

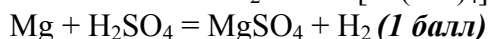
Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского
XI Брянская корпоративная региональная олимпиада учащейся молодежи
ХИМИЯ
очный тур
2019 г.

11 класс

Задание 1

На весах уравновешены два сосуда. В первом сосуде находится раствор гидроксида калия, в него помещают 1 г алюминия. Во втором сосуде находится раствор серной кислоты, в него помещают 1 г магния. Рассчитайте, масса какого из сосудов будет больше и на сколько после растворения металлов.

Решение:



Масса водорода в реакции щёлочи с алюминием $(1/27) \cdot 3/2 \cdot 2 = 0,111$ г. *(1 балл)*

Масса водорода в реакции кислоты с магнием $(1/24) \cdot 2 = 0,083$ г. *(1 балл)*

Масса сосуда с магнием больше массы сосуда с алюминием *(1 балл)* на $0,111 - 0,083 = 0,027$ г (27 мг) *(1 балл)*

Итого 6 баллов

Задача 2

Карбоновая кислота **X** содержит 2 атома кислорода и 1 атом фтора, а также водород и углерод. При сжигании метилового эфира этой кислоты **Y** образуется на 33,33% больше углекислого газа, чем при сжигании такого же количества вещества самой кислоты **X**. Приведите структурные формулы трёх кислот, удовлетворяющих условию задачи? Дайте им названия.

Решение:

Пусть молекулярная формула карбоновой кислоты – $\text{C}_x\text{H}_y\text{FCOOH}$, *(1 балл)* тогда молекулярная формула ее метилового эфира – $\text{C}_x\text{H}_y\text{FCOOCH}_3$. *(1 балл)* Схемы образования углекислого газа выглядят следующим образом:



Исходя из условия, составим уравнение: $(x+2)/(x+1) = 1,33$, решая которое, получим $x = 2$. *(1 балл)* Условию задачи удовлетворяют следующие пять кислот: $\text{FCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, *(1 балл)* $\text{CH}_3\text{CHF}\text{COOH}$, *(1 балл)* $\text{CH}_2=\text{FCOOH}$, *(1 балл)* $\text{FC}\equiv\text{CCOOH}$ *(1 балл)* и $\text{CHF}=\text{CHCOOH}$, *(1 балл)* которая существует в виде двух геометрических изомеров (цис и транс). *(1 балл)*

Итого 10 баллов

Задание 3

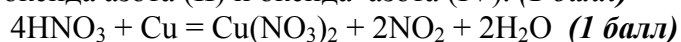
Диоксид азота получают в лаборатории при взаимодействии в колбе Вюрца концентрированной 60 %-ной азотной кислоты с медью. Выделяющийся бурый газ собирают в колбу и закрывают её пробкой.

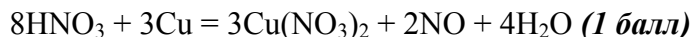
1. Нарисуйте конструкцию описанной установки получения бурого газа.
2. При охлаждении в морозильнике колбы, заполненной бурым газом, его окраска светлеет, а на дне колбы появляются капли бесцветной жидкости? Объясните наблюдаемое явление.
3. Если в опыте получения бурого газа заменить 60%-ную кислоту на 30%-ную, собрать полученный газ в колбу и охладить её в морозильнике, то бурая окраска станет бледнее, а на дне колбы появляются капли жидкости синего цвета. Объясните наблюдаемое явление.
4. Запишите уравнения протекающих реакций.

Решение:

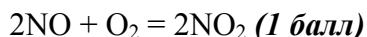
Рисунок установки *(2 балла)*

В обоих опытах реакция концентрированной азотной кислоты с медью приводит к образованию смеси оксида азота (II) и оксида азота (IV). *(1 балл)*





Однако концентрированная азотная кислота даёт преимущественно диоксид азота. (1 балл)
Образующееся небольшое количество оксида азота (II) реагирует с кислородом, заранее собранным в колбе.

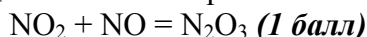


Таким образом, в первом эксперименте колба заполнена оксидом азота (IV). При его охлаждении он димеризуется в бесцветную жидкость. При дальнейшем нагревании колбы равновесие смещается в сторону образования бурого газа. (1 балл)



Разбавленная азотная кислота образует в реакции с медью оксид азота (IV) со значительным содержанием оксида азота (II). (1 балл) В этом случае взаимодействие этих газов приводит к образованию оксида азота (III), который при охлаждении конденсируется в виде синей жидкости. (1 балл)

При дальнейшем нагревании колбы равновесие реакции смещается в обратную сторону.



