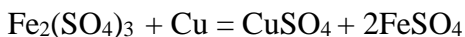


Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»
«Химия», 9 класс

1. В раствор сульфата железа (III) поместили медную проволоку. После окончания реакции ее масса уменьшилась на 3,2 г. В полученный раствор опустили железный гвоздь массой 7 г. Какова будет масса железного гвоздя после завершения реакции?

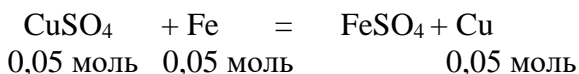
Решение:

Так как ионы Fe^{3+} являются сильными окислителями, то первая реакция описывается уравнением:



Уменьшение массы меди по условию составило 3,2 г, что соответствует 0,05 моль. ($M_{\text{Cu}} = 64$ г/моль) $n_{\text{Cu}} = m/M = 3,2/64 = 0,05$ моль, следовательно $n_{\text{CuSO}_4} = 0,05$ моль.

Образующийся сульфат меди будет взаимодействовать с железным гвоздем согласно уравнению:



В задаче сказано, что реакция завершена, следовательно, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в растворе не осталось.

Масса растворенного железа:

$$n_{\text{Fe}} = 0,05 \text{ моль}; m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}} = 0,05 \cdot 56 = 2,8 \text{ г.} \quad (M_{\text{Fe}} = 56 \text{ г/моль})$$

Масса выделившейся меди на железном гвозде составляет:

$$n_{\text{Cu}} = 0,05 \text{ моль}; m_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}} \cdot M_{\text{Cu}} = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ г.}$$

Масса железного гвоздя уменьшилась, без учета меди, до **4,2 г.** ($7 - 2,8 = 4,2$).

С учетом выделившейся меди, масса гвоздя составила **7,4 г.** ($4,2 + 3,2 = 7,4$).

2. Для реакции $N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + 0,5O_2$ константы скоростей при $T_1 = 288 \text{ K}$ и $T_2 = 308 \text{ K}$ равны соответственно: $k_1 = 0,62 \text{ мин}^{-1}$ и $k_2 = 9,08 \text{ мин}^{-1}$. Для данной реакции определите:

а) энергию активации реакции;

б) константу скорости при температуре $T_3 = 318 \text{ K}$;

в) температурный коэффициент скорости реакции (коэффициент Вант-Гоффа);

г) количество вещества, прореагировавшего при 318 K за время $\tau = 2$ мин, если начальная концентрации равна $C_0 = 4,5 \text{ моль/л}$. При какой температуре реакция практически завершилась за 2 минуты?

Примите, что порядок и молекулярность для данной реакции одинаковы.

Решение:

а) Для определения энергии активации воспользуемся уравнением Аррениуса:

$$k = Ae^{-E_a/RT}, \quad \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), \quad \ln \frac{9,08}{0,62} = \frac{E_a}{8,314} \left(\frac{1}{288} - \frac{1}{308} \right),$$

$$E_a = 98,993 \text{ кДж/моль}$$

б) $\ln \frac{k_3}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_3} \right), \quad \ln \frac{k_3}{9,08} = \frac{98993}{8,314} \left(\frac{1}{308} - \frac{1}{318} \right), \quad k_3 = 30,62 \text{ мин}^{-1}$

в) $k_3/k_1 = \gamma^{(T_3-T_1)/10} = \gamma^{(318-288)/10}, \quad \gamma = 3,67$

г) Для нахождения количества вещества C^* , прореагировавшего за время $\tau = 2$ мин, воспользуемся уравнением скорости первого порядка:

$$k_3 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_\tau}, \quad \ln C_\tau = \ln C_0 - 2k_3, \quad C^* = C_0 - C_\tau,$$

Для $T_1 = 288 \text{ K}$, $C_\tau = 1,302 \text{ моль/л}$, $C^* = 3,198 \text{ моль/л}$

Для $T_2 = 308 \text{ K}$, $C_\tau = 5,08 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$, $C^* = 4,499 \dots \text{ моль/л}$

Для $T_3 = 318 \text{ K}$, $C_\tau = 1,14 \cdot 10^{-26} \text{ моль/л}$, $C^* \approx 4,5 \text{ моль/л}$

Ответ: $E_a = 98,993 \text{ кДж/моль}$; $k_3 = 30,62 \text{ мин}^{-1}$; $\gamma = 3,67$; C^* при $318 \text{ K} \approx 4,5 \text{ моль/л}$.

