6
6	C ₆ H ₆ (Ж) бензол	- 3267,7
7	C ₆ H ₁₂ (Ж) циклогексан	- 3919,9
8	CH ₃ OH (Ж) метанол	- 726,6
9	C ₂ H ₅ OH (Ж) этанол	- 1366,9
10	C ₆ H ₁₂ O ₆ (К) глюкоза	- 2815,8
11	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (К) сахароза	- 5648,0
12	CH ₃ COOH (Ж) уксусная к-та	- 873,8
13	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅ (Ж) диэтиловый эфир	- 2730
14	C ₃ H ₈ (OH) ₃ (Ж) глицерин	- 1664
15	CS ₂ (Ж) сероуглерод	- 1076

**Взаимная связь между некоторыми
физическими величинами**

Величина	Уравнения связи
Масса (m)	$m = V \cdot \rho; m = v \cdot M; m = \frac{V}{V_m} \cdot M$
Количество вещества (v)	$v = \frac{m}{M}; v = \frac{V}{V_m}; v = \frac{N_0}{N_a}$
Объем (V)	$V = \frac{m}{\rho}; V = v \cdot V_m; V = V_m \frac{N_0}{N}; V = V_m \frac{m}{M}$
Молярный объем (V_m)	$V_m = \frac{V}{v}; V_m = \frac{M}{\rho}; V_m = V \frac{M}{m}; V_m = V \frac{N_a}{N_0}$
Молярная масса (M)	$M = \frac{m}{v}; M = V_m \cdot \rho$
Относительная молекулярная масса (Mr)	$Mr = 29 D_{\text{возд.}}; Mr = 2 D_{H_2}$
Относительная плотность (D)	$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}; D_{H_2} = \frac{Mr}{Mr(H_2)}; D_{\text{возд.}} = \frac{M}{29}$
Число Авогадро (N_A)	$N_A = \frac{N_0}{v}; N_A = N_0 \frac{M}{m}; N_A = N_0 \frac{V_m}{V}$
Массовая доля вещества в растворе (ω)	$\omega = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})}; \omega = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{в-ва}) + m(H_2O)}; \omega = \frac{m(\text{в-ва})}{V \cdot \rho};$ $m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) + m(H_2O); m(\text{р-ра}) = V \cdot \rho$
Массовая доля элемента в веществе (ω)	$\omega = \frac{m(\text{эл-та})}{m(\text{в-ва})}; \omega = \frac{n \cdot Ar}{Mr}; n = \frac{\omega \cdot Mr}{Ar}; m(\text{эл-та}) = n \cdot Ar$

Таблица 5

Единицы измерения

Единицы времени

с – секунда

ч – час

г – год

Единицы мощности

Вт – ватт

кВт – киловатт = 10^3

МВт – мегаватт = 10^6

ГВт – гигаватт = 10^9

Единицы длины

нм – нанометр = 10^{-9} м

мкм – микрометр = 10^{-6} м

мм – миллиметр = 10^{-3} м

м – метр

км – километр = 10^3 м

Единицы массы

пк – пикограмм = 10^{-12} г

нг – нанограмм = 10^{-9} г

мкг – микрограмм = 10^{-6} г

мг – миллиграмм = 10^{-3} г

г – грамм

кг – килограмм = 10^3 г

т – тонна = 10^6 г

Единицы энергии

дж – джоуль

кдж – килоджоуль = 10^3 дж

Мдж – мегаджоуль = 10^6 дж

Пдж – пегаджоуль = 10^{15} дж

1 кг у.т. (условного топлива) = 29,3 Мдж

кВт·ч – киловатт-час = 3,6 Мдж

МВт·ч – киловатт-час = 10^3 кВт·ч

ГВт·ч – киловатт-час = 10^6 кВт·ч

Литература

1. Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум: учебное пособие / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. – 124 с. – То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716>
2. Сборник задач по физической и коллоидной химии: учебное пособие / С.Л. Белопухов, Т.В. Шнее, С.Э. Старых и др. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 202 с. – То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144895>
3. Терзиян, Т.В. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие / Т.В. Терзиян. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. – 108 с. – То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239715>
4. Химия. Избранные разделы общей физической и коллоидной химии: учебное пособие / О.В. Андриюшкова, Т.И. Вострикова, А.В. Швырева, Е.Ю. Попова. – 3-е изд. – Новосибирск: НГТУ, 2011. – 160 с. – То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228572>
5. Кудряшева Н.С. Физическая химия. Учебник – М.: ЮРАЙТ, 2012.
6. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. Учебник. Издат. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011 г.
7. Беляев, А.П. Физическая и коллоидная химия/Учебник/ Под редакцией проф. А.П. Беляева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 704 с.
8. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Книжник А.З. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов/Учебник для вузов/Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берляди и др. Под редакцией Ершова Ю.А – 5-е изд., стер.: Высш. Шк., 2005. – 550 с.
9. Зимон, А.Д. Коллоидная химия (в том числе и наночастиц)/ Учебник для вузов/. – 5-е изд., доп. испр. – М.: Ангар, 2007. – 344 с.

10. Мушкамбаров, Н.Н. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2001. – 384 с.
11. Слесарев, В.И. Химия: Основы химии живого/Учебник для вузов/. – 2-е изд., испр.и доп. – СПб: Химиздат, 2011. – 784 с.
12. Ипполитов Е.Е. Физическая химия: Учебник для студ. высш.учеб.заведении./Е.Г. Ипполитов, А.В. Артемов, В.В. Батраков; Под ред. Е.Г. Ипполитова.– М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 448 с.
13. Задачи по физической химии: учебное пособие/ В.В. Еремик, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Издательство «Экзамен», 2003, – 320 с.
14. Очерет Н.П. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студентов естественных факультетов высших учебных заведений: – Майкоп редакционно-издательский отдел Адыгейского государственного университета, 2005. – 86 с.
15. Основы коллоидной химии: пособие для студ. высш. учеб. заведений/ Б.Д. Сумм.– М.: Издательский центр «Академия», 2006.– 240 с.
16. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш. шк., 2004. Физическая химия.
17. Сборник примеров и задач по физической химии. – СПб: Изд-во Санкт-Петербургского Ун-та, 2002.
18. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М.: Химия, 2001.

Надежда Петровна Очерет
ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ
В ТЕСТАХ, ЗАДАЧАХ И УПРАЖНЕНИЯХ
Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 19.11.2020 г. Бумага типографская № 1.
Формат бумаги 60х84/16. Гарнитура Times New Roman.
Печ.л.14,18 Тираж 100 экз. Заказ 29.

Отпечатано на участке оперативной полиграфии
Адыгейского государственного университета:
385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 208.