едеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

Паспорт экзамена

по дисциплине «Физическая химия»

1. Методика оценки

Экзамен проводится в форме письменного тестирования.

Тестовые задания охватывают все содержание дисциплины «Физическая химия».

Тест состоит из 30 вопросов различного вида и позволяет проверить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Экзаменационный тест формируется следующим образом: вопросы 1–8 включают в себя задания по дидактической единице «Химическая термодинамика», вопрос 9 – «Растворы и термодинамические характеристики их образования», вопросы 10–14 «Фазовые равновесия», вопросы 15–20 – «Теория электролитов», вопросы 21, 22 – «Неравновесные явления в растворах электролитов», вопросы 23–35 – «Электрохимические системы».

Вопросы и задания общим списком приведены в Приложении 1 и 2.

На выполнение тестовых заданий отводится 90 минут. Ответы на задания, требующие расчетов, подтверждаются в письменной экзаменационной работе.

В случае если студент набирает пограничное число баллов (суммарно по результатам текущей и промежуточной аттестаций), то преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (Приложение 1).

При выполнении заданий теста оцениваемыми параметрами являются правильность выбора ответа и теоретического материала, используемого для решения задачи; правильность полученных величин и знание их размерностей; умение рассчитывать термодинамические функции; умение интерпретировать фазовые диаграммы и проводить расчеты по ним; умение пользоваться справочными данными по подвижностям ионов и таблицей электродных потенциалов для решения типовых задач; умение правильно писать электродные процессы для электрохимической системы, работающей как гальванический элемент, так и электролизер.

При ответе на теоретические вопросы оцениваемыми параметрами является знание основных понятий и величин, размерностей и взаимосвязей между величинами. Оценивается умение правильно давать описание предлагаемых термодинамических процессов, знание типов фазовых диаграмм и правил их интерпретации, а также знание аналитических и графических методов определения эквивалентной электропроводности и константы диссоциации; знание коллигативных свойств растворов, основных положений теории Дебая–Хюккеля, теории Бренстеда–Лоури; основных областей применения методов кондуктометрии и потенциометрии.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Вопросы 3–5, 9–14 и 21 оцениваются 2 баллами, остальные вопросы – 1 баллом.

Выполнение теста засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все вопросы теста, знает определения всех понятий, продемонстрировал способность безошибочно устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, представляет количественные и качественные характеристики определенных процессов и не допускает ошибок при решении типовых задач. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Выполнение теста засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на ⅔ вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, не допускает существенных ошибок при решении типовых задач. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов.*

Выполнение теста засчитывается на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил от ½ до ⅔ вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, при решении типовых задач допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов.*

Выполнение теста считается **неудовлетворительным**, если студент правильно ответил менее чем на половину вопросов теста, не знает определений понятий, не продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, при решении типовых задач допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ и приведенными в рабочей программе дисциплины. Соотношение максимальных баллов за текущую и промежуточную аттестации составляют 60:40, суммарно 100 баллов.

В случае если студент набирает пограничное число баллов (суммарно по результатам текущей и промежуточной аттестаций), преподаватель проводит дополнительную беседу по вопросам (Приложение 1) и по ее результатам выставляет соответствующие баллы и итоговую оценку.

Количество баллов, полученное в результате промежуточной аттестации, суммируется с баллами, полученными за текущую аттестацию, по общей сумме которых выставляется общая оценка по дисциплине в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный тест для экзамена

Утверждаю:
Зав. кафедрой химии и химической технологии _____ А.И. Апарнев
«____» _____ 20_ г.

Тест

по дисциплине «Физическая химия»[1]

Вариант 1

Вопрос 1. Изменения внутренней энергии и энтальпии одинаковы для реакции:
□ 1. $2B(тв) + 3/2\ O_2(г) = B_2O_3(тв)$;
□ 2. $1/2N_2(г) + 3/2H_2(г) = NH_3(г)$;
□ **3. $NO(г) = 1/2N_2(г) + 1/2O_2(г)$;**
□ 4. $H_2(г) + 1/2\ O_2(г) = H_2O(г)$.