Итого 12 баллов

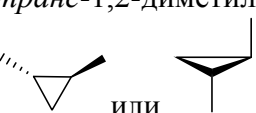
Задание 4

В трёх сосудах без этикеток находятся 2-метилбут-2-ен, *транс*-1,2-диметилциклопропан и цикlopентан. С содержимым сосудов провели несколько экспериментов, результаты которых представлены в таблице («+» – реакция идёт, «–» – реакция не идёт). Приведите структурные формулы соединений. Определите содержимое каждого сосуда по данным таблицы. Напишите уравнения протекающих химических реакций.

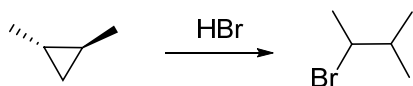
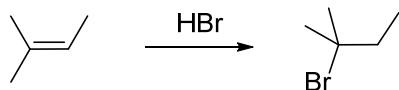
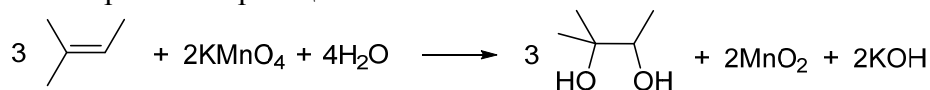
Реактив	сосуд №1	сосуд №2	сосуд №3
HBr _(газ)	–	+	+
KMnO ₄ (водн.)	–	+	–

Решение:

Циклоалканы, в том числе циклопропаны, устойчивы к действию перманганата калия даже при нагревании. В то же время циклопропаны, в отличие от циклоалканов с большим размером цикла, способны реагировать с кислотами, при этом происходит раскрытие цикла.

сосуд № 1	сосуд № 2	сосуд № 3
циклопентан  (1 балл)	2-метилбут-2-ен  (1 балл)	<i>транс</i> -1,2-диметилциклопропан  или (1 балл)

Уравнения реакций:



(По 1 баллу за каждое уравнение реакции)

Итого 6 баллов

Задание 5

В практике работы химика-аналитика часто используются фотометрические методы анализа, в основе которых лежит закон Бугера-Ламберта-Бера, согласно которому оптическая плотность раствора A должна линейно зависеть от концентрации окрашенного вещества: $A = \varepsilon Cl + A_1$, где ε – коэффициент экстинкции, C – молярная концентрация поглощающего компонента, l – толщина оптического слоя, A_1 – поправка на поглощение других компонентов и другие мешающие факторы.

Содержание меди в сплавах часто используют экстракционно-фотометрический метод с диэтилдитиокарбаматом свинца. Для проведения эксперимента три навески латуни массой 1,3240; 1,5650 и 1,2870 г растворили по отдельности при нагревании в 5 мл концентрированной серной кислоты, добавили щелочь до pH 1.5 и довели объем раствора в мерной колбе до 100 мл. В отдельные делительные воронки поместили по 2 мл исследуемого раствора, добавили по 50 мл воды, 5 капель соляной кислоты 1:1 и 2 мл раствора диэтилдитиокарбамата свинца в тетрахлориде углерода. Каждую из воронок энергично встряхнули в течение 2 минут, отделили органический слой и быстро фотометрировали его в кювете толщиной 5 мм при длине волны 440 нм. Для каждой из исходных навесок было проделано три параллельных опыта. Результаты приведены ниже:

Масса навески	1.3240 г	1.5650 г	1.2870 г
Оптическая плотность раствора	0.495; 0.496; 0.496	0.584; 0.585; 0.584	0.482; 0.482; 0.484

Для сравнения провели такой же эксперимент с образцом латуни, содержащей 50,00% меди. После аналогичной обработки навески в 1,4240 г оптическая плотность раствора составила 0,434; 0,433; 0,433 для трех параллельных экспериментов.

А) Определите содержание меди в образце латуни в массовых процентах. Какие еще компоненты могут входить в состав данного сплава?

Б) Приведите уравнения описанных в задаче реакций;

В) Предложите формулу соединения меди с диэтилдитиокарбаматом;

Г) Можно ли для растворения сплава использовать азотную кислоту? Соляную кислоту? Ответ поясните.

Д) Почему перед экстракцией следует понизить кислотность раствора?

Е) Как отделить органический слой в условиях опыта после экстракции? Почему фотометрирование следует проводить быстро?

