

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В  
ЕСТЕСТВОЗНАНИИ»

УДК 544.77(075.32)

Учебное пособие издано при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (гос. контракт № 02.741.12.2037), Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 09-01-06820-моб-г), а также при финансовой поддержке Башгосуниверситета.

**Рецензенты:**

зав. кафедрой физической химии и химической экологии  
Башкирского государственного университета  
д-р. хим. наук., академик АН РБ, профессор А.Г. Мустафин;  
зав. кафедрой химии Башкирского государственного педагогического  
университета им. М. Акмуллы д-р. хим. наук., профессор И.М. Борисов

**МАЛИНСКАЯ В.П. АХМЕТХАНОВ Р.М.**

**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ  
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ**

Малинская В.П., Ахметханов Р.М.

Физическая и коллоидная химия в вопросах и ответах: Учебное пособие.  
Уфа, 2010, 120 с.

В учебном пособии представлены задания для самостоятельной работы студентов в виде тестовых вопросов, сопровождающихся подробным объяснением. Приведены также задания для самостоятельного решения. Пособие рекомендовано для студентов биологического и других факультетов, изучающих данную дисциплину. Цель пособия – помочь студентам систематизировать знания по предмету, а преподавателям облегчить контроль за самостоятельной работой студента.

Том 5

Уфа 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебном пособии предпринята попытка изложить учебный материал дисциплины «Физическая и коллоидная химия» в форме вопросов и ответов. Вопросы сформулированы в виде тестовых заданий различного типа: с выбором ответа, на установление соответствия позиций двух множеств, с открытым ответом и расчетные задачи. На наш взгляд, издание такого пособия своевременно и актуально, так как тестовый контроль знаний студентов приобретает все большую популярность, поскольку позволяет оценить знания большой группы студентов за небольшой промежуток времени, исключая при этом субъективность оценки со стороны преподавателя.

Многoletний опыт преподавания курса «Физическая и коллоидная химия» с применением тестового контроля знаний показал, что некоторые задания вызывают затруднения даже у студентов, добросовестно изучивших теоретический материал по рекомендуемым учебникам. Как правило, это задания, требующие анализа, систематизации и обобщения фактического материала, расчетные задачи и задания на практическое применение изучаемых закономерностей и явлений. Обычно на такие вопросы студенты отвечают «наугад», а иногда дают правильные ответы, исходя из неверных предположений.

Предлагаемое учебное пособие ни в коей мере не заменяет учебника. Его цель заключается в том, чтобы дать студентам возможность самостоятельно проконтролировать и оценить качество усвоения материала, помочь его осмыслению, и тем самым сформировать умения применять полученные знания для ответов на сложные, нетрадиционно поставленные вопросы, и решения расчетных задач.

В первой части пособия, предназначенной для студентов, тестовые задания сопровождаются ответами с подробными разъяснениями. Во второй части приведены тесты для самостоятельного решения, которые могут быть использованы как студентами для самостоятельной работы, так и преподавателями для организации и мониторинга индивидуальной работы со студентами, текущего, промежуточного и итогового контроля знаний, оценки остаточных знаний и в качестве идеи для разработки новых тестовых заданий.

К сожалению, небольшой объем книги не позволил охватить все разделы учебной программы. По этой же причине значительно сокращено число заданий во второй части пособия.

Пособие адресовано студентам биологических факультетов государственных университетов, но может быть полезно также студентам всех специальностей, изучающих, в т.ч. по заочной форме обучения, курсы физической и коллоидной химии.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	4
1. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ОБЪЯСНЕНИЯМИ И ОТВЕТАМИ .....	5
1.1. Химическая термодинамика .....	5
1.2. Растворы .....	17
1.3. Электрохимия .....	28
1.4. Химическая кинетика .....	39
1.5. Поверхностные явления и адсорбция .....	53
1.6. Коллоидное состояние вещества .....	67
2. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ..	82
2.1. Химическая термодинамика .....	82
2.2. Растворы .....	90
2.3. Электрохимия .....	95
2.4. Химическая кинетика .....	100
2.5. Поверхностные явления и адсорбция .....	104
2.6. Коллоидное состояние вещества .....	109
2.7. Химические проблемы экологии и коллоидно-химические принципы охраны окружающей среды .....	115
ЛИТЕРАТУРА .....	119

# 1. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ОБЪЯСНЕНИЯМИ И ОТВЕТАМИ

## 1.1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1.

Установите соответствие ...

Тип системы	Характер взаимодействия с внешней средой
-------------	--

- |                  |  |
|------------------|--|
| 1. Открытая      | а) обменивается энергией                     |
| 2. Закрытая      | б) обменивается веществом и энергией         |
| 3. Изолированная | в) не обменивается ни веществом, ни энергией |
|                  | г) обменивается только веществом             |

Ответ дайте в виде комбинации соответствующих цифр и букв.  
Приведите примеры изолированной, закрытой и открытой систем.

Объяснение:

Открытая система обменивается с внешней средой веществом и энергией: живой организм, живая клетка, водоем, вскрытая ампула.

Закрытая система обменивается с внешней средой только энергией: раствор в запаянной ампуле, консервы в закрытой банке, чай, кофе в упаковке.

Изолированная система не обменивается с внешней средой ни веществом, ни энергией: раствор в запаянной ампуле, помещенной в термостат.

Обмен веществом обязательно сопровождается обменом энергией.

Следовательно, правильный ответ - 1б, 2а, 3в.

2.

Установите соответствие между параметрами системы ...

- | Параметры системы | Отличительные особенности                                 |
|-------------------|---|
| 1. экстенсивные   | а) зависят от агрегатного или фазового состояния вещества |
| 2. интенсивные    | б) зависят от количества вещества в системе               |
|                   | в) зависят от времени                                     |
|                   | г) не зависят от количества вещества                      |

Ответ дайте в виде комбинации соответствующих цифр и букв.  
Приведите примеры экстенсивных и интенсивных параметров термодинамической системы.

Объяснение:

Экстенсивные параметры зависят от количества вещества в системе: объем, масса, энтальпия, внутренняя энергия, энтропия, теплоемкость. Экстенсивные свойства аддитивны, т.е. при формировании сложной системы экстенсивные свойства суммируются.

Интенсивные свойства не зависят от количества вещества в системе: температура, давление, химический потенциал, плотность, все экстенсивные свойства, отнесенные к одному грамму (удельная величина) или одному молю вещества (молярная величина). При формировании сложной системы интенсивные свойства выравниваются.

Следовательно, правильный ответ – 1а, б, 2г.

3.

Функциями состояния термодинамической системы являются ...

- |               |                        |
|---------------|------------------------|
| 1. работа;    | 2. внутренняя энергия; |
| 3. энтальпия; | 4. теплота;            |
| 5. энтропия;  | 6. все величины.       |

Объяснение:

Функции состояния – функции, изменения которых определяются только исходным и конечным состоянием системы и не зависят от путей перехода (способа достижения конечного состояния).

Теплота и работа – две возможные формы передачи энергии от одной системы к другой. В равновесном состоянии система не обладает ни запасом энергии, ни запасом теплоты, поэтому они не являются функциями состояния, а являются функциями процесса. Передача теплоты или совершение работы осуществляются лишь при взаимодействии системы с внешней средой или другой системой.

Следовательно, правильный ответ - 2, 3, 5.

4.

Закон, отражающий зависимость между работой, теплотой и внутренней энергией системы ...

1. закон Гесса;
2. второй закон термодинамики;
3. первый закон термодинамики;
4. закон Гиббса.

Объяснение:

Первый закон термодинамики является одной из формулировок закона сохранения энергии. Количественная формулировка первого закона термодинамики: теплота, подводимая к системе, расходуется на увеличение внутренней энергии и совершение работы.

Следовательно, правильный ответ – 3

5.

Укажите уравнения, отражающие математическую запись первого закона термодинамики в интегральной и дифференциальной форме ...

1.  $\delta Q = \delta U + \delta A$ ;      2.  $\delta Q = dU + \delta A$ ;      3.  $dQ = dU + \delta A$ ;  
4.  $Q = dU + \delta A$ ;      5.  $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$ ;      6.  $Q = \Delta U + A$ .

Объяснение:

Внутренняя энергия  $U$  является функцией состояния, а теплота  $Q$  и работа  $A$  характеризуют процесс передачи энергии от одной системы к другой или во внешнюю среду. Абсолютное значение внутренней энергии не может быть измерено, так как даже при абсолютном нуле система обладает неким запасом внутренней энергии (протоны взаимодействуют с нейтронами, электроны вращаются вокруг ядер). Поэтому мы можем определить лишь изменение внутренней энергии в ходе процесса, протекающего в системе. В уравнении это отражается записью  $\Delta U$ . Величину теплоты  $Q$  и работы  $A$  в ходе процесса мы можем либо определить экспериментально, либо рассчитать по соответствующим формулам, что подчеркивается записью  $Q$  и  $A$ .

В уравнении первого закона термодинамики в дифференциальной форме отражаются свойства внутренней энергии, как функции состояния, - это подчеркивается записью  $dU$  и свойства теплоты и работы, как форм передачи энергии, величина которых зависит от пути процесса – это подчеркивается записью  $\delta Q$  и  $\delta A$ .

Таким образом, уравнение первого закона термодинамики в интегральной форме имеет вид:

$$Q = \Delta U + A. \quad (1.1.1)$$

В дифференциальной форме:

$$\delta Q = dU + \delta A. \quad (1.1.2)$$

Следовательно, правильный ответ – 6,2.

6.

Для изолированной системы ...

1.  $U=0$ ;      2.  $U=\text{const}$ ;  
3.  $\Delta U=0$ ;      4. все утверждения верны.

Объяснение:

Внутренняя энергия изолированной системы постоянна. Это означает, что  $U=\text{const}$  или  $U_2 - U_1 = \Delta U = 0$ .

Следовательно, правильный ответ – 2 и 3.

7.

Тепловой эффект химической реакции не зависит от ...

1. агрегатного состояния исходных веществ;  
2. числа стадий химического процесса;  
3. температуры;  
4. агрегатного состояния продуктов реакции.

Объяснение:

При постоянном давлении или объеме тепловой эффект химической реакции зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов реакции (начального и конечного состояния системы) и не зависит от промежуточных состояний и путей перехода (Закон Гесса). Исторически закон Гесса был установлен до того, как был сформулирован первый закон термодинамики, но по сути является его следствием. При  $V=\text{const}$  ( $\Delta V=0$ )  $Q_V = \Delta U$ , при  $p = \text{const}$   $Q_p = \Delta U + p\Delta V = \Delta H$ , т.е. тепловой эффект приобретает свойства функции состояния, следовательно не зависит от пути процесса. Зависимость теплового эффекта от температуры выражается уравнением Кирхгоффа

$$\Delta H_T^{\circ} = \Delta H_{298}^{\circ} + \int_{298}^T \Delta C_p^{\circ} dT. \quad (1.1.3)$$

где  $\Delta C_p^{\circ}$  – разность теплоемкостей продуктов реакции и исходных веществ.

Следовательно, правильный ответ – 2

8.

Энтальпия образования хлора ( $\Delta H_f^{\circ}$ ) при стандартных условиях принята равной ... кДж/моль.

1. 8,314;      2. 273;      3. 0;      4. 1.

Объяснение:

Стандартную энтальпию образования простых веществ, устойчивых в стандартных условиях, из атомов принимают равной нулю.

Поэтому  $\Delta H_f^0$  Cl<sub>2</sub> (F<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) равна нулю. Однако  $\Delta H_f^0$  озона O<sub>3</sub> не равна нулю. Почему?

Следовательно, правильный ответ - 3.

9.

Исходя из уравнения реакции

$2C(\text{графит}) + 2H_2(\text{г}) \rightleftharpoons C_2H_4$   $\Delta H_{\text{г}, 298}^0 = 52,3$  кДж, стандартная энтальпия образования этилена равна ...

1. -104,6 кДж/моль;
2. 52,3 кДж/моль;
3. -52,3 кДж/моль;
4. 104,6 кДж/моль.

Объяснение:

Стандартной энтальпией образования соединения называют изменение энтальпии в процессе образования одного моля вещества, находящегося в стандартном состоянии, из простых веществ. Таким образом, изменение энтальпии в ходе химической реакции синтеза этилена из графита и водорода равно энтальпии образования этилена.

Следовательно, правильный ответ - 2

10.

Для получения 1132 кДж тепла по реакции

$2NO(\text{г}) + O_2(\text{г}) \leftrightarrow 2NO_2(\text{г})$ ,  $\Delta H_{\text{г}} = 566$  кДж необходимо затратить кислорода в объеме (н.у.) ...

1. 22,4 л;
2. 11,2 л;
3. 5,6 л;
4. 44,8 л.

Объяснение:

При окислении двух молей NO одним молем O<sub>2</sub> выделяется 566 кДж тепла. Для получения 1132 кДж необходимо затратить в (1132:566=2) 2 моля больше кислорода, т.е. 2 моля или 2·22,4=44,8 литра

Следовательно, правильный ответ - 4.

11.

Для реакций, протекающих с участием веществ только в конденсированном состоянии (твердое или жидкое) ...

1.  $\Delta H_{\text{реак}} > \Delta U_{\text{реак}}$ ;
2.  $\Delta H_{\text{реак}} < \Delta U_{\text{реак}}$ ;
3.  $\Delta H_{\text{реак}} = \Delta U_{\text{реак}}$ ;
4. могут реализоваться все случаи.

Объяснение:

Для реакций, протекающих с участием веществ только в конденсированной фазе, изменение объема  $\Delta V_{\text{г}} \approx 0$ , поэтому  $\Delta H_{\text{г}} = \Delta U_{\text{г}}$  и  $Q_{\text{п}} = Q_{\text{в}}$ .

Следовательно, правильный ответ - 3.

12.

К эндотермическим процессам, для которых  $\Delta H_{\text{г}}^0 > \Delta U_{\text{г}}^0$  относятся (два ответа) ...

1.  $2NH_3(\text{г}) = N_2(\text{г}) + 3H_2$ ;
2.  $CaCO_3(\text{г}) = CaO(\text{тв}) + CO_2$ ;
3.  $2N_2(\text{г}) + O_2(\text{г}) = 2N_2O$ .

Объяснение:

По определению  $H = U + pV$ , т.е.  $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$ . Используя уравнение идеального газа  $P \cdot V = nR \cdot T$ , получим  $\Delta H_{\text{г}} = \Delta U_{\text{г}} + \Delta n \cdot RT$ , где  $\Delta n$  изменение числа моль газообразных веществ в ходе реакции. Очевидно, если  $\Delta n > 0$  то  $\Delta H_{\text{г}} > \Delta U_{\text{г}}$ , если  $\Delta n < 0$  то  $\Delta H_{\text{г}} < \Delta U_{\text{г}}$ , если  $\Delta n = 0$  то  $\Delta H_{\text{г}} = \Delta U_{\text{г}}$ . Рассчитаем значения  $\Delta n$  для рассматриваемых реакций:

1.  $1+4-2=2 > 0$  т.е.  $\Delta H_{\text{г}} > \Delta U_{\text{г}}$ ,
2.  $1-0=1 > 0$ ,  $\Delta H_{\text{г}} > \Delta U_{\text{г}}$ ,
3.  $2-(2+1) = -1 < 0$ ,  $\Delta H_{\text{г}} < \Delta U_{\text{г}}$ .

Следовательно, правильный ответ - 1, 2.

13.

Выберите верное утверждение для изменения энтальпии и внутренней энергии при фазовых переходах - плавлении (пл.) и испарении (исп.) ...

1.  $\Delta H_{\text{пл.}} > \Delta U_{\text{пл.}}$ ;
2.  $\Delta H_{\text{пл.}} < \Delta U_{\text{пл.}}$ ;
3.  $\Delta H_{\text{пл.}} = \Delta U_{\text{пл.}}$ ;
4.  $\Delta H_{\text{исп.}} > \Delta U_{\text{исп.}}$ ;
5.  $\Delta H_{\text{исп.}} < \Delta U_{\text{исп.}}$ ;
6.  $\Delta H_{\text{исп.}} = \Delta U_{\text{исп.}}$ .

Объяснение:

При плавлении изменение объема очень мало  $\Delta V \approx 0$ , поэтому  $\Delta H_{\text{пл.}} = \Delta U_{\text{пл.}}$ .

При испарении  $\Delta V > 0$ , так как  $V_{\text{пара}} > V_{\text{жидк}}$ , поэтому  $\Delta H_{\text{исп.}} > \Delta U_{\text{исп.}}$ .

Следовательно, правильный ответ - 3 и 4.

14.

Тенденцию системы к достижению состояния, которому соответствует максимальная беспорядочность распределения частиц, отражает функция состояния ...

1. внутренняя энергия;
2. энтальпия;
3. энтропия;
4. энергия Гиббса.

Объяснение:

Согласно второму закону термодинамики

$$dS \geq \delta Q/T \quad (1.1.5)$$

Из (1.1.5) следует, что  $\delta Q \leq TdS$ . Представление  $\delta Q$  в виде множителей  $TdS$  означает, что процесс выравнивания температуры сопровождается изменением некоторого фактора емкости, роль которого выполняет энтропия. Рассмотрим изолированную систему, для которой  $\delta Q=0$ , и, значит, должно выполняться неравенство  $dS \geq 0$ . Следовательно, самопроизвольно протекающие в изолированной системе процессы должны сопровождаться увеличением энтропии.

Согласно молекулярно-кинетическим представлениям энтропия – мера беспорядочности движения молекул. Таким образом, при нагревании, плавлении и испарении энтропия возрастает, так как увеличивается хаотичность движения молекул.

При статистическом подходе анализируют симбатность изменения энтропии и термодинамической вероятности. Под термодинамической вероятностью понимают число микросостояний, которым может быть реализовано данное макросостояние системы. Связь энтропии  $S$  и термодинамической вероятности  $W$  дает уравнение Больцмана:

$$S = k \ln W, \quad (1.1.6)$$

где  $k=R/N_A$  – постоянная Больцмана.

Из уравнения (1.1.6) следует, что переход системы в состояние с большей беспорядочностью распределения частиц сопровождается возрастанием энтропии. Таким образом, энтропия – мера неупорядоченности (хаотичности) системы.

Следовательно, правильный ответ – 3.

15.

При 0 °C вода может находиться в трех агрегатных состояниях: твердом (лед), жидком (вода) и газообразном (пар). Минимальная энтропия для одного килограмма вещества будет у ...

1. пара;
2. воды;
3. льда;
4. одинакова.

Объяснение:

При фазовых переходах лед→вода→пар неупорядочность в системе возрастает. Поэтому энтропия вещества в твердом состоянии (лед) меньше,

чем энтропия этого вещества в жидком и газообразном состоянии  $S_{тв} < S_{ж} < S_{г}$ .

Следовательно, правильный ответ – 3.

16.

Для определения направления самопроизвольных процессов, протекающих при постоянном давлении и температуре, используют величину изменения ...

1. изобарно-изотермического потенциала,  $\Delta G^0$ ;
2. энтропии  $\Delta S^0$ ;
3. энтальпии  $\Delta H^0$ .

Объяснение:

Самопроизвольно протекающий процесс – это процесс, не требующий затраты энергии извне, следовательно, он должен сопровождаться уменьшением энергосодержания системы. Это может быть достигнуто двумя способами – либо выделением тепла в ходе реакции (экзотермический процесс  $\Delta H_p^0 < 0$ ), либо переходом системы в наиболее вероятное состояние, т.е. сопровождаться увеличением энтропии ( $\Delta S_p^0 > 0$ ). Реальные процессы могут протекать как с выделением, так и с поглощением тепла, приводить как к разупорядочению системы (например, реакции, сопровождающиеся образованием газообразных продуктов), так и упорядочению (реакции полимеризации, синтез белков из аминокислот).

Поэтому для определения направления процессов, протекающих при постоянном давлении и температуре, используют величину изменения изобарно-изотермического потенциала, являющегося функцией, зависящей от величин  $\Delta H_p^0$  и  $\Delta S_p^0$ :

$$\Delta G_p^0 = \Delta H_p^0 - T\Delta S_p^0 \quad (1.1.7)$$

Процессы, сопровождающиеся уменьшением изобарно-изотермического потенциала, называемого также свободной энергией Гиббса, ( $\Delta G_p^0 < 0$ ) протекают самопроизвольно в прямом направлении. Если  $\Delta G_p^0 > 0$  – процесс в прямом направлении невозможен, но возможен процесс, протекающий в обратном направлении.

Для определения направления самопроизвольных процессов при постоянном объеме и температуре используют величину изохорно-изотермического потенциала (свободная энергия Гельмгольца)  $\Delta F_v^0$ :

$$\Delta F_p^0 = \Delta U_p^0 - T\Delta S_p^0 \quad (1.1.8)$$

Для процессов, протекающих с участием конденсированных систем и процессов не сопровождающихся изменением числа молей газообразных продуктов, можно пользоваться как уравнением (1.1.7), так и (1.1.8).

Следовательно, правильный ответ – 1.

17.

Установите соответствие между знаками изменения  $\Delta H_p^0$  и  $\Delta S_p^0$  и возможностью протекания процессов при постоянном давлении и температуре.

Знак $\Delta H_p^0$ и $\Delta S_p^0$ :	Возможность самопроизвольного протекания процесса:
1. $\Delta H_p^0 < 0$ ; $\Delta S_p^0 > 0$ ;	А - процесс возможен при любых температурах;
2. $\Delta H_p^0 < 0$ ; $\Delta S_p^0 < 0$ ;	Б – процесс термодинамически невозможен;
3. $\Delta H_p^0 > 0$ ; $\Delta S_p^0 > 0$ ;	В – процесс возможен при высоких температурах;
4. $\Delta H_p^0 > 0$ ; $\Delta S_p^0 < 0$ .	Г – процесс возможен при низких температурах.

Объяснение:

Для ответа на вопрос обратимся к анализу уравнения (1.1.7). Критерием самопроизвольности протекания процесса является уменьшение величины изобарно-изотермического потенциала, т.е.  $\Delta G_p^0 < 0$ .

Для случая (1) имеем  $\Delta H_p^0 < 0$  и  $-\Delta S_p^0 < 0$ , т.е.  $\Delta G_p^0 < 0$  при любых температурах.

Если  $\Delta H_p^0 < 0$ ;  $\Delta S_p^0 < 0$  (случай 2), то произведение  $-\Delta S_p^0 > 0$ , следовательно  $\Delta G_p^0 < 0$  только при условии  $|\Delta H_p^0| > |T\Delta S_p^0|$ , т.е. при  $T < T_{кр} = |\Delta H_p^0|/|\Delta S_p^0|$ . Таким образом, процесс возможен при низких температурах.

Случай (3) – противоположен ситуации (2):  $\Delta H_p^0 > 0$ , но произведение  $-\Delta S_p^0 < 0$ . Следовательно  $\Delta G_p^0 < 0$  при условии  $|\Delta H_p^0| < |T\Delta S_p^0|$ , т.е. при  $T > T_{кр} = |\Delta H_p^0|/|\Delta S_p^0|$ , процесс будет протекать самопроизвольно при высоких температурах.

Наконец при  $\Delta H_p^0 > 0$  и  $\Delta S_p^0 < 0$  (случай 4) изменение  $\Delta G_p^0 > 0$  при любых температурах, т.е. процесс в прямом направлении невозможен.

Следовательно, правильный ответ – 1А, 2Г, 3В, 4Б.

18.

Выберите значения величин  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ , для которых

А – процесс будет возможен при любых температурах;

Б – процесс будет невозможен ни при каких температурах ...

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\Delta H^0 > 0$ ; $\Delta S^0 > 0$ ; | 2. $\Delta H^0 > 0$ ; $\Delta S^0 < 0$ ; |
| 3. $\Delta H^0 < 0$ ; $\Delta S^0 < 0$ ; | 4. $\Delta H^0 < 0$ ; $\Delta S^0 > 0$ . |

А ...

Б ...

Объяснение:

В системах, находящихся при постоянных температуре и давлении, самопроизвольно могут протекать только те процессы, которые сопровождаются уменьшением энергии Гиббса  $G^0$ , т.е.  $\Delta G^0 < 0$ . По определению  $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ . Если  $\Delta H^0 < 0$  и  $\Delta S^0 > 0$ , то  $\Delta G^0 < 0$  для всех температур. Если  $\Delta H^0 > 0$  и  $\Delta S^0 < 0$ , то  $\Delta G^0 > 0$  для всех температур (см. вопрос 19).

Следовательно, правильный ответ – А-4, Б-2.

19.

Для системы, находящейся в равновесии ...

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. $\Delta G = 0$ ; | 2. $\Delta G < 0$ ; | 3. $\Delta G > 0$ ; |
| 4. $K_{равн} = 1$ ; | 5. $K_{равн} > 1$ ; | 6. $K_{равн} < 1$ . |

Объяснение:

Если  $\Delta G < 0$  – процесс протекает самопроизвольно в прямом направлении,  $K_{равн} > 1$ ;  $\Delta G > 0$  – процесс протекает в обратном направлении  $K_{равн} < 1$  (справа налево); при  $\Delta G = 0$  – система находится в равновесии,  $K_{равн} = 1$ .

Следовательно, правильный ответ – 1,4.

20.

К изменению значения константы равновесия химической реакции приведет ...

1. введение катализатора;
2. изменение температуры;
3. изменение концентрации реагирующих веществ;
4. отвод продуктов реакции.

Объяснение:

Константа равновесия – это отношение произведения равновесных концентраций продуктов реакции к произведению равновесных концентраций исходных веществ, возведенных в степени, равные стехиометрическим коэффициентам этих веществ в уравнении химической реакции. При конкретных значениях константы равновесия концентрация ни одного из веществ не может быть изменена так, чтобы концентрации всех остальных веществ оставались неизменными. Таким образом, изменение концентрации исходных веществ и отвод продуктов реакции приведет к

сдвигу равновесия в соответствии с принципом Ле Шателье. Катализатор не влияет на положение равновесия, так он увеличивает в одинаковой мере скорость прямой и обратной реакции, уменьшая тем самым время наступления равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры выражается уравнениями изобары ( $p=\text{const}$ ) и изохоры ( $V=\text{const}$ ) химической реакции:

$$p=\text{const}, \quad \frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_p^\circ}{RT^2}, \quad (1.1.9)$$

$$V=\text{const}, \quad \frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_p^\circ}{RT^2}. \quad (1.1.10)$$

Таким образом, к изменению значения константы равновесия химической реакции приводит изменение температуры.