Вопрос 2. Согласно третьему следствию закона Гесса энтальпию реакции

$$H_2(г) + 1/2\ O_2(г) = H_2O(г)$$

можно рассчитать следующим образом:

□ 1. $\Delta_r H^o_{298} = E(\text{H–O}) - E(\text{H–H}) + 1/2E(\text{O=O})$;
□ 2. $\Delta_r H^o_{298} = E(\text{H–O}) - E(\text{H–H}) - E(\text{O=O})$;
□ **3. $\Delta_r H^o_{298} = E(\text{H–H}) + 1/2E(\text{O=O}) - 2E(\text{H–O})$**;
□ 4. $\Delta_r H^o_{298} = E(\text{H–H}) + E(\text{O=O}) - E(\text{H–O})$.

Вопрос 3. Зависимость теплового эффекта реакции $H_2(г) + 1/2O_2(г) = H_2O(г)$ от температуры выражается уравнением:

$\Delta_r H^o_T(\text{Дж/моль}) = -237{,}65\cdot10^3 - 13{,}01T + 2{,}88\cdot10^{-3}T^2 - 1{,}71\cdot10^5/T$.

Тогда изменение теплоемкости $\Delta_r C_p$ для этой реакции можно рассчитать по уравнению:

□ 1. $\Delta_r C_p = -237{,}65\cdot10^3 T - 6{,}505T^2 + 0{,}96\cdot10^{-3}T^3 - 1{,}71\cdot10^5/T^2$;
□ 2. $\Delta_r C_p = -237{,}65\cdot10^3 T - 6{,}505T^2 + 0{,}96\cdot10^{-3}T^3 - 1{,}71\cdot10^5 \ln T$;
□ 3. $\Delta_r C_p = -13{,}01 + 2{,}88\cdot10^{-3}T + 1{,}71\cdot10^5/T^2$;
□ **4. $\Delta_r C_p = -13{,}01 + 5{,}76\cdot10^{-3}T + 1{,}71\cdot10^5/T^2$** .

Вопрос 4. Если удельная теплота испарения ацетона равна 514,6 Дж/г, температура кипения равна 56 °С, то энтропия фазового перехода для 1 моль составляет:

□ 1. 544,3 Дж/К;
□ **2. 90,7 Дж/К;**
□ 3. 17,01 Дж/К;
□ 4. 3,26 Дж/К.

Вопрос 5. Стандартные энергии Гиббса и Гельмгольца $\Delta G°$ и $\Delta F°$ при 700 °С для химической реакции:

$$CaCO_3(тв) = CaO(тв) + CO_2(г)$$

связаны соотношением:

□ 1. $\Delta G° = \Delta F° - 8085{,}63$ (Дж/моль);
□ **2. $\Delta G° = \Delta F° + 8085{,}63$ (Дж/моль)**;
□ 3. $\Delta G° = \Delta F° - 5817$ (Дж/моль);
□ 4. $\Delta G° = \Delta F° + 5817$ (Дж/моль).

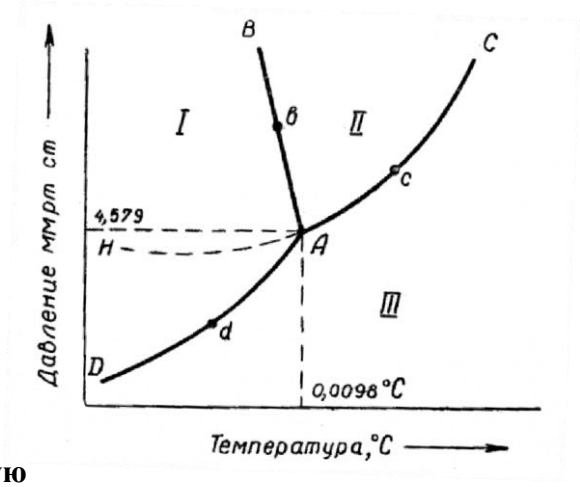
Вопрос 6. Для каких из указанных реакций увеличение объёма сосуда приведёт к смешению равновесия в том же направлении, что и повышение температуры?
□ 1. $CH_3OH(г) + 3/2O_2 = CO_2 + 2H_2O(г)$, $\Delta H < 0$;
□ 2. $CO_{(г)} + H_2O_{(г)} \rightleftarrows CO_{2(г)} + H_{2(г)}$, $\Delta H < 0$;
□ 3. $N_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2NO_{(г)}$, $\Delta H > 0$;
□ **4. $CO_{2(г)} + C_{(т)} \rightleftarrows 2CO(г)$, $\Delta H > 0$**.

