

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

II (заключительный) этап, 2014–2015 учебный год

Решения олимпиадных заданий по химии

10 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

- 1.1. В молекуле ацетона типы гибридизации атомов углерода sp^3 и sp^2 .
- 1.2. Среда водного раствора $FeCl_3$ кислая, а водного раствора NH_4NO_3 – тоже кислая.
- 1.3. В атоме ванадия в основном состоянии количество неспаренных электронов равно 3, а в ионе V^{3+} – 2.
- 1.4. В реакции $3S + 6NaOH = 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$ окислителем является сера, а восстановителем является тоже сера.
- 1.5. Способность отдавать электроны у атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера убывает, а способность отдавать электроны у атомов элементов IIIA группы с увеличением порядкового номера возрастает.
- 1.6. Геометрическая форма молекулы CF_4 тетраэдр, а молекулы SF_4 – бисфеноид ("ходули", "качели").
- 1.7. Степень окисления хлора в хлорате калия +5, а в хлорите калия +3.
- 1.8. При электролизе водного раствора RbF на катоде выделяется водород, а на аноде – кислород.
- 1.9. Общей формуле $C_nH_{2n+1}NO_2$ соответствуют соединения, относящиеся к классам нитроалканов и аминокислот.
- 1.10. Катализатором реакции гидратации алкинов служат соли ртути, а происходящий процесс по имени ученого называется «реакция Кучерова».

Система оценивания:

Каждый правильный ответ по 1 б

всего $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$ баллов.

Итого 20 баллов

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

- 2.1. 1. $Fe_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3 \downarrow + Na_2SO_4 + 3CO_2 \uparrow$. Образование бурого осадка, выделение газа (бесцветного со слабокислым запахом).
 2. $Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$. Растворение осадка, образование желто-бурого раствора.
 3. $2FeCl_3 + 3Na_2S = 2FeS \downarrow + S \downarrow + 6NaCl$. Образование черного осадка сульфида железа(II) на фоне желтовато-белой мути, образованной серой (раствор бесцветный).
 4. $FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S \uparrow$. Растворение черного осадка, образование светло-зеленого раствора, выделение газа с запахом тухлых яиц (бесцветного).
 5. $FeSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$. Образование зеленовато-белого осадка.
 6. $2Fe(OH)_2 + H_2O_2 = 2Fe(OH)_3$. Превращение зеленовато-белого осадка в бурый.
 7. $2Fe(OH)_3 + 7HI = 2FeI_2 + HI_3 (HI \cdot I_2) + 6H_2O$. Растворение бурого осадка, образование красно-бурого раствора, содержащего растворенный иод в форме полииодидов.
- *Засчитываются уравнения реакций $6Fe(OH)_3 + 19HI = 2Fe_3I_8 + HI_3 (HI \cdot I_2) + 18H_2O$, а также $2Fe(OH)_3 + 6HI = 2FeI_2 + I_2 \downarrow + 6H_2O$.

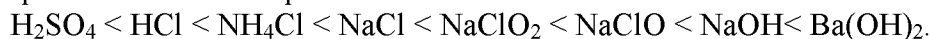
Система оценивания:

За уравнения реакций по 1 б, за описание наблюдаемых явлений в каждой реакции по 1 б (за отсутствие описаний, приведенных в скобках, баллы не снимаются)

$$1*7+1*7 = 14 \text{ баллов.}$$

Итого 14 баллов

2.2. Самые высокие концентрации H^+ и, как следствие, самые маленькие значения pH (поскольку это **отрицательный** десятичный логарифм $[\text{H}^+]$) будут в растворах сильных кислот HCl и H_2SO_4 . Поскольку серная кислота при диссоциации дает два протона, а соляная один, самый низкий pH будет в растворе H_2SO_4 . Кислая (слабокислая) среда будет еще в одном растворе – соли слабого основания и сильной кислоты NH_4Cl (за счет гидролиза по катиону). В растворе NaCl – соли сильной кислоты и сильного основания – среда будет нейтральная, а в растворах солей сильного основания и слабых кислот NaClO и NaClO_2 среда будет слабощелочной (за счет гидролиза по аниону). Поскольку хлористая кислота сильнее хлорноватистой, то ее соль будет подвержена гидролизу в меньшей степени, и pH в растворе хлорита натрия будет меньше. У нас еще есть два сильных основания, в растворе которых среда будет сильнощелочная: NaOH и $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Поскольку гидроксид бария при диссоциации дает два гидроксид-иона, а гидроксид натрия один, самый высокий pH будет в растворе $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Получаем следующий порядок возрастания значений pH:



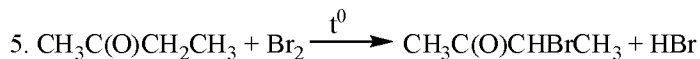
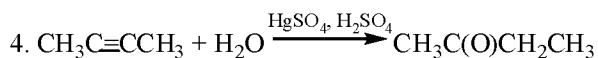
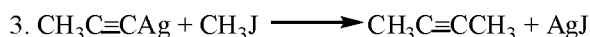
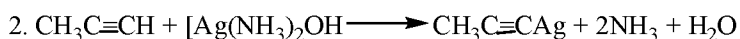
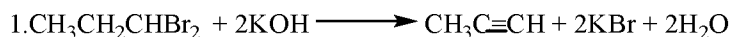
Система оценивания:

Правильное положение каждого раствора в ряду по 1 б, верное пояснение места каждого раствора в ряду по 1 б (если перепутано направление ряда, то снимается 4 б; если сумма получается < 0 , то выставляется 0)

$$1*8+1*8 = 16 \text{ баллов.}$$

Итого 16 баллов

2.3. А – пропин, В – метилацетиленид серебра, С – бутин-2, D – бутанон, E-3-бромбутанон-2.