Следовательно, правильный ответ – 2.

21.

Согласно уравнению гомогенной химической реакции  $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ ;  $\Delta n_p^\circ > 0$  к смещению равновесия вправо приведет ...

1. добавление водорода;
2. добавление азота;
3. повышение температуры;
4. повышение давления.

Объяснение:

Согласно уравнению реакции, из двух молей аммиака образуется один моль азота и три моля водорода ( $\Delta n = 3+1-2=2$ ), т.е. число молей газообразных продуктов увеличивается, следовательно, давление возрастает. Поэтому, в соответствии с правилом Ле Шателье-Брауна, повышение давления приведет к сдвигу равновесия влево. Повышение концентрации азота или водорода также приведет к сдвигу равновесия влево. Так как реакция сопровождается поглощением тепла, то повышение температуры приведет к сдвигу равновесия вправо, соответственно понижение температуры – влево.

Следовательно, правильный ответ – 3.

22.

Повышение давления смещает равновесие в сторону продуктов для реакции ...

1.  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{r}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{r})$ ;
2.  $\text{ZnO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r}) \leftrightarrow \text{ZnCO}_3(\text{к})$ ;
3.  $2\text{HI}(\text{r}) \leftrightarrow \text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{r})$ ;
4.  $\text{C}(\text{графит}) + \text{CO}_2(\text{r}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{r})$ .

Объяснение:

Рассчитаем изменение числа молей газообразных веществ в ходе рассматриваемых реакций 1.  $2-(1+1) = 0$ ; 2.  $0-1 = -1$ ; 3.  $1+1-2 = 0$ ; 4.  $2-1 = 1$ . Уменьшением числа молей газообразных веществ сопровождается вторая реакция, поэтому увеличение давления приведет к сдвигу равновесия вправо.

Следовательно, правильный ответ – 2.

23.

Для увеличения выхода продуктов в реакции  $2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{тв}) \leftrightarrow 2\text{PbO}(\text{тв}) + 4\text{NO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$ ,  $\Delta H_r^\circ > 0$  необходимо ...

1. увеличить давление;
2. увеличить температуру;
3. уменьшить температуру;
4. ввести катализатор.

Объяснение:

Для рассматриваемой реакции  $\Delta n > 0$  – увеличение давления приведет к сдвигу равновесия влево;  $\Delta H_r^\circ > 0$  – повышение температуры приведет к сдвигу равновесия вправо.

Следовательно, правильный ответ – 2.

24.

Согласно уравнению гетерогенной химической реакции  $\text{CaCO}_3(\text{к}) \leftrightarrow \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r})$ ,  $\Delta H_r^\circ > 0$ , для увеличения выхода  $\text{CaO}$  необходимо ...

1. повысить давление;
2. добавить в реакционную смесь  $\text{CO}_2$ ;
3. повысить температуру;
4. увеличить концентрацию карбоната кальция.

Объяснение:

Химические потенциалы твердых веществ, рассчитанные на один моль и равные энергии Гиббса, не зависят от относительных количеств веществ. Поэтому при постоянных значениях температуры и давления химические потенциалы твердых веществ участников реакции постоянны. Следовательно, в константу равновесия реакций такого типа входят лишь парциальные давления газообразных веществ. Для рассматриваемой реакции

$$K_p = p_{\text{CO}_2}, \quad (1.1.11)$$

т.е.  $K_p$  не зависит ни от количества  $\text{CaCO}_3$ , ни от количества  $\text{CaO}$ . Согласно уравнению (1.1.11) увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  приведет к сдвигу равновесия влево. Аналогично будет влиять и понижение температуры, так



как  $\Delta H_r^0 > 0$ . Повышение общего давления также приведет к сдвигу равновесия влево.

Следовательно, правильный ответ – 3 (т.к.  $\Delta H_r^0 > 0$ ).

25.

Согласно уравнению гомогенной химической реакции  $2H_2O(g) \leftrightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ ,  $\Delta H_r^0 > 0$ . Для смещения равновесия в сторону продуктов реакции необходимо ...

1. увеличить давление;
2. повысить температуру;
3. понизить температуру;
4. увеличить концентрацию кислорода.

Объяснение:

Для рассматриваемой реакции  $\Delta n = 3$ , поэтому увеличение давления или повышение концентрации кислорода сместит равновесие влево. Так как  $\Delta H_r^0 > 0$ , то для смещения равновесия в сторону продуктов реакции необходимо повысить температуру.

Следовательно, правильный ответ – 2.

26.

Уравнение константы равновесия гетерогенной реакции  $SiO_2(k) + 2H_2(g) \leftrightarrow Si(k) + 2H_2O(g)$  ...

$$1. K_{\text{равн}} = \frac{[SiO_2] * [H_2]^2}{[Si] * [H_2O]^2} ; \quad 2. K_{\text{равн}} = \frac{[Si] * [H_2O]^2}{[SiO_2] * [H_2]^2} ;$$
$$3. K_{\text{равн}} = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2} ; \quad 4. K_{\text{равн}} = \frac{[H_2]^2}{[H_2O]^2} .$$

Объяснение:

В рассматриваемой реакции вещества  $SiO_2$  и  $Si$  находятся в твердой фазе, поэтому их парциальные давления будут величиной постоянной и неизменной в ходе процесса, т.е. не будут оказывать влияние на химическое равновесие. В соответствии с вышеизложенным, в уравнение константы равновесия будут входить только парциальные давления газообразных продуктов (см. также вопрос 26).

Следовательно, правильный ответ – 3.

## 1.2. РАСТВОРЫ

1.

Раствор – это (не менее двух вариантов) ...

1. менее упорядоченная система, чем растворитель и растворенное вещество по отдельности;
2. более упорядоченная система, чем растворитель и растворенное вещество по отдельности;
3. термодинамически устойчивая гомогенная система постоянного состава, образованная из двух и более компонентов;
4. термодинамически устойчивая гомогенная система переменного состава, образованная из двух и более компонентов.

Объяснение:

При образовании раствора молекулы растворенного вещества распределяются между молекулами растворителя. Это приводит к разупорядочиванию системы в целом. Поэтому растворение сопровождается значительным увеличением энтропии. Гомогенность раствора обеспечивается равномерным распределением каждого компонента в массе другого в виде молекул и ионов. Переменность состава означает, что состав раствора может непрерывно изменяться в определенных пределах. От химических соединений растворы отличаются непостоянством состава и отсутствием кратных отношений.

Следовательно, правильный ответ - 1 и 4.

2.

Идеальный раствор – это раствор (два ответа)...

1. термодинамические свойства которого не зависят от давления и температуры;
2. идеальных (инертных) газов в жидкости;
3. образование которого не сопровождается изменением объема и тепловым эффектом.
4. коллигативные свойства которого не зависят от состава раствора
5. изменение энтропии и энергии Гиббса при образовании которого не зависят от химической природы компонентов и представляет собой функцию состава раствора.

Объяснение:

С термодинамической точки зрения идеальный раствор при постоянном давлении и температуре обладает следующими термодинамическими свойствами:

1. Изменение химического потенциала компонента раствора равно:

$$\Delta\mu_{cm} = \mu_i - \mu_i^0 = RT \ln X_i, \quad (1.2.1)$$

где  $\mu_i$  и  $\mu_i^0$  - химические потенциалы компонента в растворе и в чистом виде,  $X_i$  - мольная доля компонента в растворе. Индекс «см» означает смешивание.

2. Образование идеального раствора не сопровождается изменением объема,  $\Delta V_{cm} = 0$ .

3. Тепловой эффект процесса растворения равен нулю,  $\Delta H_{cm} = 0$ .

4. Изменение энтропии при образовании идеального раствора не зависит от химической природы компонентов, а является функцией состава раствора:

$$\Delta S_{cm} = -R \sum (X_i \ln X_i). \quad (1.2.2)$$

Поскольку  $X_i < 1$ , то  $\Delta S_{cm} > 0$ .

5. Изменение энергии Гиббса при образовании идеального раствора равно:

$$\Delta G_{cm} = RT \sum (X_i \ln X_i). \quad (1.2.3)$$

Так как  $X_i < 1$ , то  $\Delta G_{cm} < 0$  т.е. образование идеального раствора процесс самопроизвольный.

Формулы для  $\Delta S_{cm}$  и  $\Delta G_{cm}$  образования идеальных растворов соответствуют формулам для смешения идеальных газов, характер межмолекулярных взаимодействий между молекулами растворенного вещества и растворителя не учитывается. Однако в отличие от идеального газа, в котором межмолекулярные взаимодействия отсутствуют, в реальных растворах межмолекулярные взаимодействия существуют. Очевидно, раствор будет тем ближе по свойствам к идеальным, чем меньше будут различаться силы взаимодействия между одинаковыми и разными молекулами. Если эти силы будут равными, то образование раствора не будет сопровождаться изменением объема и тепловым эффектом, а условия существования компонентов в растворе не будут отличаться от условий их существования в индивидуальном состоянии. Очевидно, чем ближе по химической природе растворенное вещество и растворитель, тем больше свойства реальных растворов приближаются к свойствам идеальных растворов.

Следовательно, правильный ответ - 3 и 5.

3.

Примерами растворов, близкими по свойствам к идеальным, являются растворы (два ответа) ...

1. гексана в гептане;
2. ацетона в хлороформе;
3. метилового спирта в этиловом спирте;
4. этилового спирта в воде.

Объяснение:

Чем ближе по химическим свойствам растворитель и растворенные вещества, тем больше свойства их растворов приближаются к свойствам идеальных растворов. Среди рассматриваемых двухкомпонентных систем это гексан – гептан и метиловый спирт – этиловый спирт.

Следовательно, правильный ответ - 1 и 3.

4.

С повышением температуры растворимость в воде большинства твердых веществ ...

- |                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. увеличивается;           | 2. уменьшается;   |
| 3. проходит через максимум; | 4. не изменяется. |

Объяснение:

Растворение веществ - процесс самопроизвольный, сопровождается уменьшением энергии Гиббса. При растворении твердых веществ энтропия системы возрастает ( $S\Delta > 0$ ), так как растворяемые вещества из упорядоченного состояния переходят в менее упорядоченное. Вклад энтропийного фактора, способствующего растворению, возрастает с повышением температуры, так как возрастает абсолютное значение произведения  $T\Delta S$ . Это приводит к возрастанию убыли энергии Гиббса в соответствии с уравнением  $\Delta C = \Delta H - T\Delta S$ .

Следовательно, правильный ответ - 1.

5.

Коллигативным свойством растворов не является ...

1. осмотическое давление;
2. повышение температуры кипения;
3. понижение температуры замерзания;
4. степень диссоциации.

Объяснение:

Коллигативными (коллективными) свойствами растворов называются свойства, обусловленные природой растворителя и концентрацией растворенных веществ и не зависящие от свойств растворенного вещества. К коллигативным свойствам относятся понижение давления пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов, осмос и осмотическое давление. Степень диссоциации зависит не только от концентрации электролита, но и его химической природы.

Следовательно, правильный ответ - 4.

6.

Закон Рауля справедлив для ...

1. предельно разбавленных растворов;
2. концентрированных растворов;
3. растворов любых концентраций;
4. растворов неэлектролитов.

Объяснение:

Согласно закону Рауля, относительное понижение давления пара над раствором равно мольной доле растворенного вещества. Закон Рауля выведен для сильно разбавленных растворов. В разбавленных растворах концентрация растворенного вещества бесконечно мала, поэтому взаимодействием между его молекулами можно пренебречь. Тогда предельно разбавленные растворы можно описать закономерностями и уравнениями, которые справедливы для идеальных растворов.

Следовательно, правильный ответ - 1.

7.

Гипотоническим по отношению к 0,1% раствору глюкозы является 0,1% раствор ...

1. глицерина;
2. сахарозы;
3. этанола;
4. этиленгликоля.

Объяснение:

Осмотическое давление растворов пропорционально молярной концентрации (Закон Вант-Гоффа):

$$\pi = C_m RT \quad (1.2.4)$$

Молярная концентрация связана с процентной (массовой) концентрацией  $m$  соотношением:

$$C_m = m \cdot 1000 / M \quad (1.2.5)$$

Так как рассматриваемые растворы разбавленные, можно принять, что их плотность однозначно определяется плотностью растворителя, т. е.  $\rho = \text{const}$ . Из уравнения (1.2.5) следует, что  $C_m \sim 1/M$ .

Расположим рассматриваемые вещества по убыванию молярной массы:  $M_{\text{сах}} > M_{\text{глюк}} > M_{\text{глиц}} > M_{\text{этиленгл}} > M_{\text{этанол}}$ . Следовательно,  $C_{m \text{ сах}} < C_{m \text{ глюк}} < C_{m \text{ глиц}} < C_{m \text{ этиленгл}} < C_{m \text{ этанола}}$ .

Таким образом, гипотоническим (имеющим меньшее осмотическое давление) по отношению к раствору глюкозы является раствор сахарозы, растворы остальных веществ являются гипертоническими.

Следовательно, правильный ответ - 2.

8.

Эбулиоскопические и криоскопические постоянные зависят от ...

1. природы растворенного вещества;
2. концентрации растворенного вещества;
3. природы растворителя;
4. температуры.

Объяснение:

Эбулиоскопическая (криоскопическая) постоянные численно равны повышению температуры кипения (понижению температуры замерзания) раствора при  $c_m = 1$  моль/кг. Таким образом, исходя из определения, эбулиоскопическая (E) и криоскопическая (K) постоянные не зависят от концентрации раствора. E и K зависят от молекулярной массы растворителя, теплоты и температуры фазовых переходов.

$$K = \frac{RT_{кр}^2}{1000 \cdot \Delta H_{пл}}, \quad (1.2.6)$$

$$E = \frac{RT_{кип}^2}{1000 \cdot \Delta H_{исп}}, \quad (1.2.7)$$

где  $T_{кр}$  и  $\Delta H_{пл}$  – температура кристаллизации и теплота плавления растворителя, соответственно;  $T_{кип}$  и  $\Delta H_{исп}$  – температура кипения и теплота испарения растворителя.

Для практических целей предпочтительно использовать значения K и E, найденные экспериментально.

Следовательно, правильный ответ – 3.

9.

Температуры кипения 10% растворов сахарозы ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) и глицерина ( $C_3H_8O_3$ ) ...

1.  $T_{\text{кип. сах.}} > T_{\text{кип. глюко.}} > T_{\text{кип. глиц.}}$ ;
2.  $T_{\text{кип. сах.}} = T_{\text{кип. глюко.}} = T_{\text{кип. глиц.}}$ ;
3.  $T_{\text{кип. глиц.}} > T_{\text{кип. глюко.}} > T_{\text{кип. сах.}}$ ;
4.  $T_{\text{кип. глюко.}} > T_{\text{кип. глиц.}} > T_{\text{кип. сах.}}$ .

Объяснение:

В соответствии с законом Рауля:

$$\Delta T_k = E C_m, \quad (1.2.8)$$

где  $\Delta T_k$  – повышение температуры кипения раствора нелетучего соединения по сравнению с температурой кипения растворителя;  $E$  – эбулиоскопическая постоянная, численно равная повышению температуры кипения раствора при  $C_m = 1$  моль/кг;  $C_m$  – моляльная концентрация раствора, равная

$$C_m = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot g}, \quad (1.2.9)$$

где  $m$  и  $M$  – масса (г) и молярная масса (г/моль) растворенного вещества,  $g$  – масса растворителя (г).

Из формулы (1.2.9) следует, что при равной процентной концентрации  $C_m$  будет тем больше, чем меньше  $M$ .

Имеем  $M(C_3H_8O_3) < M(C_6H_{12}O_6) < M(C_{12}H_{22}O_{11})$ , т.е.  $C_m(C_3H_8O_3) > C_m(C_6H_{12}O_6) > C_m(C_{12}H_{22}O_{11})$ . Следовательно,  $\Delta T_k(C_3H_8O_3) > \Delta T_k(C_6H_{12}O_6) > \Delta T_k(C_{12}H_{22}O_{11})$ .

Следовательно, правильный ответ - 3

10.

Если водные растворы спиртов кристаллизуются при одинаковой температуре, то массовая доля растворённого вещества максимальна в растворе ...

1. этанола;
2. метанола;
3. пропанола;
4. бутанола.

Объяснение:

В соответствии со следствием из закона Рауля, понижение температуры кристаллизации пропорционально моляльной концентрации растворенного вещества:

$$\Delta T = K C_m = K \cdot m \cdot 1000 / M \cdot g, \quad (1.2.10)$$

где  $K$  – криоскопическая постоянная,  $m$  – масса растворенного вещества с молекулярной массой  $M$ ,  $g$  – масса растворителя,  $\Delta T_3$  – понижение

температуры кристаллизации(замерзания) раствора по сравнению с чистым растворителем.

По условию  $\Delta T_3 = \text{const}$ . Это означает, что  $C_m$  всех растворов одинаковы. Из формулы (1.2.9) следует, что чем больше  $M$ , тем больше должна быть массовая доля растворенного вещества.

Следовательно, правильный ответ – 4.

11.

Молярная масса неэлектролита, раствор 11,6 г которого в 200 г воды замерзает при  $-1,86^\circ\text{C}$  ( $K_{H_2O} = 1,86 \frac{\text{град} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$ ), равна ... г/моль.

1. 116;
2. 58;
3. 232;
4. 174.

Объяснение:

Уравнение (1.2.10) решаем относительно  $M$

$$M = K m 1000 / \Delta T_3 g. \quad (1.2.11)$$

Подставляем в уравнение (1.2.11) численные значения  $\Delta T_3$ ,  $m$ ,  $g$  и рассчитываем  $M$ .

$$\Delta T_3 = T_3, H_2O - T_{3, p-pa} = 0^\circ - (-1,86^\circ) = 1,86^\circ\text{C}.$$

$$M = 1,86 \cdot 11,6 \cdot 1000 / 1,86 \cdot 200 = 58 \text{ (г/моль)}.$$

Следовательно, правильный ответ – 2.

12.

В соответствии с законом Рауля для температур кипения растворов электролитов ( $T_1$ ) и неэлектролитов ( $T_2$ ) одинаковой моляльной концентрации выполняется соотношение ...

1.  $T_1 = T_2$ ;
2.  $T_1 > T_2$ ;
3.  $T_1 < T_2$ ;
4.  $T_1 \geq T_2$ ;

Объяснение:

Повышение температуры кипения растворов неэлектролитов рассчитывают по формуле (1.2.8). Для электролитов в уравнение вводится изотонический коэффициент  $i$ , показывающий среднее число ионов, образующихся при диссоциации электролита при степени диссоциации  $\alpha$ :

$$\Delta T_k = i E C_m, \quad (1.2.12)$$

По условию  $c_m$  растворов одинакова, но для раствора электролита  $i > 1$  (происходит диссоциация молекул на ионы, число частиц в растворе увеличивается), для раствора неэлектролита  $i = 1$ , так как число частиц равно числу молекул. Поэтому  $T_{k(эл.)} > T_{k(неэл.)}$ .

Следовательно, правильный ответ – 2.

13.

Изотонический коэффициент в бесконечно разбавленном растворе  $\text{CaCl}_2$  равен ...

1. 1;      2. 3;      3. 2;      4. 4.

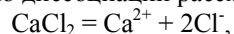
Объяснение:

Изотонический коэффициент  $i$  показывает среднее число ионов, образующихся из молекулы электролита при степени диссоциации  $\alpha$ . Изотонический коэффициент  $i$  связан со степенью диссоциации  $\alpha$  уравнением

$$\alpha = i - 1 / k - 1 \quad (1.2.12),$$

где  $k$  – максимальное число ионов, образующихся из молекулы электролита при его полной диссоциации ( $\alpha=1$ ).

Согласно уравнению диссоциации рассматриваемой соли



из одной молекулы образуются три иона ( $k=3$ ). Для бесконечно разбавленного раствора можно принять степень диссоциации  $\alpha=1$ . В этом случае  $i=k$ .

Следовательно, правильный ответ – 2.

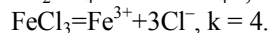
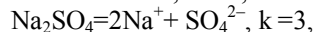
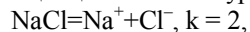
14.

Для 0,01 моляльных растворов  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{FeCl}_3$  при степени диссоциации  $\alpha=1$  выполняется соотношение ...

1.  $T_k(\text{NaCl}) > T_k(\text{K}_2\text{SO}_4) > T_k(\text{FeCl}_3)$ ;
2.  $T_k(\text{K}_2\text{SO}_4) > T_k(\text{FeCl}_3) > T_k(\text{NaCl})$ ;
3.  $T_k(\text{FeCl}_3) > T_k(\text{K}_2\text{SO}_4) > T_k(\text{NaCl})$ ;
4.  $T_k(\text{NaCl}) > T_k(\text{FeCl}_3) > T_k(\text{K}_2\text{SO}_4)$ .

Объяснение:

При полной диссоциации электролита ( $\alpha=1$  или 100%) изотонический коэффициент  $i$  численно равен числу ионов  $k$ , образующихся при диссоциации согласно уравнению диссоциации. Имеем:



Следовательно, правильный ответ – 3.

15.

Раствор начинает кипеть, когда давление пара растворителя над раствором станет ...

1. равным давлению пара растворенного вещества;
2. равным внешнему давлению;
3. больше давления пара растворенного вещества;
4. больше внешнего давления.

Объяснение:

Температурой кипения называют температуру равновесного фазового перехода жидкости в пар при постоянном давлении. Это температура, при которой давление насыщенного пара над жидкостью (чистой или над раствором) равно внешнему давлению. Температура кипения жидкости при внешнем давлении, равном  $1,013 \cdot 10^5$  Па (1 атм.), называется нормальной температурой кипения.

Следовательно, правильный ответ – 2.

16.

Температура кипения раствора нелетучего соединения ...

1. равна температуре кипения растворителя;
2. ниже температуры кипения растворителя;
3. выше температуры кипения растворителя;
4. в зависимости от химической природы соединения может быть как выше, так и ниже.

Объяснение:

Если растворенное соединение нелетуче, то над раствором присутствуют только пары растворителя. Парциальное давление пара компонента над раствором равно произведению его мольной доли в растворе на давление пара над чистым растворителем (закон Рауля). Таким образом, понижение давления пара над раствором зависит только от концентрации растворенного вещества и не зависит от его природы (ответ 4-неверный). Так как давление пара жидкости над раствором понижено, то раствор будет кипеть при температуре более высокой, чем чистый растворитель (см. вопрос 15).

Следовательно, правильный ответ – 3.

17.

Если водные растворы различных неэлектролитов имеют одинаковую температуру кипения, то это растворы с одинаковой ...

1. мольной долей растворённого вещества;
2. молярной концентрацией;
3. массовой долей растворённого вещества;
4. моляльной концентрацией.

Объяснение:

Повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем пропорционально понижению давления насыщенного пара растворителя. Следовательно, повышение температуры кипения пропорционально моляльной концентрации растворенного вещества, т.е. числу молей растворенного вещества в одном кг растворителя.

Следовательно, правильный ответ – 4.

18.

Если в закрытый сосуд поместить два стакана с водным раствором поваренной соли (стакан 1) и чистой воды (стакан 2), то через некоторое время уровень жидкости ...

1. в обоих стаканах понизится;
2. в обоих стаканах не изменится;
3. в стакане 1 понизится, в стакане 2 повысится;
4. в стакане 2 понизится, в стакане 1 повысится.

Объяснение:

Так как давление пара над раствором меньше, чем над чистым растворителем, то испаряющая из стакана 2 вода будет конденсироваться в стакане 1.

Следовательно, правильный ответ – 4.

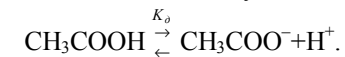
19.

При добавлении к раствору уксусной кислоты ацетата натрия степень диссоциации кислоты ( $\alpha$ ) и константа диссоциации ( $K_d$ ) ...

1. не изменятся;
2.  $\alpha$  и  $K_d$  увеличатся;
3.  $\alpha$  и  $K_d$  уменьшатся;
4.  $\alpha$  увеличится,  $K_d$  не изменится;
5.  $\alpha$  увеличится,  $K_d$  уменьшится;
6.  $\alpha$  уменьшится,  $K_d$  увеличится;
7.  $\alpha$  уменьшится,  $K_d$  не изменится.

Объяснение:

Степень диссоциации  $\alpha$  равна отношению числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу молекул растворенного вещества. При добавлении к раствору уксусной кислоты ацетата натрия, концентрация ацетат-ионов в растворе возрастает. Это приводит к сдвигу процесса диссоциации влево, т.е. степень диссоциации  $\alpha$  уменьшается.



Константа диссоциации  $K_d$  – константа равновесия обратимой реакции диссоциации:

$$K_d = [\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}]. \quad (1.2.14)$$

Константа диссоциации (при  $T=\text{const}$ ) для данного слабого электролита есть величина постоянная. Изменение концентрации ионов  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  или  $\text{H}^+$ , а также молекул  $\text{CH}_3\text{COOH}$  приведет к соответствующему изменению концентраций в правой части уравнения (1.2.14), так что значение  $K_d$  не изменится.

Следовательно, правильный ответ – 7.

### 1.3. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

1.

Абсолютная скорость движения ионов – это ...

1. скорость движения ионов при бесконечном разведении;
2. скорость движения ионов при напряженности поля 1 В/м;
3. молярная электрическая проводимость;
4. удельная электрическая проводимость.

Объяснение:

Абсолютная скорость движения ионов (абсолютная подвижность ионов) – скорость движения ионов под действием внешнего электрического поля в расчете на единицу напряженности этого поля.

Следовательно, правильный ответ – 2.

2.

Установите соответствие между типом проводника и носителями электрического тока ...

Тип проводника

A проводник I рода;

Носители  
электрического тока

1. электроны и ионы;

- Б проводник II рода.
2. электроны;
  3. ионы;
  4. нейтральные молекулы.

Объяснение:

К проводникам первого рода относят металлы, их сплавы, графит, некоторые оксиды, карбиды и сульфиды металлов. Проводники первого рода обладают электронной проводимостью.

Проводники второго рода – это ионные проводники: твердые соли, их расплавы и растворы в водных и неводных средах, растворы и расплавы кислот и оснований, некоторые спирты. Проводники второго рода называют электролитами.