3. Электролиз водного раствора натриевой соли одноосновной кислоты проводили в электролизере с разделением анодного и катодного пространства. Через электролизер пущено $Q=53611$ кулон электричества. На катоде и аноде выделилось по одному газообразному продукту. Примите во внимание, что 40 % анодного газообразного продукта, с относительной плотностью по воздуху 2,416, подвергается дисмутации. Определите, какая соль подвергалась электролизу, какие газообразные продукты выделились на катоде и на аноде, и их объемы (н.у.), полагая выход по току 90%. Запишите уравнения процессов, протекающих на электродах и в электролите. Определите pH растворов, содержащихся в катодном и анодном пространствах после завершения электролиза. Исходный объем электролитов в катодном и анодном пространстве равен 1,0 л. Изменением объемов в процессе электролиза и проникновением продуктов электролиза через диафрагму можно пренебречь.

Решение:

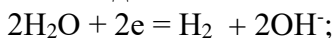
а) При электролизе водного раствора натриевой соли одноосновной кислоты на катоде будет выделяться водород, а на аноде могут выделяться или кислород или хлор. Так как анодный газообразный продукт имеет плотность по воздуху 2,416 и он подвергается дисмутации, то это Cl_2 , а исходная соль $NaCl$.

б) Определим количество моль электронов, участвующих в электролизе на катоде и аноде

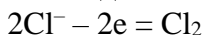
$$n(e) = Q/96500 = 53611/96500 = 0,56 \text{ моль}$$

в) Процессы в электролизере:

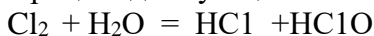
На катоде:



На аноде:



Процесс дисмутации Cl_2 :



г) Определим объемы образовавшихся газов с учетом практического выхода. При участии 2 моль электронов на катоде и аноде выделяется по одному молю H_2 и Cl_2 . Следовательно, при прохождении 0,56 моль электронов, будут получены:

$$V(H_2) = 0,56 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 22,4 = 5,64 \text{ л}$$

$$V(Cl_2) = 0,56 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 22,4 = 5,64 \text{ л}$$

д) Рассчитаем рН водного раствора в катодном пространстве. В результате катодного процесса разложения воды в катодном пространстве образуются гидроксид-ионы, количество которых равно 0,5 с учетом практического выхода.

Следовательно, $C(\text{OH}^-) = 0,5$ моль/л, а $\text{pH} = 14 - \lg(C(\text{H}^+)) = 14 - 0,3 = 13,7$.

е) Рассчитаем рН водного раствора в анодном пространстве. В результате дисмутации Cl_2 в анодном пространстве образуются две кислоты в количестве (с учетом практического выхода и участием Cl_2 в дисмутации):

$\text{HCl}: 0,56 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 0,2$ моль

$C(\text{H}^+) = 0,2$ моль /л, так как HCl сильная кислота.

$\text{HClO}: 0,56 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 0,2$ моль

HClO является слабой кислотой, $K_d = 5 \cdot 10^{-8}$

$C(\text{H}^+) = \sqrt[2]{K_d \cdot C(\text{HClO})} = \sqrt[2]{5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,2} = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/л

Концентрация ионов водорода и рН раствора в анодном пространстве:

$C(\text{H}^+) = 0,2 + 0,0004 = 0,2004$, $\text{pH} = 0,698$. Или без вклада слабой кислоты $\text{pH} = 0,699$.

Ответ:

Раствор NaCl ; объемы продуктов: 5,64 л H_2 и 5,64 л Cl_2 ; рН в катодном пространстве = 13,7 и в анодном пространстве = 0,699.

**Критерии оценивания задач по химии на олимпиаде «Юниор»
2023 – 2024 года**

Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
Выставляется участнику если он использует верные исходные теоретические положения, последовательно, четко и логически стройно решает задачу, приводит верные ответы на все поставленные вопросы.	9//8	9-0 (задача 1 для 11 и 9 классов, задача 2 для 10 класса) // 8-0 (задача 2 и 3 для 11 и 9 классов);
Выставляется участнику если он использует верные исходные теоретические положения, последовательно, четко и логически стройно решает задачу, приводит верные ответы на все вопросы. Есть незначительные неточности в вычислениях, которые не влияют на получение верного ответов	8//7	
Выставляется участнику если он верно решил большую часть задачи, но допускал неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в решении.	7-6//6	
Выставляется участнику за верное решение на половину заданных вопросов.	5-4//4	
Выставляется участнику, который решил примерно треть задания, но при этом допускал существенные ошибки	3	
Участник продемонстрировал попытку приступить к решению задачи, выполнил не более 0,2 - 0,25 части задания.	2-1	
Не приступил к решению задачи или допустил грубейшие теоретические ошибки.	0	

Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
«Биология», 9 класс

Задание 1. На каждый вопрос выберите только один ответ, который вы считаете наиболее полным и правильным. Индексы правильных ответов внесите в матрицу в листе ответов.

