

Межрегиональная олимпиада школьников
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2025/26 уч.г.
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Время выполнения 90 минут*

1 вариант

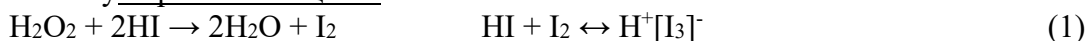
11 класс

Задача 11-1

При пропускании газа через промывную склянку Дрекселя с жидкостью может наблюдаться разогревание, охлаждение жидкости, помутнение, окрашивание, обесцвечивание. Предскажите возможные эффекты на имеющихся двух жидкостях (3%-ный водный раствор пероксида водорода; диэтиламин) и двух газах (йодоводород; фторид бора), всего 4 варианта. Обоснуйте предположение, напишите уравнения реакций, если они могут протекать в обычных условиях.

Решение

1а. Пероксид водорода будет прекрасно растворять и окислять HI до йода. Экзотермическая реакция. Осадок не выпадает, так как йод обратимо образует растворимую комплексную кислоту коричневого цвета.



1б. Водный раствор H_2O_2 растворяет фторид бора, гидролизует. Возникает дым из-за выделения HF. Пероксид водорода разлагается при каталитическом участии HF. Стекло мутнеет за счет реакции с плавиковой кислотой, вода мутнеет за счет осаждения малорастворимых CaSiF_6 и борной кислоты. Все реакции экзотермические. $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{BF}_3 \rightarrow 2\text{H}_3\text{BO}_3\downarrow + 3\text{HF} + \text{O}_2$
(2)



1в. Диэтиламин реагирует с HI с образованием соли экзотермически. Помутнение, выпадение белого осадка соли.



1г. Диэтиламин реагирует с фторидом бора, образуя прочный комплекс, растворимый в амине. Экзотермическая реакция. Окрашивание не происходит.



Разбалловка

- | | |
|---|-------|
| 1. За написание 5 уравнений реакций по 4 балла | 20 б. |
| 2. За указание выделения теплоты, изменение цвета, прозрачности | 5 б. |
| Всего: | 25 б. |

Задача 11-2

Безводный этанол массой 46.2272 г, содержащий в качестве примеси 0.4915% оксида фосфора(V), сожгли в толстостенном металлическом сосуде в достаточном количестве кислорода и охладили до комнатной температуры. Полученный раствор освободили от растворенных газов, после чего к нему добавили равный по массе 0.4957%-ный раствор гидроксида калия. Напишите уравнения протекающих реакций. Определите, какие вещества и в каких количествах содержатся в конечном растворе, кислую или щелочную среду они создадут? Атомные массы элементов округляйте до целых чисел.

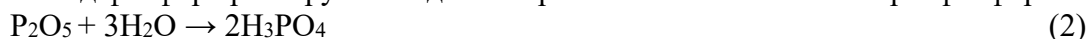
Решение

Исходная смесь содержала: P_2O_5 ($46.2272 \text{ г} \cdot 0.004915 = 0.2272 \text{ г}$, $0.2272 \text{ г} / 142 \text{ г/моль} = 0.0016 \text{ моль}$) и C_2H_5OH ($46.2272 - 0.2272 = 46 \text{ г}$, $46 \text{ г} / 46 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$).

При сгорании этанола протекает следующая реакция:



Оксид фосфора реагирует с водой с образованием 0.0032 моль ортофосфорной кислоты:



Определим массу полученного раствора после освобождения от CO_2 .

$m(\text{р-ра}) = m(\text{исходного спиртового р-ра}) + m(\text{прореагировавших } 3 \text{ моль } O_2) -$

$m(\text{образовавшегося } 2 \text{ моль } CO_2) = 46.2272 + 96 - 88 = 54.2272 \text{ г}$.

К полученному раствору прибавили 54.2272 г 0.4957%-ного раствора КОН.