Следовательно, правильный ответ – А2, Б3.

3.

Железная пластинка опущена в раствор хлорида железа (II), в котором концентрация ионов  $Fe^{2+}$  меньше, чем в металле. Пластинка при этом ...

1. зарядится положительно;
2. зарядится отрицательно;
3. останется электронейтральной;
4. может зарядиться как положительно, так и отрицательно.

Объяснение:

Если металл опущен в раствор соли, в котором концентрация ионов металла меньше, чем в металле, то ионы металла с металлической пластинки будут переходить в раствор. Пластинка металла при этом будет заряжаться отрицательно.

Следовательно, правильный ответ – 2.

4.

Электрод, потенциал которого зависит от концентрации анализируемого иона, называется ...

1. стандартным электродом;
2. электродом сравнения;
3. индикаторным электродом;
4. водородным электродом.

Объяснение:

Стандартный электрод – электрод, опущенный в раствор электролита, в котором активность ионов, принимающих участие в электрохимической реакции, равна единице.

Электрод сравнения – электрод, потенциал которого не зависит от концентрации ионов во внешней среде (электроды второго рода, например, каломельный или хлорсеребряный электрод).

Индикаторный (измерительный) электрод – электрод, потенциал которого определяется концентрацией ионов, участвующих в потенциалоопределяющих реакциях, например, хингидронный, стеклянный, водородный электроды (потенциал этих электродов зависит от концентрации ионов  $H^+$ , т.е. рН среды), мембранные ионообменные (селективные) электроды.

Водородный электрод представляет собой губчатую платину (для увеличения поверхности), насыщенную газообразным водородом и помещенную в раствор HCl. Если  $p_{H_2}=1$  атм и  $a_{H^+}=1$ , то это стандартный водородный электрод, его потенциал принят равным нулю.

Следовательно, правильный ответ – 3.

5.

Неверно, что согласно уравнению Нернста потенциал электрода зависит от ...

1. его массы;
2. его природы;
3. температуры;
4. концентрации электролита.

Объяснение:

Уравнение Нернста для электродного потенциала E:

$$E = E^{\circ} + (RT/nF) \ln a_{Me^{n+}}, \quad (1.3.1)$$

где  $E^{\circ}$  – стандартный электродный потенциал, т.е. электродный потенциал металла, погруженного в раствор собственной соли с концентрацией ионов металла 1 моль-экв/л; R – универсальная газовая постоянная ( $R=8,314$  Дж/(К·моль)); T – температура раствора К; n – заряд иона металла; F – число Фарадея ( $F=96500$  Кл/моль-экв);  $a_{Me^{n+}}$  – активная концентрация ионов металла, моль-экв/л.

Таким образом, потенциал электрода зависит от природы металла, концентрации электролита, температуры и не зависит от его массы.

Следовательно, правильный ответ – 1.

6.

Согласно схеме гальванического элемента  $Fe|Fe^{2+}||Ni^{2+}|Ni$  ...

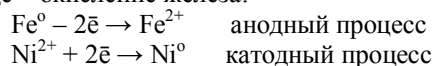
1. в процессе работы элемента на электроде осаждается железо;
2. никелевый электрод является анодом;
3. никель окисляется;

4. электроны движутся от железного электрода к никелевому.

Объяснение:

При схематической записи гальванического элемента слева записывают отрицательный электрод, справа – положительный. Согласно приведенной схеме следует, что  $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 < E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0$ .

Поэтому на катоде будет протекать реакция восстановления никеля, на аноде – окисление железа:



Таким образом, ответы 1-3 – не верны, правильным является ответ - 4.

7.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концентрациях солей) будет у гальванического элемента  $\text{Me}|\text{Me}(\text{NO}_3)_2||\text{Cu}(\text{NO}_3)_2|\text{Cu}$  если стандартный потенциал второго металла равен ...

1. -2,36 В;    2. +1,5 В;    3. +1,19 В;    4. -0,76 В.

Объяснение:

ЭДС численно равна максимальной разности электродных потенциалов. Значение ЭДС тем больше, чем дальше друг от друга стоят металлы в электрохимическом ряду напряжений.  $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 > 0$  (0,34 В), следовательно, значение ЭДС электрохимической цепи будет максимально в паре с тем электродом, значение которого минимально:  $E_{\text{Me}^{2+}/\text{Me}} = -2,36$  В.

Следовательно, правильный ответ – 1.

8.

Если гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, один из которых стандартный, то для достижения наибольшего значения ЭДС другой электрод следует погрузить в ...

1. 0,1 М раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;    2. 0,1 М раствор  $\text{HCl}$ ;  
3. 0,1 М раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;    4. 0,1 М раствор  $\text{HBr}$ .

Объяснение:

Так как стандартный потенциал водородного электрода условно принимают равным нулю, то ЭДС гальванического элемента будет равна абсолютному значению потенциала второго электрода:

$$\text{ЭДС} = E_{\text{H}_2} - E_{\text{H}^+}^0 = -0,059 \lg a_{\text{H}^+} = 0,059 \text{ pH} \quad (1.3.2)$$

Из уравнения (1.3.2) следует, что чем выше значение потенциала водородного электрода (чем меньше концентрация ионов  $\text{H}^+$  в растворе), тем больше абсолютное значение потенциала водородного электрода тем больше величина ЭДС цепи. Среди рассматриваемых электролитов слабым электролитом является уксусная кислота, остальные – сильными. Следовательно, минимальная концентрация ионов  $\text{H}^+$  будет в растворе уксусной кислоты.

Следовательно, правильный ответ – 1.

9.

Для увеличения ЭДС гальванического элемента, составленного из кадмиевого и цинкового электродов следует ...

1. уменьшить концентрацию ионов кадмия у кадмиевого электрода и увеличить концентрацию ионов цинка у цинкового электрода;
2. увеличить концентрацию ионов цинка;
3. увеличить концентрацию ионов кадмия;
4. уменьшить концентрацию ионов кадмия.

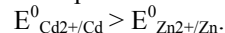
Объяснение:

Применительно к рассматриваемому гальваническому элементу, уравнение Нернста для ЭДС цепи можно записать в виде:

$$\text{ЭДС} = E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + (RT/2F) \ln a_{(\text{Cd}^{2+}/\text{a}_{\text{Zn}^{2+}})} = \Delta E^0 + (RT/2F) \ln (a_{\text{Cd}^{2+}}/a_{\text{Zn}^{2+}}). \quad (1.3.3)$$

Анализ уравнения (1.3.3) показывает, что значение ЭДС будет тем больше, чем больше второе слагаемое. Концентрация ионов  $\text{Cd}^{2+}$  стоит в числителе, ионов  $\text{Zn}^{2+}$  – в знаменателе. Следовательно, для увеличения второго слагаемого необходимо повысить концентрацию ионов  $\text{Cd}^{2+}$ .

Напоминаем, что ЭДС всегда положительна, так система сама производит электрический ток за счет протекания окислительно-восстановительных реакций, поэтому при вычислениях всегда из большего значения электродного потенциала вычитают меньшее. В электрохимическом ряду напряжений  $\text{Cd}$  стоит правее  $\text{Zn}$ , т.е.



Следовательно, правильный ответ -3.

10.

При электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$  с графитовым анодом, на ...

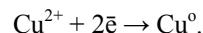
1. катоде выделится водород;
2. катоде выделится хлор;



3. аноде выделится кислород; 4. аноде выделится хлор.

Объяснение:

При электролизе на катоде всегда происходит процесс восстановления. Восстанавливаться могут либо катионы металла, либо молекулы воды. Если металл стоит в ряду напряжений правее водорода, то восстанавливается и выделяется в чистом виде металл. Если металл стоит в ряду напряжений левее марганца, то на катоде выделяется водород из воды. В соответствии с этим правилом, при электролизе водного раствора хлорида меди на катоде будет выделяться металлическая медь:



На аноде протекают только процессы окисления. Окисляться могут либо анионы бескислородные ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , за исключением  $\text{F}^-$ ), либо молекулы воды, если анионы кислородосодержащие ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и др.). В нашем примере на аноде будет окисляться ион  $\text{Cl}^-$ :  $2\text{Cl}^- - 2e \rightarrow \text{Cl}_2$ .

Следовательно, правильный ответ – 4.

11.

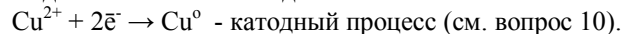
При электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  с графитовым анодом, на

...

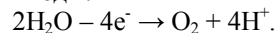
1. аноде выделяется кислород; 2. аноде выделяется медь;  
3. катоде выделяется кислород; 4. катоде выделяется водород.

Объяснение:

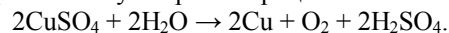
На катоде происходит процесс восстановления: медь в ряду напряжений стоит правее водорода, следовательно, именно она будет выделяться в чистом виде:



На аноде протекают только процессы окисления. Окисляться могут либо анионы бескислородные ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , за исключением  $\text{F}^-$ ), либо вода, если анионы кислородсодержащие ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и др.).  $\text{SO}_4^{2-}$  - кислородсодержащий анион, поэтому он окисляться не будет. На аноде будут окисляться молекулы воды:



Таким образом, при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  на катоде будет выделяться медь, на аноде – кислород, в растворе будет накапливаться серная кислота. Уравнение суммарного процесса:



Следовательно, правильный ответ – 1.

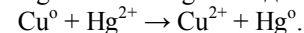
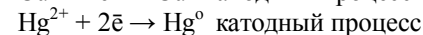
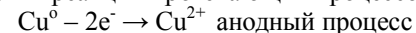
12.

Медная пластинка чернеет под действием раствора, содержащего ...

1.  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ; 2.  $\text{HCl}$ ; 3.  $\text{NaNO}_3$ ; 4.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ .

Объяснение:

Медь в ряду напряжений металлов стоит правее водорода, но левее ртути. Поэтому восстановителем медь будет только для ионов  $\text{Hg}^{2+}$ . Уравнения реакций протекающих процессов:



Таким образом, медная пластинка будет частично растворяться и чернеть, изменение цвета связано с отложением на ее поверхности металлической ртути. Так как  $A_r \text{Hg} > A_r \text{Cu}$ , масса пластинки будет увеличиваться.

Следовательно, правильный ответ – 4.

13.

При электролизе раствора, содержащего одинаковые концентрации солей, на катоде в первую очередь будет выделяться ...

1. свинец; 2. серебро; 3. медь; 4. железо.

Объяснение:

Все металлы в ряду напряжений стоят правее марганца, т.е. в принципе все они могут восстанавливаться на катоде. Однако железо и свинец стоят левее водорода, медь и серебро – правее. Серебро в ряду напряжений стоит за медью, поэтому именно этот металл будет выделяться в первую очередь.

Следовательно, правильный ответ – 2.

14.

При электролизе водного раствора йодида калия на катоде протекает реакция ...

1.  $\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}^0$ ; 2.  $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ ;  
3.  $2\text{I}^- - 2e^- \rightarrow \text{I}_2$ ; 4.  $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ .

Объяснение:

На катоде протекает процесс восстановления. Калий стоит в ряду напряжений левее марганца, следовательно он восстанавливаться не будет,

восстанавливаются молекулы воды. На катоде выделяется водород (см. вопрос 10). Уравнение реакции  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ .

Следовательно, правильный ответ – 2.

15.

При электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$  с медным анодом, на ...

1. катоде выделяется  $\text{Cu}$ ;
2. аноде выделяется  $\text{O}_2$ ;
3. аноде выделяется  $\text{Cl}_2$ ;
4. катоде выделяется  $\text{H}_2$ .

Объяснение:

При использовании инертных электродов на аноде выделялся бы  $\text{Cl}_2$ , однако если в качестве анода использовать медную пластинку, на аноде будет происходить окисление меди, т.е. растворение самого анода. Таким образом, электролиз растворов солей с использованием растворимых анодов сводится к окислению материала анода (его растворению), т.е. переносу металла с анода к катоду. Это свойство используется для очистки металлов, в частности меди – электролитического рафинирования. На катоде выделяется чистая медь, а содержащиеся в ней примеси переходят в раствор и затем осаждаются на дне электролизера в виде шлама.

Следовательно, правильный ответ – 1.

16.

Значение pH увеличивается в результате электролиза раствора соли формула, которой ...

1.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;
2.  $\text{CuSO}_4$ ;
3.  $\text{CuCl}_2$ ;
4.  $\text{NaCl}$ .

Объяснение:

Рассмотрим процессы, протекающие при электролизе указанных солей.

1.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – кальций в ряду напряжений металлов стоит левее марганца, поэтому он восстанавливаться не будет;  $\text{NO}_3^-$  – кислородсодержащий анион, поэтому он окисляться не будет. Процесс электролиза сведется к разложению воды.

Катодный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$  | 2

Анодный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Суммарный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$

2.  $\text{CuSO}_4$  – медь в ряду напряжений стоит правее водорода, она будет восстанавливаться на катоде,  $\text{SO}_4^{2-}$  – кислородсодержащий ион, окисляться не будет. На аноде будет окисляться молекула воды.

Катодный процесс:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  | 2

Анодный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Суммарный процесс:  $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ,  
или в молекулярной форме:  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

В растворе будет накапливаться серная кислота, значение pH уменьшится.

3.  $\text{CuCl}_2$  – на катоде будет восстанавливаться медь (см. п. 2), на аноде – окисляться ионы  $\text{Cl}^-$  (бескислородные анионы).

Катодный процесс:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  | 2

Анодный процесс:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$

Суммарный процесс:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cu} + \text{Cl}_2$ .

4.  $\text{NaCl}$  – на катоде будет восстанавливаться водород (см. п. 1), на аноде – окисляться ионы  $\text{Cl}^-$ .

Катодный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Анодный процесс:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$

Суммарный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ .

или в молекулярной форме  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2$ .

В растворе накапливается щелочь  $\text{NaOH}$ , значение pH при этом увеличивается.

Следовательно, правильный ответ – 4.

17.

Значение pH уменьшится в результате электролиза раствора соли, формула которой ...

1.  $\text{KNO}_3$ ;
2.  $\text{CuCl}_2$ ;
3.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;
4.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Объяснение:

Процессы, происходящие при электролизе солей, рассмотрите самостоятельно, по аналогии с предыдущим заданием.

Правильный ответ – 3.

18.

При электролизе водного раствора соли  $\text{CuSO}_4$  на аноде выделилось 11,2 л. (н.у.) кислорода, то при этом на катоде выделилось меди в количестве ...

1. 32 г;
2. 128 г;
3. 64 г;
- 16 г.

Объяснение:

Рассмотрим процессы, протекающие при электролизе соли:

Катодный процесс:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  | 2

Анодный процесс:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Суммарный процесс:  $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ,

или в молекулярной форме:  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

В соответствии с уравнением реакции при электролизе 2 молей  $\text{CuSO}_4$  выделяется 1 моль (22,4 л) кислорода и 2 моля меди. Тогда 0,5 моль кислорода (11,2 л) выделится при электролизе 1 моля  $\text{CuSO}_4$ . При этом на катоде выделится 1 моль т.е. 64 г меди.

Следовательно, правильный ответ – 3.

19.

Масса вещества, выделяющегося при электролизе, не зависит от ...

1. силы тока;
2. времени электролиза;
3. температуры;
4. природы вещества.

Объяснение:

Согласно закону Фарадея:

$$m = (M/n \cdot F) I \cdot t. \quad (1.3.4)$$

Как видно из уравнения (1.3.4) температура в уравнение Фарадея не входит.

Следовательно, правильный ответ – 3.

20.

При пропускании 96500 Кл электричества на катоде выделилось 6 г алюминия. Выход по току в % составляет ...

1. 22,22;
2. 44,44;
3. 66,66;
4. 100.

Объяснение:

Как следует из закона Фарадея (1.3.4), при  $I \cdot t = F$ ,  $m = M/n$ , где  $m$  – масса выделившегося вещества с молекулярной массой  $M$ ,  $n$  – число принимаемых (или отдаваемых) электронов. Для алюминия  $M=27$  г/моль,  $n=3$ . При 100% выходе по току  $m=27/3=9$  г. Практический выход по току составляет  $6 \cdot 100\% / 9 = 66,6\%$ .

Следовательно, правильный ответ – 3.

21.

Чтобы получить анодное защитное покрытие, на железо следует нанести слой ...

1. цинка;
2. олова;
3. никеля;
4. меди.

Объяснение:

На металлы, предназначенные для работы при невысоких температурах, наносят металлические или неметаллические покрытия, защищающие его от коррозии. Металлические покрытия по способу защиты подразделяют на два типа: катодные покрытия (при этом покрываемый металл менее активен, чем защищаемый металл – луженное железо) и анодное покрытие (покрываемый металл более активен, чем защищаемый – оцинкованное железо). Неметаллические покрытия – лаки, краски, эмали, смазки, полимерные покрытия.

Рассмотрим электрохимический ряд напряжений металлов: Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb ... H<sub>2</sub>, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

В ряду напряжений из рассматриваемых металлов впереди железа стоит цинк, именно его следует нанести на железо в качестве анодного покрытия.

Следовательно, правильный ответ – 1.

22.

Чтобы получить катодное защитное покрытие, на железо следует нанести слой ...

1. алюминия;
2. хрома;
3. цинка;
4. никеля.

Объяснение:

Из рассматриваемых металлов в ряду напряжений после железа стоит никель. Его можно использовать в качестве катодного покрытия (см. вопрос 21). На практике чаще всего для катодного покрытия используют олово (луженное железо), а никель используют для легирования (внесения в объем) железа – нержавеющей сталь.

Ответ – 4.

23.

К способам защиты от коррозии не относится ...

1. нанесение анодных покрытий;
2. вакуумная защита;
3. нанесение катодных покрытий;
4. электрохимическая защита;
5. протекторная защита;
6. ионная защита.

Объяснение:

Для защиты металлов от коррозии используют следующие методы защиты:

1. Создание на металле изолирующих плёнок. Для работы в условиях высоких температур применяют объёмное или поверхностное

легирование. При объёмном способе легирующей металл диффундирует к поверхности и образует на ней устойчивую оксидную плёнку (например, Ni и Cr в нержавеющей сталях) Поверхностное легирование заключается в насыщении поверхности сплава элементом, способным образовывать прочную оксидную плёнку (Алитирование – насыщение алюминием и силицирование – насыщение кремнием).

На металлы, эксплуатирующиеся при невысоких температурах, наносят металлические (анодные или катодные) или неметаллические покрытия (см. объяснение к вопросу 21).

2. Электрохимическая защита – метод, заключающийся в создании на защищаемом металле небольшого отрицательного потенциала, препятствующего выходу ионов металлов в агрессивную среду. По способу создания потенциала на металле различают катодную и протекторную защиту. При катодной защите защищаемый металл подключают к отрицательному полюсу источника постоянного тока, а к положительному полюсу – лом какого-либо металла, который будет постепенно разрушаться. Протекторная защита основана на образовании гальванического элемента, у которого роль катода играет защищаемый металл. Для этого к защищаемому металлу подсоединяют более активный металл (сплав магния), выполняющий роль анода и постепенно разрушающийся.

3. Понижение агрессивности среды – применение ингибиторов коррозии, регулирование pH среды, удаление из неё агрессивных веществ (ионов Cl<sup>-</sup>, растворённого кислорода), катализаторов коррозии, использование инертных газов или создание вакуума.

4. Конструкционная защита предусматривает выбор материала, устойчивого в условиях эксплуатации, и исключение мест скопления агрессивных веществ в оборудовании.

Следовательно, правильный ответ – 6.

#### 1.4. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

1.

Основной постулат химической кинетики утверждает, что скорость химической реакции ...

1. определяется изменением числа реагирующих молекул в единицу времени в единице объема;
2. возрастает с увеличением температуры;
3. состоящей из ряда последовательных стадий, определяется скоростью самой медленной стадии;

4. пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени, равные порядку реакции по веществу.

Объяснение:

Основной закон химической кинетики, закон действующих масс, устанавливает зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ. Впервые этот закон был сформулирован в 1867 г. К. Гульдбергом и П. Вааге: скорость химической реакции при постоянной температуре прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагентов, взятых в степени, равной порядку реакции по веществу. Для простых (элементарных), т.е. протекающих в одну стадию, реакций, порядок реакции совпадает со стехиометрическими коэффициентами соответствующего химического уравнения. Для сложных реакций порядок определяется на основании экспериментальных данных.

Так для элементарной реакции  $A + B \rightarrow C + D$  на основании закона действия масс кинетическое уравнение для скорости реакции запишется в виде:

$$-dC_A/dt = kC_A C_B, \quad (1.4.1)$$

где  $C_A$  и  $C_B$  – концентрации веществ A и B соответственно,  $k$  – константа скорости реакции. Реакция имеет первый порядок по веществу A и веществу B (частные порядки). Если  $C_A = C_B$ , то уравнение (1.4.1) примет вид:

$$-dC_A/dt = kC_A^2 \quad (1.4.2)$$

$2=(1+1)$  – общий порядок, равный сумме частных порядков.

Следовательно, правильный ответ – 4.

2.

Численные значения константы скорости и скорости реакции совпадают для реакций...

1. первого порядка;
2. второго порядка при равной концентрации реагирующих веществ;
3. любого порядка при концентрации реагентов, равной 1 моль/л;
4. протекающих в одну стадию (простых) реакций.

Объяснение:

Пусть общий порядок реакции равен  $n$  (реакции бывают первого, второго и третьего порядка, т.е. значение  $n$  может принимать значение 1, 2 и 3).

Для равных концентраций реагентов кинетическое уравнение скорости реакции запишется на основании закона действия масс в виде:

$$-dC_A/dt = kC_A^n \quad (1.4.3)$$

Из уравнения (1.4.3) следует, что

$$-dC_A/dt = k, \text{ если } C_A^n = 1, \text{ т.е. } C_A = 1 \text{ моль/л.}$$

Следовательно, правильный ответ - 3.

3.

Установите соответствие между порядком реакции и размерностью константы скорости.

Порядок реакции	Размерность k
1	а. с; б. с <sup>-1</sup> ;
2	в. моль/л·с; г. моль <sup>2</sup> /л <sup>2</sup> ·с;
3	д. л/моль·с; е. л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·с.

Объяснение:

Запишем кинетическое уравнение для реакций 1, 2 и 3 порядков.

Для реакций 2 и 3 порядка примем, что концентрации реагентов равны:

Порядок реакции	Кинетическое уравнение	вывод размерности k	размерность k
первый	$-dC_A/dt = kC_A$	моль/л·с = k·моль/л	с <sup>-1</sup>
второй	$-dC_A/dt = kC_A^2$	моль/л·с = k·моль <sup>2</sup> /л <sup>2</sup>	л/моль·с
третий	$-dC_A/dt = kC_A^3$	моль/л·с = k·моль <sup>3</sup> /л <sup>3</sup>	л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·с

Размерность скорости реакции – моль/л · с. Размерность k должна быть такой, чтобы размерности левой и правой части уравнения были одинаковы. С учетом того, что размерность концентрации моль/л, получим соответствующие размерности для k (см таблицу).

Следовательно, правильный ответ - 1б, 2д, 3е.

4.

Скорость элементарной химической реакции с увеличением времени её протекания ...

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. изменяется неоднозначно;
4. не изменяется.

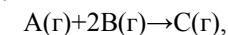
Объяснение:

Концентрация исходных веществ в ходе реакции уменьшается, соответственно, скорость реакции также уменьшается.

Следовательно, правильный ответ – 2.

5.

Математическое выражение для скорости химической реакции, идущей в одну стадию по схеме:



описывается уравнением ...

1.  $v = k[A][2B]$ ;
2.  $v = k[A][B]^2$ ;
3.  $v = 2k[A][B]$ ;
4.  $v = k[A][2B]^2$ .

Объяснение:

Для реакций, протекающих в одну стадию (простых реакций), порядок реакции по веществу совпадает со стехиометрическим коэффициентом перед этим веществом в уравнении химической реакции.

Следовательно, правильный ответ – 2.

6.

Порядок и молекулярность совпадают для ... реакций.

1. сложных;
2. простых;
3. последовательных;
4. параллельных.

Объяснение:

Порядок реакции по веществу - это показатель степени при концентрации веществ, участвующих в реакции.

Молекулярность реакции определяется числом молекул, реагирующих в одном элементарном акте. Для простых (элементарных) реакций порядок и молекулярность реакции совпадают и численно равны стехиометрическим коэффициентам в уравнении химической реакции. По числу молекул, принимающих участие в элементарном акте, различают мономолекулярные, бимолекулярные и тримолекулярные реакции.

Следовательно, правильный ответ - 2

7.

Если один из реагентов, участвующих в бимолекулярной реакции, взят в большем избытке, то порядок реакции будет (два ответа) ...

1. будет равен молекулярности;
2. будет меньше молекулярности;
3. будет больше молекулярности;
4. будет определяться по веществу, взятому в избытке;
5. будет определяться по веществу, взятому в недостатке.

Объяснение:

Для простых реакций молекулярность совпадает с порядком. Следовательно, исходя из механизма реакции, кинетическое уравнение запишется в виде:

$$-dC_A/dt = kC_A C_B, n = 2.$$

Однако при избытке одного из реагентов его концентрация в течение реакции будет оставаться практически постоянной. Пусть  $C_A \gg C_B$ . Тогда вещество В будет расходоваться в ходе реакции, а концентрация вещества А практически не изменится. Можно считать, что  $C_A = C_{0A} = \text{const}$ . В этом случае кинетическое уравнение можно записать как:

$$-dC_A/dt = kC_{0A}C_B = k^*C_B,$$

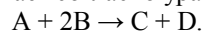
где  $k^* = kC_{0A}$  – эффективная константа скорости.

Порядок реакции определяется по веществу В, взятому в недостатке. Очевидно, что в этом случае порядок реакции меньше молекулярности.

Следовательно, правильный ответ - 2 и 5.

8.

Простая реакция протекает согласно уравнению:



Если концентрация вещества А много больше концентрации вещества В, то (два ответа) ...

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. порядок реакции равен трем; | 2. порядок реакции равен единице; |
| 3. порядок реакции равен двум; | 4. реакция мономолекулярная;      |
| 5. реакция бимолекулярная;     | 6. реакция тримолекулярная.       |

Объяснение:

При избытке одного из веществ порядок реакции определяется по веществу, взятому в недостатке (см. объяснение к предыдущему вопросу).