Вопрос 7. Константа равновесия реакции $CO_{(г)} + 2H_{2(г)} = CH_3OH_{(г)}$ при 500 K равна $K_p = 6{,}09 \cdot 10^{-4}$. Для реакции $1/2CO_{(г)} + H_{2(г)} = 1/2CH_3OH_{(г)}$ константа равновесия будет равна:
□ **1. $K_p = 2{,}47 \cdot 10^{-2}$**;
□ 2. $K_p = 3{,}05 \cdot 10^{-4}$;
□ 3. $K_p = 6{,}09 \cdot 10^{4}$;
□ 4. $K_p = 6{,}09 \cdot 10^{2}$.

Вопрос 8. Для реакции $CO_{(г)} + 2H_{2(г)} = CH_3OH_{(г)}$ верно соотношение:
□ 1. $K_p = K_c \cdot p^{-2}$;
□ 2. $K_p = K_c \cdot p^{2}$;
□ 3. $K_p = K_x \cdot p^{2}$;
□ **4. $K_p = K_x \cdot p^{-2}$**.

Вопрос 9. При 18°C общий объем раствора, образующегося при растворении $MgSO_4$ в 1 кг H_2O, описывается уравнением $V(см^3) = 1001{,}21 + 34{,}69 \cdot (m - 0{,}07)^2$. Тогда, для нахождения парциального мольного объема $MgSO_4$ справедливо выражение:
□ 1. $V(MgSO_4)\ (см^3 \cdot моль^{-1}) = 69{,}38m^2 - 4{,}857m$;
□ 2. $V(MgSO_4)\ (см^3 \cdot моль^{-1}) = -34{,}69 \cdot (m + 0{,}07)^2$;
□ 3. $V(MgSO_4)\ (см^3 \cdot моль^{-1}) = 34{,}69 \cdot (m - 0{,}07)^2$;
□ 4. **$V(MgSO_4)\ (см^3 \cdot моль^{-1}) = 69{,}38m - 4{,}857$**.

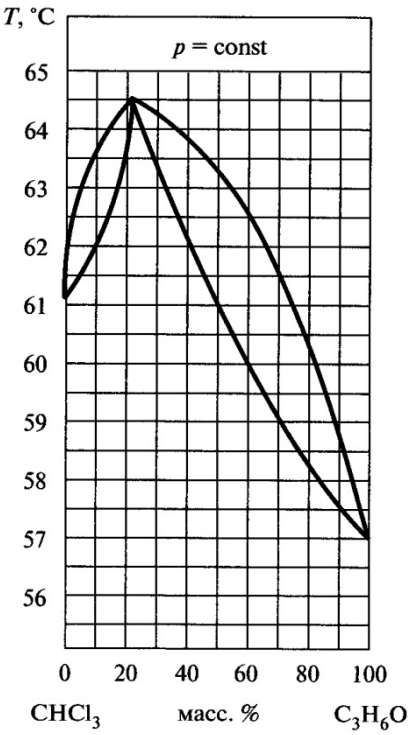
Вопрос 10. На фазовой диаграмме воды состояние системы, соответствующее точке *A*, представляет собой:
□ 1. гетерогенную систему, состоящую из твердой и жидкой воды, с числом термодинамических степеней свободы равным 1;
□ 2. гетерогенную систему, состоящую из газообразной и жидкой воды, с числом термодинамических степеней свободы равным 1;
□ 3. гомогенную систему, состоящую из твердой воды, с числом термодинамических степеней свободы равным 2;



□ **4. гетерогенную систему, состоящую газообразной, жидкой и твердой воды, с числом термодинамических степеней свободы равным 0.**

Вопрос 11. Исходя из диаграммы состояния системы «хлороформ – ацетон», при 63,5 °С кипят жидкости состава:

□ **1. 20 % C_3H_6O и 30 % C_3H_6O**;
□ 2. 20 % $CHCl_3$ и 30 % $CHCl_3$;
□ 3. 9 % C_3H_6O и 47 % C_3H_6O;
□ 4. 9 % $CHCl_3$ и 47 % $CHCl_3$.