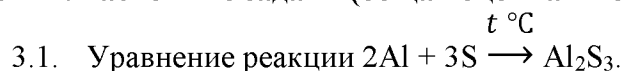
Система оценивания:

Структурные формулы А-Е по 1 б, названия по 1 б

$$1*5+1*5 = 10 \text{ баллов.}$$

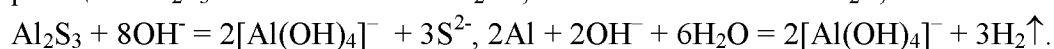
Итого 10 баллов

Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).



В зависимости от исходного соотношения Al и S возможны три варианта состава продуктов реакции: а) Al_2S_3 ; б) $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{S}$; в) $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{Al}$.

Выделение газообразных продуктов может происходить в результате следующих реакций: $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$, $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\uparrow$,



Из условия, что при кислотной обработке выделилось в 3 раза больше газообразных продуктов, чем при щелочной (т.е. при щелочной обработке газ все-таки выделялся), следует, что состав продуктов соответствует варианту в), т.е. в смеси был избыток алюминия.

Пусть при щелочной обработке выделилось x моль газов (H_2), тогда при кислотной $3x$ моль газов (H_2 и H_2S). При кислотной и щелочной обработке в реакции с Al образуется одинаковое количество H_2 , следовательно, при реакции кислоты с Al_2S_3 выделилось $2x$ моль H_2S . Значит, в полученной смеси содержится $2/3x$ моль Al и $2/3x$ моль Al_2S_3 , т.е. в исходной смеси содержалось $2/3x + 4/3x = 2x$ моль Al и $3 \cdot 2/3 = 2x$ моль S . Таким образом, мольные доли алюминия и серы в исходной смеси были одинаковыми (по 0,5 или по 50 мольных %).

Рассчитаем массовые доли: $\omega_{Al} = 0,5 \cdot 27 / (0,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 32) = 0,46$ или 46 масс. %.

$\omega_S = 0,5 \cdot 32 / (0,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 32) = 0,54$ или 54 масс. %.

Система оценивания:

Уравнения реакций алюминия с серой, алюминия и сульфида с кислотой по 1 б,

уравнения реакций алюминия и сульфида со щелочью по 2 б,

вывод об избытке алюминия 4 б, об одинаковом количестве водорода 2 б,

вывод о том, что сероводорода в два раза больше, чем водорода 2 б,

расчет мольных долей 3 б, расчет массовых долей 2 б $1 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 4 + 2 + 2 + 3 + 2 = 20$ баллов.

Итого 20 баллов

3.2. Количество молей атомов элементов в продуктах реакции:

$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 9/18 = 1$ моль

$n(C) = n(CO_2) = 4,48/22,4 = 0,2$ моль

$n(N) = 2n(N_2) = 2 \cdot 2,24/22,4 = 0,2$ моль

$n_1(O) = n(H_2O) + 2n(CO_2) = 0,5 + 2 \cdot 0,2 = 0,9$ моль

Количество молей атомов кислорода, вступившего в реакцию:

$n_2(O) = 14,4/16 = 0,9$ моль

Т.к. $n_1(O) = n_2(O)$, элемент кислород не входит в состав соединения А.

Соотношение атомов в соединении А: $n(C) : n(H) : n(N) = 0,2 : 1 : 0,2 = 1 : 5 : 1$.

Простейшая формула А: CH_5N .

По условию, $M(A) = D(H_2) \cdot M(H_2) = 15,5 \cdot 2 = 31$ г/моль, совпадает с $M(CH_5N)$,

следовательно, молекулярная формула А: CH_5N .

Структурная формула А: CH_3NH_2 , его название метиламин.

Уравнение реакции: $4CH_3NH_2 + 9O_2 = 4CO_2 + 2N_2 + 10H_2O$.

Система оценивания:

Расчет количества молей атомов элементов в продуктах реакции по 2 б,

расчет количества молей атомов кислорода, вступившего в реакцию 2 б,

вывод о том, что кислород не входит в состав А 2 б,

простейшая формула А 1 б, расчет молярной массы А 1 б, молекулярная формула А 1 б,

структурная формула А 2 б, название 2 б, уравнение реакции горения 1 б

$2 \cdot 4 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 1 = 20$ баллов.

Итого 20 баллов