Так как  $C_A \gg C_B$ , то  $n = 2$ . Однако в каждом элементарном акте участвуют три молекулы. Поэтому реакция тримолекулярная.

Следовательно, правильный ответ - 3 и 6.

9.

Период полупревращения не зависит от концентрации исходных веществ для реакции ... порядка.

- |              |             |             |              |
|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 1. нулевого; | 2. первого; | 3. второго; | 4. третьего. |
|--------------|-------------|-------------|--------------|

Объяснение:

Решением кинетического уравнения для реакции первого порядка является выражение:

$$kt = \ln \frac{C_0}{C}. \quad (1.4.4)$$

При  $t = \tau_{1/2}$ ,  $C = C_0/2$ . Подставим в уравнение (1.4.4) вместо  $C$  ее выражение через  $C_0$  и решим относительно  $t$ . Получим:

$$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}. \quad (1.4.5)$$

Следовательно, правильный ответ – 2.

10.

Для некоторой реакции первого порядка при  $C_0 = 1$  моль/л  $\tau_{1/2} = 500$  сек. Значение  $\tau_{1/2}$  при  $C_0 = 2$  моль/л равно ...

- |             |             |              |              |
|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1) 500 сек. | 2) 250 сек. | 3) 1000 сек. | 4) 2000 сек. |
|-------------|-------------|--------------|--------------|

Объяснение:

Так как для реакции первого порядка период полупревращения не зависит от концентрации исходного вещества (см. задание 9), то  $t_{1/2} = 500$  с.

Следовательно, правильный ответ - 1

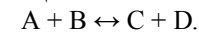
11.

Константа равновесия для обратимой реакции равна ...

1. отношению скоростей прямой и обратной реакции;
2. отношению скоростей обратной и прямой реакции;
3. отношению констант скоростей прямой и обратной реакции;
4. отношению констант скоростей обратной и прямой реакции;

Объяснение:

Обратимые реакции – реакции, протекающие в двух направлениях: в прямом (получение продуктов из исходных веществ) и обратном (образование исходных веществ из продуктов реакции). Рассмотрим обратимую бимолекулярную реакцию:



Скорость прямой реакции  $v_1 = k_1 C_A C_B$ .

Скорость обратной реакции  $v_2 = k_2 C_C C_D$ .

В условии равновесия скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции  $v_1 = v_2$ , т.е.  $k_1 C_A C_B = k_2 C_C C_D$  или

$$k_1/k_2 = C_C C_D / C_A C_B. \quad (1.4.6)$$

Правая часть уравнения есть константа равновесия  $K_c$ , т.е.

$$K_c = k_1/k_2 \quad (1.4.7)$$

Из формулы (1.4.7) следует, что константа равновесия обратимой реакции равна отношению констант скоростей прямой и обратной реакции. Следовательно, правильный ответ – 3.

12.

К моменту времени  $t$ , когда скорость реакции, протекающей по уравнению  $A(p) + B(p) = C(p)$  (исходные концентрации  $A$  и  $B$  равны), уменьшится в 10 раз концентрации реагирующих веществ уменьшатся ...

1. в 10 раз;      2. в 100 раз;      3. в  $\sqrt{10}$  раз;      4. в 5 раз.

Объяснение:

Запишем кинетическое уравнение для рассматриваемой реакции:

$$v_1 = kC_1^2$$

К моменту времени  $t$ , когда скорость реакции уменьшится в 10 раз:

$$v_2 = v_1/10 = kC_2^2$$

Поделив первое уравнение на второе, получим:

$$v_1/v_2 = 10 = (C_1/C_2)^2, \text{ т.е. } C_1/C_2 = \sqrt{10} - \text{концентрации реагирующих}$$

веществ уменьшаются в  $\sqrt{10}$  раз.

Следовательно, правильный ответ – 3.

13.

Если увеличить давление в 10 раз, то скорость прямой реакции  $H_2(g) + Br_2(g) \leftrightarrow 2HBr(g)$ , при условии её элементарности, увеличится ...

1. в 20 раз;      2. в 50 раз;      3. в 100 раз;      4. в 10 раз.

Объяснение:

Увеличение давления в 10 раз приведет к уменьшению объема во столько же раз и, следовательно, к увеличению концентрации  $H_2$  и  $Br_2$  в 10 раз.

Если первоначально скорость реакции была равна:

45

$$v_1 = k[H_2][Br_2],$$

то после повышения давления в 10 раз скорость

$$v_2 = k[10 H_2][10 Br_2] = 100k[H_2][Br_2] = 100 v_1 - \text{ скорость возрастет в } 100 \text{ раз.}$$

Следовательно, правильный ответ – 3.

14.

При увеличении давления в три раза скорость прямой реакции  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ , при условии её элементарности увеличивается ...

1. в 6 раз;      2. в 3 раза;      3. в 27 раз;      4. в 9 раза.

Объяснение:

Так как рассматриваемая реакция элементарная (протекает в одну сторону), то порядок реакции по веществу равен стехиометрическому коэффициенту. Запишем кинетическое уравнение для скорости реакции:

$$v_1 = k[SO_2]^2[O_2].$$

Повышение давления в системе в три раза равносильно увеличению концентраций реагирующих веществ во столько же раз, т.е.

$$v_2 = k [3SO_2]^2[3O_2] = k 9[SO_2]^2 \cdot 3[O_2] = 27k[SO_2]^2[O_2] = 27v_1 - \text{ скорость возрастет в } 27 \text{ раз.}$$

Следовательно, правильный ответ – 3.

15.

Чтобы при уменьшении концентрации вещества  $B$  в четыре раза скорость реакции, протекающей в одну стадию в соответствии с уравнением  $2A+B \rightarrow C$ , не изменилась, концентрацию вещества  $A$  необходимо увеличить ...

1. в 4 раза;      2. в 2 раза;      3. в  $\sqrt{2}$  раза;      4. в 8 раз.

Объяснение:

Кинетическое уравнение химической реакции будет иметь вид (см. вопрос 14)

$$v_1 = k[A]^2[B].$$

После уменьшения концентрации  $B$  в 4 раза и увеличении концентрации  $A$  в  $x$  раз (необходимо определить), получим:

$$v_2 = k [xA]^2 \cdot (B/4) = kx^2[A]^2 \cdot (1/4)[B].$$

По условию задачи  $v_1 = v_2$ .

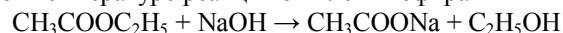
Разделив второе уравнение на первое уравнение, получим  $1 = x^2/4$ , отсюда  $x = 2$ , т.е. концентрацию вещества  $A$  необходимо увеличить в два раза.

46

Следовательно, правильный ответ – 2.

16.

При данной температуре реакция омыления эфира



заканчивается через 2 часа. Если исходную смесь разбавить в 5 раз, то реакция закончится через ...

1. 50 часов;    2. 25 часов;    3. 10 часов;    4. 100 часов.

Объяснение:

Очевидно, реакция будет протекать во столько же раз дольше, во сколько раз меньше будет скорость реакции после разбавления исходной смеси.

До разбавления смеси:

$$v_1 = k[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{NaOH}]$$

При разбавлении исходной смеси в 5 раз концентрации реагирующих веществ так же уменьшатся в 5 раз:

$$v_2 = k[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5/5][\text{NaOH}/5] = (1/25) v_1,$$

т.е. скорость реакции уменьшится в 25 раз, соответственно время окончания реакции увеличится в 25 раз. Так как  $t_1 = 2$  часа, то  $t_2 = 2 \cdot 25 = 50$  часов.

Следовательно, правильный ответ - 1

17.

Для того, чтобы скорость элементарной реакции  $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) = \text{C}(\text{г})$ , протекающей в газовой фазе, возросла в 10 раз, а общее давление исходной смеси осталось неизменным, необходимо перераспределить парциальные давления компонентов следующим образом ...

1. А увеличить в 10 раз, В – во столько же раз уменьшить;  
2. А увеличить в 10 раз;  
3. В увеличить в 10 раз, а А во столько же раз уменьшить;  
4. В увеличить в 10 раз;  
5. А и В увеличить в 10 раз.

Объяснение:

Из требования постоянства общего давления исходной смеси вытекает, что варианты 2, 4 и 5 не следует даже принимать во внимание, так как увеличение парциального давления одного компонента без уменьшения во столько же раз парциального давления другого компонента (тем более повышение парциального давления обоих компонентов) приведут к повышению общего давления. Следовательно, необходимо

проанализировать вариант 1 и вариант 3. Запишем кинетическое уравнение для рассматриваемой реакции:

$$v_1 = k[\text{A}][\text{B}]^2$$

При увеличении парциального давления А в 10 раз:

$$v_2 = k[10\text{A}][\text{B}/10]^2 = (10/100) \cdot k[\text{A}][\text{B}]^2 = 0,1v_1 \text{ – скорость реакции уменьшается в 10 раз.}$$

При увеличении парциального давления В в 10 раз и уменьшении парциального давления А в 10 раз:

$$v_3 = k[\text{A}/10][10\text{B}]^2 = (100/10) \cdot k[\text{A}][\text{B}]^2 = 10v_1 \text{ – скорость реакции увеличивается в 10 раз.}$$

Следовательно, правильный ответ - 3.

18.

При повышении температуры на 40 °С скорость химической реакции, имеющей температурный коэффициент  $\gamma=3$ , возрастает ...

1. в 9 раз;    2. в 12 раз;    3. в 36 раз;    4. в 81 раз.

Объяснение:

Температурный коэффициент  $\gamma$  показывает, во сколько раз возрастает скорость химической реакции при повышении температуры на 10 °С.

$$\gamma = \frac{k_{T+10}}{k_T}. \quad (1.4.8)$$

Тогда константа скорости реакции при повышении температуры на 40°С равна:

$$k_{T+40} = k_T \gamma^{\frac{40}{10}} = k_T 3^4 = 81k_T.$$

Следовательно, правильный ответ – 4.

19.

Температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2. При охлаждении системы от 100°С до 80°С, скорость реакции ...

1. уменьшается в 2 раза;    2. уменьшается в 4 раза;  
3. увеличивается в 4 раза;    4. увеличивается в 2 раза.

Объяснение:



При повышении температуры на  $10^\circ$  скорость химической реакции увеличивается в  $2 \div 4$  раза, т.е.

$$K_{T_2} = K_{T_1} \cdot \gamma^{\Delta T/10} \quad (1.4.9)$$

Понятно, что при понижении температуры на  $10^\circ$  скорость химической реакции уменьшается также в  $2 \div 4$  раза. По условию задания  $\gamma=2$ . Рассчитаем значение  $\gamma^{\Delta T/10} = 2^{(100-80)/10} = 2^2 = 4$ . Скорость реакции уменьшается в 4 раза.

Следовательно, правильный ответ - 2.

20.

Для того чтобы скорость химической реакции, имеющей температурный коэффициент  $\gamma = 3$ , увеличить в 27 раз, необходимо повысить температуру на ...

1.  $10^\circ\text{C}$ ; 2.  $20^\circ\text{C}$ ; 3.  $30^\circ\text{C}$ ; 4.  $40^\circ\text{C}$ .

Объяснение:

Температурный коэффициент  $\gamma = 3$  показывает, что при повышении температуры на 10 градусов скорость реакции возрастает в 3 раза. Отношение констант скоростей при любых двух температурах равно:

$$k_{T+10n}/k_T = \gamma^n, \text{ где } n = T_2 - T_1/10 = \Delta T/10.$$

Имеем:  $27 = 3^n = 3^3$ , т.е.  $\Delta T/10 = 3$ ,  $\Delta T = 3 \cdot 10 = 30$ , т.е. температуру необходимо повысить на  $30^\circ$ .

Следовательно, правильный ответ - 3.

21.

Если образец  $\text{CaCO}_3$  растворяется в соляной кислоте при  $20^\circ\text{C}$  в течение 4 минут, а при  $50^\circ\text{C}$  за 30 секунд, то температурный коэффициент равен ...

1. 2; 2. 3; 3. 2,5; 4. 4.

Объяснение:

Определим, во сколько раз возрастает скорость реакции при увеличении температуры на  $(50 - 20) = 30^\circ\text{C}$ . Время растворения образца уменьшилось в  $(4 \cdot 60)/30 = 8$  раз, следовательно, в 8 раз увеличилась скорость реакции.

Имеем:  $k_{T+\Delta T}/k_T = \gamma^{\Delta T/10} = 8$ , т.е.  $\gamma^{30/10} = \gamma^3 = 8$ , отсюда  $\gamma = 2$ .

Следовательно, правильный ответ - 2.

22.

При  $20^\circ\text{C}$  две реакции протекают с одинаковой скоростью, т.е.  $v_1 = v_2$ . Если температурный коэффициент скорости первой реакции равен трем, а второй – четырем, то при  $40^\circ\text{C}$  отношение скоростей  $v_2/v_1$  будет равно ...

1. 4/3; 2. 3/4; 3. 16/9; 4. 32/27.

Объяснение:

Рассчитаем, как изменяются скорости рассматриваемых реакций при повышении температуры от  $20^\circ$  до  $40^\circ$ , используя уравнение:

$$v_{(T+\Delta T)} = v_T \cdot \gamma^{\Delta T/T} \quad (1.4.10)$$

$$v_{1(40)} = v_1 \gamma_1^{\Delta T/T} = v_1 \cdot 3^2 = 9 v_1$$

$$v_{2(40)} = v_2 \gamma_2^2 = v_2 \cdot 4^2 = 16 v_2$$

Так как при  $20^\circ\text{C}$   $v_2 = v_1$ , то при  $40^\circ\text{C}$   $v_2/v_1 = 16/9$ .

Следовательно, правильный ответ - 3.

23.

Если энергия активации первой реакции  $E_1 = 80$  кДж/моль, а второй  $E_2 = 160$  кДж/моль, то для температурных коэффициентов скорости реакции  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  выполняются соотношения ...

1.  $\gamma_1 > \gamma_2$ ; 2.  $\gamma_2 > \gamma_1$ ; 3.  $\gamma_1 = \gamma_2$ .

Объяснение:

Температурный коэффициент скорости реакции показывает во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 10 градусов. Согласно эмпирическому правилу Вант-Гоффа  $k_{T+10}/k_T = \gamma$ ;  $\gamma = 2 - 4$ , чем больше значение  $\gamma$ , тем сильнее возрастает скорость при повышении температуры.

Более точно зависимость константы скорости от температуры отражает уравнение Аррениуса, которое в форме, удобной для практических расчетов, имеет вид:

$$\ln(k_{T_2}/k_{T_1}) = \frac{E}{R} (T_2 - T_1)/T_1 T_2 \quad (1.4.11) \quad (T_2 > T_1)$$

Из уравнения (1.4.11) следует, что чем больше энергия активации  $E$ , тем больше возрастает скорость реакции с повышением температуры. Следовательно, если  $E_2 > E_1$ , то и  $\gamma_2 > \gamma_1$ .

Следовательно, правильный ответ - 2.

24.

Повышение скорости реакции при введении в систему катализатора обусловлено ...

1. уменьшением энергии активации;
2. изменением теплового эффекта реакции;
3. увеличением кинетической энергии молекул;
4. возрастанием числа столкновений.

Объяснение:

Изучение каталитических реакций показало, что причиной ускоряющегося действия катализаторов является снижение энергии активации процесса. В гомогенном катализе это достигается образованием промежуточных нестойких комплексов реагирующих веществ с катализатором и последующим разложением комплекса на продукт реакции и катализатор:



В гетерогенном катализе понижение энергии активации связано с адсорбцией реагирующего вещества на поверхности катализатора.

Снижение энергии активации приводит к росту доли активных частиц и эффективных столкновений молекул, что способствует увеличению константы скорости.

Следовательно, правильный ответ – 1.

25.

Катализатор играет более существенную роль ...

1. при низких температурах;
2. при высоких температурах;
3. при любых температурах;
4. в зависимости от химической природы катализатора: либо при низких, либо при высоких температурах.

Объяснение:

Так как катализатор снижает энергию активации процесса (см. вопрос 24), то он играет более существенную роль при высоких температурах. Снижение энергии активации под действием катализатора позволяет осуществлять каталитические химические реакции при более низких температурах.

Следовательно, правильный ответ - 2

26.

Катализатор ...

1. ускоряет процесс, но не влияет на равновесные концентрации веществ;
2. ускоряет процесс и увеличивает выход целевых продуктов;
3. ускоряет процесс и смещает равновесие;
4. делает возможным протекание термодинамически запрещенных процессов.

Объяснение:

Катализатор не изменяет термодинамически возможное положение химического равновесия, он ускоряет его достижение, т.е. катализатор увеличивает скорость прямой и обратной реакции в одинаковой степени. Мерой каталитической активности, как и кинетической реакционной способности, является константа скорости реакции в присутствии катализатора. Реакцию без катализатора и с его участием можно представить уравнениями:

в отсутствие катализатора:  $A \leftrightarrow P$

в присутствии катализатора:  $A + K \leftrightarrow P + K.$

Здесь: А исходный реагент; Р – продукт реакции; К – катализатор.

Отношение констант скоростей для обратимой реакции связано со стандартной энергией Гиббса  $\Delta G_r^\circ$ :

$$\Delta G_r^\circ = -RT \ln(k_1/k_2)$$

$$\Delta G_r^{\circ'} = -RT \ln(k_1'/k_2')$$

В соответствии с законами термодинамики справедливо равенство  $\Delta G_r^\circ = \Delta G_r^{\circ'}$ .

Следовательно,  $k_1/k_2 = k_1'/k_2'$  или  $k_1'/k_1 = k_2'/k_2$ , т.е. любое, вызываемое катализатором изменение константы скорости прямой реакции сопровождается таким же изменением константы скорости обратной реакции.

Следовательно, правильный ответ - 1

27.

Неверным является утверждение, что ферменты ...

1. резко снижают энергетические барьеры на реакционном пути;
2. катализируют химические реакции, заставляя их протекать с огромными скоростями, недостижимыми при использовании любых искусственных катализаторов;
3. обладают очень большой селективностью;

4. их ферментативная активность практически не зависит от величины рН.

Объяснение:

Ферменты очень чувствительны к влиянию внешних факторов. Они проявляют активность в относительно узком интервале температур и значений рН среды.

Следовательно, правильный ответ - 4.

### 1.5. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И АДСОРБЦИЯ

1.

Равнодействующая сил межмолекулярного взаимодействия молекул поверхностного слоя направлена ...

1. тангенциально к поверхности раздела фаз;
2. вдоль поверхности раздела фаз;
3. перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с меньшим межмолекулярным взаимодействием;
4. перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с большим межмолекулярным взаимодействием.

Объяснение:

Рассмотрим систему, состоящую из жидкости и газа (воздуха, содержащего пары жидкости). Молекулы жидкости в объеме жидкой фазы окружены со всех сторон такими же молекулами. Силы межмолекулярного взаимодействия при этом взаимно уравниваются. На молекулы, находящиеся на межфазной поверхности, с одной стороны действуют молекулы жидкости с силой межмолекулярного взаимодействия  $F_{ж-ж}$ , а с другой стороны - молекулы газа с силой межмолекулярного взаимодействия  $F_{г-г}$ . Так как  $F_{ж-ж} \gg F_{г-г}$ , то результирующая сила  $P$  направлена вглубь жидкости. Эту силу, отнесенную к единице площади поверхности, называют внутренним давлением.

Следовательно, правильный ответ – 4.

2.

Молекулы поверхностного слоя обладают ...

1. меньшей энергией по сравнению с молекулами в объеме фазы;

2. одинаковой энергией с молекулами в объеме фазы;
3. большей энергией по сравнению с молекулами в объеме фазы;
4. в зависимости от природы вещества могут обладать большей, меньшей или одинаковой энергией.

Объяснение:

Повышенная по сравнению с молекулами в объеме фазы энергия молекул поверхностного слоя связана с нескомпенсированностью межмолекулярных сил: у молекул (атомов, ионов) на поверхности жидкости (твердого тела) число ближайших «своих» соседей меньше, чем в объеме.

Следовательно, правильный ответ – 3.

3.

Единицы измерения поверхностного натяжения ...

- |                        |                        |             |
|------------------------|------------------------|-------------|
| 1. Дж/м <sup>2</sup> ; | 2. Дж/м <sup>3</sup> ; | 3. Дж/м;    |
| 4. Н/м <sup>2</sup> ;  | 5. Н/м;                | 6. Дж/моль. |

Объяснение:

Исходя из энергетического (термодинамического) определения: поверхностное натяжение равно избыточной свободной энергии (энергии Гельмгольца) единицы площади поверхности жидкости при определенной температуре.

Согласно силовому (механическому) определению: поверхностное натяжение – это сила, действующая на единицу длины контура, ограничивающего поверхность жидкости, направленная тангенциально поверхности раздела фаз и стремящаяся уменьшить площадь поверхности.

Следовательно, правильный ответ – 1 и 5.

4.

С повышением температуры поверхностное натяжение чистых жидкостей ...

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. возрастает;    | 2. уменьшается;             |
| 3. не изменяется; | 4. изменяется экстремально. |

Объяснение:

С повышением температуры возрастает скорость движения молекул, это приводит к ослабеванию межмолекулярных взаимодействий и, следовательно, к уменьшению поверхностного натяжения. Для однокомпонентных жидкостей зависимость  $\sigma=f(T)$  близка к линейной.

Следовательно, правильный ответ – 2.

5.

Поверхностное натяжение жидкости тем больше, чем ...

1. больше межмолекулярное взаимодействие внутри жидкости;
2. меньше межмолекулярное взаимодействие внутри жидкости;
3. выше температура;
4. больше площадь межфазной поверхности.

Объяснение:

Чем больше межмолекулярные взаимодействия внутри жидкости, тем больше внутреннее давление. Следовательно, тем большую работу необходимо совершить по его преодолению для образования единицы площади поверхности и тем больше затратить энергии. Эта энергия запасается молекулами поверхностного слоя и называется избыточной поверхностной энергией. Отнесенная к единице площади поверхности ( $\text{Дж}/\text{м}^2$ ) она называется поверхностным натяжением, т.е. поверхностное натяжение не зависит от площади межфазной поверхности. С увеличением температуры поверхностное натяжение уменьшается (см. вопрос 4).

Следовательно, правильный ответ – 1

6.

Расположите жидкости: гептан, уксусная кислота, изопропиловый спирт, вода в ряд по возрастанию величины поверхностного натяжения.

Объяснение:

Так как поверхностное натяжение есть результат нескомпенсированности межмолекулярных взаимодействий в поверхностном слое, то чем больше межмолекулярные взаимодействия в объеме жидкости, тем больше  $\sigma$ . Силы взаимодействия, определяющие поверхностное натяжение, могут иметь разную природу: дисперсионные, водородные, диполь-дипольные, диполь-индуцированные, электростатические. В первом приближении поверхностное натяжение представляет сумму вкладов всех видов взаимодействий:

$$\sigma = \sigma_d + \sigma_n. \quad (1.5.1)$$

Дисперсионные взаимодействия существуют для всех веществ. Для неполярных жидкостей (углеводородов и их галогенпроизводных)  $\sigma_n=0$  и  $\sigma=\sigma_d$ . для полярных жидкостей существенен вклад  $\sigma_n$ . Поэтому с увеличением полярности жидкости поверхностное натяжение возрастает.

Следовательно, правильный ответ:  $\sigma_{\text{гепт}} < \sigma_{\text{изопр. спирт}} < \sigma_{\text{укс.кислоты}} < \sigma_{\text{воды}}$ .

7.

Минимальным межфазным поверхностным натяжением характеризуется двухфазная система ...

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1. вода-бензол; | 2. вода-анилин; |
| 3. вода-гексан; | 4. вода-толуол. |

Объяснение:

Межфазное поверхностное натяжение равно работе образования единицы площади раздела конденсированных фаз. Следовательно, чем больше различие в поверхностных натяжениях ( $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ ) индивидуальных жидкостей (чем больше различие полярностей жидкостей) тем больше их межфазное натяжение ( $\sigma_{1,2}$ ). И наоборот, чем меньше различие в полярностях жидкостей, тем меньше их межфазное натяжение. Согласно эмпирическому правилу Антонова, межфазное поверхностное натяжение ( $\sigma_{1,2}$ ) численно равно разности поверхностных натяжений более полярной ( $\sigma_{1(2)}$ ) и менее полярной жидкости ( $\sigma_{2(1)}$ ) в условиях их взаимного насыщения:

$$\sigma_{1,2} = \sigma_{1(2)} - \sigma_{2(1)} \quad (1.5.2)$$

Из рассматриваемых двухфазных жидких систем минимальным различием в полярностях жидкостей обладает система вода-анилин, следовательно, она будет обладать наименьшим поверхностным натяжением.

Следовательно, правильный ответ – 2.

8.

Притяжение атомов, молекул, ионов в объеме фазы называется ...

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1. адгезией;    | 2. адсорбцией; |
| 3. смачиванием; | 4. когезией.   |

Объяснение:

Адгезия – явление, заключающееся в возникновении механической прочности при контакте поверхностей двух различных веществ. Адсорбция – концентрирование вещества, снижающего поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Смачивание – явление, происходящее при контакте жидкости с поверхностью твердых тел или другой жидкостью, нерастворимой в первой. При образовании поверхности необходимо затратить энергию на разрыв сил сцепления между молекулами внутри фазы. Эта величина называется работой когезии  $W_k=2\sigma$ .

Следовательно, правильный ответ – 4.

9.

К поверхностным явлениям, сопровождающимся уменьшением поверхностного натяжения, относятся ...

1. адсорбция;
2. пептизация;
3. расслоение эмульсии;
4. смачивание.

Объяснение:

Адсорбция - процесс самопроизвольного концентрирования в поверхностном слое (на границе раздела фаз) компонента, сглаживающего различие в полярности сосуществующих фаз, т.е. уменьшающего межфазное натяжение.

Пептизация - процесс перехода свежевыпавшего осадка (геля) во взвешенное состояние с одновременным дроблением агрегатов на отдельные частицы (золь).

Расслоение эмульсии - разрушение эмульсии с выделением ее компонентов в чистом виде, приводящее к уменьшению площади межфазной поверхности.

Смачивание – физико-химическое явление, происходящее при контакте жидкости с поверхностью твердых тел. Если  $\sigma_{т,г} > \sigma_{т,ж}$ , то капля жидкости стремится занять большую поверхность и частично закрыть поверхность твердого тела.