$m(\text{КОН}) = 54.2272 \text{ г} \cdot 0.004957 = 0.2688 \text{ г}$. $n(\text{КОН}) = 0.2688 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0.0048 \text{ моль}$.

При сливании растворов протекают следующие реакции:



На первой стадии реагирует вся кислота (0.0032 моль) и столько же КОН, образуется 0.0032 моль KH_2PO_4 . Остается $0.0048 - 0.0032 = 0.0016 \text{ моль}$ КОН.

На второй стадии 0.0016 моль КОН реагирует с 0.0016 моль KH_2PO_4 , образуется 0.0016 моль K_2HPO_4 и остается непрореагировавший КОН в количестве $0.0032 - 0.0016 = 0.0016 \text{ моль}$. Таким образом, конечный раствор содержит: 0.0016 моль KH_2PO_4 и 0.0016 моль K_2HPO_4 . Среда слабощелочная.

Разбалловка

За 4 уравнения реакций по 4 балла	16 б.
За формулы и расчет $n(\text{KH}_2\text{PO}_4)$ 0.0016 моль, $n(\text{K}_2\text{HPO}_4)$ 0.0016 моль по 4 б.	8 б.
За указание на слабощелочную среду	1 б.
Всего:	25 б.

Задача 11-3

Две соли щелочного металла А и неорганических кислородсодержащих двухосновных кислот состоят из одинаковых элементов, но имеют разный количественный состав и структуру.

Массовая доля кислорода в соли 1 составляет 45.0%, в соли 2 – 30.4%. В соли 1 на 2 атома металла приходится 1 атом неметалла и 4 атома кислорода, а в соли 2 – на 2 атома металла приходится 2 атома неметалла и 3 атома кислорода.

1) Определите состав и формулы солей, подтвердив их расчетами. Назовите соли и соответствующие кислоты.

2) Соль 2 применяют в аналитическом методе анализа – йодометрии.

Во время Первой мировой войны марлевые повязки, пропитанные раствором соли 2, применяли для защиты органов дыхания от воздействия хлора.

Запишите соответствующие уравнения реакций с участием соли 2.

3) В конце XVIII века французский химик Николя Леблан получил патент на получение соды из соли 1. Запишите уравнения реакций, положенных в основу этого метода.

4) Какую массу смеси солей с массовым отношением 3:2 и воды нужно взять, чтобы приготовить раствор с массовой концентрацией ионов металла A^+ 3%? Считать обе соли сильными электролитами.

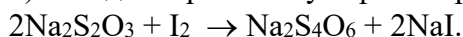
Решение

1) Составим систему уравнений с учетом массовой доли кислорода в каждой из солей:

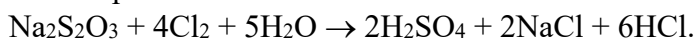
$$\begin{cases} \frac{64}{2A + B + 64} = 0.45 \text{ (соль 1)}, \\ \frac{48}{2A + 2B + 48} = 0.304 \text{ (соль 2)}. \end{cases}$$

Решаем систему и получаем, что $A = 23$ г/моль, $B = 32$ г/моль. Таким образом, А – это натрий, В – это сера. Соль 1 это Na_2SO_4 , сульфат натрия, соль серной кислоты, а соль 2 – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосульфат натрия, соль тиосерной кислоты.

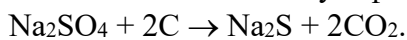
2) В йодометрии тиосульфат натрия применяется в качестве-восстановителя йода:



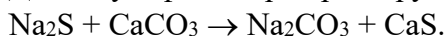
Марлевые повязки, пропитанные раствором тиосульфата натрия, применялись для защиты от хлора:



3) При получении соды методом Леблана смесь сульфата натрия, мела или известняка и древесного угля спекается при температуре приблизительно 1000°C . При этом сначала происходит восстановление сульфата натрия до сульфида:



Далее сульфид натрия реагирует с карбонатом кальция:



Полученную твердую смесь обрабатывают водой, карбонат натрия переходит в раствор, который затем упаривают, очищают перекристаллизацией и обезвоживают.

