Задания для очного тура Олимпиады школьников «Агро»
2023-24 уч. год.

Задание 1. Тестовые задания (20 баллов)
Вопросы 1-2 – выберите один вариант ответов
Вопросы 3-5 – выберите несколько вариантов ответов
Вопросы 6-9 – задания с открытым ответом
Вопрос 10 – задание на соответствие

1) В агрохимической лаборатории от банок с удобрениями отклеились этикетки с надписями: аммиачная селитра, сернокислый аммоний, преципитат, хлористый калий. Помогите лаборанту подобрать реагенты для качественного анализа удобрений, чтобы вернуть на место этикетки:

удобрение	качественный реагент
аммиачная селитра	реактив Несслера
сернокислый аммоний	хлорид бария
преципитат	молибденовая жидкость
хлористый калий	нитрат серебра
	соляная кислота

Ответ:

2) Установите соответствие между солью и окраской лакмуса в ее растворе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СОЛЬ	ОКРАСКА ЛАКМУСА
А) нитрит аммония	1) синяя
Б) сульфат алюминия	2) красная
В) сульфит калия	3) фиолетовая
Г) ацетат натрия	4) нет окраски

Ответ: А3 Б2 В1 Г1

3) Установите соответствие между органическим соединением и реагентом, позволяющим идентифицировать соединение:к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СОЛЬ	ОКРАСКА ЛАКМУСА
А) глицин	1) гидроксид меди (II)
Б) метаналь	2) сульфат меди в щелочной среде
В) глицерин	3) аммиачный раствор оксида серебра
Г) щавелевая кислота	4) гидрокарбонат натрия

Ответ: А2 Б3 В1 Г4

4) Вычислите водородный показатель pH в водном растворе, если концентрация гидроксид-ионов OH^- равна 10^{-4} моль/л.
(тест с открытым ответом)

Ответ: 4

5) Укажите цифрами последовательность выделения металлов на катоде при электролизе раствора,содержащего совместно:

1) нитрат цинка;
2)нитрат серебра;
3) нитрат никеля;
4) нитрат меди.

Ответы: 2431

6. Каталитическими реакциями замещения являются:

1) реакция нитрования бензола
2) реакция образования гексахлорана из бензола
3) реакция пропена с бромной водой
4) реакция гидратации бутина
5) реакция алкилирования бензола хлорэтаном

Ответы: 15

7. К методам умягчения воды относятся: (выберите любое число ответов)
1) флокуляция
2) озонирование
3) пропускание через катионит
4) добавление соды
5) фильтрование

Ответы: 34

8.

Ответы:

A	B
250	50

9. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$4NH_{3(г)}+5O_{2(г)}\leftrightarrow 4NO_{(г)}+6H_2O_{(ж)} + Q$

и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

А) Доливание в сосуд воды	1) Не смещается
Б) Добавление в смесь воздуха	2) Смещается в сторону прямой реакции
В) Понижение давления	3) Смещается в сторону обратной реакции
Г) Удаление аммиака	

Ответы: а1, б2, в3. Г3

10. Чему равна константа диссоциации в растворе молочной кислоты с концентрацией 0,1 М, если степень диссоциации этого раствора 3,6%?

1) $1{,}3\cdot10^{-4}$

2) $3{,}6\cdot10^{-4}$

3) $7{,}2\cdot10^{-6}$

4) $1{,}8\cdot10^{-5}$

5) $3{,}6\cdot10^{-3}$

Ответ: 1

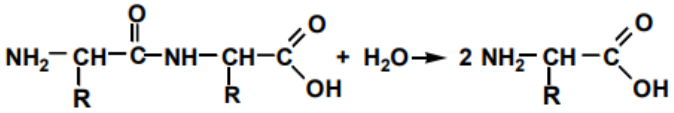
Задача

Природное органическое азотсодержащее соединение А массой 4,8 г, подвергли полному гидролизу, при этом потребовалось 0,45 г воды. Из одной молекулы соединения А при гидролизе образуется 2 молекулы аминокислоты.

Соединение А дает фиолетовую окраску при проведении биуретовой реакции, и не дает желтой окраски при проведении ксантопротеиновой реакции. Определите, что за аминокислота входила в состав природного вещества А? Ответ подтвердите расчетами, составьте структурную формулу аминокислоты, назовите ее, напишите уравнение гидролиза вещества А.

Решение

1. Молекула дипептида состоит из двух остатков аминокислот, соединенных пептидной связью, которая дает фиолетовую окраску при проведении биуретовой реакции и не дают желтой окраски при проведении ксантопротеиновой реакции, так как дипептид не содержит бензольного кольца.
2. Уравнение гидролиза дипептида:



2. При гидролизе пептидов происходит разрыв пептидных связей между остатками аминокислот, и образуются α-аминокислоты.

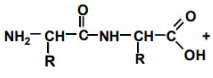
3. Вычислим количество вещества воды вступившей в реакцию гидролиза по известной массе:

$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M\ (H_2O)} = \frac{0{,}45}{18} = 0{,}025$ моль

4. Из уравнения реакции следует: 1 моль H_2O участвует в гидролизе 1 моль дипептида, поэтому $n(H_2O) = n(\text{дипептида})=0{,}025$ моль

5. Вычислим молярную массу дипептида:

$M(\text{дипептида}) = \frac{m(\text{дипептида})}{n\ (\text{дипептида})} = \frac{4{,}8}{0{,}025} = 192$ г/моль

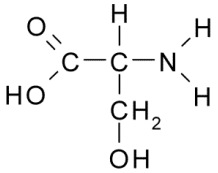
6. Молярная масса дипептида  без алкильного радикала равна: M (NH2-CH-CO-NH-CH-COOH)=130 г/моль.

