



№ 40

85

БМЕННОЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ

2017-2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Санкт-Петербург

Дата 24.03.2018

Вариант 11

Дорогие одинадцатиклассники! Перед Вами набор из шести задач. Вы можете решать любые их них, но в зачет идут только пять, в которых Вы наберете наибольшее количество баллов. Постарайтесь грамотно расходовать свои силы и время. Желаем успехов!

Задача №1. «И от химии бывает тепло» (20 баллов)

Для изучения взаимодействия йода и водорода проделали серию экспериментов по измерению теплового эффекта реакции:

- 1) В реактор поместили 250 г йода и 2 г водорода. Полученную смесь нагрели до 360°C. В результате реакции выделилось 3,72 кДж тепла.
2) В реактор поместили 1000 г йода и 2 г водорода. Полученную смесь нагрели до 360°C. В результате реакции выделилось 4,52 кДж тепла.

1. Рассчитайте тепловой эффект реакции йода с водородом при 360 °С.

2. Какое количество теплоты выделится в результате взаимодействия 100 г йода и 1 г водорода при 360 °С?

Задача №2. «Лодочка». (20 баллов)

С некоторой солью, встречающейся в природе в виде минерала, были проделаны следующие опыты. Навеску этого вещества мелко истерли в ступке, а затем в бабделитовой лодочке помешали в трубчатую печь, где прокаливали при 450°C в токе различных газов. По окончании опыта печь охлаждали до комнатной температуры, лодочку доставали и взвешивали. Ниже в таблице приведены изменения массы вещества в лодочке в зависимости от газа, в атмосфере которого велось прокалывание.

Table with 4 columns: Газ, CO2, H2, H2O, HCl, Cl2. Rows: Δm, values: -37.9%, -51.7%, -33.3%, +9.5%, -100%

Определите исходную соль, приведите уравнения протекающих реакций.

Periodic table of elements, I-VIII groups, Mendeleev system.

Table of transition metals: Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

Table of post-transition metals: Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac.