4) При растворении сульфата и тиосульфата натрия в воде происходит диссоциация солей. Пусть количество вещества сульфата натрия в исходной смеси $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = x$, а тиосульфата натрия $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = y$. При диссоциации каждой соли из 1 моля соли образуется 2 моля ионов натрия, общее количество ионов натрия будет $n(\text{Na}^+) = (2x + 2y)$ моль.

Пусть масса приготавливаемого раствора равна 100 г, тогда количество ионов натрия в полученном растворе: $n(\text{Na}^+) = 0.03 \cdot 100 / 23 = 0.13$ моль. Тогда $2x + 2y = 0.13$ или, поделив обе части уравнения на 2, получим $x + y = 0.065$.

Также нам известно массовое соотношение солей в смеси. Масса сульфата натрия будет равна $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142x$, а тиосульфата натрия $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 158y$. Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} x + y = 0.03 \\ \frac{142x}{158y} = \frac{3}{25} \end{cases}$$

Решаем систему и получаем $y = 0.031$ моль, $x = 0.035$ моль. Значит масса сульфата натрия будет $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \cdot 0.035 = 4.97$ г, а тиосульфата натрия – $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 158 \cdot 0.031 = 4.898$ г. Найдем массу воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - (4.97 + 4.898) = 90.132$ г.

Разбалловка

Часть ответа	Балл
Состав и формулы солей	5
Наименования веществ	2
Уравнения 4 реакций по 2 б.	8
Масса солей и воды	10
Всего	25

Задача 11-4

Максимальное давление газа в плотно надутым резиновым воздушным шарике объемом 10 л при комнатной температуре (20°C) составляет около 1.15 атм.

- Почему такой шарик, наполненный гелием, улетит, а наполненный воздухом нет? Рассуждения подтвердите вычислениями/цифрами.

- Почему в новогодние праздники, когда мы приобретаем гелиевые воздушные шары, нас предупреждают о том, что шарик может уменьшиться в размере при использовании его на улице? Как изменится объем гелиевого шарика при перемещении его из магазина на холод, если температура в помещении составляет 25°C , а температура окружающего воздуха минус 25°C ?

- Какое количество воды (в г) нужно подвергнуть электролизу при 20°C , чтобы образовавшаяся газовая смесь смогла лопнуть шарик? Какова плотность по гелию образовавшейся при электролизе воды газовой смеси?

Решение

1) Способность шарика оставаться на плаву или даже устремляться вверх зависит от нескольких факторов.

Поскольку объемы шариков одинаковы, в них при одних и тех же условиях находится одинаковое число молекул или в случае гелия атомов. Молекулы кислорода и азота и атомы гелия имеют разную массу (1 моль или $6.02 \cdot 10^{23}$ молекул азота весят 28 г, кислорода – 32 г, а гелия всего 4 г). То есть, плотность шариков будет значительно отличаться. На шарик будет действовать выталкивающая сила Архимеда, и как предметы с меньшей плотностью выталкиваются водой на поверхность, так и предметы с меньшей плотностью выталкиваются воздухом вверх, когда сила тяжести становится меньше силы Архимеда. Шарик с воздухом опускается, так как на материал шарика действует только сила тяжести.

2) Как известно, объем газа существенно зависит от температуры. При перемещении шарика из теплого помещения в холодное объем шарика уменьшается сообразно этому изменению температуры.

Зависимость объема газа от температуры при постоянном окружающем давлении определяется законом Гей-Люссака:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2.$$

Переведем Цельсии в Кельвины: $T_1 = 273 + 25 = 298 \text{ К}$, $T_2 = 273 - 25 = 248 \text{ К}$.

Таким образом, получим: $V_2 = V_1 \cdot T_2/T_1 = 10 \text{ л} \cdot 248 \text{ К} / 298 \text{ К} = 8.32 \text{ л}$.

