Ключи к заданиям муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников 2021/22 учебного года

по химии

Тула - 2022

9 КЛАСС

Задача 9.1 (*5 баллов*). При термическом разложении 10 г карбоната неизвестного металла, степень окисления которого равна +2, получили оксид углерода(IV) объемом 2,24 л (н.у.). Определите неизвестный металл.

Решение:

1.Поскольку степень окисления металла равна +2, формула карбоната $MeCO_3$.
Уравнение реакции разложения карбоната:

$$MeCO_3 \rightarrow MeO + CO_2\uparrow$$

2. Определяем количество образовавшегося оксида углерода:
$n(CO_2) = V(CO_2)/V_m$; $n(CO_2) = 2,24/22,4 = 0,1$ (моль)
3. Согласно уравнению реакции разложения карбоната металла: $n(MeCO_3) = n(CO_2)$;
$n(MeCO_3) = 0,1$ моль. Рассчитываем молярную массу карбоната:
$M(MeCO_3) = m(MeCO_3)/n(MeCO_3)$; $M(MeCO_3) = 10/0,1= 100$ (г/моль)
4. Вычисляем молярную массу неизвестного металла:
$M(Me) = M(MeCO_3) - M(C) - 3M(O)$; $M(Me) = 100 - 12 - 48 = 40$ г/моль.
5. По таблице Д.И.Менделеева определяем неизвестный металл — **кальций**

Система оценивания:

1.Составлено уравнение реакции разложения карбоната металла	1 балл
2. Определено количество вещества (моль) образовавшегося оксида углерода(IV)	1 балл
3. Рассчитана молярная масса карбоната металла	1 балл
4. Рассчитана молярная масса неизвестного металла	1 балл
5. Назван неизвестный металл	1 балл
	ИТОГО: 5 баллов

Задача 9.2 (*10 баллов*). Рассчитайте массу декагидрата карбоната натрия, необходимую для приготовления 1 л раствора (плотностью 1,15 г/мл, с массовой долей соли 0,1427), и молярную концентрацию соли в полученном растворе. Какое тривиальное название соответствует декагидрату карбоната натрия: кальцинированная, кристаллическая или каустическая сода? Поясните свой ответ.

Решение:

$m(р\text{-}ра) = V(р\text{-}ра) \cdot \rho(р\text{-}ра)$; $m(р\text{-}ра) =1000 \cdot 1,15 = 1150$ (г);
$m(Na_2CO_3) = m(р\text{-}ра) \cdot \omega(Na_2CO_3)$; $m(Na_2CO_3) = 1150 \cdot 0,1427 = 164,105$ (г);
$n(Na_2CO_3) = m(Na_2CO_3)/M(Na_2CO_3)$; $n(Na_2CO_3) = 164,105/106 = 1,548$ (моль);
$m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) \cdot n(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$;
$m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 286 \cdot 1,548 = 442,77$ (г);
$c(Na_2CO_3) = n(Na_2CO_3) / V(р\text{-}ра)$;
$c(Na_2CO_3) = 1,548/1 = 1,548$ (моль/л)
Кристаллическая сода − $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

Кальцинированная сода (кальцинировать – нагревать) – Na_2CO_3
Каустическая сода (от слова «каустик» – едкий) – NaOH

Система оценивания:
1.Приведены расчеты 5 баллов
2.Приведены формулы веществ, соответствующие тривиальным названиям и даны пояснения происхождения терминов «кальцинированная», «каустическая»:
Кристаллическая сода − $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 1 балл
Кальцинированная сода (кальцинировать – нагревать) – Na_2CO_3 2 балла
Каустическая сода (от слова «каустик» – едкий) – NaOH 2 балла

ИТОГО: 10 баллов

Задача 9.3 (*5 баллов*). В органическом растворителе (плотность равна 1,2 г/мл) растворили углеводород (плотность равна 0,8 г/мл). Плотность раствора стала равной 0,9 г/мл. Определите объемную долю (в процентах) углеводорода в растворе. Изменение объемов при смешивании пренебречь.

Решение:
V(растворителя)= a мл, m(р-ля) = 1,2a (г);
V(углеводорода) = b мл, m(углеводорода) = 0,8b (г).
m(раствора) = m(углеводорода) + m(растворителя); m(раствора) = 0,9(a + b) г
Отсюда: 1,2a + 0,8b = 0,9(a+b); 0,3a = 0,1b; **b=3a**
Объемная доля углеводорода равна:
φ(углеводорода) =V(углеводорода) / V(смеси)
φ(углеводорода) = b/(a+b)=3a/4a= 0,75

Система оценивания:
1. Выражение массы растворителя 1 балл
2. Выражение массы углеводорода 1 балл
3. Выражение массы раствора 1 балл
4. Решение алгебраического уравнения 1 балл
5. Расчет объемной доли углеводорода 1 балл

ИТОГО: 5 баллов

Задача 9.4 (*10 баллов*). Электролиз 400 г раствора нитрата серебра (ω = 8,5 %) продолжали до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 25 г. Вычислите массовые доли соединений в растворе, полученном после окончания электролиза, и массы веществ, выделившихся на инертных электродах.

Решение:
1.Электролиз водного раствора $AgNO_3$:

К(-):	4	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag\downarrow$
А(+):	1	$2H_2O - 4e^- \rightarrow O_2 + 4H^+$

$$4Ag^+ + 2H_2O \rightarrow 4Ag\downarrow + 4H^+ + O_2\uparrow$$

$$4AgNO_3 + 2H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} 4Ag\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3$$

2. $M(AgNO_3)$ = 170 г/моль; M(Ag) = 108 г/моль; $M(HNO_3)$ = 63 г/моль.

$$n(AgNO_3) = 400 \cdot 0{,}085/170 = 0{,}2 \text{ моль.}$$

При полном электролитическом разложении данного количества соли выделяется 0,2 моль Ag массой 108• 0,2= 21,6 (г) и 0,05 моль O_2 массой 32•0,05 = 1,6 (г).
Общее уменьшение массы раствора за счет серебра и кислорода составит:
21,6 + 1,6 = 23,2 (г).