7. Рассчитаем молярную массу радикалов -R в составе дипептида:

192 – 130 = 62 г/моль приходится на два алкильных радикала в составе дипептида.

8. Молярная масса одного алкильного радикала равна

M (R)=62 / 2 = 31 г/моль, что соответствует группе CH_2OH-, входящей в состав серина.



Серин

Для создания красивого блестящего покрытия на гайке школьник решил опустить железное изделие массой 120 грамм в раствор никелевого купороса (сульфат никеля). Через два часа на гайке образовалось покрытие, а раствор стал вместо зеленого желтым. Школьник взвесил гайку и увидел, что она увеличилась в массе до 120,6 грамм. Попробуйте объяснить школьнику что произошло и рассчитайте массу выделившегося никеля на гайке.

Решение:

m(Fe) = 120 г

m(Fe+Ni) = 120,6 г

m(Ni) - ?

M(Fe) = 56 г/моль

M(Ni) = 59 г/моль

Р е ш е н и е:

1) Записываем уравнение реакции:

$Fe + NiSO_4 = FeSO_4 + Ni$

2) Предположим, что в реакцию вступило *x* моль Fe, то по уравнению реакции на пластинке выделилось *x* Ni.

3) Тогда масса растворившегося железа m(Fe) = $x \cdot M(Fe) = x \cdot 56$,

масса выделившейся на пластинке меди m(Ni) = $x \cdot M(Ni) = x \cdot 59$

4) Составляем уравнение, согласно которому масса пластинки изменялась из-за растворения железа и осаждения никеля:

$$m(Fe+Cu) = m(Fe) - x \cdot M(Fe) + x \cdot M(Ni)$$

$$120,6 = 120 - x \cdot 56 + x \cdot 59,$$

$$x = \nu (Ni) = 0,2 \text{ моль}$$

5) Рассчитаем массу выделившегося никеля

$$m(Ni) = v\,(Ni)\,M(Ni) = 0{,}2 \cdot 59 = 10{,}4\ г$$

Ответ: на пластинке выделилось 11,8 г меди

Студент выполнял опыт по проведению электролиза раствора поваренной соли. Он взял для опыта соль в магазине, растворил ее и повел электролиз. Через некоторое время начал выделяться газ и образовался осадок темного коричневого цвета. Студент начал кипятить раствор и увидел, что на стенках выпаривателя образовались кристаллы фиолетового цвета.

Подскажите ученику, что это за кристаллы выделились и какая массовая доля примеси в соли, которая подверглась электролизу, если масса соли для электролиза 10 г, а масса кристаллов 0,13 г. Электролиз проведен полностью. Напишите процессы, идущие на аноде и катоде при электролизе соли.

Решение:

1. Фиолетовые кристаллы – йод. Это иодированная соль, содержащая KI
2. Иодид калия KJ подвергается электролизу

на катоде: $2H_2O+2\bar{e}=H_2+2OH^-$ (восстановление)

на аноде: $2J^- - 2\bar{e} = J_2$ (окисление)

$2H_2O+2KJ = J_2+2KOH+H_2\uparrow$

3. Найдем количество вещества I_2
   $n(I_2) = m(I_2)/M(I_2) = 0.13/127 = 0.001$ моль

4. Найдем массу иодида калия
   по уравнению на 1 моль иода надо в два раза больше иодида калия
   $m(KI) = n(I_2) *2* M(KI) = 0{,}001*2*166 = 0{,}33$ г
5. Массовая доля иодида калия
   $\omega = m(KI) *100\ \%/m$(поваренной соли) $= 0{,}33*100/10 = 3{,}3\ \%$

Одним из важных показателей качества воды является ее общая жесткость. Жесткой водой нельзя поливать растения, поить скот, непригодна она и для технических целей из-за образования накипи. Для определения качества воды был оттитрован образец из скважины объемом 100 мл титрантом комплексон III с индикатором хромогеном черным. На титрование пошло 12,5 мл комплексона концентрацией 0,05 н. Определите жесткость воды. Оцените пригодность ее в пищу

Дано
Vкомплексона = 12,5 мл
Скомплексона = 0,05 н

$V(H_2O)$ = 100 мл

Ж - ?

Решение

Рассчитаем значение общей жесткости воды по формуле

$$Ж_о = \frac{с(комплексона) \cdot V\ (ккомплексона)}{V(в(вод} \cdot 1000\ (ммоль/л),$$

$$Ж_о = \frac{0{,}05 \cdot 12{,}50}{100} \cdot 1000 = 6{,}25 \frac{ммоль}{л}$$

Работнику лаборатории поручили приготовить 10 кг 5-го % раствора Na_2CO_3. Рассчитайте массу имеющейся в лаборатории кристаллической соды $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, необходимую для приготовления раствора

$$m(Na_2CO_3) = \frac{\omega(Na_2CO_3) \cdot m_{р-ра}}{100\%} = \frac{5 \cdot 10000}{100} = 500(г)$$

$M(Na_2CO_3) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106$ (г/моль)

$M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 106 + 18 \cdot 10 = 286$ (г/моль)

В 286г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ содержится 106 г Na_2CO_3

а в X г $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ содержится 500 г Na_2CO_3

$$X = \frac{286 \cdot 500}{100} = 1350(г)$$