3) Шарик лопнет, если будет превышено давление при данном объеме, то есть, если количество газа превысит количество газа при заданных объеме, давлении и температуре. Найдем количество газа в шарике по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$n = PV / RT$, где P – давление газа в шарике, V – объем шарика, R – универсальная газовая постоянная, которую для удобства вычислений здесь примем равной $0.082 \text{ л} \cdot \text{атм} / \text{моль} \cdot \text{К}$, T – абсолютная температура в Кельвинах.

$$n = \frac{1.15 \text{ атм} \cdot 10 \text{ л}}{0.082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 293 \text{ К}} = 0.479 \text{ моль}$$

Запишем уравнение электролиза воды:



Общее количество вещества газов в смеси должно быть более 0.479 моль.

Пусть образовалось x моль кислорода, значит тогда образовалось $2x$ моль водорода. Тогда $3x = 0.479$ и $x = 0.16$ моль. Значит в реакцию должно вступить более $2 \cdot 0.16 = 0.32$ моль воды и более $0.32 \cdot 18 = 5.76 \text{ г}$ воды.

Таким образом, чтобы создать давление в шарике более 1.15 атм необходимо подвергнуть электролизу воду массой более 5.76 г.

Средняя молярная масса смеси водорода и кислорода: $M_{\text{см}} = \varphi(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) + \varphi(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)$, где φ – объемная доля газов в смеси. Исходя из состава смеси, $\varphi(\text{O}_2) = 1/3$, а $\varphi(\text{H}_2) = 2/3$. Тогда $M_{\text{см}} = 1/3 \cdot 32 + 2/3 \cdot 2 = 12 \text{ (г/моль)}$.

Разбалловка

Часть ответа	Балл
Рассуждения, подкрепленные цифрами	6
Объем газа	6
Масса воды	10
Средняя молярная масса смеси	3
Всего	25

Межрегиональная олимпиада школьников
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2025/26 уч.г.
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Время выполнения 90 минут*

2 вариант

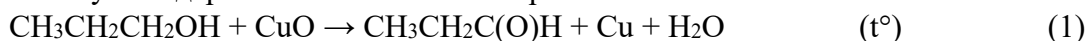
11 класс

Задача 11-1

Жидкое органическое соединение $C_3H_xO_y$ при нагревании с оксидом или гидроксидом меди(II) образует окрашенные продукты. Приведите по 1 примеру подходящих $C_3H_xO_y$ ($y=1-2$) из разных классов органических веществ, так, чтобы их молекулы не имели плоскости симметрии и не содержали двух разных функциональных групп. Составьте уравнения реакций, укажите условия их протекания, цвет окрашенных продуктов.

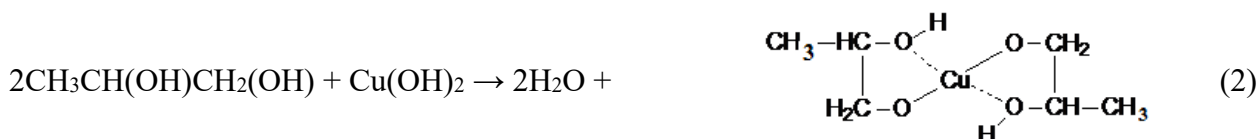
Решение

1а. Пропускание паров первичных и вторичных спиртов над нагретым черным оксидом меди(II) приводит к восстановлению его до красной меди и окислению спиртов до альдегидов и кетонов. Пропанол-1 превращается в пропаналь. Изопропиловый спирт не подходит, так как его молекула содержит плоскость симметрии.

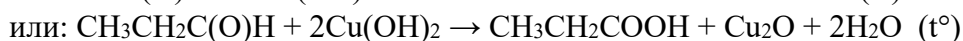
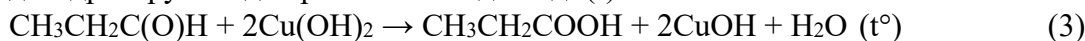


1б. Многоатомные спирты дают качественную реакцию со свежеприготовленным гидроксидом меди(II) с образованием хелатных комплексов меди(II), растворимых в воде и имеющих интенсивную синюю окраску. Пример - пропандиол-1,2. Пропандиол-1,2 не подходит, он имеет симметричную молекулу и не относится к альфа-диолам.

