

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

10 класс

Задание 1

Фосфор в промышленности получают прокаливанием фосфата кальция с песком и углём. Какой растворитель - сероуглерод или сернистый газ нужно взять для выделения белого фосфора из полученной смеси продуктов? Объясните ваш выбор, проанализировав строение молекул этих двух растворителей. Какую массу белого фосфора можно получить при сплавлении 6,2 кг фосфата кальция, 28 кг песка и 60 кг угля.

Решение:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} = 3\text{CaSiO}_3 + 5 + 2\text{P}$. (1 балл) Для выделения белого фосфора из реакционной смеси используют неполярный растворитель сероуглерод (1 балл) (линейная молекула), (1 балл) сернистый газ – уголковая молекула (1 балл) – растворитель полярный (1 балл). Масса фосфора: $(6,2/310) \cdot 2 \cdot 31 = 1,24$ кг. (1 балл)

Итого 5 баллов

Задание 2

В трёх сосудах без этикеток находятся 2-метилбут-2-ен, *транс*-1,2-диметилциклопропан и циклопентан. 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.

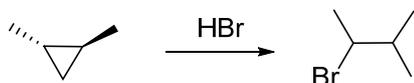
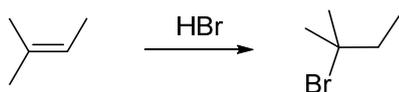
Реактив	сосуд №1	сосуд №2	сосуд №3
HBr _(газ)	-	+	+
KMnO ₄ (водн.)	-	+	-

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 3

При электролизе 13,3 мл 8,3 %-ного раствора хлорида натрия (плотность раствора 1060 кг/м³) на аноде выделилось 336 мл газообразных веществ (н. у.). Полученные газы при нагревании пропущены через трубку, содержащую 20 г металлического цинка. Вычислите массовые доли веществ, находящихся в трубке после окончания опыта.

Решение:

При электролизе раствора хлорида натрия на первом этапе протекает процесс $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$. (1 балл) На втором этапе разлагается вода: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$. (1 балл) Количество вещества хлорида натрия $(13,3 \cdot 1,060 \cdot 0,083)/58,5 = 0,02$ моль. Количество вещества хлора 0,01 моль. (1 балл) Общее количество вещества газов $0,336/22,4 = 0,015$ моль. Тогда кислорода выделилось 0,005 моль. (1 балл) $\text{Zn} + \text{Cl}_2 = \text{ZnCl}_2$; (1 балл) $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$. (1 балл) Масса хлорида цинка $0,01 \cdot 136 = 1,36$ г. Масса оксида цинка $0,01 \cdot 81 = 0,81$ г. (1 балл) Массовые доли хлорида цинка, оксида цинка и цинка равны соответственно: $1,36/(20 + 0,01 \cdot 71 + 0,005 \cdot 32) = 1,36/20,87 = 6,52\%$. (1 балл) $0,81/20,87 = 3,88\%$. (1 балл) $100 - 6,52 - 3,88 = 89,6\%$. (1 балл)

Итого 10 баллов

Задание 4

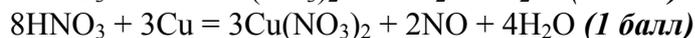
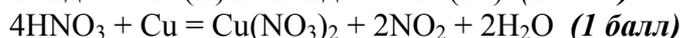
Диоксид азота получают в лаборатории при взаимодействии в колбе Вюрца концентрированной 60 %-ной азотной кислоты с медью. Выделяющийся бурый газ собирают в колбу и закрывают её пробкой.

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.

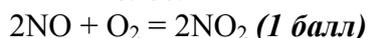
Решение:

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 5

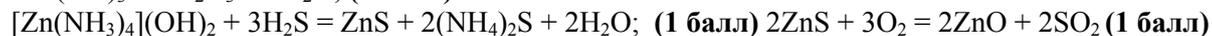
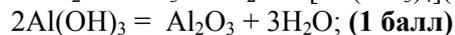
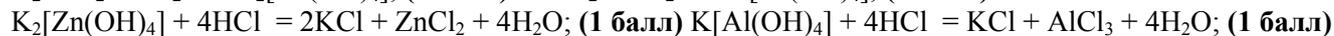
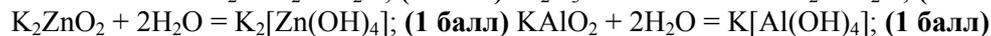
Один из способов количественного разделения смеси оксида цинка и оксида алюминия заключается в следующем.

Смесь тонко измельчают и сплавляют с твёрдым гидроксидом калия. Полученные продукты сплавления охлаждают и растворяют в воде. Приготовленный раствор обрабатывают соляной кислотой до появления кислой среды. Затем добавляют избыток раствора аммиака. Выпавший осадок отфильтровывают, высушивают и прокаливают. Через фильтр пропускают

сероводород. Выпавший при этом осадок отфильтровывают, высушивают и сжигают на воздухе.

Запишите уравнения протекающих реакций.

Решение:



Итого 11 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