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au

↑ активность металлов уменьшается

Растворимость кислот, солей и оснований в воде

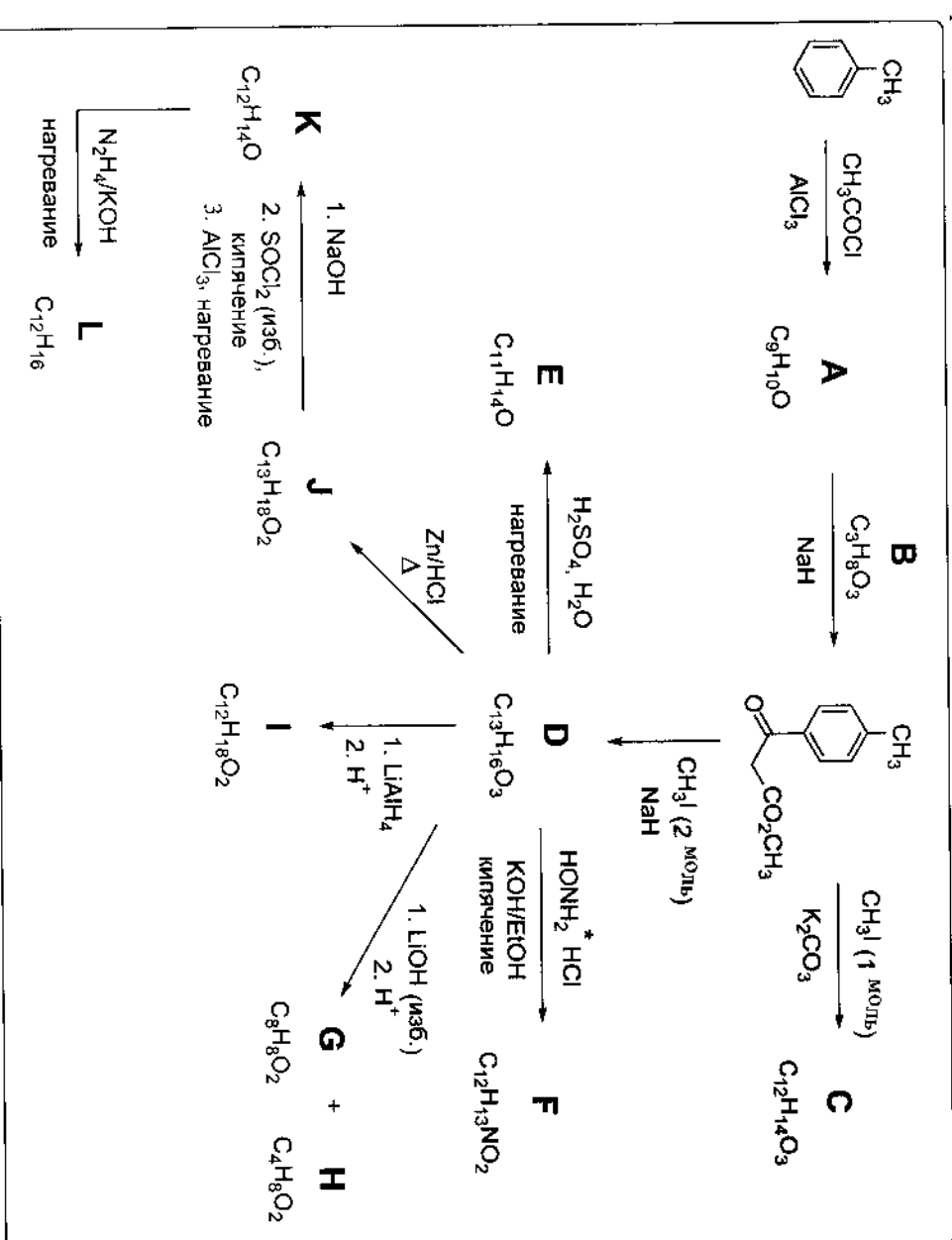
Table of solubility: Ионы NH4+, K+, Na+, Ag+, Ba2+, Ca2+, Mg2+, Mn2+, Zn2+, Ni2+, Sn2+, Pb2+, Cu2+, Hg2+, Fe2+, Fe3+, Al3+, Cr3+, OH-, NO3-, F-, Cl-, Br-, I-, S2-, SO3 2-, SO4 2-, CO3 2-, SiO3 2-, PO4 3-, CH3COO-

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды) M — малорастворимое (от 10 до 0,01 г на 1000 г воды)

H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды) — — вещество разлагается водой или не существует

Задача №3. «Молекулярные формулы» (20 баллов)

Расшифруйте цепочку превращений и напишите уравнения реакций:



Задача №4. «Катион-близнец» (20 баллов)

Неизвестное соединение, состоящее из трех элементов X, Y и Z с массовыми долями 7,9%, 6,1% и 86,0% соответственно, имеет солеобразное строение. В воде оно не растворяется, а реагирует с ней со взрывом. Общее число электронов в катионе равно числу электронов в анионе. Это соединение может быть получено по реакции синтеза из трех веществ, одно из которых является простым веществом элемента Z, второе, состоящее из элементов Y и Z, может быть получено при реакции оксида Y и водородного соединения Z, а третье, состоящее из элементов X и Z, образуется в результате реакции водородного соединения X с простым веществом элемента Z. Назовите неизвестное соединение. Аналогом какого катиона является катион в этом соединении? Запишите реакцию этого соединения с водой, если известно, что в результате этой реакции выделяется газ, который не содержит элементов X, Y и Z.

Задача №5. «Дружеская помощь» (20 баллов)

Юный химик-аналитик Валя разбирала старую лабораторию и обнаружила колбу с жидкостью. Научный руководитель Валя сказал, что когда-то эта колба использовалась под органический слав, и в ней содержится три изомерных вещества. Он предложил Вале определить количественный и качественный состав смеси. Проведя серию экспериментов, Валя выяснила, что при упаривании этой жидкости не остается твердого остатка. Порция данной смеси массой 2,9 г может осветлить бромную воду, содержащую 0,03 моль брома, а обработка полученного при этом раствора гидрокарбонатом натрия приводит к выделению газа. При обработке такого же количества смеси избытком реактива Толлена образуется 4,32 г осадка. Однако этих данных оказалось недостаточно, для решения задачи, и Валя обратилась за помощью к своему другу-органику Коле. Коля смог установить, что при полном гидрировании такой же порции этой смеси в соответствующих

условиях, образуется жидкость массой 3,0 г, содержащая по данным хроматографического анализа только два вещества. Помогите Вале установить качественный и количественный (в массовых долях) состав исходной смеси.