Следовательно, правильный ответ – 1 и 4.

10.

Шар по сравнению с кубом того же объема имеет ...

1. меньшую площадь поверхности;
2. большую площадь поверхности;
3. одинаковую площадь поверхности.

Объяснение:

Объем шара  $V_{ш} = (\pi/6) \cdot d^3$ , объем куба  $V_{к} = l^3$ , где  $d$  – диаметр шара,  $l$  – ребро куба. По условию задания  $V_{ш} = V_{к}$ . Тогда  $d^3 = 6/\pi \cdot l^3$  и  $d = 1,24 \cdot l$ . Площадь поверхности шара  $S_{ш} = \pi \cdot d^2 = \pi \cdot (1,24 \cdot l)^2 = 4,86 \cdot l^2$ . Площадь поверхности куба  $S_{к} = 6 \cdot l^2$ , т.е.  $S_{ш} < S_{к}$ .

Поэтому капля жидкости в невесомости стремится принять сферическую форму, так как поверхностная энергия  $F_{пов} = \sigma S$  в этом случае минимальна. Большинство плодов, ягод, корнеплодов имеют шарообразную форму или близкую к ней. А какую форму имеют планеты?

Следовательно, правильный ответ – 1.

11.

К поверхностным явлениям, сопровождающимся уменьшением площади межфазной поверхности не относятся ...

1. стремление капель жидкости принять сферическую форму;
2. растекание жидкости по поверхности твердого тела или другой жидкости;
3. слияние мелких капель в более крупные (коалесценция);
4. рост кристаллов.

Объяснение:

Проанализируем рассмотренные явления.

Стремление капель жидкости (или пузырьков газа) принять сферическую форму связано с тем, что сферические частицы имеют самую маленькую удельную поверхность  $S_{уд} = 6/d = 6/D$ , где  $d$  – размер частиц,  $D = 1/d$  – дисперсность. Слияние мелких капель в более крупные, равно как и рост кристаллов, ведут к росту  $d$ , т.е. уменьшению межфазной поверхности. Поведение капли жидкости на поверхности твердого тела определяется соотношением между  $\sigma_{т,г}$ ,  $\sigma_{т,ж}$  и  $\sigma_{ж,г}$ . Если  $\sigma_{т,г} > \sigma_{т,ж}$ , то системе выгодно, чтобы жидкость закрыла часть твердой поверхности (смачивание), так как при этом проходит частичная замена поверхности с большей поверхностной энергией поверхностью с меньшей поверхностной энергией. Если выполняется условие  $\sigma_{т,г} > \sigma_{т,ж} + \sigma_{ж,г}$  жидкость будет растекаться по поверхности твердого тела тонкой (1-10нм) пленкой. Таким образом, растекание жидкости по поверхности твердого тела или другой жидкости не связано с уменьшением площади межфазной поверхности, а обусловлено снижением поверхностной энергии.

Следовательно, правильный ответ – 2.

12.

К процессам, протекающим при постоянных давлениях и температуре, в дисперсных системах самопроизвольно, относятся (два ответа) ...

1. диспергирование;
2. изотермическая перегонка;
3. адсорбция;
4. эмульгирование.

Объяснение:

Из химической термодинамики вы знаете, что самопроизвольно протекают процессы, сопровождающиеся уменьшением свободной энергии системы. Процесс, протекающий при постоянных давлении и температуре,

должен сопровождаться уменьшением энергии Гиббса ( $\Delta G < 0$ ). Если процесс, протекающий на границе раздела фаз, не сопровождается химической реакцией и состав системы остается постоянным, то можно записать  $G = \sigma \cdot S_{1,2}$ . Откуда следует, что  $\Delta G = \sigma \cdot dS_{1,2} + S_{1,2} d\sigma$ . Таким образом, самопроизвольный процесс ( $\Delta G < 0$ ) должен сопровождаться либо уменьшением площади границы раздела фаз ( $dS_{1,2} < 0$ ), либо уменьшением поверхностного натяжения ( $d\sigma_{1,2} < 0$ ). Изотермическая перегонка (перенос вещества от мелких капель к крупным) сопровождается ростом размера частиц, площадь удельной поверхности при этом уменьшается ( $dS_{1,2} < 0$ ). Адсорбция сопровождается уменьшением поверхностного натяжения ( $d\sigma_{1,2} < 0$ ). Диспергирование и эмульгирование сопровождаются увеличением площади межфазной поверхности, и могут протекать самопроизвольно лишь в лиофильных системах, в которых прирост свободной энергии компенсируется возрастанием энтропии вследствие участия частиц в броуновском движении.

Следовательно, правильный ответ - 2 и 3.

13.

При частичном погружении стеклянного капилляра в воду мениск в капилляре (А, Б, В), уровень жидкости в капилляре (Г, Д, Е) по сравнению с уровнем жидкости в сосуде ...

А – выпуклый; Б – вогнутый; В – плоский;  
Г – выше; Д – одинаков; Е – ниже.

Объяснение:

Вода смачивает стекло. При смачивании поверхностная энергия на границе жидкости с твердой поверхностью ( $S_{ТЖ}$ ) меньше поверхностной энергии на границе твердого тела – газ ( $S_{ТГ}$ ):  $S_{ТЖ} < S_{ТГ}$ . Следовательно, мениск будет вогнутый. Давление жидкости под вогнутой поверхностью меньше, чем под плоской  $p_r < p_0$ . Поэтому жидкость будет подниматься по капилляру, пока разность давлений (капиллярное давление)  $p_s = p_r - p_0$  не уравновесится гидростатическим давлением столба жидкости.

Следовательно, правильный ответ - Б, Г.

14.

Если в сосуд с водой частично опустить два стеклянных капилляра с различающимися радиусами, то уровень жидкости будет ...

1. одинаков в обоих капиллярах;
2. выше в капилляре с большим радиусом;
3. выше в капилляре с меньшим радиусом;
4. ниже, чем в стакане.

Объяснение:

При условии смачивания жидкостью материала узкой трубки уровень жидкости в трубке имеет вогнутую форму, т.е. образуется вогнутый мениск. В вогнутом мениске давление  $p_r$  меньше, чем под плоской поверхностью в широком сосуде на величину капиллярного давления. Перепад давления является причиной капиллярного поднятия жидкости. Высота подъема жидкости определяется равенством  $p_\sigma = p_n$ , где  $p_\sigma$  - капиллярное давление. В соответствии с законом Лапласа  $p_\sigma = 2\sigma \cos\theta/r$ , где  $r$  - радиус кривизны мениска, связанный с радиусом капилляра  $r_0$  соотношением  $r = r_0 / \cos\theta$ ,  $p_n = (r_{ж} - r_{г})gH$  - гидростатическое давление, создаваемое столбом жидкости высотой  $H$ . Из условия  $p_\sigma = p_n$ , получим уравнение высоты капилляра подъема жидкости:

$$H = 2\sigma \cos\theta / (\rho_{ж} - \rho_{г})g r_0 \quad (1.5.3).$$

Согласно уравнению (1.5.3), чем меньше радиус капилляра, тем выше уровень капиллярного подъема жидкости.

Следовательно, правильный ответ - 3.

15.

Установите соответствие для различных случаев контактного смачивания ...

- |                      |                          |  |
|----------------------|--------------------------|--|
| А. Смачивание        | 1. $\theta > 90^\circ$ ; | 6. $\cos\theta < 0$ ;                          |
| Б. Несмачивание      | 2. $\theta < 90^\circ$ ; | 7. $\sigma_{ТЖ} > \sigma_{ТГ}$ ;               |
| В. Полное смачивание | 3. $\theta = 0^\circ$ ;  | 8. $\sigma_{ТЖ} < \sigma_{ТГ}$ ;               |
| или растекание       | 4. $\cos\theta > 0$ ;    | 9. $\sigma_{ТГ} > \sigma_{ТЖ} + \sigma_{жг}$ . |
|                      | 5. $\cos\theta = 1$ ;    |  |

Ответ дать в виде комбинации букв и соответствующих цифр.

Объяснение:

Смачивание – физико-химическое явление, происходящее при контакте жидкостей с поверхностью твердых тел. В зависимости от поверхностных свойств твердого тела и жидкости степень смачивания может различаться очень сильно (сравните поведение капли воды на чистом стекле и парафине). Количественной характеристикой смачивания служит

краевой угол  $\theta$ , который измеряют по наклону касательной к поверхности капли. Величина краевого угла находится на линии контакта всех фаз, участвующих в смачивании (линия смачивания или линия трехфазного контакта).

Краевой угол определяется законом Юнга:

$$\cos q = \frac{S_{mz} - S_{mж}}{S_{жг}} \quad (1.5.4)$$

Краевой угол всегда откладывается в сторону жидкости (контактное смачивание), при избирательном смачивании - в сторону более полярной жидкости.

На основе закона Юнга построена классификация различных случаев контактного взаимодействия жидкостей с поверхностью твердых тел.

Несмачивание:  $\theta > 90^\circ$ ,  $\cos \theta < 0$ . Из уравнения Юнга (1.5.4) следует, что это будет иметь место, если  $\sigma_{тж} > \sigma_{тг}$ . Самопроизвольное растекание жидкости термодинамически невозможно, так как это приведет к повышению поверхностной энергии.

Смачивание:  $\theta < 90^\circ$ ,  $\cos \theta > 0$ . В соответствии с законом Юнга, имеем  $\sigma_{тг} > \sigma_{тж}$ , жидкость стремится занять большую площадь.

Полное смачивание или растекание  $\theta = 0^\circ$ ,  $\cos \theta = 1$ . Этот случай реализуется при выполнении условия  $\sigma_{тг} > \sigma_{тж} + \sigma_{жг}$ . В этом случае  $(\sigma_{тг} - \sigma_{тж}) / \sigma_{жг} > 1$ . Это означает, что равновесный угол сформироваться не может и капля растекается по поверхности тонкой пленкой.

Следовательно, правильный ответ – А – 2, 4, 8; Б – 1, 6, 7; В – 3, 5, 9.

16.

В условиях контактного смачивания углеводороды ...

1. смачивают полярные твердые поверхности;
2. смачивают неполярные твердые поверхности;
3. смачивают любые поверхности;
4. практически не смачивают твердые поверхности.

Объяснение:

Для ответа на вопрос воспользуемся уравнением Юнга (1.5.4). Из уравнения следует, чем меньше поверхностное натяжение  $S_{жг}$ , тем больше  $\cos q$ , т.е. меньше угол  $q$ , откладываемый в сторону смоченной поверхности. Следовательно, чем меньше поверхностное натяжение жидкости, тем она лучше смачивает твердую поверхность. Таким образом, в условиях контактного смачивания все поверхности олеофильны.

Следовательно, правильный ответ – 3.

17.

Шероховатость поверхности ...

1. улучшает смачивание;
2. ухудшает смачивание;
3. не влияет на смачивание;
4. улучшает для лиофильных и ухудшает для лиофобных;
5. улучшает для лиофобных и ухудшает для лиофильных.

Объяснение:

При шероховатости поверхности площадь реальной поверхности больше поверхности идеальной (гладкой) поверхности. Отношение  $S_{ш} / S_{ид} = K$  называют коэффициентом шероховатости. По определению  $K > 1$ . Шероховатость увеличивает площадь поверхности твердое тело – газ и твердое тело – жидкость и не влияет на площадь поверхности жидкость – газ. Поэтому уравнение Юнга с учетом шероховатости преобразуется к виду:

$$\cos q^{III} = K \cos q^0 \quad (1.5.5)$$

Уравнение (1.5.5) называют уравнением Венцеля – Дерягина. Из уравнения следует, что для смачивающих жидкостей ( $\cos q > 0$ ) шероховатость приводит к уменьшению краевого угла ( $\cos q^{III} > \cos q^0$ ). При  $K \cos q^0 = 1$  смачивание перейдет в растекание. В случае несмачивания поверхности шероховатость приводит к увеличению краевых углов:  $\cos q^{III} < \cos q^0$ , ( $q^{III} > q^0$ ). Характерный пример: ворсинки на перьях водоплавающих птиц значительно увеличивают шероховатость их поверхности; это способствует тому, что перья практически не смачиваются водой.

Следовательно, правильный ответ - 4.

18.

Выберите среди перечисленных веществ ПАВ, ПНВ и ПИВ по отношению к воде: гидроксид натрия, глюкоза, пальмитат калия, бутановая кислота, нитрат калия, серная кислота, желчные кислоты, сахароза, стеарат натрия, белки, амиловый спирт, хлорид аммония, крахмал.

Ответ дать в виде:

ПАВ \_\_\_\_\_;  
вещества

ПНВ \_\_\_\_\_;  
вещества

ПИБ \_\_\_\_\_ ,  
вещества

т.е. классифицировать указанные в задании вещества по их поверхностной активности.

Объяснение:

ПАВ – вещества, снижающие поверхностное натяжение раствора. Они плохо растворимы в растворителе, менее полярные, чем вода, имеют амфилное (дифильное) строение. Благодаря этому они адсорбируются на поверхности, ориентируясь полярной группой в воду, а углеводородным радикалом – в неполярную фазу.

ПНВ – вещества, не влияющие на поверхностное натяжение. Они хорошо растворимы и имеют одинаковую полярность с растворителем.

ПИБ – вещества, вызывающие увеличение поверхностного натяжения. На границе вода-воздух поверхностно инактивны электролиты, т.е. вещества более полярные, чем вода. Они хорошо растворимы в воде, незначительное повышение поверхностного натяжения обусловлено возрастанием межмолекулярных взаимодействий в объеме фазы вследствие гидратации ионов.

Следовательно, правильный ответ:

ПАВ – пальмитат калия, бутановая кислота, желчные кислоты, стеарат натрия, белки, амиловый спирт;

ПНВ – глюкоза, сахароза, крахмал;

ПИБ – гидроксид натрия, нитрат калия, серная кислота, хлорид аммония.

19.

Изотерма поверхностного натяжения – это зависимость ...

1.  $\sigma=f(c)$  в заданном интервале температур;
2.  $\sigma=f(c)$  при  $T=\text{const}$ ;
3.  $\sigma=f(\Gamma)$  при  $T=\text{const}$ ;
4. нет верного ответа (дайте свой ответ).

Объяснение:

Изотерма поверхностного натяжения – это зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора при  $T=\text{const}$  (так как от температуры зависит величина  $\sigma$ ). Обычно изотермы поверхностного натяжения строят для растворов ПАВ.

Следовательно, правильный ответ – 2.

20.

Правило Траубе-Дюкло справедливо ...

1. в области больших концентраций ПАВ;
2. при любых концентрациях ПАВ;
3. в области малых концентраций ПАВ;
4. в области средних концентраций ПАВ.

Объяснение:

При малых концентрациях ПАВ углеводородные радикалы лежат горизонтально на поверхности жидкости. Поэтому чем больше длина углеводородного радикала, тем сильнее снижается поверхностное натяжение. Согласно правилу Траубе-Дюкло,  $G_{n+1}/G_n=3\div 3,5$ ,  $G = (d\sigma/dc)_{c\rightarrow 0}$  – поверхностная активность. В области средних концентраций углеводородные радикалы расположены под углом к поверхности, это приводит к уменьшению различий в поверхностной активности от длины углеводородного радикала. В области больших концентраций, когда углеводородные радикалы расположены вертикально к поверхности, поверхностная активность не зависит от длины углеводородного радикала.

Следовательно, правильный ответ – 3.

21.

С увеличением длины углеводородного радикала адсорбция ПАВ из полярных растворителей ...

1. возрастает;
2. уменьшается;
3. не изменяется;
4. проходит через максимум.

Объяснение:

Адсорбция ПАВ из полярных растворителей (воды) обусловлена невыгодностью нахождения углеводородного радикала в полярной фазе.

Следовательно, правильный ответ – 1.

22.

Для членов гомологического ряда ПАВ с увеличением длины углеводородного радикала величина предельной адсорбции ...

1. уменьшается;
2. постоянна;
3. увеличивается;
4. изменяется экстремально.

Объяснение:



При предельной адсорбции ( $\Gamma = \Gamma_{\infty}$ ) молекулы ПАВ образуют на поверхности плотный мономолекулярный слой типа частокола. Углеводородные радикалы расположены вертикально к поверхности, поэтому  $\Gamma_{\infty}$  не зависит от длины углеводородного радикала.

Следовательно, правильный ответ – 2.

23.

Химическая адсорбция отличается от физической адсорбции ...

1. большим тепловым эффектом и обратимостью;
2. незначительным тепловым эффектом и необратимостью;
3. незначительным тепловым эффектом и обратимостью;
4. большим тепловым эффектом и необратимостью.

Объяснение:

Физическая адсорбция обусловлена силами межмолекулярного взаимодействия. Она обратима, с увеличением температуры, как правило, уменьшается, так как тепловое движение способствует десорбции вещества (адсорбата), характеризуется незначительным эффектом и малой специфичностью (на полярных адсорбентах адсорбируются полярные вещества, на неполярных - неполярные).

Химическая адсорбция (хемосорбция) сопровождается химическим взаимодействием адсорбтива с адсорбентом с образованием нового поверхностного соединения. Она необратима (десорбция возможна лишь при воздействии внешних факторов), характеризуется специфичностью, большим тепловым эффектом, сопоставимым с тепловым эффектом химических реакций. Повышение температуры, как правило, приводит к увеличению адсорбции, так как увеличивается скорость химического взаимодействия.

Следовательно, правильный ответ – 4.

24.

На границе раздела фаз вода-углеводород правило Траубе-Дюкло выполняется при адсорбции ПАВ из ...

1. водной (полярной) фазы;
2. углеводородной (неполярной) фазы;
3. полярной и неполярной фазы.

Объяснение:

Согласно правилу Траубе-Дюкло в гомологическом ряду ПАВ при увеличении углеводородного радикала на  $-\text{CH}_2-$  группу поверхностная активность возрастает в 3-3,5 раза.

При адсорбции ПАВ из полярной среды носителем поверхностной активности является углеводородный радикал: адсорбция ПАВ на границе раздела фаз обусловлена переносом углеводородной части молекулы ПАВ из объема водного раствора на его поверхность. При адсорбции ПАВ из неполярной среды происходит перенос полярной группы молекулы ПАВ из объема на межфазную поверхность, вплоть до прямого контакта полярной группы с водой. Таким образом, правило Траубе-Дюкло будет выполняться только при адсорбции ПАВ из полярной жидкости.

Следовательно, правильный ответ – 1.

25.

Адсорбция третьего компонента с поверхностным натяжением  $\sigma_3$  на границе раздела фаз ( $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ ) возможна при выполнении условия ...

1.  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ ;
2.  $\sigma_1 = \sigma_2 < \sigma_3$ ;
3.  $\sigma_1 < \sigma_3 < \sigma_2$ ;
4.  $\sigma_2 < \sigma_1 < \sigma_3$ .

Объяснение:

Адсорбция третьего компонента на границе раздела фаз всегда направлена в сторону уравнивания первоначально имеющегося различия в полярностях фаз 1 и 2. При адсорбции ПАВ полярная группа будет находиться в поверхностном слое воды, а неполярная – в неполярной жидкости. Полярность компонента 3 должна занимать промежуточное место между компонентами 1 и 2.

Следовательно, правильный ответ – 3.  $\sigma_1 < \sigma_3 < \sigma_2$ .

26.

Для очистки воды от фенола (1) следует взять ... , а для очистки бензола от фенола (2) - ... .

1. \_\_\_\_\_;
2. \_\_\_\_\_.

Вставить силикагель или активированный уголь, указать ориентацию молекул фенола на адсорбентах.

Объяснение:

Из полярной среды адсорбция идет на неполярном адсорбенте, а из неполярной среды – на полярном. Так создается первоначальное различие в полярностях на границе адсорбент-среда. Адсорбция третьего компонента всегда направлена в сторону уравнивания полярностей (см. также вопрос

26). В воде – полярные группы фенола (-ОН) будут ориентированы в сторону жидкости, углеводородные радикалы (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-) – в сторону активированного угля. В бензоле – радикалы направлены в жидкость, полярные группы – в сторону силикагеля.

Следовательно, правильный ответ – 1 – активированный уголь, 2 – силикагель.

27.

Для осуществления ионного обмена в составе катионита должны присутствовать функциональные группы ...

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. -CN, -COOH, -NO <sub>3</sub> ;     | 2. -NO, -Cl, -CN;                                |
| 3. - SO <sub>3</sub> H, - COOH, - OH; | 4. - SO <sub>3</sub> H, -Br, - NO <sub>2</sub> . |

Объяснение:

Для изменения ионного состава природных вод методом ионного обмена используют природные алюмосиликаты (цеолиты) или синтетические высокомолекулярные соединения – ионообменные смолы (иониты). Катиониты – это ионообменные смолы, способные к обмену катионами между смолой и раствором. Аниониты обмениваются с растворами анионами. Катиониты содержат функциональные группы кислотного характера: - SO<sub>3</sub>H, - COOH, - OH (из фенолов). Аниониты содержат основные группы: -NH<sub>2</sub>, =NH, =N-.

Следовательно, правильный ответ – 3.

## 1.6. КОЛЛОИДНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

1.

Установите соответствие между признаком, лежащим в основе классификации дисперсных систем (ДС), и названием ДС.

Признаки классификации:

- А. характер распределения фаз;
- Б. характер взаимодействия между частицами дисперсной фазы;
- В. размер частиц дисперсной фазы;
- Г. фракционный состав частиц дисперсной фазы;
- Д. характер взаимодействия дисперсных частиц с дисперсионной средой;
- Е. агрегатное состояние фазы и среды.

Название ДС:

- 1. ультрадисперсные, высокодисперсные и грубодисперсные;
- 2. монодисперсные и полидисперсные;
- 3. лиофобные и лиофильные;
- 4. свободнодисперсные и связнодисперсные;
- 5. золи, эмульсии, пены, аэрозоли;
- 6. континуальные и биконтинуальные.

Объяснение:

В зависимости от размера частиц дисперсной фазы  $d$  выделяют три группы ДС:

- 1. ультрадисперсные или наносистемы,  $d=1-10$  нм;
- 2. высокодисперсные системы,  $d=10$  нм-1 мкм;
- 3. грубодисперсные системы,  $d=1-100$  мкм.

В зависимости от однородности размеров (фракционного состава) дисперсных частиц выделяют две группы ДС: 1) монодисперсные системы с частицами одинакового размера, 2) полидисперсные системы, в которых размер частиц изменяется от минимального ( $d_{\min}$ ) до максимального ( $d_{\max}$ ). Отношение  $d_{\max}/d_{\min} = \Pi$  называется степенью полидисперсности.

В зависимости от характера взаимодействия между частицами различают 1) свободнодисперсные системы и 2) связнодисперсные системы. В свободнодисперсных системах частицы находятся на больших расстояниях, не взаимодействуют друг с другом и представляют собой самостоятельные кинетические единицы. По молекулярно-кинетическим свойствам такие системы сходны с обычными растворами. В связнодисперсных системах большинство частиц контактируют друг с другом с образованием коллоидных структур различного типа. Механические и реологические свойства связнодисперсных систем резко отличаются от свойств свободнодисперсных систем.

По характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой ДС классифицируют на лиофобные и лиофильные. Леофобные системы отличаются слабым межмолекулярным взаимодействием дисперсной фазы и дисперсионной среды, поэтому удельная свободная поверхностная энергия границы раздела фаз достаточно велика ( $\sigma=10-100$  мДж/м<sup>2</sup>). Такие системы самопроизвольно не образуются и агрегативно не устойчивы. В лиофильных системах межмолекулярное взаимодействие на границе раздела фаз достаточно сильное, поэтому межфазная поверхностная энергия мала -  $\sigma$  ниже  $10^{-2}$  мДж/м<sup>2</sup>. Примерами лиофильных ДС являются мицеллярные растворы ПАВ и критические микроэмульсии.

По характеру распределения фаз различают континуальные и биконтинуальные системы. В континуальных ДС дисперсионная среда

представляет сплошную (континуальную) макроскопическую фазу- газ, жидкость или твердое тело, в которой находятся частицы дисперсионной фазы. В биконтинуальных системах дисперсионная среда состоит из сообщающихся друг с другом тонких прослоек (каналов), размеры которых малы и соответствуют размерам дисперсных частиц. В таких системах обе фазы являются дисперсными, причем дисперсная фаза является не дискретной (как в обычных ДС), а континуальной. Примером биконтинуальной системы является пористая среда с частицами и пораи дисперсных размеров.

В зависимости от агрегатного состояния фазы и среды различают:

- 1) аэрозоли - Т/Г (дым) и Ж/Г (туман). Здесь и далее в числителе агрегатное состояние фазы в знаменателе - среды.
- 2) золи (коллоидные растворы  $d < 0.1$  мкм), суспензии ( $d > 1$  мм); гели (биконтинуальные системы) - ДС типа Т/Ж;
- 3) эмульсии - Ж/Ж;
- 4) пены Г/Ж;
- 5) композитные материалы, минералы- Т/Т;
- 6) пористые среды - Ж/Т;
- 7) Г/Т - пористые среды, минералы и мембраны.

Следовательно, правильный ответ - А6, Б4, В1, Г2, Д3, Е5.

2.

Коллоидные растворы в отраженном свете окрашиваются в ... цвет.

1. желтый;
2. красный;
3. зеленый;
4. голубой.

Объяснение:

При рассматривании коллоидных растворов в проходящем и отраженном свете наблюдается опалесценция - различие окраски. Так, гидрозоль хлорида серебра, серы и канифоли в проходящем свете имеют желтоватый оттенок, а при наблюдении сбоку - голубоватый. Это объясняется тем, что красные и желтые лучи (длинноволновая часть спектра) рассеиваются слабо и проходят через золь, а фиолетовые и синие лучи (коротковолновая часть спектра) рассеиваются сильно.

Следовательно, правильный ответ – 4.

3.

Условиями выполнения закона Бугера-Ламберта-Бера для коллоидных раствора являются (два ответа) ...

1. наличие в растворе светопоглощающих частиц только одного типа;

2. полидисперсность системы;
3. высокая концентрация дисперсных частиц;
4. монохроматичность излучения.