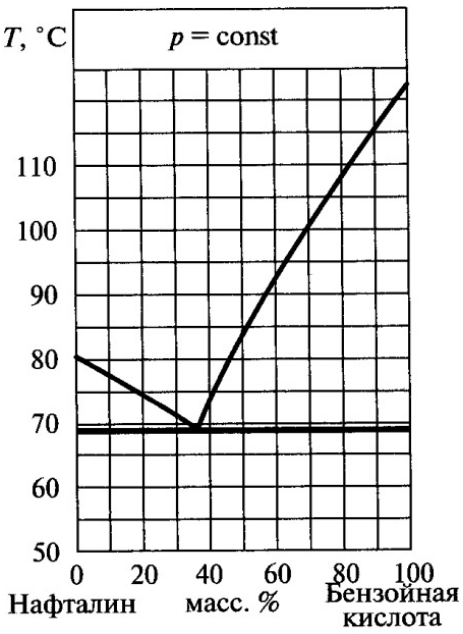


Вопрос 12. Исходя из диаграммы состояния системы «хлороформ – ацетон», при кипении жидкости, содержащей 40 % C_3H_6O, состав первого пузырька пара соответствует:

□ 1. 22 % C_3H_6O;
□ 2. 80 % C_3H_6O;
□ 3. 10 % C_3H_6O;
□ **4. 66 % C_3H_6O**.

Вопрос 13. Исходя из диаграммы плавкости системы «нафталин – бензойная кислота» система, содержащая 80 % бензойной кислоты при температуре 100 °С, содержит следующие равновесные фазы:

□ 1. расплав;
□ 2. расплав и твердый нафталин;
□ **3. расплав и твердая бензойная кислота**;
□ 4. твердые нафталин и бензойную кислоту.



Вопрос 14. Исходя из диаграммы плавкости системы «нафталин – бензойная кислота» в системе, содержащей 80 % бензойной кислоты при температуре 100 °С система, массовое соотношение равновесных жидкой и твердой фаз составляет:

□ 1. 3 : 2;
□ 2. 1 : 3;
□ **3. 2 : 1;**
□ 4. 1 : 2.

Вопрос 15. Растворы сахарозы и бромида калия изотоничны друг другу. Если принять степень диссоциации электролита равной 1, то для этих растворов молярные концентрации соотносятся следующим образом:

□ **1. концентрация раствора сахара в 2 больше;**

□ 2. концентрация раствора сахара меньше в 3 раза;

□ 3. равны;

□ 4. концентрация раствора бромида калия в 2 раза больше.

Вопрос 16. В порядке повышения температуры кипения следующие водные растворы (концентрация каждого равна 0,1 моль/кг): бромид калия, мочевины, муравьиной кислоты, нитрат кальция, хлорид алюминия располагаются следующим образом:

□ 1. хлорид алюминия, нитрат кальция, бромид калия, муравьиная кислота, мочевина;

□ **2. мочевина, муравьиная кислота, бромид калия, нитрат кальция, хлорид алюминия;**

□ 3. бромид калия, мочевина, муравьиная кислота, нитрат кальция, хлорид алюминия;

□ 4. бромид калия, муравьиная кислота, нитрат кальция, хлорид алюминия мочевина.

Вопрос 17. Максимальной буферной емкостью обладает раствор, приготовленный из:

□ **1. 20 мл 0,5 М раствора муравьиной кислоты и 10 мл раствора едкого натра;**

□ 2. 5 мл 0,5 М раствора муравьиной кислоты и 15 мл раствора едкого натра;

□ 3. 15 мл 0,5 М раствора муравьиной кислоты и 5 мл раствора едкого натра;

□ 4. 10 мл 0,5 М раствора муравьиной кислоты и 20 мл раствора едкого натра.