Задача №6. «Три простых вещества» (20 баллов)

Друзья решили подшутить над первокурсником химического факультета Жорой. Они смешали три простых вещества и попросили Жору выяснить, какие именно. Содержимое банки было грязно-серого цвета и ничем не пахло. Хотя на первом курсе еще не проходит аналитическую химию, Жора решил установить состав этой загадочной смеси. Для этого он отобрал несколько одинаковых по массе навесок (14,7 г) этой смеси и проделал с ними следующие эксперименты.

Первую навеску Жора попробовал растворить в воде, но ничего не произошло.

Вторую навеску Жора обработал избытком раствора щелочи, в результате чего выделился газ (Жора на глаз оценил его объем в 10 л) и остался нерастворившийся остаток темного цвета массой 1,8 г. Этот остаток, правда, растворился в концентрированных серной и азотной кислотах.

Третью, четвертую и пятую навески Жора прокалал без доступа воздуха. Спек, полученный из третьей навески, Жора обработал водой и с удивлением увидел, что смесь растворяется, выделяется газ (примерно 20 л) и образуется белый аморфный осадок. Собранный газ Жора пропустил через раствор щелочи, и оказалось, что поглотилась только половина газа. Осадок толком взвесить не удалось, поэтому Жора просушил его и прокалал в муфельной печи при температуре 500°C . Масса твердого остатка оказалась 15,3 г.

Жора не растерялся, и обработал снег из четвертой навески соляной кислотой. В этот раз не наблюдалось образования осадка, но объем газа оказался таким же.

В отчаянии Жора обработал последний слек раствором щелочи. На этот раз объем газа составил примерно 10 л, а осадок образовывался только если через полученный раствор пропустить избыток углекислого газа.

Тогда Жора пошел к своему другу-аналитику и попросил помочь. Аналитик забрал часть смеси и через некоторое время сообщил, что в ней содержится по крайней мере один металл с массовой долей примерно 33% и что этой информации Жоре будет достаточно.

Помогите Жоре установить качественный состав смеси и написать уравнения проведенных реакций. И кстати, какая температура была в лаборатории во время Жориних экспериментов?

Учебник.

№ 2

эмо carb - это соединение с выделением
всего железа и кислорода. при взаимодействии
с водой расп. должно происходить, что
это капризным карбон. но & неадекватно!

нога ero или просто: $x \text{ Fe}(\text{CO})_3$



$$0,621 \cdot M_{(x_2, \text{CO})_3} = M_{(x_2\text{O}_2)}$$

$$0,621 \cdot (2y + a \cdot 60) = (2y + 16a)$$

$$1242y + 3726a = 2y + 16a$$

$$21,26a = 0,458y$$

$$y = 28a$$

$$a=1, \text{ масса } x - \text{Si (не реаг.)} \quad \checkmark$$

$$a=2, \text{ масса } x - \text{Fe (реаг.)} \quad \checkmark$$

$$a=3, \text{ масса } x - \text{K}_2 \text{ (не реаг.)}$$

Поскольку при взаимодействии, что происходит с FeCO_3



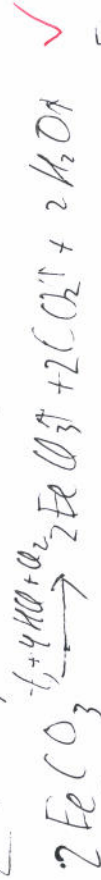
$$0,483 \cdot 116 = 56 \cdot M_{\text{Fe}} - \text{масса } \text{Fe} \quad \text{окисления}$$



$$3 \cdot 116 \cdot 0,7337 = 3 \cdot 116 \cdot \frac{2}{3} = 232 = M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} - \text{окисления}$$



$$M \cdot 116 \cdot 0,095 + 116 = 127 = M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} - \text{окисления}$$



Ответ: масса & количество FeCO_3