симметричную молекулу и не относится к альфа-диолам.



1в. Пропаналь при нагревании дает качественную реакцию с $Cu(OH)_2$ или с фелинговой жидкостью (включающей растворимый комплекс дигидроксида меди) с образованием пропановой кислоты и осадка гидроксида меди(I) оранжевого цвета. Последний дегидратируется до красного оксида меди(I).



1г. Пропановая кислота растворяет оксид и гидроксид меди при комнатной температуре с образованием пропионата меди(II) сине-зеленого цвета.



1д. Полное окисление любого вещества $C_3H_xO_y$ при сильном нагревании с большим избытком CuO приведет к выделению CO_2 , H_2O и красной меди:



Разбалловка

- | | |
|--|-------|
| 1. За написание 5 уравнений реакций по 4 балла | 20 б. |
| 2. За верное указание условий реакции и цвета окрашенных продуктов | 5 б. |
| Всего: | 25 б. |

Задача 11-2

Сплав двух металлов не полностью растворяется в разбавленной серной кислоте, и масса при этом снижается в 3.771 раза. В избытке концентрированной азотной кислоты 239.65 г сплава растворяются полностью с выделением двух газообразных веществ в равных мольных долях и со средней плотностью 1.696 г/л при н.у. Каждый газ выделялся за счет своего металла, общая масса газообразной смеси 151.9616 г. Определите, какие нитраты $Met^I(NO_3)_2$ и $Met^II(NO_3)_2$ и в каких количествах получились в растворе. Составьте уравнения всех описанных

реакций. Определите металлы и их количества в сплаве, формулы и количества выделявшихся газообразных продуктов во всех реакциях. Атомные массы металлов берите с точностью до второго знака после запятой.

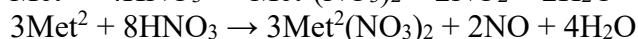
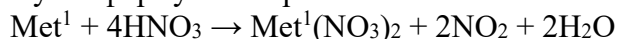
Решение

По условию сплав не полностью растворяется в растворе серной кислоты, значит один металл находится в электрохимическом ряду напряжений металлов правее водорода. Обозначим его Met^1 с молярной массой M^1 г/моль. Второй металл средней активности, Met^2 с молярной массой M^2 г/моль. Он должен занимать место в ряду напряжений металлов до водорода, поскольку реагирует с серной кислотой.

При растворении в концентрированной азотной кислоте малоактивный металл Met^1 должен выделять NO_2 . $M(\text{NO}_2) = 46$ г/моль. Однако средняя молярная масса смеси газов равна 38 г/моль, она может быть вычислена из известной плотности 1.696 г/л: $1.696 \cdot 22.4 = 38$ г/моль. $0.5M(\text{NO}_2) + 0.5M(\text{N}_x\text{O}_y) = 38$. $0.5M(\text{N}_x\text{O}_y) = 38 - 23 = 15$. Отсюда $M(\text{N}_x\text{O}_y) = 30$. Это NO . Неверно предположить вместо NO водород или N_2O , так как средняя молярная масса газов не получится равной 38.

Вычислим n газов: $151.9616 / 1.696 / 22.4 = 4$ моль. Значит $n(\text{NO}_2) = n(\text{NO}) = 2$ моль.

Пусть формулы нитратов металлов имеют вид $\text{Met}^1(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Met}^2(\text{NO}_3)_2$.

