

**Приложение 2 к РПД**  
**К.М.03.06 Физическая химия**  
**44.03.05 Педагогическое образование**  
**(с двумя профилями подготовки)**  
**Направленность (профили)**  
**Биология. Химия**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора – 2021**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

|    |                          |   |
|----|--------------------------|---|
| 1. | Кафедра                  | Естественных наук   |
| 2. | Направление подготовки   | 44.03.05 Педагогическое образование<br>(с двумя профилями подготовки) |
| 3. | Направленности (профили) | Биология. Химия   |
| 4. | Дисциплина (модуль)      | К.М.03.06 Физическая химия  |
| 5. | Форма обучения           | очная   |
| 6. | Год набора               | 2021  |

**2. Перечень компетенций**

|   |
|---|
| ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний |
|---|

### 3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

| Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины) | Формируемая компетенция | Критерии и показатели оценивания компетенций  |   |  | Формы контроля сформированности компетенций   |
|--|-------------------------|---|---|--|---|
|  |                         | Знать:  | Уметь:  | Владеть:   |   |
| Химическая термодинамика.                                | ОПК-8                   | теоретические основы химической термодинамики; стандартные термодинамические функции; термодинамические процессы и критерии их протекания; поводить измерения физико-химических величин | использовать стандартные термодинамических функций в проведении расчетов типичных процессов и установлении критериев их протекания; поводить измерения физико-химических величин; применять теоретические основы термодинамика при решении прикладных задач | физико-химическими методами исследования; методами обработки и анализа опытных данных; навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием | подготовка и работа на практических занятиях (решение задач, выполнение упражнений, тестов, выступление), выполнение и отчет по лабораторным работам, экзамен |
| Растворы.  | ОПК-8                   | физико-химические особенности процессов, протекающих в растворах;   | поводить измерения физико-химических величин; применять теорию растворов при решении прикладных задач   | физико-химическими методами исследования; методами обработки и анализа опытных данных; навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием | подготовка и работа на практических занятиях (решение задач, выполнение упражнений, тестов, выступление), выполнение и отчет по лабораторным работам, экзамен |

|                                |       |   |   |  |  |
|--------------------------------|-------|---|---|--|--|
| Химические равновесия.         | ОПК-8 | методы анализа химических и фазовых равновесий;   | поводить измерения физико-химических величин; применять теоретические основы химических и фазовых равновесий при решении прикладных задач | физико-химическими методами исследования; методами обработки и анализа опытных данных; навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием | подготовка и работа на подготовка и работа на практических занятиях (решение задач, выполнение упражнений, тестов, выступление), выполнение и отчет по лабораторным работам, экзамен |
| Химическая кинетика и катализ. | ОПК-8 | теоретические основы химической кинетики и катализа;  | поводить измерения физико-химических величин; применять теоретические основы химической кинетики и катализа при решении прикладных задач  | физико-химическими методами исследования; методами обработки и анализа опытных данных; навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием | подготовка и работа на подготовка и работа на практических занятиях (решение задач, выполнение упражнений, тестов, выступление), выполнение и отчет по лабораторным работам, экзамен |
| Электрохимические процессы.    | ОПК-8 | теоретические основы теории электролитов и электрохимии; поводить измерения физико-химических величин | поводить измерения физико-химических величин; применять теоретические основы электрохимии при решении прикладных задач                    | физико-химическими методами исследования; методами обработки и анализа опытных данных; навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием | подготовка и работа на подготовка и работа на практических занятиях (решение задач, выполнение упражнений, тестов, выступление), выполнение и отчет по лабораторным работам, экзамен |

#### Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы

«неудовлетворительно» – 60 баллов и менее; «удовлетворительно» – 61-80 баллов;

«хорошо» – 81-90 баллов; «отлично» – 91-100 баллов

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1. Решение вводного теста (для оценки базовых знаний)

|                                    |       |       |        |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Процент правильных ответов         | До 60 | 61-80 | 81-100 |
| Количество баллов за решенный тест | 1     | 2     | 3      |

### 4.2. Решение задач

**4 балла** выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие физиологические закономерности (если по содержанию это необходимо).