Решение:

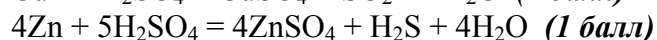
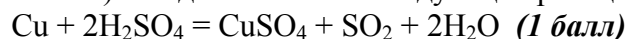
1) Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера оптическая плотность раствора A должна линейно зависеть от концентрации меди: $A = \varepsilon Cl + A_1$, где ε – коэффициент экстинкции, C – молярная концентрация поглощающего компонента, l – толщина оптического слоя, A_1 – поправка на поглощение других компонентов и другие мешающие факторы. Для данного эксперимента приведенное выше соотношение можно переписать в виде: $A = a \cdot m_{\text{нав}} + b$, где m – масса навески, коэффициента учитывает молярную экстинкцию вещества, разбавление, толщину оптического слоя. После подстановки полученных данных получаем: $A = 0,365 \cdot m_{\text{нав}} + 0,0125$. В контрольном опыте масса меди составляла $1,4240 \cdot 0,5 = 0,7120$ г. Учитывая, что поглощение раствора определяется именно содержанием меди, можно записать: $A = a' \cdot m_{\text{Cu}} + b = a' \cdot m_{\text{Cu}} + 0,0125$. Для контрольных значений получаем:

$a' \cdot 0,7120 + 0,0125 = 0,4333$; $a' = 0,591$. Тогда для анализируемых образцов справедливо: $A = 0,591 \cdot m_{\text{Cu}} + 0,0125$.

$m_{\text{нав}}$	1.3240 г			1.5650 г			1.2870 г		
A	0.495	0.496	0.496	0.584	0.585	0.584	0.482	0.482	0.484
m_{Cu}	0.816	0.818	0.818	0.967	0.968	0.967	0.794	0.794	0.798
$w(\text{Cu}), \%$	61.7	61.8	61.8	61.8	61.9	61.8	61.7	61.7	62.0

Таким образом, содержание меди в образце составляет $61.8 \pm 0.2\%$. **(2 балла)** В состав латуни также входит цинк, иногда олово, никель, свинец, марганец, железо

2) В задаче описаны следующие реакции:



В этом соединении диэтилдитиокарбамат выступает в качестве бидентантнолиганда, а медь находится в тетраэдрическом окружении **(1 балл)**

3) Для растворения латуни азотную кислоту использовать можно (кислота-окислитель), но следует предварительно проверить, не будет ли в условиях эксперимента происходить окисление серосодержащего лиганда нитрат-ионом **(1 балл)**

4) соляная кислота вводится для подавления процессов гидролиза *(1 балл)*

5) Органический слой является более тяжелым и скапливается в нижней части воронки. *(1 балл)* Быстрота проведения эксперимента необходима для предотвращения испарения органического растворителя. *(1 балл)*

Итого 10 баллов

Задание 6

Домашний эксперимент.

Опыт целесообразно сделать в химической лаборатории под руководством учителя. Все нижеуказанные реактивы есть в кабинете химии.

Оборудование и реактивы: железный купорос (магазин «Всё для сада»), перекись водорода 3 % (аптека), раствор щёлочи (средство «Крот»), столовый уксус (магазины продовольственных товаров), стеклянные стаканы, ложка. Если опыт делаете дома, то согласие родителей на эксперименты обязательно!

Техника безопасности:

Берегите глаза! Работайте в защитных очках. При попадании в глаза кислоты или щёлочи нужно немедленно промыть их большим количеством воды и обратиться к врачу! При попадании кислоты или щёлочи на кожу нужно смыть их большим количеством воды! После окончания опытов не оставляйте реактивы в стаканах, сразу же слейте их в канализацию и тщательно вымойте посуду.

Налейте в стакан 50 мл дистиллированной воды (если дистиллированной воды у Вас нет, то возьмите кипячёную воду, добавив в неё 5 капель столового уксуса). Затем в воде растворите около 1 г железного купороса. Какой цвет у кристалликов купороса? Какой оттенок приобретёт приготовленный раствор? Объясните, почему.

К приготовленному раствору по каплям добавляйте раствор щёлочи до прекращения выпадения осадка. Какой цвет у выпадающего осадка?

Затем приливайте в стакан пероксид водорода. Как меняется цвет осадка?

Продолжайте приливать перекись и после того, как цвет осадка изменился. Что интересного Вы наблюдаете? Объясните полученный результат.

Запишите уравнения всех протекающих в опыте реакций.

Решение

Кристаллы купороса светло-зелёного цвета, а при растворении приготовленный раствор приобретает коричневый оттенок. *(1 балл)* Некоторое количество соли железа (+2) окислилось при хранении и при растворении в воде. *(1 балл)* $12\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 = 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{Fe}(\text{OH})_3$. *(1 балл)*

При добавлении щёлочи наблюдается выпадение осадка гидроксида железа (II): $\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$. *(1 балл)* Происходит частичное окисление с появлением серо-зелёной окраски. *(1 балл)* $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$. *(1 балл)*

При добавлении пероксида водорода происходит изменение цвета осадка. Под действием окислителя – пероксида водорода – он становится коричневым. *(1 балл)* $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$. *(1 балл)* Дальнейшее добавление перекиси водорода приводит к появлению пузырьков газа, интенсивность выделения которых увеличивается, и зачастую приводит к вспениванию содержимого химического стакана. *(1 балл)*

Выделение газа происходит при разложении пероксида водорода, в этом случае гидроксид железа играет роль катализатора. *(1 балл)* $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. *(1 балл)*

Итого 11 баллов