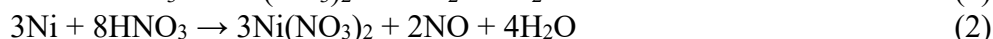
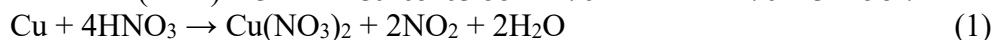


Поскольку $n(\text{NO}_2) = n(\text{NO}) = 2$ моль., то $n(\text{Met}^1) = 1$ моль, а $n(\text{Met}^2) = 3$ моль.

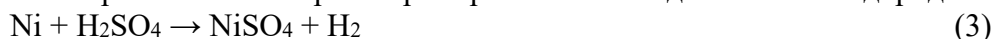
$m(\text{Met}^1) = 1M^1$ г, а $m(\text{Met}^2) = 3M^2$ г.

По условию $239.65 = 3.771M^1$. Отсюда $M^1 = 239.65 / 3.771 = 63.55$ г/моль. Это Cu .

Значит $m(\text{Met}^2) = 3M^2 = 239.65 - 63.55 = 176.1$ г. $M^2 = 176.1 / 3 = 58.7$ г/моль. Это Ni . Уравнения:



Растворение никеля в растворе серной кислоты дает 3 моль водорода:



Ответ: Сплав состоит из меди (1 моль) и никеля (3 моль). В реакции никеля с серной кислотой выделяется водород (3 моль). В реакции меди с азотной кислотой выделяется NO_2 (2 моль), реакции никеля с азотной кислотой - NO (2 моль). Состав нитратов: $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 3 моль, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1 моль.

Разбалловка

За формулы: Cu , Ni , NO_2 , NO , H_2 по 2 б. 10 б.

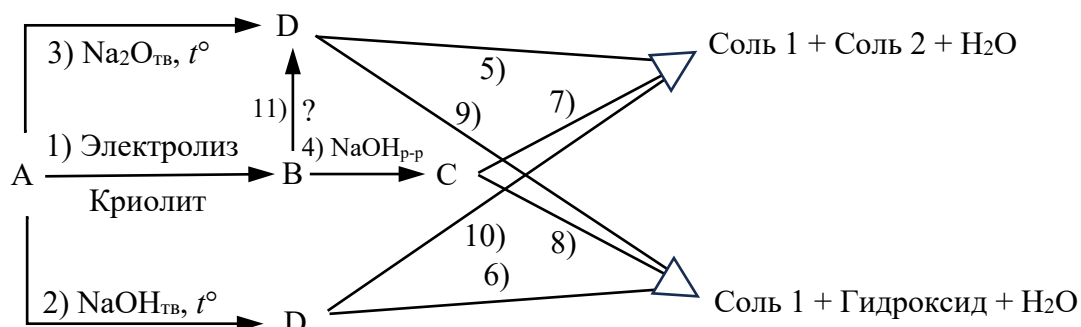
За количества Cu , Ni , NO_2 , NO , H_2 по 1 б. 5 б.

За 3 уравнения реакций 10 б.

Всего: 25 б.

Задача 11-3

В 1827 г. Вёлер выделил металл В нагреванием его хлорида с металлическим калием. Реакция $\text{A} \rightarrow \text{B}$ положена в основу промышленного способа получения металла В. Исходная масса вещества А 300 г. Отношение масс порций А, вступивших в реакции 1), 2) и 3) соответственно составляет 3:2:1.

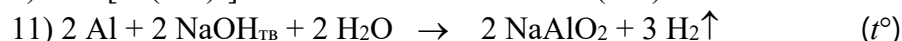
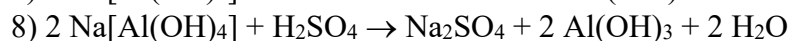
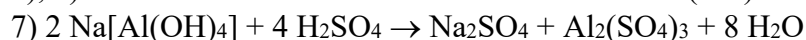
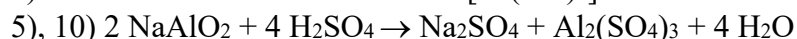
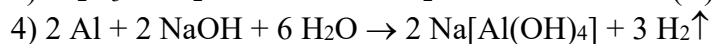
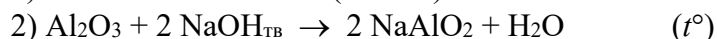
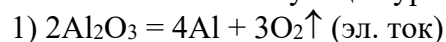