Объяснение:

Многие коллоидные растворы имеют яркую окраску, т.е. поглощают свет в определенной области спектра - золь всегда окрашен в цвет, дополнительный к поглощенному. Так, поглощая синюю часть спектра (435-480нм), золь оказывается окрашенным в красный цвет, при поглощении синевато-зеленой части (450-500нм) приобретает красную окраску. Оптические свойства коллоидных растворов, способных к поглощению света, можно характеризовать по изменению интенсивности света при прохождении через раствор, используя уравнение Бугера-Ламберта-Бера:

$$I_{\text{пр}} = I_0 e^{-klc} \quad (1.6.1)$$

или в логарифмической форме

$$\ln(I_0/I) = klc \quad (1.6.2).$$

Здесь  $I_0$  и  $I_{\text{пр}}$ - интенсивность падающего и прошедшего через раствор света, соответственно  $k$ - коэффициент поглощения,  $l$ -толщина слоя золя,  $c$ -концентрация золя. Величину  $\ln(I_0/I)$  называют оптической плотностью или экстинкцией. При работе с монохроматическим светом обязательно указывают, при какой длине волны была определена оптическая плотность. При изменении размера частиц длина волны поглощаемого света изменяется, следовательно, изменяется и окраска золя. Таким образом, условиями применимости закона Бугера-Ламберта-Бера к коллоидным частицам является монохроматичность излучения и присутствие в растворе коллоидных частиц только одного типа.

Следовательно, правильный ответ - 1 и 4.

4.

Механизм броуновского движения коллоидных частиц дисперсионной фазы в дисперсионной среде заключается в том, что ...

1. частицы дисперсионной фазы движутся в поле тяжести;
2. частицы сталкиваются между собой и передают импульс в произвольном направлении;
3. молекулы дисперсионной среды сталкиваются с частицами и передают им импульс;
4. молекулы дисперсионной среды сталкиваются между собой и передают импульс частицам.

Объяснение:

Броуновское движение - беспорядочное, непрекращающееся движение частиц дисперсной фазы, вызываемое тепловым движением молекул дисперсионной среды. Молекулы дисперсионной среды (жидкости или газов) сталкиваются с частицами дисперсной фазы, в результате чего последняя получает огромное число ударов со всех сторон. Если частица имеет сравнительно большой размер, то число таких ударов со всех сторон велико. И результирующий импульс оказывается равным нулю. Такая частица не будет двигаться под действием теплового движения молекул. Частицы меньшего размера получают меньшее число ударов от молекул дисперсионной среды, поэтому вероятность неравномерного распределения импульса увеличивается. Это происходит как вследствие неодинакового числа ударов с разных сторон, так и вследствие различной энергии молекул, сталкивающихся с частицей.

Следовательно, правильный ответ - 3.

5.

Мерой интенсивности броуновского движения коллоидных частиц является...

1. сумма всех смещений частицы по всем направлениям в единицу времени;
2. среднее арифметическое значение всех смещений;
3. среднее арифметическое значение проекций смещения на произвольно выбранную ось;
4. среднее арифметическое значение квадратов смещений частиц.

Объяснение:

Вследствие беспорядочности движения частиц необходимо усреднять не сами смещения или их проекции, а квадраты этих величин, так как смещения одинаковой величины, но противоположные по знаку равновероятны. Уравнение для определения среднеквадратичного смещения  $\Delta x_{\text{ср}}^2$  шарообразной частицы выведено А. Эйнштейном и М. Смолуховским:

$$\Delta x_{\text{ср}}^2 = RTt/3\pi\eta N_A, \quad (1.6.3)$$

где  $\eta$ -вязкость дисперсионной среды;  $r$ -радиус коллоидной частицы;  $N_A$ -число Авогадро;  $t$  - время наблюдения;  $R$  - универсальная газовая постоянная;  $T$  - абсолютная температура.

Следовательно, правильный ответ - 4.

6.

Осмотическое давление коллоидных растворов по сравнению с осмотическим давлением истинных растворов равной молярной концентрации ...

1. меньше;
2. больше;
3. одинаково;
4. отсутствует.

Объяснение:

Для коллоидных растворов осмотическое давление вычисляют по формуле:

$$\pi = \nu kT, \quad (1.6.4)$$

где  $\nu$  - частичная концентрация.

Для истинных растворов:

$$\pi = C_m RT = nkT, \quad (1.6.5)$$

где  $n$  - число молекул растворенного вещества.

Так как  $\nu < n$ , то  $\pi_{\text{кол}} < \pi_{\text{ист. раст.}}$ .

Следовательно, правильный ответ - 1.

7.

Отметьте ошибочное утверждение: коллоидные растворы ...

1. проходят через бумажные фильтры;
2. подвергаются диализу;
3. седиментационно устойчивы;
4. термодинамически устойчивы.

Объяснение:

Коллоидные растворы - лиофобные дисперсные системы, в которых взаимодействие между частицами дисперсной фазы и дисперсионной средой слабо выражено, поэтому они термодинамически неустойчивы, самопроизвольно не образуются и не могут существовать без стабилизатора.

Следовательно, правильный ответ - 4.

8.

Необязательным условием получения коллоидных растворов является ...

1. образование нерастворимого соединения;
2. небольшой избыток одного из реагентов;
3. присутствие ПАВ;
4. отсутствие посторонних электролитов.

Объяснение:

Коллоидные растворы – это микрогетерогенные системы, поэтому образование нерастворимого соединения (агрегата) необходимое условие. Небольшой избыток одного из реагентов необходим для образования на поверхности агрегата двойного электрического слоя (ДЭС) – основного фактора агрегативной устойчивости зольей. Отсутствие посторонних электролитов необходимо для предотвращения коагуляции. Присутствие ПАВ не обязательно.

Следовательно, правильный ответ – 3.

9.

Для золь кремниевой кислоты, полученного по реакции  $\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{изб}) + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{NaCl}$ , потенциалоопределяющими ионами будут ионы ...

1.  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;      2.  $\text{H}^+$ ;      3.  $\text{Na}^+$ ;      4.  $\text{Cl}^-$ .

Объяснение:

Потенциалоопределяющими ионами (ПОИ) могут быть ионы, способные достраивать кристаллическую решетку агрегата. Агрегат образован молекулами  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ . Следовательно, ПОИ могут быть либо ионы  $\text{H}^+$ , либо ионы  $\text{SiO}_3^{2-}$ .  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – в избытке, ионы  $\text{H}^+$  (из  $\text{HCl}$ ) полностью расходуется на образование  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ . Следовательно, ПОИ - ионы  $\text{SiO}_3^{2-}$ , ионы  $\text{Na}^+$  – противоионы.

Следовательно, правильный ответ – 1.

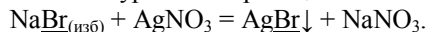
10.

Золь  $\text{AgBr}$  получен смешением 8 мл 0,05н раствора  $\text{NaBr}$  и 10 мл 0,02н  $\text{AgNO}_3$ . Напишите формулу мицеллы золя.

Объяснение:

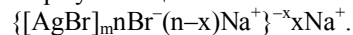
Необходимо определить, какой из реагентов был взят в избытке: для  $\text{NaBr}$   $N \cdot V = 0,05 \cdot 8 = 0,4$ , для  $\text{AgNO}_3$   $N \cdot V = 0,02 \cdot 10 = 0,2$ .  $0,4 > 0,2$ , т.е.  $\text{NaBr}$  взят в избытке.

Запишем уравнение реакции:



ПОИ – ионы  $\text{Br}^-$ , противоионы – ионы  $\text{Na}^+$ .

Формула мицеллы:



11.

Мицелла золя  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , полученного при смешении растворов  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{изб})}$ , будет иметь заряд ...

1. положительный;      2. электронейтральный;  
3. отрицательный;      4. любой.

Объяснение:

Мицелла представляет собой коллоидную частицу (гранулу), окруженную диффузным слоем противоионов. Суммарный заряд противоионов диффузного слоя всегда равен заряду коллоидной частицы. Поэтому мицелла всегда электронейтральна.

Следовательно, правильный ответ – 2.

12.

Установите соответствие между составляющими частями мицеллы  $\{[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m \text{FeO}^{+(n-x)} \text{Cl}^-\}^{+x} \text{xCl}^-$

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. агрегат;                         | A. $n\text{FeO}^+$ ;  |
| 2. ядро мицеллы;                    | Б. $[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m$ ;   |
| 3. потенциалоопределяющие ионы;     | В. $[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m n\text{FeO}^+$ ;                             |
| 4. противоионы адсорбционного слоя; | Г. $\text{xCl}^-$ ;   |
| 5. противоионы диффузного слоя;     | Д. $\{[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m n\text{FeO}^{+(n-x)} \text{Cl}^-\}^{+x}$ ; |
| 6. коллоидная частица.              | Е. $(n-x)\text{Cl}^-$ .   |

Объяснение:

Мицеллы содержат нерастворимое в дисперсионной среде соединение. Микрочастица этого соединения, состоящий из  $m$  молекул вещества  $[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m$ , называется агрегатом. Поверхность кристалла обладает избыточной поверхностной энергией, поэтому при контакте с раствором электролита на поверхности кристалла происходит специфическая адсорбция ионов из раствора. На поверхности кристалла предпочтительно адсорбируются ионы, способные достраивать его кристаллическую решетку или изоморфные с ним (правило Панетта-Фаянса). Эти ионы придают частице дисперсной фазы положительный или отрицательный заряд и поэтому их называют потенциалоопределяющими ионами. В нашем случае это ионы  $\text{FeO}^+$ ,  $n$ -число потенциалоопределяющих ионов. Ядром называется агрегат с адсорбированными потенциалоопределяющими ионами -  $[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m n\text{FeO}^+$ . Заряженное ядро притягивает к себе из раствора ионы противоположного знака - противоионы. Так образуется двойной электрический слой (ДЭС). В нашем случае это ионы  $\text{Cl}^-$ . Часть противоионов  $(n-x)\text{Cl}^-$  прочно связывается с ядром электростатическими и адсорбционными силами и они вместе с

потенциалопределяющими ионами образуют адсорбционный слой. Агрегат с ионным слоем, образованным потенциалопределяющими ионами и противоионами, называется коллоидной частицей или гранулой. Заряд гранулы меньше заряда ядра на величину заряда противоионов адсорбционного слоя:  $x = n - (n-x)$ . Так как  $n > n-x$ , то ядро и коллоидная частица заряжены одноименно. Оставшаяся часть противоионов  $xCl$  формирует диффузный слой, нейтрализуя заряд гранул. Поэтому мицелла всегда электронеутрально.

Следовательно, правильный ответ - 1Б, 2В, 3А, 4Е, 5Г, 6Д.

13.

Седиментационная устойчивость дисперсных систем зависит от ...

1. величины  $\phi^0$ -потенциала;
2. величины  $\zeta$ -потенциала;
3. радиуса частиц;
4. всех перечисленных факторов.

Объяснение:

Седиментационная устойчивость дисперсных систем – это способность противостоять осаждению под действием силы тяжести (mg).

$$m = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3.$$

Таким образом, седиментационная (кинетическая) устойчивость зависит от радиуса частиц.

Следовательно, правильный ответ – 3.

14.

Агрегативная устойчивость коллоидных растворов возрастает при ...

1. добавлении электролита;
2. понижении температуры;
3. перемешивании раствора;
4. добавлении ПАВ.

Объяснение:

Агрегативная устойчивость – способность дисперсных систем противостоять снижению поверхностной энергии, т.е. процессу коагуляции. Электролиты понижают агрегативную устойчивость, вызывая коагуляцию. ПАВ, образуя на частицах адсорбционный слой, частично лиофилизуют поверхность (снижают  $\sigma$ ), кроме того адсорбционный слой может обладать повышенной вязкостью и механической прочностью, что придает золям дополнительную стабильность. Такие ПАВ и ВМС называются «защитные коллоиды», а явление повышения агрегативной устойчивости – коллоидная защита.

Следовательно, правильный ответ – 4.

15.

Установите соответствие:

Название:	Физический смысл:
1. коагуляция;	а. перемещение частиц в электрическом поле;
2. пептизация;	б. переход геля в золь;
3. седиментация;	в. переход золя в гель;
4. коалесценция;	г. слияние мелких капель;
5. электрофорез.	д. осаждение частиц в центрифуге.

Объяснение:

Коагуляция – переход золя в гель; пептизация – переход геля в золь (процесс обратный коагуляции); седиментация – осаждение коллоидных частиц в поле тяжести (в том числе в центрифуге); коалесценция – слияние мелких капель в крупные. Перемещение частиц в электрическом поле – электрофорез.

Следовательно, правильный ответ - 1 в, 2 б, 3 д, 4 г, 5 а.

16.

Установите соответствие ...

1. потенциал границы раздела фаз – это...
2. потенциал диффузного слоя – это...
3. электрокинетический потенциал – это...
4. изоэлектрическая точка – это...
5. критический  $\zeta$  потенциал – это...

- А. потенциал на границе скольжения.
- Б. потенциал на границе адсорбционного и диффузного слоя.
- В. потенциал на границе дисперсной фазы с дисперсионной средой.
- Г. потенциал коллоидной частицы, при котором медленная коагуляция переходит в быструю.
- Д. потенциал коллоидной частицы, при котором начинается коагуляция.

Объяснение:

Потенциал границы раздела фаз - это потенциал на границе раздела дисперсной фазы с дисперсионной средой, определяется числом

потенциалопределяющих ионов, связанных с твердой частицей хемосорбционными силами и равномерно распределенных по поверхности.

Потенциал диффузного слоя – это потенциал на границе адсорбционного и диффузного слоя.

Электрокинетический потенциал – это потенциал на границе скольжения - линии разрыва при перемещении твердой и жидкой фаз во внешнем электрическом поле. Плоскость скольжения лежит или на границе между адсорбционным и диффузным слоем, либо в диффузном слое вблизи этой границы.

Критический  $\zeta$  потенциал – значение  $\zeta$  потенциала, при котором начинается коагуляция  $\zeta_{кр.} = 25-40$  мВ. При  $\zeta = \zeta_{кр}$   $kT \leq \Delta U_k$ , т.е. потенциальный барьер коагуляции соизмерим с кинетической энергией частиц, поэтому некоторые столкновения частиц приводят к их слипанию (медленная коагуляция).

Изоэлектрической точке (изоэлектрическому состоянию) соответствует  $\zeta=0$ . При этом  $kT \gg \Delta U_k$  и поэтому каждое столкновение приводит к коагуляции, Медленная коагуляция переходит в быструю.

Следовательно, правильный ответ - 1В, 2Б, 3А, 4Г, 5Д.

17.

Индиферентным электролитом для золя сульфида мышьяка является ...

1.  $\text{NaNO}_3$ ; 2.  $\text{KMnO}_4$ ; 3.  $\text{CaCl}_2$ ; 4. все три электролита.

Объяснение:

Индиферентный (безразличный) электролит – электролит, не содержащий ионов, способных достраивать кристаллическую решетку агрегата. В нашем случае агрегат  $[\text{As}_2\text{S}_3]_m$ . Ни один из электролитов не содержит ни ионов  $\text{As}^{3+}$ , ни ионов  $\text{S}^{2-}$ .

Следовательно, правильный ответ – 4.

18.

Неиндиферентным электролитом для золя  $\text{AgJ}$  является ...

1.  $\text{KJ}$ ; 2.  $\text{AgNO}_3$ ;  
3. ни один из электролитов; 4. оба электролита.

Объяснение:

Неиндиферентный (небезразличный) электролит – электролит, содержащий ионы, способные достраивать кристаллическую решетку агрегата. Агрегат золя –  $[\text{AgJ}]_m$ . Следовательно, неиндиферентными

электролитами будут все электролиты, содержащие ионы  $\text{J}^-$ , либо ионы  $\text{Ag}^+$ . По условию задачи – это  $\text{KJ}$  и  $\text{AgNO}_3$ .

Следовательно, правильный ответ – 4.

19.

Коагуляцию золя, полученного по реакции  $\text{AgNO}_3(\text{изб}) + \text{KJ} = \text{AgJ}\downarrow + \text{KNO}_3$ , вызывают ...

1. молекулы воды; 2. катионы;  
3. анионы; 4. катионы и анионы.

Так как золь  $\text{AgJ}$  получен в избытке  $\text{AgNO}_3$ , то ПОИ –  $\text{Ag}^+$ , противоионы –  $\text{NO}_3^-$ . Коагуляцию вызывают ионы, заряд которых совпадает с зарядом противоионов.

Следовательно, правильный ответ – 3.

20.

С увеличением заряда ионов их коагулирующая способность ...

1. не изменяется; 2. возрастает;  
3. уменьшается; 4. изменяется неоднозначно.

Объяснение:

С увеличением заряда ионов возрастает их адсорбционная способность, они сильнее сжимают диффузный слой, вытесняют противоионы с меньшим зарядом из адсорбционного слоя и встают на их место. Это приводит к уменьшению заряда коллоидной частицы (снижению  $\zeta$ -потенциала) и потере агрегативной устойчивости.

Следовательно, правильный ответ – 2.

21.

Для золя  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  с отрицательно заряженными коллоидными частицами наименьший порог коагуляции будет иметь электролит ...

1.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 2.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; 3.  $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3]$ ; 4.  $\text{AlCl}_3$ .

Объяснение:

Коагуляцию вызывают ионы, заряд которых противоположен заряду коллоидных частиц, т.е. одинаков с зарядом противоионов. Гранулы золя  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  заряжены отрицательно, следовательно, противоионы имеют положительный заряд. Таким образом, коагуляцию золя будут вызывать катионы. Коагулирующая способность ионов возрастает с увеличением их

заряда (правило Шульце-Гарди). Рассмотрим катионы, входящие в состав электролитов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ . Наибольший заряд имеет ион  $\text{Al}^{3+}$ . Следовательно, коагулирующая способность электролита  $\text{AlCl}_3$  наибольшая, а порог коагуляции – наименьший.

Следовательно, правильный ответ – 4.

22.

При адсорбции ПАВ на поверхности частиц латекса происходит гидрофилизация поверхности полимера. Это приводит к ... агрегативной устойчивости и ... порога коагуляции.

1. повышению;
2. понижению.

Объяснение:

Гидрофилизация поверхности (т.е. уменьшение  $\sigma_{\text{гж}}$ ) приводит к повышению агрегативной устойчивости и, следовательно, к повышению порога коагуляции.

Следовательно, правильный ответ - 1.

23.

При возрастании радиусов противоионов, имеющих одинаковый заряд, увеличивается их способность сжимать двойной электрический слой и коагулирующее действие благодаря (2 ответа) ...

1. уменьшению степени гидратации ионов;
2. возрастанию дипольного момента ионов;
3. увеличению адсорбционной способности;
4. уменьшению адсорбционной способности.

Объяснение:

С увеличением кристаллического радиуса ионов возрастает их адсорбционная способность, соответственно, способность сжимать двойной электрический слой. Эта закономерность объясняется тем, что чем больше радиус иона, тем слабее он гидратируется водой. Гидратная оболочка уменьшает его притяжение к противоположно заряженным ионам на твердой поверхности.

Следовательно, правильный ответ - 1 и 3.

24.

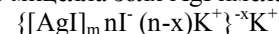
Явление «неправильных рядов», наблюдаемое при коагуляции зелей электролитами, содержащими многозарядные ионы, обусловлено ...

1. коллоидной защитой;
2. пептизацией;
3. перезарядкой коллоидной частицы;
4. резким сжатием ДЭС.

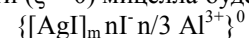
Объяснение:

Явление «неправильных рядов» заключается в том, что коагуляция золя происходит при концентрациях электролита, намного превышающих величину критического порога коагуляции, вычисленного в соответствии с правилом Шульце-Гарди. Явление наблюдается при коагуляции зелей электролитами с многозарядными противоионами (например, для отрицательно заряженного золя  $\text{AgI}$  – это электролиты  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Ti}(\text{NO}_3)_4$ ), и связано с перезарядкой коллоидной частицы со сменой знака  $\zeta$ -потенциала. Адсорбционная способность ионов возрастает с увеличением их заряда. Это может привести к тому, что при введении в систему электролита с многозарядными противоионами суммарный заряд противоионов адсорбционного слоя станет больше суммарного заряда потенциалобразующих ионов. При этом не только не будет наблюдаться коагуляция, но коллоидная частица изменит знак.

Пусть изначально мицелла золя  $\text{AgI}$  имела следующее строение



При добавлении электролита  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  ионы  $\text{Al}^{3+}$  будут вытеснять ионы  $\text{K}^+$  из адсорбционного слоя и вставать на их место. Это приведет к быстрому сжатию ДЭС и потере частицей агрегативной устойчивости. При полной потере устойчивости ( $\zeta = 0$ ) мицелла будет иметь строение:



Концентрация электролита  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  при этом будет соответствовать порогу коагуляции в соответствии с правилом Шульце-Гарди (первый порог коагуляции,  $C_{\text{кр.1}}$ ).

Однако если мы добавим электролит  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  в концентрации большей, чем  $C_{\text{кр.1}}$ , число ионов  $\text{Al}^{3+}$  в адсорбционном слое возрастет и коллоидная частица будет иметь строение:  $\{[\text{AgI}]_m n\Gamma (n+x)/3 \text{Al}^{3+}\}^{+x}$ .

Коагуляцию таких положительно заряженных частиц будут обуславливать анионы – в нашем случае  $\text{NO}_3^-$ . Второй порог коагуляции ( $C_{\text{кр.2}}$ ) существенно превышает значение, предсказываемое правилом Шульце-Гарди. Так как при первых исследованиях этого явления первоначальная зона коагуляции ( $C_{\text{кр.1}}$ ) не была замечена, явление получило название «неправильных рядов».

Следовательно, правильный ответ – 3.

25.

Константа скорости быстрой коагуляции зависит от ...

1. вязкости среды и температуры;



2. концентрации электролита и температуры;
3. величины потенциального барьера;
4. природы золь и температуры.

Объяснение:

Теория быстрой коагуляции М. Смолуховского рассматривает быструю коагуляцию как результат столкновения коллоидных частиц в броуновском движении при полной потере ими агрегативной устойчивости. При этом каждое столкновение приводит к слипанию частиц. Такое представление процесса коагуляции позволяет рассматривать ее как аналог бимолекулярной реакции и применить для количественного описания кинетическое уравнение реакции второго порядка. Частота столкновений и, следовательно, константа скорости быстрой коагуляции будет определяться коэффициентом диффузии, т.е. зависеть только от вязкости дисперсионной среды и абсолютной температуры T:

$$K=8RT/3N_A\eta. \quad (1.6.5)$$

Следовательно, правильный ответ – 1.

26.

Установите соответствие между видом коагуляции и электролитом

...

Вид коагуляции

1. концентрационная;
2. нейтрализационная;
3. быстрая;
4. медленная.

Электролиты

- а. неиндифферентный электролит;
- б. индифферентный электролит;
- в. электролит, содержащий ионы, химически взаимодействующие с потенциалопределяющими ионами с образованием нерастворимого соединения;
- г. любой электролит при снижении  $\zeta$ -потенциала частицы до 30 мВ;
- д. любой электролит при снижении  $\zeta$ -потенциала до нуля.

Объяснение:

По механизму действия электролитов на ДЭС различают концентрационную и нейтрализационную коагуляцию. Концентрационная

коагуляция происходит под действием индифферентного электролита вследствие сжатия диффузного слоя противоионов (перехода противоионов из диффузного слоя в адсорбционный) и уменьшения величины  $\zeta$  – потенциала. Нейтрализационная коагуляция происходит при введении неиндифферентного электролита, у которого ионы, способные достраивать кристаллическую решетку, имеют знак заряда противоположный потенциалопределяющим ионам (ПОИ), либо электролита, содержащего ионы, химически взаимодействующие с ПОИ с образованием нерастворимого соединения. При этом происходит уменьшение заряда поверхности, следовательно, уменьшение, термодинамического и электрокинетического потенциалов вплоть до нуля.

Быстрая коагуляция – это коагуляция полностью дестабилизированных частиц ( $\zeta = 0$ ), когда каждое столкновение частиц приводит к их слипанию. Медленная коагуляция обусловлена неполной эффективностью столкновений вследствие существования энергетического барьера ( $\zeta \approx 30$  мВ). Потенциальный барьер соизмерим с кинетической энергией коллоидных частиц, причем с увеличением концентрации электролита он уменьшается, а скорость коагуляции возрастает до максимального значения. При  $\zeta = 0$  медленная коагуляция переходит в быструю и дальнейшее увеличение концентрации электролита уже не оказывает влияния на скорость коагуляции.

Следовательно, правильный ответ – 1 б; 2 а, в; 3 д; 4 г.

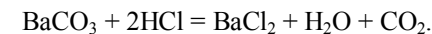
27.

Химическую пептизацию свежего осадка карбоната бария вызовет электролит ...

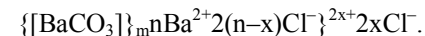
1.  $\text{CaCl}_2$ ;
2.  $\text{BaCl}_2$ ;
3.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
4.  $\text{HCl}$ ;

Объяснение:

При химической пептизации ПОИ образуются за счет химического взаимодействия вещества агрегата с добавляемым электролитом (частичного растворения осадка).  $\text{BaCO}_3$  растворяется в  $\text{HCl}$  с образованием  $\text{BaCl}_2$ :



Следовательно,  $\text{Ba}^{2+}$  - ПОИ,  $\text{Cl}^-$  - противоионы. Мицелла будет иметь строение:



Следовательно, правильный ответ – 4.

## 2. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1.

В химической термодинамике отсутствует переменная ...

1. давление; 2. температура; 3. время; 4. объем.

2.

Химическая термодинамика изучает макроскопические свойства систем и их изменение при обмене с внешней средой ...

1. энергией; 2. веществом; 3. энергией или веществом.

3.

При формировании сложной термодинамической системы интенсивные свойства, входящих в нее систем ...

1. суммируются; 2. умножаются;  
3. выравниваются; 4. не изменяются.

4.

При формировании сложной термодинамической системы экстенсивные свойства, входящих в нее систем ...

1. суммируются; 2. умножаются;  
3. выравниваются; 4. не изменяются.

5.

Функция состояния - функция, изменение которой зависит от ...

1. исходного состояния системы;  
2. конечного состояния системы;  
3. исходного и конечного состояния системы;  
4. способа перехода из начального в конечное состояние.

6.

Функцией состояния не является ...

1. энтальпия; 2. энтропия;

3. теплота; 4. внутренняя энергия.

7.

Для химических реакций в газовой фазе справедливо уравнение ...