1. В прорастающей пыльцевой трубке сосны находится:

а) 1 спермий; б) 2 спермия; в) 3 спермия; г) 4 спермия

2. Назовите тип плода у сои:

а) коробочка; б) стручок; в) боб; д) семянка

3. Какие приспособления характерны для растений, опыляемых ветром:

а) пыльца крупная и липкая;

б) пыльцы образуется мало;

в) раскрытие цветков в соцветии происходит поочередно;

г) околоцветник мелкий, малозаметный

4. Какие функции у корневого чехлика?

а) проведение растворов минеральных веществ;

б) обеспечение утолщения корня;

в) накопление запасных веществ;

г) облегчение продвижения корня между частичками почвы.

5. Из перечисленных ниже растений к семейству Капустные относятся:

а) свекла, б) репа, в) морковь, г) картофель.

6. Где расположена нервная система ланцетника:

а) над хордой; б) под хордой; в) внутри хорды; г) по бокам хорды.

7. Выберите верное описание миграции аскариды в организме человека:

а) ротовая полость-кишечник-кровь-лёгкие-кишечник;

б) ротовая полость-лёгкие-кровь-кишечник;

в) ротовая полость-кишечник;

г) ротовая полость-кишечник-кровь-мышцы.

8. Какой из перечисленных организмов проявляет положительный фототаксис?

а) малярийный плазмодий;

б) эвглена;

в) плазмодий миксоциета;

г) амёба протей.

9. Один круг кровообращения имеется у:

а) карпа; б) лягушки; в) утконоса; г) гаттерии.

10. Какие из млекопитающих принадлежат к одному отряду:

а) слон и носорог; б) заяц и крыса; в) свинья и олень; г) лошадь и корова.

11. Снаружи легкие покрыты:

а) гладкими мышцами; б) сетью венозных сосудов; в) плеврой; г) ресничным эпителием.

12. Обратному всасыванию в почках не подвергается:

а) глюкоза; б) аминокислоты; в) витамины; г) мочевины.

13. Зрачок — это отверстие в:

а) сетчатке; б) радужке; в) роговице; г) склере.

14. Ядра симпатической нервной системы лежат в:

а) среднем мозге; б) продолговатом мозге; в) грудных сегментах спинного мозга; г) крестцовых сегментах спинного мозга.

15. Содержащийся в слюне лизоцим:

а) расщепляет белки; б) расщепляет полисахариды; в) расщепляет жиры; г) расщепляет нуклеиновые кислоты.

16. Из энтодермы развиваются:

а) головной мозг; б) мышцы; в) хрящи; г) печень.

17. Назовите основную причину такого явления, как борьба за существование:

а) избыточное размножение особей и ограниченность ресурсов среды; б) неспособность организмов справиться с действием климатических факторов; в) стремление вида к расселению за пределы его обычного ареала; г) наличие хищников, поедающих данный вид.

18. Примерами гомологичных органов являются:

а) легкие амфибий и пауков; б) прыгательные ноги тушканчика и кенгуру; в) китовый ус и усы сома; г) щупальца кальмара и ноги таракана.

19. Хромосомы выстраиваются на экваторе в процессе митоза в:

а) анафазе; б) телофазе; в) метафазе; г) профазе.

20. Органоид, активно окисляющий вещества в клетке:

а) аппарат Гольджи; б) лизосомы; в) клеточные включения; г) митохондрии.

Задание 2. Расположите растения по срокам зацветания от ранних к поздним:

- А. Сирень
- Б. Орешник
- В. Дуб
- Г. Береза
- Д. Безвременник
- Е. Ландыш майский
- Ж. Тимофеевка луговая
- З. Цикорий обыкновенный
- И. Гладиолус

Задание 3. Решите задачу.

На одном из островов в Индийском океане обнаружена изолированная популяция мартышек с бурой, светло-коричневой и золотистой окраской шерсти. Известно, что различия в цвете шерсти определяются в этом случае одним геном, бурый цвет (аллель **V**) доминантен по отношению к светло-коричневому (аллель **b**), а светло-коричневый доминирует над золотистым (аллель **b^y**). Частоты встречаемости аллелей: **V** – 0,3; **b** – 0,5; **b^y** – 0,2. Различия в окраске не дают каких-либо преимуществ в выживании и размножении. Какова частота встречаемости фенотипов? Всего на острове обитает 14880 мартышек. Сколько среди них будет обезьян бурого, светло-коричневого и золотистого цвета? Внесите результаты в лист ответов.

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Задание 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б	В	Г	Г	Б	А	А	Б	А	В
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
В	Г	Б	В	Б	Г	А	Б	В	Г

Задание 2.

Ранний	Б	Г	Е	А	В	Ж	З	И	Д	Поздний
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

Задание 3.

Фенотип	Частота встречаемости	Число мартышек данной окраски
Бурые	0,51	7589
Светло-коричневые	0,45	6696
Золотистые	0,04	595