**3 балла** выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**2 балл** выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**1 баллов** - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

**0 баллов** выставляется, если студент не выполняет решения задач, или решает их единично.

### 4.3. Критерии оценки выступления студентов на семинарах, с рефератом

| Баллы<br>(семинар/<br>реферат) | Характеристики ответа студента  |
|--------------------------------|---|
| 1/5                            | <ul style="list-style-type: none"><li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li><li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>                         |
| 0,5/3                          | <ul style="list-style-type: none"><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>   |
| 0,2/1                          | <ul style="list-style-type: none"><li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент усвоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>- слабо аргументирует научные положения;</li><li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li><li>- частично владеет системой понятий</li></ul> |

|          |  |
|----------|--|
| <b>0</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом</li> </ul> |
|----------|--|

#### 1.4 Критерии оценивания выполнения студентами лабораторной работы

| Баллы      | Характеристики выполнения работы студентом  |
|------------|---|
| <b>1</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент применяет знание теоретических основ химии при выполнении лабораторных исследований;</li> <li>- студент владеет навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;</li> <li>- студент владеет химическими методами исследования;</li> <li>- студент владеет методами обработки и анализа экспериментальных данных;</li> <li>- отчет по лабораторной работе оформлен согласно методическим рекомендациям, содержит подробное описание химических процессов;</li> <li>- сделаны правильные выводы;</li> <li>- даны ответы на контрольные вопросы.</li> </ul>   |
| <b>0,5</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент испытывает затруднения в применении знаний теоретических основ химии при выполнении лабораторных исследований;</li> <li>- студент владеет правилами техники безопасности;</li> <li>- студент испытывает затруднения в применении химических методов исследования, в работе с лабораторным оборудованием;</li> <li>- студент испытывает затруднения в применении методов обработки и анализа экспериментальных данных;</li> <li>- отчет по лабораторной работе оформлен согласно методическим рекомендациям, содержит негрубые ошибки в описании химических процессов;</li> <li>- при формулировке выводов сделаны ошибки;</li> <li>- ответы на контрольные вопросы содержат ошибки.</li> </ul> |
| <b>0</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не применяет знания теоретических основ химии при выполнении лабораторных исследований;</li> <li>- лабораторная работа выполнена с серьезными нарушениями техники безопасности,</li> <li>- студент испытывает затруднения в применении химических методов исследования, в работе с лабораторным оборудованием;</li> <li>- студент не владеет методами обработки и анализа экспериментальных данных;</li> <li>- отчет по лабораторной работе не оформлен или содержит грубые ошибки в описании химических процессов;</li> <li>- сделаны неправильные выводы;</li> <li>- не даны ответы на контрольные вопросы.</li> </ul>   |

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

### Тестовое задание по дисциплине «Физическая химия»

#### Тема 1. Химическая термодинамика

1. Соотношение параметров в изохорном процессе:
  2.  $p_2/p_1 = T_2/T_1$ ;
  3.  $p_2/p_1 = T_1/T_2$ ;
  4.  $p_2/p_1 = v_2/v_1$ ;
  5.  $p_2/p_1 = v_2/v_1$ .
2. Критерием самопроизвольного протекания термодинамических процессов в закрытых системах (при  $P=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$ ) является изменение:
  - энтальпии
  - энтропии
  - энергии Гиббса
  - химического потенциала

#### Тема 2. Растворы

1. Температура замерзания раствора, содержащего 12,0 г формальдегида в 400 г воды,

составляет \_\_\_\_\_ оС  $\left( K_{\text{к}(\text{H}_2\text{O})} = 1,86 \frac{\text{град} \cdot \text{кг}}{\text{моль}} \right)$ .

- 1,86;
- 0,93;
- 0,93;
- 1,86

2. Сколько воды надо прибавить к 2 л раствора сахара, чтобы понизить его осмотическое давление в 3 раза?

#### Тема 3. Химические равновесия

1. Константа равновесия равна равновесному давлению одного компонента в системе при данной температуре для реакции:
  2.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{Fe}(\text{т}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{пар})$ ;
  3.  $\text{MgCO}_3(\text{т}) \leftrightarrow \text{MgO}(\text{т}) + \text{CO}_2$ ;
  4.  $\text{CuO}(\text{т}) + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{Cu}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{пар})$ ;
  5.  $\text{Mn}_3\text{O}_4 (\text{т}) \leftrightarrow 3\text{Mn}(\text{т}) + 2\text{O}_2$ .
2. Число степеней свободы равновесной системы, образованной из трех фаз чистого вещества:
  1. 0;
  2. 1;
  3. 2;
  4. 3.

#### Тема 4. Химическая кинетика и катализ

1. Скорость реакции, протекающей по уравнению  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$  не зависит от:
  - а) давления водорода;

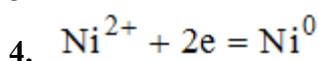
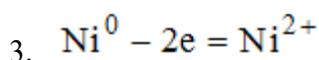
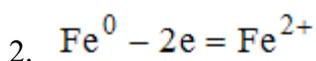
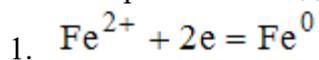
- b) температуры газовой смеси;
- c) давления йода;
- d) общего объема газовой смеси.