3. При электролизе образовавшегося раствора азотной кислоты разлагается вода:

$$2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Потеря массы раствора за счет электролиза воды составляет: 25 - 23,2 = 1,8 (г).
Количество разложившейся воды равно 1,8/18 = 0,1 моль. 4. На электродах выделилось 0,1 моль H_2 массой 2• 0,1= 0,2 г и 0,1/2 = 0,05 моль O_2 массой 32•0,05 = 1,6 г.
Общая масса кислорода, выделившегося на аноде в двух процессах, равна 1,6 + 1,6 = 3,2 г.
5. В оставшемся растворе содержится азотная кислота в количестве 0,2 моль или 63•0,2 = 12,6 (г).
Масса раствора после окончания электролиза равна 400 - 25 = 375 (г).
Массовая доля азотной кислоты: $\omega(HNO_3)$ = 12,6/375 = 0,0336 или 3,36 %

Система оценивания:

1.Составлены схема и уравнение реакции электролиза соли	2 балла
2. Рассчитаны количество вещества (моль) и масса продуктов электролиза	2 балла
3. Рассчитано уменьшение массы раствора	1 балл
4. Составлено уравнение электролиза воды	1 балл
5. Рассчитана масса и количество вещества воды, подвергающейся электролизу	1 балл
6. Рассчитаны массы водорода и кислорода	1 балл
7. Рассчитана масса азотной кислоты	1 балл
8. Рассчитана масса конечного раствора и массовая доля кислоты	1 балл
	ИТОГО: 10 баллов

Задание 9.5 (*20 баллов*). Тест. Из предложенных вариантов ответов выберите один или несколько правильных ответов.

1. Как будет выглядеть график зависимости накала электрической лампочки, включенной в цепь, от времени, если электроды погружены в раствор известковой воды, через который длительное время пропускают углекислый газ?
   1) линейное возрастание
   2) линейное убывание
   3) сначала убывание, затем возрастание
   4) сначала возрастание, затем убывание

2. В растворе не могут находиться следующие пары веществ…
   1) хлорид меди и гидроксид натрия
   2) хлорид аммония и карбонат натрия
   3) хлороводород и гидроксид рубидия
   4) серная кислоты и нитрат бария

3. Сумма коэффициентов в кратком молекулярно-ионном уравнении взаимодействия баритовой воды и углекислого газа равна…
   1) 4 2) 6 3) 7 4) 8

4. Лакмус изменяет свою окраску на розовую в растворах веществ…
   1) хлорид цинка
   2) гипохлорита калия
   3) тетрагидроксоалюмината натрия
   4) гидросульфата аммония

5. В реакции синтеза аммиака равновесие установилось при следующих концентрациях веществ: $[N_2]$ = 1,5 моль/л, $[H_2]$ = 4,5 моль/л, $[NH_3]$ = 2,0 моль/л. Исходные концентрации водорода и азота равны ___ моль/л.
   1) 7,5 и 2,5
   2) 2,5 и 7,5

3) 3,5 и 6,5
4) 6,5 и 3,5

6. При проведении химического опыта «Получение и собирание аммиака» по окончании опыта газоотводную трубку надо опустить в…
   1) перевернутую вверх дном колбу, смоченную соляной кислотой
   2) в коническую колбу, стоящую на столе
   3) в химический стаканчик с раствором щелочи
   4) в химический стаканчик с водой

7. Слили растворы карбоната калия и хлорида меди(II), при этом выпал осадок …
   1) гидроксида меди(II)
   2) карбоната меди(II)
   3) основного карбоната меди(II)
   4) оксида меди(II)

8. *Она* (А) была изобретена доктором Джоном Пембертоном в 1886 году. Она состоит на 90% из газированной воды, жженого сахара, кофеина и Х. Благодаря высокому содержанию Х этот продукт так же применяют в быту для чистки канализации, ржавых болтов и пятен с хромированного бампера машины, электрических чайников от накипи. В некоторых азиатских странах фермеры используют ее для уничтожения вредителей, т.к. она дешевле химикатов, а эффект дает такой же. А и Х – это … (***напишите названия***)

9. В чистом виде **это вещество** обладает одним удивительным свойством – ускоряет созревания плодов и фруктов после их сбора. Это дает возможность транспортировать овощи чуть недозрелыми в самые дальние области страны, затем быстро доводить их до созревания на месте. **Это вещество** называется **…** (***напишите название***)

10. После очередного взрыва в лаборатории гимназии этому ученику в качестве наказания повесили на шею табличку «Великий химик». Сейчас его знает весь мир. Он автор «Теории химического строения органических веществ». Это…
    1) Д.И.Менделеев
    2) А.М.Бутлеров
    3) М.В.Ломоносов
    4) К.К.Клаус

Решение:

№	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Ответ	3	134	2	14	1	1	3	А - «Кока кола» Х – ортофосфорная кислота	этилен	2

Система оценивания:

По 1 баллу за каждый правильный ответ, полностью совпадающий с эталонным;
по 0,5 балла - за ответ, который частично соответствует эталонному (указан один лишний вариант ответа или не хватает одного варианта ответа по сравнению с эталонным).

ИТОГО: 10 баллов