- 1) Определите вещества А, В, С, D, соль 1, соль 2 и гидроксид.
- 2) Запишите формулу криолита и приведите его нетривиальное название. Для чего при получении В применяется криолит?
- 3) Какой объем раствора серной кислоты с молярной концентрацией 1.2 моль/л нужно добавить к С, чтобы образовались две соли, если реакция 1) протекает с выходом 85%, а реакции 4) и 7) количественно?
- 4) Какую массу воды можно получить из газов, образовавшихся в реакциях 1) и 4)?

Решение

1. Исходя из цепочек превращений и условий проведения электролиза вещество В – это алюминий.

Запишем соответствующие уравнения реакций:



Следовательно: А – Al_2O_3 , В – Al, С – $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, D – NaAlO_2 , соль 1 – Na_2SO_4 , соль 2 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, основание – $\text{Al}(\text{OH})_3$.

2. Формула криолита $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$, т.е. это гексафтороалюминат натрия. Криолит применяют при электролизе расплава оксида алюминия (глинозема) для понижения его температуры плавления приблизительно до 900°C .

3. Отношения масс порций А, вступивших в реакции 1), 2) и 3) соответственно составляет 3:2:1, то есть $6x = 300$, $x = 50$ и масса порции оксида алюминия, подвергнутого электролизу будет равна $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 50 \cdot 3 = 150$ г. Количество вещества оксида алюминия $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 150/102 = 1.47$ моль. Первая реакция протекает с выходом 85%, значит образуется $1.47 \cdot 0.85 \cdot 2 = 1.25 \cdot 2 = 2.50$ моль алюминия. Из 2.50 моль Al образуется столько же моль комплекса. Значит для перевода комплекса в соль по реакции 7) нужно $2.50 \cdot 2 = 5.0$ моль серной кислоты. Найдем объем раствора серной кислоты заданной концентрации: $V = n/C = 5.0/1.2 = 4.17$ л.

4. В реакции 1 образуется $1.47 \cdot 0.85 \cdot 1.5 = 1.875$ моль O_2 . Из 2.50 моль алюминия получается 3.75 моль H_2 . Соотношение количеств газов 2:1 соответствует уравнению $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. Соотношение количественное, значит можно получить $m(\text{H}_2\text{O}) = 3.75 \cdot 18 = 67.5$ г.

Разбалловка

Часть ответа	Балл
Уравнения реакций (3 по 1 б)	3
Формулы А, В, С, D, соль 1, соль 2, гидроксида (7 по 2 б)	14
Формула криолита и название 2 по 1 б, пояснение 1 б	3
Объем раствора серной кислоты	3
Масса воды	2
Всего	25

Задача 11-4

Физические свойства растворов веществ часто линейно зависят от содержания растворенного вещества в определенном диапазоне концентраций. В этом случае вместо таблиц

удобно пользоваться этой функциональной зависимостью для определения или прогнозирования различных физических свойств растворов.

Известно, что плотность растворов серной кислоты при температуре 20°C в диапазоне массовой доли от 0.1 до 0.9 выражается линейной зависимостью: $\rho = 0.9562\omega + 0.9409$, где ρ – плотность раствора в г/мл, ω – массовая доля в долях.

1) Какие массы раствора серной кислоты с массовой долей 0.21 и 0.57 нужно смешать, чтобы получить раствор плотностью 1.43 г/мл?

2) Вычислите молярную концентрацию раствора серной кислоты плотностью 1.36 г/мл.

3) Определите, как изменится плотность раствора серной кислоты массой 200 г с массовой долей 0.27 при добавлении к нему 25 г олеума, содержащего 35% свободного серного ангидрида по массе.