2. Как следует изменить объем реакционной смеси системы:



### Тема 5. Электрохимические процессы

1. При работе гальванического элемента, состоящего из железного и никелевого электродов, погруженных в 0,5М растворы их сульфатов, на аноде протекает реакция, уравнение которой имеет вид:



2. При электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CuCl}_2$  с нерастворимым анодом при пропускании через электроды тока силой в 5 А в течение получаса на электродах выделяются \_\_\_\_\_, в количествах \_\_\_\_\_.

### Ключ к заданиям теста

| № вопр. | Тема 1 | Тема 3 | Тема 2 | Тема 4                      | Тема 5   |
|---------|--------|--------|--------|-----------------------------|--|
| 1       | а      | с      | а      | д                           | б  |
| 2       | с      | а      | 4 л    | увеличить объем в 1,66 раз. | масса меди 2,96 г. Объем кислорода 0,52 л. Объем хлора: 1,04 л |

### Примеры решения типовых задач

**Задача 1.** Вычислить молярную, нормальную концентрации и титр раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  по его массовой доле (30%) и плотности (1,22 г/см<sup>3</sup>).

**Решение:** В 100/1,22 мл раствора содержится 30 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а в 1000 мл -  $1000 \cdot 30 / 1,22 / 100 = 366$  г. Тогда,  $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 366 / 98 = 3,7$  моль/л, а  $C(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 366 / 49 = 7,5$  моль/л.

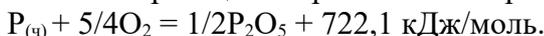
$$T(\text{H}_2\text{SO}_4) = 366 / 1000 = 0,3660 \text{ г/мл.}$$

Взаимосвязь между молярной концентрацией, молярной концентрацией эквивалента и массовой долей растворенного компонента приводится в следующих формулах:

$$C_{\text{н}} = \nu \cdot X \cdot 10 / M_{\text{э}}, C_{\text{м}} = \nu \cdot X \cdot 10 / M$$

**Задача 2.** При стандартных условиях теплота полного сгорания белого фосфора равна 760,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания черного фосфора равна 722,1 кДж/моль. Чему равна теплота превращения черного фосфора в белый при стандартных условиях?

**Решение:** реакция сгорания моля черного фосфора имеет вид:



Этот же процесс можно провести в две стадии: сначала превратить моль черного фосфора в моль белого:

$P_{(ч)} = P_{(6)} + Q$ , а затем - сжечь белый фосфор:  $P_{(6)} + 5/4O_2 = 1/2P_2O_5 + 760,1$  кДж/моль.

По закону Гесса:  $722,1 = Q + 760,1$ , откуда  $Q = -38$  кДж/моль. Ответ. -38 кДж/моль.

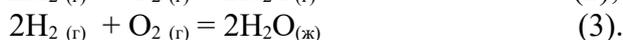
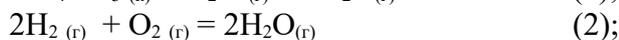
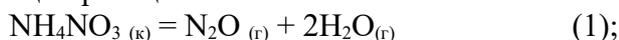
**Задача 3.** Вычислите  $\Delta G^0_{298}$  для реакции протекающей по уравнению:  $TiO_{2(k)} + 2C_{(к)} = Ti_{(к)} + 2CO_{(г)}$ , если известно, что  $\Delta H^0_{298} = 718$  кДж,  $\Delta S = 365$  Дж/К. Возможно ли протекание данной реакции в стандартных условиях?

**Решение:** Изменение изобарно-изотермического потенциала определяется по уравнению:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

$\Delta G^0_{р-ии} = 718 - 298 \cdot 365 \cdot 10^{-3} = 609,2$  кДж. Знак  $\Delta G^0$  показывает направление самопроизвольного протекания реакции;  $\Delta G^0_{р-ии} > 0$ , поэтому в стандартных условиях данная реакция самопроизвольно протекать не будет.

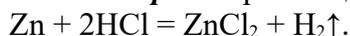
**Задача 4.** Не производя вычислений, определить знак изменения энтропии в следующих реакциях:



**Решение:** в реакции (1) 1 моль вещества в кристаллическом состоянии образует 3 моля газов, следовательно,  $\Delta S_1 > 0$ . В реакциях (2) и (3) уменьшается как общее число молей, так и число молей газообразных веществ, так что  $\Delta S_2 < 0$  и  $\Delta S_3 > 0$ . При этом  $\Delta S_3$  имеет более отрицательное значение, чем  $\Delta S_2$ , так как  $\Delta S_2(H_2O_{(ж)}) < \Delta S_3(H_2O_{(г)})$ .