Вопрос 18. Количественная связь между ионной силой и моляльной концентраций m в растворе $AlCl_3$ имеет следующий вид:

□ 1. $I = 3m$;

□ 2. $I = 4m$;

□ **3.** $\boldsymbol{I = 6m}$;

□ 4. $I = 10m$.

Вопрос 19. Средний ионный коэффициент активности в растворе $AlCl_3$ согласно предельному закону Дебая–Хюккеля можно рассчитать по формуле:

□ 1. $\lg f_{\pm} = -|1 \cdot 2|h\sqrt{I}$;

□ **2.** $\boldsymbol{\lg f_{\pm} = -|33 \cdot 1|h\sqrt{I}}$;

□ 3. $\lg f_{\pm} = |3 \cdot 3|h\sqrt{I}$;

□ 4. $\lg f_{\pm} = |3 \cdot 1|h\sqrt{I}$.

Вопрос 20. Произведение растворимости Ag_2SO_4 связано с растворимостью соли следующим образом:

□ 1. $K_s = 3s^3 f_{\pm}^3$;

□ 2. $K_s = s^2 f_{\pm}^2$;

□ 3. $K_s = 2s^2 f_{\pm}^2$;

□ **4.** $\boldsymbol{K_s = 44s^{33} f_{\pm}^{33}}$.

Вопрос 21. Удельная электропроводность 0,01 М раствора KCl равна 0,1413 См·м$^{-1}$, а электросопротивление сосуда для измерения электропроводности составляет 347 Ом. Из полученных данных постоянная ячейки равна:

□ **1. 49,0 м$^{-1}$;**

□ 2. 2455,8 $м^{-1}$;

□ 3. 0,49 $м^{-1}$;

□ 4. 0,00041 $м^{-1}$.

Вопрос 22. Согласно закону Кольрауша эквивалентную электропроводность раствора AgCl можно рассчитать следующим образом:

□ 1. $\boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgCl}) = \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KNO_3}) - \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgNO_3}) - \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KCl})$;

□ 2. $\boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgCl}) = \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgNO_3}) - \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KCl}) - \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KNO_3})$;

□ 3. $\boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgCl}) = \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KNO_3}) + \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{AgNO_3}) - \boldsymbol{\Lambda}^0(\mathrm{KCl})$;

□ **4.** $\boldsymbol{\Lambda^{00}(\mathrm{AllCll}) = \Lambda^{00}(\mathrm{KCll}) - \Lambda^{00}(\mathrm{KNO_{33}}) + \Lambda^{00}(\mathrm{AllNO_{33}})}$;

Вопрос 23. Хлорсеребрянный электрод, на котором протекает следующая потенциалопределяющая реакция $AgCl + e^- \rightleftarrows Ag + Cl^-$, схематически представляется так:

□ 1. AgCl | Cl^- | Ag;

□ 2. AgCl | Ag | Cl^-.

□ **3. Cl^- | AgCl | Ag**;

□ 4. Cl^- | Ag | AgCl.

Вопрос 24. Уравнение Нернста для простой редокс-системы $S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftarrows 2SO_4^{2-}$, записывается так:

□ 1. $E = E^0 + \frac{RT}{F}\ln\frac{a(\mathrm{S_2O_8^{2-}})}{a^2(\mathrm{SO_4^{2-}})}$;

□ **2.** $E = E^{00} + \frac{RT}{22F}\mathrm{llll}\frac{a(\mathrm{SS_{22}O_{8\ 8}^{22-}})}{a^{22}(\mathrm{SSO_{44}^{22-}})}$

□ 3. $E = E^0 + \frac{RT}{F}\ln\frac{a(\mathrm{S_2O_8^{2-}})}{a(\mathrm{SO_4^{2-}})}$;

□ 4. $E = E^0 + \frac{RT}{2F}\ln\frac{a(\mathrm{S_2O_8^{2-}})}{a(\mathrm{SO_4^{2-}})}$.