4) Какие другие физико-химические свойства растворов зависят от концентрации?

Решение

1) Найдем массовую долю серной кислоты в растворе плотностью 1.43 г/мл по функциональной зависимости:

$$\omega(1.43) = (1.43 - 0.9409)/0.9562 = 0.512$$

Примем массу раствора серной кислоты с заданной плотностью за 100 г, тогда масса серной кислоты в нем будет $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ г} \cdot 0.512 = 51.2 \text{ г}$.

Пусть масса раствора серной кислоты с массовой долей 0.21 – это x , а с массовой долей 0.57 – это y . Тогда в первом растворе масса серной кислоты это $0.21x$, а во втором – $0.57y$. В полученном растворе масса серной кислоты будет $0.21x + 0.57y = 51.2 \text{ г}$, а масса полученного раствора составит $x + y = 100 \text{ г}$. Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 0.21x + 0.57y = 51.2 \\ x + y = 100 \end{cases}$$

И получаем, что нужно взять $x = 16.1 \text{ г}$ раствора с массовой долей 0.21 и $y = 83.9 \text{ г}$ раствора с массовой долей 0.57.

2) Найдем массовую долю серной кислоты в растворе плотностью 1.36 г/мл по функциональной зависимости:

$$\omega(1.36) = (1.36 - 0.9409)/0.9562 = 0.438$$

Далее выразим массовую долю серной кислоты через молярную концентрацию:

$$C = \frac{n_{\text{р.в.}}}{V_{\text{р-ра}}}, \text{ откуда } n_{\text{р.в.}} = C \cdot V_{\text{р-ра}};$$
$$\omega = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{C \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}}} = \frac{C \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\rho_{\text{р-ра}}}; \text{ откуда } C = \frac{\omega \cdot \rho_{\text{р-ра}}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}.$$

Тогда получим молярную концентрацию раствора серной кислоты с плотностью 1.36 г/мл:

$$C = \frac{0.438 \cdot 1.36 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{л}}}{98 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 6.08 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$

3) Найдем плотность исходного раствора серной кислоты по функциональной зависимости $\rho = 0.9562 \cdot 0.27 + 0.9409 = 1.199 \text{ г/мл}$.

В 25 г олеума содержится $25 \cdot 0.35 = 8.75 \text{ г}$ чистого SO_3 и $25 - 8.75 = 16.25 \text{ г}$ H_2SO_4 .

В исходном растворе содержится $0.27 \cdot 200 = 54 \text{ г}$ H_2SO_4 .

При растворении олеума в растворе серной кислоты чистый SO_3 перейдет в серную кислоту: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$.

Найдем его количество вещества: $n(\text{SO}_3) = 8.75/80 = 0.109 \text{ моль}$, тогда по уравнению реакции количество образующейся серной кислоты будет таким же 0.109 моль. Масса серной кислоты, образовавшейся из ангидрида, составит $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.109 \cdot 98 = 10.68 \text{ г}$.

Значит в конечном растворе масса серной кислоты составит

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 54 + 16.25 + 10.68 = 80.93 \text{ г}$. Найдем массовую долю серной кислоты в конечном растворе $\omega = \frac{80.93}{225} = 0.36$.

Далее вычислим плотность раствора по функциональной зависимости $\rho = 0.9562 \cdot 0.36 + 0.9409 = 1.285$ г/мл.

Тогда плотность полученного раствора серной кислоты будет больше плотности исходного раствора в $1.285/1.199 = 1.07$ раза.

4) От содержания растворенного вещества зависят многие свойства растворов, например, электропроводность растворов электролитов, показатель преломления, температура кипения и температура замерзания раствора, давление пара растворителя над раствором и многие другие.

Разбалловка

Часть ответа	Балл
Массы раствора серной кислоты (2 по 3 б)	6
Молярная концентрация раствора	6
Изменение плотности раствора	8
Физико-химические свойства 5 по 1 б	5
Всего	25