**Задача 5.** Растворение образца цинка в соляной кислоте при  $20^\circ C$  заканчивается через 27 минут, а при  $40^\circ C$  такой же образец металла растворяется за 3 минуты. За какое время данный образец цинка растворится при  $55^\circ C$ ?

**Решение:** растворение цинка в соляной кислоте описывается уравнением:



Поскольку во всех трех случаях растворяется одинаковое количество образца, то можно считать, что средняя скорость реакции обратно пропорциональна времени реакции. Следовательно, при нагревании от  $20^\circ C$  до  $40^\circ C$  скорость реакции увеличивается в  $27/3 = 9$  раз. Это означает, что коэффициент  $\gamma$  в уравнении Вант-Гоффа равен  $\gamma = 3$ :

$$\frac{V_2}{V_1} = \gamma$$

Он показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции  $V$  при увеличении температуры  $T$  на  $10^\circ$ . Значит, при нагревании до  $55^\circ C$  скорость реакции увеличится в  $3^{(55 - 40)/10} = 5,2$  раза, а время реакции составит  $3/5,2 = 0,577$  мин, или 34,6 с.

Ответ. 34,6 с.

**Задача 6.** Как повлияет увеличение давления на химическое равновесие в обратимой системе  $Fe_3O_4(т) + CO_2(г) \leftrightarrow 3FeO(т) + CO_2(г)$ .

**Решение:** запишем выражения для скорости прямой ( $v_{пр}$ ) и обратной ( $v_{обр}$ ) реакций:

$$v_{пр} = k_{пр} [CO]; \quad v_{обр} = k_{обр} [CO_2].$$

Скорости прямой и обратной реакций не зависят от концентрации твердых веществ. При увеличении давления в 2 раза в такое же число раз увеличится концентрация  $CO$  и  $CO_2$ . Следовательно, скорости прямой и обратной реакций увеличатся в одинаковое число раз и равновесие в системе не сместится.

## Практическое задание

Наиболее технологичным и эффективным способом выделения ценных металлов из растворов является электролиз. Если годовой объем очищаемой воды равен  $1000 \text{ м}^3$ , а содержание в ней ионов  $\text{Pt}^{4+}$  в виде анионных комплексов составляет  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ , то время, необходимое для выделения всей платины электролизом при силе тока  $22,9 \text{ А}$  и выходе по току  $80 \%$ , составит \_\_\_\_\_ часов.

*Ключ к заданию*

Согласно уравнению катодного процесса (без учета процессов комплексообразования)  $\text{Pt}^{4+} + 4\bar{e} = \text{Pt}$  и формулам

$$m = \frac{I \cdot t \cdot M}{n_e \cdot F} \cdot \eta \quad \text{и} \quad T = \frac{m}{V}, \quad t = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 96500}{195 \cdot 22,9 \cdot 0,8} = 108050,61 \text{ с} = 30 \text{ часов.}$$

## **5.2. Примерные темы курсовых работ.**

Курсовые не предусмотрены

## **5.3 Вопросы к экзамену по дисциплине:**

1. Газовые законы. Уравнение состояния. Применение газовых законов.
2. Работа и теплота как свойства процесса.
3. Внутренняя энергия и энтальпия. Первый закон термодинамики.
4. Понятие о теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкость.
5. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Закон Гесса.
6. Обратимые и необратимые процессы. Направленность макроскопических процессов. Энтропия.
7. Второй закон термодинамики. Энтропия как мера определения направленности процессов и условий равновесия.
8. Статистический характер 2-го закона термодинамики. Уравнение Больцмана.
9. Энергия Гиббса и Гельмгольца.
10. Определение условий равновесия и направленности процессов по изменению характеристических функций.
11. Активность растворителя и растворенного вещества. Закон Генри.
12. Коллигативные свойства растворов.
13. Температура замерзания и кипения растворов. Криоскопия и эбулиоскопия как методы определения молекулярной массы вещества.
14. Осмос. Осмотическое давление.
15. Уравнение Вант-Гоффа. Определение молекулярной массы растворенного вещества.
16. Фаза, компонент, степень свободы.
17. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия.
18. Скорость реакции. Истинная и средняя скорость реакции.
19. Молекулярность и порядок реакции. Закон действия масс.
20. Уравнения реакций первого и второго порядка.
21. Теория активных столкновений Аррениуса. Энергия активации.
22. Основы теории переходного состояния. Активный комплекс. Путь реакции.
23. Каталитические реакции. Катализ.
24. Кинетика гомогенных реакций.
25. Кинетика гетерогенных реакций.
26. Электропроводность электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность.
27. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Измерение ЭДС.
28. Гальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС).
29. Электролиз. Законы электролиза.

30. Коррозия материалов и методы защиты от нее.