1.  $\Delta H_p^0 = \Delta U_p^0 + \Delta nRT$       2.  $\Delta H_p^0 = \Delta U_p^0 - \Delta nRT$   
3.  $|\Delta H_p^0| = |Q_v|$                       4.  $|\Delta U_p^0| = |Q_p|$

8.

Стандартная энтальпия  $\Delta H_f^0$  образования сложного вещества из простых условно приравнена к ...

1. нулю; 2. единице;  
3. значению R; 4. величине  $M_f$  вещества.

9.

Для реакции  $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г})$ ,  $\Delta H_p$  равно ...

1.  $\Delta U_p$ ; 2.  $\Delta U_p + RT$ ; 3.  $\Delta U_p + 2RT$ ; 4.  $U\Delta_p + 4RT$ .

10.

Для процесса плавления ...

1.  $\Delta H_{\text{пл}} > \Delta U_{\text{пл}}$ ; 2.  $\Delta H_{\text{пл}} < \Delta U_{\text{пл}}$ ; 3.  $\Delta H_{\text{пл}} = \Delta U_{\text{пл}}$

11.

Значения  $Q_p$  и  $Q_v$  реакции совпадают, если объем системы в ходе процесса ...

1. возрастает; 2. уменьшается; 3. не изменяется; 4. изменяется.

12.

Количество теплоты, выделяемое в организме при окислении 18 г глюкозы ( $\Delta H_f^0 = -1273$  кДж/моль) до углекислого газа ( $\Delta H_f^0 = -293$  кДж/моль) и воды ( $\Delta H_f^0 = -286$  кДж/моль) равно ...

1. 281 кДж; 2. 28,1 кДж; 3. 2840 кДж; 4. 59,4 кДж.

13.

Наибольшее количество тепла выделится при сгорании 1 моля ...

1. метана; 2. этана; 3. пропана; 4. бутана.

14.

Тепловой эффект реакции зависит от ...

1. от природы и количества веществ, участвующих в реакции;
2. агрегатного и фазового состояния веществ;
3. условий протекания реакции;
4. всех рассматриваемых выше факторов.

15.

Укажите изменение энтальпии (знак  $\Delta H$ ) при испарении вещества

...

1.  $\Delta H^0=0$ ;
2.  $\Delta H^0>0$ ;
3.  $\Delta H^0<0$ .

16.

Важным следствием закона Гесса является то, что тепловой эффект реакции равен ...

1. теплотам образования исходных веществ;
2. теплотам образования продуктов реакции;
3. сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ;
4. сумме теплот образования продуктов реакции и теплот образования исходных веществ.

17.

Для реакции  $4\text{NO}_3(\text{г})+3\text{O}_2(\text{г})=2\text{N}_2(\text{г})+6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$  справедливо соотношение ...

1.  $|\Delta H|=|\Delta U|$ ;
2.  $|\Delta H|<|\Delta U|$ ;
3.  $|\Delta H|>|\Delta U|$ ;
4.  $|\Delta H|\geq|\Delta U|$ .

18.

Для некоторого термодинамического процесса  $\Delta H^0=0$ . Условием принципиальной возможности самопроизвольного протекания такого процесса является ...

1.  $\Delta S^0=0$ ;
2.  $\Delta S^0<0$ ;
3.  $\Delta S^0>0$ ;
4. Процесс не может идти самопроизвольно.

19.

Условием принципиальной возможности самопроизвольного протекания физического или химического процесса при постоянном объеме и температуре является ...

1.  $\Delta H^0>0$ ;
2.  $\Delta S^0>0$ ;
3.  $G^0<0$ ;
4.  $\Delta F^0<0$ .

20.

Функциями состояния являются ...

1. U, H, Q;
2. U, H;
3. Q, H;
4. H, A.

21.

В изолированной системе ...

1.  $\Delta U = 0$ ;
2.  $\Delta U = \text{const}$ ;
3.  $\Delta U > 0$
4.  $\Delta U < 0$

22.

Установите соответствие ...

- |                            |                             |                         |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Изотермический процесс; | а) $P = \text{const}$ ;     |                         |
| 2. Адиабатический процесс; |                             | б) $V = \text{const}$ ; |
| 3. Изобарный процесс;      |                             | в) $Q = \text{const}$ ; |
| 4. Изохорный процесс;      |                             | г) $T = \text{const}$ ; |
|                            | д) $P \cdot \Delta V = 0$ . |                         |

23.

Следствие закона Гесса ...

1.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{сгор. прод.}} - \sum \Delta H_{\text{сгор. исх. в-в.}}$ ;
2.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{сгор. исх.}} - \sum \Delta H_{\text{сгор. прод.}}$ ;
3.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{обр. исх.}} - \sum \Delta H_{\text{обр. прод.}}$ ;
4.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{обр. прод.}} - \sum \Delta H_{\text{сгор. исх.}}$ .

24.

Математическое выражение первого закона термодинамики ...

1.  $dQ = dU + dA$
2.  $\delta Q = dU + \delta A$
3.  $\delta Q = \delta U + dA$
4.  $\delta Q = dU - \delta A$

25.

$Q_p = Q_v$  для реакции (два ответа)...

1.  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ;
2.  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ;
3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$ ;
4.  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ .

26.

Второй закон термодинамики применим к системам ...

1. изолированным;
2. открытым;
3. состоящим из очень большого числа частиц ;
4. любым;

27.

Согласно второму закону термодинамики ...

1.  $\delta S \geq \frac{\delta Q}{T}$ ;
2.  $dS \geq \frac{dQ}{T}$ ;
3.  $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$ ;
4.  $dS = \frac{\delta Q}{T}$ .

28.

Для вещества, находящегося в различных агрегатных состояниях, энтропия вещества  $S$  ...

1.  $S_{\text{тв}} = S_{\text{ж}} = S_{\text{г}}$ ;
2.  $S_{\text{тв}} > S_{\text{ж}} > S_{\text{г}}$ ;
3.  $S_{\text{тв}} = S_{\text{ж}} < S_{\text{г}}$ ;
4.  $S_{\text{тв}} < S_{\text{ж}} < S_{\text{г}}$ .

29.

При протекании самопроизвольного необратимого процесса в изолированной системе энтропия ...

1. не изменяется;
2. возрастает;
3. уменьшается;
4. стремится к нулю.

30.

Согласно постулату Планка при абсолютном нуле энтропия идеального кристалла равна ...

1. единице;
2. внутренней энергии;
3. нулю;
4. теплоемкости.

31.

В состоянии равновесия энтропия изолированной систем ...

1. минимальна;
2. максимальна;
3. равна нулю;
4. равна константе равновесия.

32.

Процесс, протекающий с увеличением энтропии ...

1. конденсация;
2. кристаллизация;
3. гниение мусора;
4. синтез белка из аминокислот

33.

Процесс, протекающий с уменьшением энтропии ...

1. испарение;
2. плавление;
3. разложение известняка;
4. полимеризация этилена.

34.

Уравнение реакции, в ходе которой энтропия системы уменьшается имеет вид ...

1.  $3\text{H}_{2(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})}$ ;
2.  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(\text{тв})} = \text{N}_2\text{O}_{(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ ;
3.  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2_{(\text{г})}$ ;
4.  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})}$ .

35.

Уравнение реакции, в ходе которой энтропия системы возрастает, имеет вид ...

1.  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})}$ ;
2.  $2\text{H}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ ;
3.  $2\text{HgO}_{(\text{тв})} = 2\text{Hg}_{(\text{тв})} + \text{O}_2$ ;
4.  $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{(\text{г})}$ .

36.

Химическая реакция возможна в любом интервале температур, если

- ...  
 1.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p > 0;$       2.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p > 0;$   
 3.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p < 0;$       4.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p < 0.$

37.

Если  $|\Delta H_p| > |T\Delta S_p|$ , то химическая реакция возможна только при низких температурах при условии ...

1.  $\Delta H_p > 0; S_p > 0;$       2.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p > 0;$   
 3.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p < 0;$       4.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p < 0.$

38.

Если  $|\Delta H_p| < |T\Delta S_p|$  то химическая реакция возможна только при высоких температурах при условии ...

1.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p > 0;$       2.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p > 0;$   
 3.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p < 0;$       4.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p > 0.$

39.

Химическая реакция невозможна в любом интервале температур при условии ...

1.  $\Delta H_p < 0; \Delta S_p > 0;$       2.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p > 0;$   
 3.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p < 0;$       4.  $\Delta H_p > 0; \Delta S_p > 0.$

40.

При наступлении равновесия в системе стандартное изменение энергии Гиббса ( $\Delta G_p^\ominus$ ) связано с константой равновесия уравнением ...

1.  $\Delta G_p^\ominus = RT \ln K_p;$       2.  $\Delta G_p^\ominus = RT \lg K_p;$   
 3.  $\Delta G_p^\ominus = -\frac{\ln K_p}{RT};$       4.  $\Delta G_p^\ominus = -RT \ln K_p.$

41.

Влияние температуры на смещение равновесия в системе определяется главным образом изменением ...

1. давления;      2. концентрации;  
 3. энтальпии;      4. энтропии.

42.

Для смещения равновесия в системе  $\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{r})}$ ,  $\Delta H_p^\ominus < 0$  в сторону продуктов реакции необходимо

- ...  
 1. понизить температуру;      2. понизить давление;  
 3. повысить температуру;      4. ввести катализатор;

43.

Константа равновесия определяется изменением стандартного значения ... системы.

1. энтропии;      2. энтальпии;  
 3. энергии Гиббса;      4. внутренней энергии.

44.

Повышение давления смещает равновесие в сторону продуктов для реакции ...

1.  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{к}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{r});$   
 2.  $\text{ZnO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r}) \leftrightarrow \text{ZnCO}_3(\text{к});$   
 3.  $2\text{HI} \leftrightarrow \text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{r});$   
 4.  $\text{C}(\text{графит}) + \text{CO}_2(\text{r}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{r}).$

45.

Согласно уравнению гомогенной реакции  $2\text{HI} \leftrightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2$ ,  $\Delta H_p^\ominus < 0$ , для смещения равновесия в сторону продуктов необходимо ...

1. увеличить концентрацию  $\text{H}_2$ ;  
 2. уменьшить температуру;  
 3. увеличить температуру;  
 4. добавить катализатор.

46.

Уравнение константы равновесия гетерогенной реакции  $\text{SiO}_2(\text{к}) + 2\text{H}_2(\text{r}) \leftrightarrow \text{Si}(\text{к}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r})$  ...

$$1. K_{\text{равн}} = \frac{[\text{SiO}_2] * [\text{H}_2]^2}{[\text{Si}] * [\text{H}_2\text{O}]^2}; \quad 2. K_{\text{равн}} = \frac{[\text{Si}] * [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{SiO}_2] * [\text{H}_2]^2};$$

$$3. K_{\text{равн}} = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2} ; \quad 4. K_{\text{равн}} = \frac{[H_2]^2}{[H_2O]^2} .$$

## 2.2. РАСТВОРЫ

1.

Эбулиоскопическая постоянная численно равна ...

1. температуре кипения одномоляльного раствора;
2. повышению температуры кипения насыщенного раствора;
3. повышению температуры кипения одномоляльного раствора;
4. повышению температуры кипения 1% раствора.

2.

Осмотическое давление раствора глюкозы с концентрацией 0,1 моль/л при 25 °С равно ...

1. 51,6 кПа;
2. 247,6 кПа;
3. 123,8 кПа;
4. 20,8 кПа.

3.

Осмотическое давление крови человека составляет 790 кПа. Массовая доля в процентах хлорида натрия в растворе, имеющем такое же осмотическое давление при  $\alpha=1$ , равна ...

1. 0,1 %;
2. 0,9 %;
3. 0,45 %;
4. 1,8 %.

4.

Наибольшее осмотическое давление при степени диссоциации  $\alpha=1$  будет иметь 0,001М раствор соли ...

1.  $K_2SO_4$ ;
2. NaBr;
3.  $MnSO_4$ ;
4.  $Na_3PO_4$ .

5.

Сопоставляя значения осмотического давления раствора электролита, измеренного экспериментально и рассчитанного по уравнению Вант-Гоффа, можно определить ...

1. концентрацию;
2. молекулярную массу;
3. степень диссоциации;
4. постоянную R.

6.

... Значение константы диссоциации слабого электролита зависит от

1. температуры;
2. концентрации электролита;
3. давления;
4. степени диссоциации.

7.

Изогонический коэффициент для раствора соли  $MnSO_4$  со степенью диссоциации  $\alpha=50\%$  равен ...

1. 50;
2. 0,5;
3. 5;
4. 1,5.

8.

Для 5% водных растворов глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  (1) и сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (2) температуры кипения ...

1.  $T_1=T_2$ ;
2.  $T_1 \geq T_2$ ;
3.  $T_1 > T_2$ ;
4.  $T_1 < T_2$ .

9.

Для 0,05 моляльных растворов сахарозы (1) и хлорида натрия (2) температуры замерзания ...

1.  $T_1 < T_2$ ;
2.  $T_1=T_2$ ;
3.  $T_1 \geq T_2$ ;
4.  $T_2 < T_1$ .

10.

Для 0,001 моляльных растворов хлорида калия (1) и сульфата натрия (2) при степени диссоциации  $\alpha=1$  температуры кипения ...

1.  $T_1 < T_2$ ;
2.  $T_1=T_2$ ;
3.  $T_1 > T_2$ ;
4.  $T_2 \leq T_1$ .

11.

Для 0,01 М раствора глюкозы (1) и поваренной соли (2) осмотическое давление  $\pi$  ...

1.  $\pi_2 > \pi_1$ ;
2.  $\pi_1 > \pi_2$ ;
3.  $\pi_1 = \pi_2$ ;
4.  $\pi_1 \geq \pi_2$ .

12.

Образование раствора всегда сопровождается ... энтропии.

1. увеличением;
2. уменьшением;
3. постоянством;
4. увеличением, затем уменьшением.

13.

Растворимость твердых веществ в жидкостях при повышении температуры, как правило ...

1. не изменяется;
2. возрастает;
3. уменьшается.

14.

Гипотоническим по отношению к 0,1% раствору глюкозы является 0,1% раствор ...

1. глицерина;
2. сахарозы;
3. этанола;
4. этиленгликоля.

15.

Если водные растворы солей кристаллизуются при одинаковой температуре, то массовая доля растворённого вещества максимальна в растворе ...

1. хлорида натрия;
2. хлорида калия;
3. бромида натрия;
4. бромида калия;

16.

Молярная масса неэлектролита, раствор 11,6 г которого в 200 г воды замерзает при  $-1,86^{\circ}\text{C}$  ( $K_{\text{H}_2\text{O}}=1,86 \frac{\text{град} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$ ), равна ...

1. 116 г/моль;
2. 58 г/моль;
3. 232 г/моль;
4. 174 г/моль.

17.

Если водные растворы различных неэлектролитов имеют одинаковую температуру кипения, то это растворы с одинаковой ...

1. мольной долей растворённого вещества;
2. молярной концентрацией;
3. массовой долей растворённого вещества;
4. моляльной концентрацией.

18.

Если водные растворы неэлектролитов кристаллизуются при одинаковой температуре, то массовая доля растворенного вещества выше в растворе ...

1. глицерина;
2. сахарозы;
3. глюкозы;
4. этиленгликоля.

19.

Раствор, содержащий 12 г мочевины ( $M=60$ ) в 100 г воды ( $K_{\text{H}_2\text{O}}=1,86$  град·кг/моль), замерзает при температуре ...

1.  $-0,372^{\circ}\text{C}$ ;
2.  $-1,86^{\circ}\text{C}$ ;
3.  $-3,72^{\circ}\text{C}$ ;
4.  $-0,186^{\circ}\text{C}$ .

20.

Процесс односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую перегородку от раствора с меньшей концентрацией к раствору с большей концентрацией называется ...

1. диализом;
2. осмосом;
3. осмотическим давлением;
4. капиллярным давлением.

21.

Условие закипания жидкости (р-давление насыщенного пара) ...

1.  $p = p_{\text{атм}}$ ;
2.  $p > p_{\text{атм}}$ ;
3.  $p < p_{\text{атм}}$ ;
4.  $p \gg p_{\text{атм}}$ .

22.

Температура кипения раствора, содержащего 18 г глюкозы ( $M=180$ г/моль) в 250г воды ( $E=0,52$  град·кг/моль) равна ...

1.  $102,8^{\circ}\text{C}$ ;
2.  $100,21^{\circ}\text{C}$ ;
3.  $99,80^{\circ}\text{C}$ ;
4.  $97,2^{\circ}\text{C}$ .

23.

Температура кипения раствора, содержащего 11,7 г хлорида натрия ( $M=58,5$  г/моль) в 200г воды ( $E=0,52$  град·кг/моль) с  $\alpha=60\%$  равна ...

1.  $101,52^{\circ}\text{C}$ ;
2.  $100,52^{\circ}\text{C}$ ;
3.  $99,48^{\circ}\text{C}$ ;
4.  $98,48^{\circ}\text{C}$ .

24.

Раствор, содержащий 9 г растворенного вещества (неэлектролита) в  $250 \text{ см}^3$  раствора, обладает осмотическим давлением  $4,56 \cdot 10^5$  Па при  $0^{\circ}\text{C}$ . Молекулярная масса растворенного вещества равна ...

1. 100,1 г/моль;
2. 234,2 г/моль;
3. 179,2 г/моль;
4. 151,2 г/моль.

25.

Связь степени электролитической диссоциации ( $\alpha$ ) с изотоническим коэффициентом ( $i$ ) ...

1.  $\alpha = i + 1$ ;
2.  $\alpha = (i - 1)/(n - 1)$ ;
3.  $i = (\alpha + 1)/(n + 1)$ ;
4.  $i = 2\alpha$ .

26.

Закон разбавления Оствальда справедлив ...

1. для слабых электролитов;
2. для слабых электролитов в разбавленных растворах;
3. при определенной температуре;
4. для сильных электролитов.

### 2.3. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

1.

В ряду однозарядных ионов Li, Na, K, Rb скорость движения ионов в электрическом поле увеличивается, так как ...

1. увеличивается ионный радиус;
2. уменьшается ионный радиус;
3. увеличивается степень сольватации иона;
4. уменьшается степень сольватации иона.

2.

Электрическая проводимость NaCl выше в ...

1. воде;
2. этаноле;
3. толуоле;
4. гептане.

3.

Удельная электрическая проводимость с ростом разбавления ...

1. не изменяется;
2. увеличивается;
3. уменьшается;
4. вначале увеличивается, затем уменьшается.

4.

Молярная электрическая проводимость с ростом разбавления ...

1. стремится к максимальному значению;
2. уменьшается;
3. не изменяется;

4. вначале увеличивается, затем уменьшается.

5.

Молярная электрическая проводимость водного раствора уксусной кислоты уменьшается при (два ответа) ...

1. добавлении воды;
2. повышении температуры;
3. замене воды на спирт;
4. добавлении кислоты.

6.

При сахарном диабете в моче может присутствовать глюкоза. При этом удельная электрическая проводимость мочи ...

1. не изменяется;
2. увеличивается;
3. уменьшается;
4. изменяется неоднозначно.

7.

Причина аномальной подвижности ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$  ...

1. высокая концентрация в растворе;
2. низкая концентрация в растворе;
3. своеобразный механизм движения ионов;
4. большой радиус.

8.

При одинаковой концентрации самую высокую электрическую проводимость будет иметь водный раствор ...

1. NaOH;
2.  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
3.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;
4.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

9.

При увеличении температуры электрическая проводимость проводников первого рода ...

1. не изменяется;
2. увеличивается;
3. уменьшается;
4. изменяется незначительно.

10.

При увеличении температуры электрическая проводимость проводников второго рода ...

1. не изменяется;
2. увеличивается;



3. уменьшается; 4. изменяется незначительно.

11.

Резкое изменение удельной электропроводности от концентрации раствора наблюдается для..... электролитов.

1. сильных; 2. слабых; 3. любых.

12.

Согласно закону Кольрауша при бесконечном разбавлении молярная электропроводность равна ...

1. произведению ионных электропроводностей;  
2. сумме подвижностей ионов;  
3. сумме скоростей ионов;  
4. сумме чисел переноса ионов.

13.

Для получения высокоактивных металлов (натрия, калия, алюминия), применяют электролиз ...

1. растворов солей; 2. растворов щелочей;  
3. расплавов солей; 4. твердых солей.

14.

При электролизе раствора соли  $KNO_3$  на катоде будет выделяться ...

1. калий; 2. водород; 3. азот; 4. кислород.

15.

Согласно первому закону Фарадея количество вещества, выделившегося на электроде при пропускании постоянного тока, пропорционально ...

1. силе тока; 2. напряжению;  
3. количеству электричества; 4. постоянной Фарадея.

16.

Согласно второму закону Фарадея, масса образовавшегося при электролизе вещества пропорциональна ...

1. молярной массе вещества; 2. молярной концентрации;

3. постоянной Фарадея; 4. процентной концентрации.

17.

При электролизе водного раствора соли  $AgNO_3$  на катоде идет ...

1. растворение серебра; 2. выделение серебра;  
3. выделение кислорода; 4. выделение водорода.

18.

Электродные потенциалы определяют по ЭДС гальванического элемента, составленного из данного электрода и стандартного ... электрода.

1. водородного; 2. платинового;  
3. серебряного; 4. медного.

19.

Электродом 1 рода является электрод ...

1.  $Ag | AgCl, KCl$ ; 2.  $Cu | Cu^{2+}$ ;  
3.  $Hg | HgCl, KCl$ ; 4.  $Pt | Fe^{3+}, Fe^{2+}$ .

20.

Электродом 2 рода является электрод ...

1.  $Ag | Ag^+$ ; 2.  $Ag | AgCl, KCl$ ;  
3.  $Zn | Zn^{2+}$ ; 4.  $Pt | Fe^{3+}, Fe^{2+}$ .

21.

Окислительно-восстановительным электродом является электрод ...

1.  $Ag | Ag^+$ ; 2.  $Cu | Cu^{2+}$ ;  
3.  $Pt | Co^{3+}, Co^{2+}$ ; 4.  $Ag | AgCl, KCl$ .

22.

ЭДС гальванического элемента, состоящего из медного ( $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34$  В) и железного ( $E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44$  В), погруженных в 0,01 М растворы их нитратов, равна ...

1. 0,10 В; 2. 0,78 В;  
3. 0,36 В; 4. 1,56 В.

23.

Исходя из положения металлов в электрохимическом ряду напряжений, стандартное значение ЭДС будет максимально, для цепи составленной из ... электродов.

1. Al – Ag;      2. Cu – Ag;      3. Pb – Ag;      4. Fe – Ag.

24.

Исходя из положения металлов в электрохимическом ряду напряжений, стандартное значение ЭДС будет минимально, для цепи составленной из ... электродов.

1. Fe – Cu;      2. Fe – Ag;      3. Cu – Ag;      4. Pb – Ag.

25.

На поверхности зубного протеза, изготовленного из сплава золота и меди, корродирует ...

1. золото;                      2. медь;  
3. оба металла;              4. ни один из металлов.

26.

Если гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, один из которых стандартный, то для достижения наибольшего значения ЭДС другой электрод следует погрузить ...

1. в 0,1 М раствор  $\text{NaHCO}_3$ ;  
2. в дистиллированную воду;  
3. в 0,1 М раствор  $\text{NaCl}$ ;  
4. в 0,1 М раствор  $\text{NaOH}$ .

27.

Уравнение процесса, протекающего на катоде при электролизе водного раствора бромида меди ...

1.  $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cu}^0$ ;              2.  $2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2$ ;  
3.  $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ ;      4.  $2\text{Br}^- - 2\bar{e} = \text{Br}_2$ .

28.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концентрациях солей) будет у гальванического элемента  $\text{Me}|\text{Me}(\text{NO}_3)_2||\text{Cu}(\text{NO}_3)_2|\text{Cu}$  если стандартный потенциал второго металла равен ...

1. -0,41 В;      2. +1,5 В;      3. +0,91 В;      4. -0,76 В.

29.

При электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$  с медным анодом, на ...

1. катоде выделяется  $\text{Cu}$ ;              2. аноде выделяется  $\text{O}_2$ ;  
3. аноде выделяется  $\text{Cl}_2$ ;              4. катоде выделяется  $\text{H}_2$ .

30.

При электролизе водного раствора, содержащего  $\text{KF}$  и  $\text{KCl}$ , на инертном аноде будет выделяться ...

1.  $\text{F}_2$ ;      2.  $\text{O}_2$ ;      3.  $\text{Cl}_2$ ;      4.  $\text{H}_2$ .

31.

Продуктами, выделяющимися на инертных электродах при электролизе водного раствора сульфата натрия, будут ...

1.  $\text{Na}$  и  $\text{O}_2$ ;      2.  $\text{Na}$  и  $\text{SO}_2$ ;      3.  $\text{H}_2$  и  $\text{S}$ ;      4.  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$ .

32.

К способам защиты от коррозии не относится ...

1. вакуумная защита;              2. нанесение анодных покрытий;  
3. коллоидная защита;              4. протекторная защита.

33.

Чтобы получить анодное защитное покрытие, на железо следует нанести слой ...

1. цинка;      2. хрома;      3. никеля;      4. меди.

34.

Чтобы получить катодное защитное покрытие, на железо следует нанести слой ...

1. алюминия;      2. хрома;      3. цинка;      4. никеля.

## 2.4. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

1.

Химическая кинетика изучает ...

1. энергетические характеристики физико-химических процессов;
2. тепловые эффекты химических процессов;
3. скорость и механизм химических превращений;
4. условия фазового и химического равновесия.

2.

Скорость химических реакций зависит от ...

1. природы и концентрации реагирующих веществ;
2. катализатора;
3. температуры;
4. всех перечисленных факторов.

3.

Константа скорости химической реакции не зависит от ...

1. температуры;
2. природы реагирующих веществ;
3. концентрации реагирующих веществ;
4. присутствия катализатора.

4.

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

1. температурой;
2. временем;
3. массой реагирующих веществ;
4. концентрацией реагирующих веществ.

5.

Сумму показателей степеней при концентрациях в кинетическом уравнении называют ...

1. молекулярностью реакции;
2. порядком реакции по веществу;
3. общим порядком;

4. суммой стехиометрических коэффициентов.

6.

Порядок реакции совпадает со стехиометрическими коэффициентами для реакций ...