Вопрос 25. К химической цепи с переносом относится следующая схема:

□ 1. (–) Fe | KOH | NiO(OH) | Ni | Fe (+);

□ 2. (–) Pt | H_2 | $KOH_{(aq)}$ | O_2 | C | Pt (+);

□ 3. (–) Pt | Cu | $CuCl_2$ | Cl_2 | Pt (+);

□ **4. (–) Cu | Zn | $ZnSO_4$ ⁝⁝ $CuSO_4$ | Cu (+).**

Вопрос 26. В цепи Pb | PbI_2 | NiI_2 | Ni | Pb протекает следующая токообразующая реакция:

□ 1. $Pb + Ni^{2+} = Pb^{2+} + Ni$;

□ 2. $Pb^{2+} + Ni = Pb + Ni^{2+}$;

□ 3. $PbI_2 + Ni = Pb + NiI_2$;

□ **4. $Pb + NiI_2 = PbI_2 + Ni$.**

Вопрос 27. Выражение для ЭДС гальванического элемента

Pb | PbI_2 | NiI_2 | Ni | Pb через среднюю ионную активность электролита имеет вид:

□ 1. $E = E° + \frac{RT}{2F}\ln aa_{\pm NiI_2}$, где $E° = E°_{Ni^{2+}/Ni} - E°_{PbI_2/Pb}$;

□ **2.** $E = E° + \frac{\mathbf{33}RT}{\mathbf{22}F}\mathbf{llll}\ a_{\pm\mathbf{NNNNN_{22}}}$, где $E° = E°_{Ni^{2+}/Ni} - E°_{PbI_2/Pb}$;

□ 3. $E = E° - \frac{RT}{2F}\ln aa_{\pm PbI_2}$, где $E° = E°_{PbI_2/Pb} - E°_{Ni^{2+}/Ni}$;

□ 4. $E = E° - \frac{3RT}{2F}\ln aa_{\pm NiI_2}$, где $E° = E°_{PbI_2/Pb} - E°_{Ni^{2+}/Ni}$.

Вопрос 28. Для определения произведения растворимости AgBr потенциометрическим методом необходимо составить следующий гальванический элемент:

□ 1. (–) Ag | AgBr | $AgNO_3$ ⁝⁝ KBr | Ag (+);

□ **2. (–) Ag | AgBr | KBr ⁝⁝ $AgNO_3$ | Ag (+);**

□ 3. (–) Pt | H_2 | HBr | AgBr Ag | Pt (+);

□ 4. (–) Ag | NaBr | AgBr | Ag | Pt (+).

Вопрос 29. При электролизе водного раствора K_2SO_4 протекают следующие электродные процессы:

□ 1. А (+): $2SO_4^{2-} \rightleftarrows 2e^- + S_2O_8^{2-}$;

К (–): $2H_2O + 2e^- \rightleftarrows H_2 + 2OH^-$.

□ 2. А (+): $2SO_4^{2-} \rightleftarrows 2e^- + S_2O_8^{2-}$;

К (–): $Na^+ + e^- \rightleftarrows Na^0$.

□ **3. А (+): $2H_2O \rightleftarrows O_2 + 4H^+ + 4e^-$;**

К (–): $2H_2O + 2e^- \rightleftarrows H_2 + 2OH^-$.

□ 4. А (+): $2H_2O \rightleftarrows O_2 + 4H^+ + 4e^-$;

К (–): $Na^+ + e^- \rightleftarrows Na^0$.

Вопрос 30. Используя значение стандартного потенциала системы Fe^{2+}/Fe, а также выражения зависимости кислородного и водородного электродов от pH, определите возможный тип коррозии Fe в кислом растворе при pH = 3.

□ **1. коррозия как с водородной, так и с кислородной деполяризацией;**

□ 2. коррозия невозможна;

□ 3. только коррозия с кислородной деполяризацией;

□ 4. только коррозия с водородной деполяризацией.

---

[1] Правильные ответы выделены жирным шрифтом