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. первого порядка; | 2. второго порядка; |
| 3. простых;         | 4. каталитических.  |

7.

Протекающая в одну стадию гомогенная реакция  $A+2B \rightarrow C+D$  будет описываться закономерностями реакции первого порядка при ...

1.  $[A]_0 = [B]_0$ ; 2.  $[A]_0 \gg [B]_0$ ; 3.  $[B]_0 \gg [A]_0$ ; 4. никогда.

8.

Простая одностадийная реакция  $A+2B \rightarrow C+D$  будет описываться закономерностями второго порядка при ...

1.  $[A]_0 = [B]_0$ ; 2.  $[A]_0 \gg [B]_0$ ; 3.  $[A]_0 \ll [B]_0$ ; 4. при  $t \rightarrow 0$ .

9.

Скорость реакции, протекающей в несколько стадий, следующих одна за другой, определяется скоростью ...

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. первой стадии;          | 2. заключительной стадии; |
| 3. самой медленной стадии; | 4. самой быстрой стадии.  |

10.

Температура оказывает влияние на скорость реакции, изменяя ...

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. концентрации;       | 2. порядок реакции;         |
| 3. константу скорости; | 4. все названные параметры. |

11.

Для гомогенных реакций с повышением температуры на 10 градусов скорость реакции увеличивается ...

1. 1,5-2 раза; 2. 2-4 раза; 3. 2-6 раз; 4. 10 раз.

12.

При увеличении температуры от 293 до 373 К при температурном коэффициенте  $\gamma=3$  скорость реакции возрастает в ...

1. 240 раз; 2. 24 раза; 3. 6561 раз; 4. 656 раз.

13.

Для расчета значения энергии активации из экспериментальных данных необходимо построить график в координатах ...

1.  $k=f(T)$ ; 2.  $\ln k=f(T)$ ; 3.  $\ln k=f(1/T)$ ; 4.  $k=f(1/T)$ .

14.

Отметьте неверное утверждение: катализатор ...

- увеличивает скорость прямой и обратной реакции;
- снижает энергию активации;
- уменьшает время достижения равновесия;
- сдвигает равновесие в сторону продуктов реакции.

15.

Концентрации реагирующих веществ (исходные концентрации А и В одинаковы) к моменту времени, когда скорость гомогенной реакции  $A_{(г)} + B_{(г)} = C_{(г)}$  снизится в 100 раз, уменьшатся ...

1. в 100 раз; 2. в 10 раз; 3. 2 раза; 4. 50 раз.

16.

За создание учения о цепных реакциях Нобелевская премия присуждена ...

1. Алферову; 2. Ландау; 3. Гинзбургу; 4. Семенову.

17.

Реакция  $A_2_{(г)} + B_2_{(г)} = 2AB_{(г)}$  протекает в газовой фазе при столкновении молекул  $A_2$  и  $B_2$ . Если удвоить концентрацию каждого из реагирующих веществ, то скорость реакции возрастет в ...

1. 4 раза; 2. 2 раза; 3.  $\sqrt{2}$  раз; 4. 8 раз.

18.

Если температурный коэффициент реакции  $\gamma$  равен 2 то при повышении температуры на 30 °С скорость реакции возрастет в ...

1. 4 раза; 2. 6 раз; 3. 16 раз; 4. 8 раз.

19.

Две реакции при 30 °С протекают с одинаковой скоростью ( $V_1 = V_2$ ), температурный коэффициент скорости первой реакции  $\gamma = 4$ , второй  $\gamma = 3$ . При 50 °С отношение скоростей реакций  $V_1/V_2$  будет равно ...

1. 4/3; 2. 16/9; 3. 8/6; 4. 64/27.

20.

Катализатор ускоряет химическую реакцию благодаря ...

- снижению энергии активации;
- увеличению числа активных молекул;
- возрастанию теплоты реакции;
- возрастанию энтропии реакции.

21.

Большинство ферментов обладает максимальной активностью при значениях рН ...

1. близких к 7; 2. в области 1 - 2;  
3. в области 12; 4. в области 1-14 (т.е. любых рН).

22.

При увеличении давления в два раза скорость прямой реакции  $2SO_2(г) + O_2(г) \rightleftharpoons 2SO_3(г)$ , при условии её элементарности увеличивается в ...

1. 8 раз; 2. 9 раз; 3. 2 раза; 4. 6 раз;

## 2.5. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И АДСОРБЦИЯ

1.

Наличие свободной поверхностной энергии на границе раздела фаз обусловлено ...

- повышенной концентрацией молекул вещества в поверхностном слое;

2. стремлением молекул вещества переходить из объема на поверхность;
3. динамическим равновесием, установившимся на границе раздела фаз;
4. нескомпенсированностью межмолекулярных сил в поверхностном слое.

2.

Отметьте неверное утверждение. Поверхностное натяжение это - ...

1. работа образования единицы площади поверхности;
2. удельная избыточная свободная поверхностная энергия;
3. сила, противодействующая растяжению пленки;
4. суммарная энергия молекул поверхностного слоя.

3.

Укажите неверное утверждение. Поверхностное натяжение зависит от ...

1. природы жидкости;
2. природы растворенных веществ в жидкости;
3. концентрации растворенных веществ;
4. площади поверхности.

4.

Поверхностное натяжение для чистой жидкости ...

1. тем больше, чем больше полярность жидкости;
2. тем больше, чем меньше полярность жидкости;
3. не зависит от полярности жидкости;
4. возрастает с повышением температуры.

5.

Различие в структурах поверхностного слоя и объема характерно для ...

1. всех жидкостей;
2. алифатических углеводородов;
3. ароматических углеводородов;
4. дифильных веществ, молекул которых состоят из углеводородных радикалов и полярных групп.

6.

Согласно правилу Антонова межфазное поверхностное натяжение  $\sigma_{1,2}$  двух ограниченно смешивающихся жидкостей, где 1-менее полярная, а 2-более полярная жидкость, равно ...

1.  $\sigma_{1,2} = \sigma_2 - \sigma_1$ ;
2.  $\sigma_{1,2} = \sigma_{2(1)} - \sigma_{1(2)}$ ;
3.  $\sigma_{1,2} = \sigma_1 - \sigma_2$ ;
4.  $\sigma_{1,2} = \sigma_{1(2)} - \sigma_{2(1)}$ .

7.

В условиях равновесия насыщенный пар - жидкость давление пара над каплей ...

1. равно атмосферному давлению;
2. равно давлению пара над плоской поверхностью жидкости;
3. больше давления над плоской поверхностью;
4. меньше давления над плоской поверхностью.

8.

Капиллярное давление это - ...

1. разность давлений в конденсированной и газовой фазах;
2. давление пара над жидкостью, находящейся в капилляре;
3. давление внутри жидкости, находящейся в капилляре;
4. разность давлений в фазах, разделенных искривленной поверхностью.

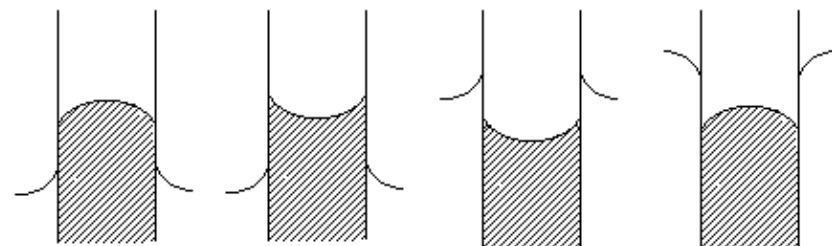
9.

Закон Лапласа для сферических поверхностей ...

1.  $\rho_\sigma = \sigma/2r$ ;
2.  $\rho_\sigma = \sigma/r$ ;
3.  $\rho_\sigma = 2\sigma/r$ ;
4.  $\rho_\sigma = 4\sigma/r$ .

10.

Укажите рисунок, отражающий поведение воды в стеклянном капилляре ...



11.

Чем меньше поверхностное натяжение на границах твердое тело-газ, тем ...

1. жидкость лучше смачивает твердое тело;
2. жидкость хуже смачивает твердое тело;
3. одинаково смачивает твердое тело, так как  $\sigma_{\text{тг}}$  не влияет на смачивание.

12.

Критерием чистоты стеклянной посуды может служить растеканием по ее поверхности ...

1. любой жидкости;
2. толуола;
3. гептана;
4. воды.

13.

Адсорбция – это...

1. проникновение жидкости в поры адсорбента;
2. концентрирование вещества на границе раздела фаз;
3. конденсация паров жидкости в порах адсорбента;
4. растекание жидкости по поверхности адсорбента.

14.

Изотермой адсорбции называется зависимость адсорбции от ...

1. удельной площади адсорбента;
2. общей концентрации адсорбата;
3. равновесной концентрации адсорбата;
4. температуры.

15.

Уравнение Фрейндлиха спрямляется в координатах ...

1.  $\lg x/m = f(C)$ ;
2.  $x/m = f(C)$ ;
3.  $\lg(x/m) = f(\lg C)$ ;
4.  $x/m = f(\lg C)$ .

16.

Уравнение Ленгмюра спрямляется в координатах ...

1.  $\Gamma = f(C)$ ;
2.  $1/\Gamma = f(C)$ ;
3.  $C/\Gamma = f(C)$ ;
4.  $C/\Gamma = f(1/C)$ .

17.

В соответствии с правилом уравнивания полярностей, на границе раздела фаз слюда ( $\sigma = 480 \text{ мДж/м}^2$ ) – анилин ( $\sigma = 43,3 \text{ мДж/м}^2$ ) будет адсорбироваться ...

1. уксусная кислота ( $\sigma = 27,80 \text{ мДж/м}^2$ );
2. глицерин ( $\sigma = 59,4 \text{ мДж/м}^2$ );
3. пиридин ( $\sigma = 38,00 \text{ мДж/м}^2$ );
4. октан ( $\sigma = 16,00 \text{ мДж/м}^2$ ).

18.

Для ПАВ ...

1.  $-\frac{ds}{dC} < 0$  и  $\Gamma > 0$ ;
2.  $-\frac{ds}{dC} > 0$  и  $\Gamma < 0$ ;
3.  $-\frac{ds}{dC} > 0$  и  $\Gamma > 0$ ;
4.  $-\frac{ds}{dC} = 0$  и  $\Gamma > 0$ .

19.

Поверхностно-активным веществом по отношению к воде является ...

1. хлорид натрия;
2. бензол;
3. сахароза;
4. стеарат калия.

20.

Поверхностно-инактивным веществом по отношению к воде является ...

1. серная кислота;
2. анилин;
3. крахмал;
4. бутиловый спирт.

21.

Поверхностно-неактивным веществом по отношению к воде является ...

1. уксусная кислота;
2. глюкоза;
3. фенол;
4. хлорид калия.

22.

Гидрофобные адсорбенты адсорбируют органические спирты из ...

1. водных растворов;
2. неполярных жидкостей;
3. органических сред;
4. любых жидкостей.

23.

Гидрофильные адсорбенты адсорбируют органические кислоты из

...

1. водных растворов;
2. полярных растворителей;
3. углеводов;
4. любых жидкостей.

24.

Площадь, приходящаяся на одну молекулу ПАВ ( $S_0$ ) при  $\Gamma = \Gamma_\infty$ , равна ...

1.  $S_0 = 1/\Gamma_\infty \cdot N_A$ ;
2.  $S_0 = \Gamma_\infty \cdot N_A$ ;
3.  $S_0 = \Gamma_\infty / N_A$ ;
4.  $S_0 = N_A / \Gamma_\infty$ .

25.

Толщина адсорбционного слоя ПАВ ( $\delta$ ) при  $\Gamma = \Gamma_\infty$  равна ...

1.  $\delta = S_0 / \Gamma_\infty$ ;
2.  $\delta = V_m / \Gamma_\infty$ ;
3.  $\delta = \Gamma_\infty \cdot M / \rho$ ;
4.  $\delta = \Gamma_\infty / V_m$ .

26.

Правило Траубе-Дюкло выполняется для растворов ...

1. маслорастворимых ПАВ;
2. водорастворимых ПАВ;
3. любых ПАВ;
4. электролитов.

27.

На поверхности ионных кристаллов адсорбируются ...

1. анионы;
2. многозарядные ионы;
3. катионы;
4. ионы, входящие в состав кристалла.

28.

При адсорбции ПАВ из водного раствора носителем поверхностной активности являются ...

1. молекулы воды;
2. молекулы ПАВ;
3. углеводородные радикалы;
4. полярные группы.

29.

При адсорбции ПАВ из углеводородной среды носителями поверхностной активности являются ...

1. молекулы растворителя;
2. молекулы ПАВ;
3. полярные группы;
4. углеводородные радикалы.

## 2.6. КОЛЛОИДНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

1.

Формула мицеллы золя, полученного по реакции  $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 (\text{изб}) \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{NaNO}_3 \dots$

1.  $\{m[\text{AgNO}_3]n \text{Ag}^{+(n-x)}\text{NO}_3^-\}^{+x}\text{xNO}_3^-$ ;
2.  $\{m[\text{AgBr}]n \text{Ag}^{+(n-x)}\text{NO}_3^-\}^{+x}\text{xBr}^-$ ;
3.  $\{m[\text{AgBr}]n \text{Ag}^{+(n-x)}\text{Br}^-\}^{+x}\text{xBr}^-$ ;
4.  $\{m[\text{AgBr}]n \text{Ag}^{+(n-x)}\text{NO}_3^-\}^{+x}\text{xNO}_3^-$ .

2.

При аварии на заводе в воду попали частицы йодида свинца, заряженные отрицательно. Наиболее экономичным коагулятором будет электролит ...

1.  $\text{MgCl}_2$ ;
2.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ;
3.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
4.  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .

3.

Перезарядку отрицательно заряженных частиц золя йодида серебра с полной перестройкой двойного электрического слоя (изменение  $\phi^0$  и  $\zeta$ -потенциалов) вызовет ... электролит

1. индифферентный;
2. неиндифферентный;
3. любой;
4. содержащий многозарядные ионы.

4.

Скорость коагуляции зависит от концентрации электролита при ... коагуляции.

1. быстрой;
2. медленной;
3. нейтрализационной;
4. концентрационной.

5.

Скорость коагуляции не зависит от концентрации электролита для ... коагуляции.

1. быстрой;
2. медленной;
3. нейтрализационной;
4. концентрационной.

6.

Увеличение концентрации индифферентного электролита приводит к ... ДЭС.

1. расширению;
2. сжатию;
3. полной перестройке;
4. неизменности.

7.

Способность жидкостей, содержащих лечебные ионы и молекулы, проникать через капиллярную систему под воздействием электрического тока, называется ...

1. электрофорез;
2. электроосмос;
3. электродиализ;
4. потенциал протекания.

8.

Седиментационная устойчивость дисперсных систем зависит от ...

1. толщины ДЭС;
2. радиуса частиц;
3. адсорбции ПАВ;
4. величины  $\zeta$ -потенциала.

9.

Метод очистки коллоидных растворов, заключающийся в удалении ионов и молекул через полунепроницаемую перегородку, называется ...

1. электрофорезом;
2. центрифугированием;
3. диализом;
4. пептизацией.

10.

Процесс оседания частиц под действием силы тяжести, называется ...

1. пептизацией;
2. коагуляцией;
3. седиментацией;
4. коалесценцией.

11.

Согласно классификации дисперсных систем, молоко относится к ...

1. золям;
2. прямым эмульсиям;
3. обратным эмульсиям;
4. суспензиям.

12.

Фактор агрегативной устойчивости практически отсутствует у ...

1. зелей;
2. эмульсий;
3. пен;
4. аэрозолей.

13.

Процесс перехода прямых эмульсий в обратные называется ...

1. коалесценцией;
2. флокуляцией;
3. обращением фаз;
4. деэмульгированием.

14.

Для стабилизации прямых эмульсий следует применять ...

1. электролиты;
2. водорастворимые ПАВ;
3. маслорастворимые ПАВ;
4. любые ПАВ.

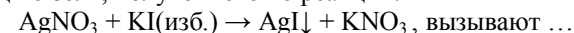
15.

При концентрационной коагуляции происходит падение ...

1.  $\varphi^0$ -потенциала;
2.  $\zeta$ -потенциала;
3.  $\varphi^0$  и  $\zeta$ -потенциалов.

16.

Коагуляцию золя, полученного по реакции:



1. молекулы воды;
2. катионы;
3. анионы;
4. катионы и анионы.

17.

При сливании равных объемов 0,001 М раствора  $\text{AgNO}_3$  и 0,002 М раствора  $\text{KI}$  диффузный слой будет образован ионами ...

1.  $\text{Ag}^+$ ;
2.  $\text{NO}_3^-$ ;
3.  $\text{I}^-$ ;
4.  $\text{K}^+$ .

18.

В коллоидном растворе, полученном при взаимодействии силиката калия с избытком серной кислоты, потенциалопределяющими ионами являются ...

1. ионы калия;
2. ионы водорода;
3. силикат-ионы;
4. сульфат-ионы.

19.

Для золя, полученного по реакции:



$\text{BaCl}_2(\text{изб.}) + \text{KSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KCl}$ , наименьшим порогом коагуляции обладает ...

1.  $\text{AlCl}_3$ ; 2.  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 3.  $\text{MnBr}_2$ ; 4.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

20.

Коагулирующее действие электролита возрастает с увеличением заряда ионов, имеющих одинаковый знак с ...

1. противоионами; 2. мицеллой;  
3. ионами диффузного слоя; 4. коллоидной частицей.

21.

Укажите ошибочное утверждение: для получения коллоидных растворов в ходе химической реакции необходимо ...

1. образование малорастворимого соединения;  
2. отсутствие посторонних электролитов;  
3. эквимолекулярное соотношение реагентов;  
4. небольшой избыток одного из реагентов.

22.

Установите соответствие:

1. золи 2. суспензии  
а. агрегативно устойчивы; б. агрегативно неустойчивы;  
в. седиментационно устойчивы; г. седиментационно неустойчивы.

23.

Агрегативная неустойчивость дисперсных систем обусловлена ...

1. наличием заряда; 2. избытком поверхностной энергии;  
3. седиментацией; 4. участием в броуновском движении.

24.

Количественной характеристикой дисперсных систем, которая используется для их классификации, является ... частиц дисперсной фазы.

1. размер; 2. форма; 3. масса; 4. число.

25.

Грубодисперсные системы, в которых дисперсионной средой является жидкость, а дисперсной фазой – твердое вещество, называются ...

1. эмульсиями; 2. суспензиями; 3. пенами; 4. аэрозолями.

26.

К дисперсным системам типа аэрозоли относятся ...

1. дым и туман; 2. майонез и пены;  
3. молоко и сметана; 4. гель и золь.

27.

Коллоидные системы, в которых дисперсионная среда (вода) взаимодействует с частицами дисперсной фазы, называются ...

1. гидрофобными; 2. гидрофильными;  
3. олеофильными; 4. амфильными.

28.

Одним из факторов, от которых зависит различная окраска дисперсных систем, является ... частиц дисперсной системы.

1. форма; 2. размер 3. энергия; 4. скорость движения.

29.

При прохождении светового потока через коллоидный раствор наблюдается дифракционное рассеяние света, называемое ...

1. конус Стокса; 2. эффект Шульце-Гарди;  
3. конус Тиндаля; 4. эффект Релея

30.

Для введения в организм лекарственных препаратов через дыхательные пути применяют ...

1. пены; 2. порошки; 3. эмульсии; 4. аэрозоли.

31.

Для прямой эмульсии (масло/вода) эмульгатором является ...

1. стеариновая кислота; 2. стеарат калия;

3. стеарат кальция; 4. все три соединения.

32.

При добавлении хлорида кальция к эмульсии, стабилизированной олеатом калия, происходит ...

1. переход прямой эмульсии в обратную;
2. переход обратной эмульсии в прямую;
3. расслоение эмульсии;
4. структурирование эмульсии.

33.

Для приема лекарственных эмульсионных препаратов перорально (через рот) обычно используют ...

1. прямые эмульсии; 2. обратные эмульсии;
3. как прямые, так и обратные; 4. концентрированные эмульсии.

34.

Грубодисперсные системы ...

1. агрегативно и кинетически устойчивы;
2. агрегативно и кинетически не устойчивы;
3. агрегативно устойчивы, кинетически не устойчивы;
4. агрегативно не устойчивы, кинетически устойчивы.

## 2.7. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.

В основе некоторых методов очистки воды от высокодисперсных фракций загрязнений лежит явление потери ими агрегативной устойчивости с последующей ...

1. пептизацией; 2. коагуляцией;
3. изотермической перегонкой; 3. тиксотропией.

2.

Для очистки сточных вод от высокодисперсных частиц краски, имеющих положительный заряд, можно воспользоваться раствором ...

1. KNO<sub>3</sub>;
2. NaCl;
3. MgSO<sub>4</sub>.

3.

Для очистки газовых выбросов от содержащегося в них оксида азота (IV) необходимо их пропустить через раствор ...

1. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
2. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
3. HCl;
4. NaOH.

4.

Озоновый слой ...

1. поглощает высокоэнергетическое УФ – излучение;
2. поглощает инфракрасное излучение;
3. убивает микробы, находящиеся в воздухе;
4. разрушает аэрозоли.

5.

Озоновый щит разрушается под действием молекул ...

1. SO<sub>2</sub>;
2. CO<sub>2</sub>;
3. NO<sub>2</sub>;
4. N<sub>2</sub>.

6.

Равновесие в озоновом цикле  $O_3 = O_2 + O$ ,  $\Delta H_p^0 = -144$  кДж/моль будет смещаться вправо при ...

1. увеличении температуры;
2. накоплении озона;
3. наличии влаги;
4. понижении температуры.

7.

К биоразлагаемым ПАВ относят ...

1. все ионогенные ПАВ;
2. ПАВ с линейной углеводородной цепью;
3. ПАВ с разветвленной углеводородной цепью;
4. ПАВ, содержащие ароматическое кольцо.

8.

В технологическом процессе разделения эмульсии стоит проблема ...

1. обеспечения устойчивости Д.С.;
2. разрушения Д.С.;

3. замедления процессов коалесценции;
4. регулирования пенообразования.

9.

Основной причиной токсичного смога является ...

1. наличие в воздухе углеводородов и их производных;
2. повышенная концентрация углекислого газа в атмосфере;
3. повышенная концентрация соединений свинца;
4. повышенная влажность воздуха.

10.

Кислотные дожди – наиболее опасная форма загрязнения окружающей среды, так как (два ответа) ...

1. уменьшается рН пресноводных водоемов, гибнет рыба;
2. увеличивается рН пресноводных водоемов, гибнет рыба;
3. повышается растворимость соединений тяжелых металлов;
4. изменяется температурный режим водоемов.

11.

Разветвленные алкилбензолсульфонаты в настоящее время не используют в качестве компонентов моющих средств, так как они ...

1. хорошо разрушаются в анаэробных условиях;
2. плохо разрушаются в анаэробных условиях;
3. обладают низким моющим действием;
4. характеризуются высоким значением ККМ.

12.

Одно из негативных влияний ПАВ на экологию заключается в том, что ПАВ, адсорбированное на частицах земли, глины и песка, могут десорбировать удерживаемые частицами ионы ...

1. щелочных металлов;
2. щелочноземельных металлов;
3. тяжелых металлов;
4. любых металлов.

13.

Наиболее эффективным способом очистки сточных вод от ПАВ является ...

1. перевод ПАВ в пену;

2. адсорбция ПАВ активированным углем;
3. адсорбция ПАВ на ионообменных смолах;
4. очистка в отстойниках путем биологического окисления.

14.

Наибольшую экологическую опасность представляет обжиг минерала ...

1. пирита ( $FeS_2$ );
2. ангидрита ( $CaSO_4$ );
3. свинцового блеска (PbS);
4. цинковой обманки (ZnS).

15.

При термическом разрушении пен необходимо, чтобы температура была ...

1. ниже температуры кипения жидкой среды;
2. выше температуры кипения жидкой среды;
3. равной температуре кипения жидкой среды.

16.

Для предупреждения вспенивания смазочных масел используют ...

1. изоамиловый спирт;
2. ионогенные ПАВ;
3. бентонитовые глины;
3. цеолиты.

17.

Для разрушения нефтяных эмульсий преимущественно применяют ...

1. термический метод;
2. ультразвуковой метод;
3. электрический метод;
4. центрифугирование.

18.

Наиболее рациональным способом очистки водного бассейна от нефтепродуктов является ...

1. перевод загрязнений в эмульсию м/в;
2. перевод загрязнения в эмульсию в/м;
3. механический сбор основной массы загрязнений;
4. обработка воды адсорбентами.

19.

Согласно европейским нормативным документам, продукт считается биоразлагающимся, если его разложение до безвредных веществ составляет более ...

1. 50 %; 2. 30 %; 3. 80 %; 4. 90 %.

## ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под редакцией Ершова Ю.А. М.: Высшая школа, 2007 (или 2000). – 560 с.
2. Зимон А.Д. Коллоидная химия. – М.: Агар, 2007. – 344 с.
3. Зимон А.Д. Физическая химия. М.: Изд-во «Агар», 2006. – 316 с.
4. Балезин Б.В., Ерофеев Н.И., Подобаев П.Ф. Основы физической и коллоидной химии. М.: Просвещение, 1975. – 398 с.
5. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия. Изд 3-е. М.: Изд-во «Агар», 2001. – 320 с.
2. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия. М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 288 с.
3. Кругляков П.М., Хаскова Т.Н. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 2007.
4. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / Под ред. Стромберга А.Г. – М.: Высшая школа, 2003.
5. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. – М.: Академия, 2006. – 240 с.
6. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенский И.А. и др. Задачи по физической химии - М.: Экзамен, 2005.
7. Практикум по коллоидной химии: Учеб. пособие под ред. Гельфмана М.И. – СПб: Лань, 2005.
8. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. Равделя А.А., Пономаревой А.М. СПб.: «Иван Федоров», 2003.

Научно-учебное издание

**Малинская Вера Петровна  
Ахметханов Ринат Маснавинович**

## **ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ**

Учебное пособие  
Том 5

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В  
ЕСТЕСТВОЗНАНИИ»

Редактор ...  
Корректор ...

*Лицензия на издательскую деятельность*

Подписано в печать ...  
Бумага офсетная. Формат 60x84/16. Гарнитура Times.  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л.  
Тираж . Изд. № . Заказ .  
Цена договорная.