

Задачи III тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

9 класс

1. Как железо, так и кобальт, и никель могут проявлять магнитные свойства. Располагаясь в периодической системе в одной и той же группе и в том же периоде, они имеют как сходные свойства, так и различия. Кобальт имеет только один изотоп с массовым числом 59. У никеля пять стабильных изотопов с массовыми числами 58 (68,1%), 60 (26,2%), 61 (1,14%), 62 (3,63%) и 64 (0,926%). В скобках приведено содержание соответствующего изотопа в мольных процентах (показывает, какую долю составляют атомы данного изотопа от всех атомов никеля).

- a) К какой группе и к какому периоду относятся кобальт и никель? (1)
- b) Написать символами изотопы i) кобальта и ii) никеля. Перед символом нижним индексом обозначить порядковый номер и верхним индексом - массовое число. (3)
- c) Рассчитать средние атомные массы i) кобальта и ii) никеля. Атомную массу каждого изотопа дать на 0,1 меньше, чем массовое число соответствующего изотопа. (3)
- d) Обосновать, который из рассматриваемых элементов должен стоять раньше в периодической системе. (1)
- e) В металлах **A** и **B** одинаковое количество атомов, однако масса металла **B** меньше. Обосновать, который из металлов кобальт и который никель. (1) **9 б**

2. Содержание ионов в минеральной воде "Värnska" следующее:

HCO_3^- – 100 мг/л	Ca^{2+} – 120 мг/л
SO_4^{2-} – 40 мг/л	Mg^{2+} – 50 мг/л
Cl^- – 1200 мг/л	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ - содержание не известно

- a) Рассчитать количество каждого иона в одном литре воды при условии, что в составе минеральной воды могут быть только ионы Na^+ или только ионы K^+ (4)
- b) Рассчитать массу содержащегося в минеральной воде растворенного вещества (мг/л) при условии, что количества веществ Na^+ и K^+ равны. (4)
- c) Рассчитать массу сухого остатка (мг), полученного при выпаривании ровно 1 литра минеральной воды, если при кипячении воды из гидрокарбонат-ионов образуются карбонат-ионы, вода и углекислый газ. (3) **11 б**

3. Элемент **A** в силу своей химической активности встречается исключительно в виде соединений. В соединении **AB** между атомами - одинарная связь; это соединение применяется при приготовлении пищи. Элемент **A** образует с кислородом соединение **C**, в котором содержание кислорода 25,8%. Также для элемента **A** характерно пероксидное соединение **D**, в котором два атома кислорода и содержание элемента **A** равно 59%. Соединение **D** реагирует с углекислым газом, образуя карбонат **E** и газ **F**, который необходим для поддержания жизни. Элемент **B** образует с водородом соединение **G**, в котором водорода 2,76%.

- a) i) Написать, чему равно соотношение атомов в соединениях **C** и **G**; ii) найти атомные массы элементов **A** и **B**. (2,5)
- b) Рассчитать число атомов элемента **A** в соединении **D**. (1)

- с) Написать формулы и названия элементов и соединений **A, B, C, D, E, F** и **G** (3,5)
d) Написать уравнения реакций между веществами: **i) A + B → AB; ii) A + O₂ → C;**
iii) D + CO₂ → E + F; iv) B + H₂ → G. (3) **10 б**

4. В состав трех газов, которыми при нормальных условиях заполнен баллон объемом 1000 см³, входят два химических элемента. Из соединений, образованных только из данных элементов, нельзя получить сильную кислоту. Смесь газов подожгли и затем привели к начальным условиям; объем полученных газов на 100 см³ меньше объема исходной смеси.

При полном поглощении образовавшихся газов в растворе NaOH масса последнего увеличилась на 1,375 грамма.

- a) **i) Что за вещество - поглотившийся газ? ii) Рассчитать объем этого газа.** (2)
b) Из каких газов состоит исходная смесь? (2)
c) **i) Написать уравнение реакции взрыва и ii) рассчитать объем**
израсходованных в реакции исходных веществ. (2)
d) Рассчитать два возможных объема **i) исходных газов и ii) полученных газов**(4)
10 б

5. Элемент **X** был открыт случайно. По одной из версий известному учёному помог в этом кот, который нечаянно опрокинул склянку с серной кислотой на золу морских водорослей. Соединение **A**, которого в золе было 3,32 г, прореагировало с серной кислотой. При этом выделились смесь газов **B** и **C**, а также 2,72 г кислой соли **D** и вода. При соприкосновении смеси газов с холодной поверхностью из газа **B** образуется тёмный конденсат. При нормальных условиях объем газа **C** равен 224 см³ и его плотность по водороду равна 32. Объем паров простого вещества **B** соответствует 0,01 моль и плотность паров по азоту равна 9,07. Газ **C** можно окислить до газа **E**, который имеет такой же качественный состав, как и газ **C**. При пропускании газа **E** через водный раствор KOH сначала образуется средняя соль **F**, из которой затем образуется кислая соль **D**.

- a) Рассчитать молярную массу газов **B** и **C**. (1,5)
b) Какой элемент помог открыть неосторожный кот (привести символ и название элемента **X**)? **ii) Написать формулы и названия веществ A, B, C, D, E** и **F**. (3,5)
c) Рассчитать количества вещества соединений **i) A, ii) C** и **iii) D**. (3)
d) Написать уравнения реакций: **i) A → B + C + D + H₂O; ii) C → E;**
iii) E + KOH → F; iv) F → D. (4) **12 б**

6. Исходя из требований охраны окружающей среды, а также из-за удобства, многие котельные перешли на газовое отопление.

- a) **i) Написать уравнение реакции горения метана; ii) рассчитать отношение**
объемов метана и использованного воздуха (содержит 21 объемных
процента кислорода); iii) с точки зрения охраны окружающей среды привести
два преимущества, которые дает сжигание газа по сравнению с сжиганием
каменного угля. (4)
b) Сколько кубометров газа (CH₄) нужно сжечь, чтобы выделилось 1 ГДж (1 ГДж = 10⁹ Дж) энергии, если энергия горения метана равна -890 кДж/моль? Знак минус пишется потому, что газ при горении теряет энергию. (2)
c) Рассчитать, сколько кубометров метана дает столько же энергии, сколько дает один килограмм качественного угля (23000 кДж). (2) **8 б**

Задачи III тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.
10 класс

1. У Пятачка было пять шариков, три из которых наполнены основными компонентами атмосфер планет Венера (**A**), Сатурн (**B**) и Меркурий (**C**). Два других шарика были наполнены веществами, образующими облака на Венере (**D**) и Сатурне (**E**). Шарик, заполненный веществом **A**, падает на пол; заполненные веществами **B** и **E** взлетают к потолку. Вещества **C** и **D** при комнатной температуре не могут быть газообразными и поэтому эти шарики не надуты. Вещество **D** - тяжелая маслянистая жидкость, которая уничтожила шарик, а затем стала обугливать пол. Вещество **C** режется ножом. Оно плавает на поверхности воды. При реакции с водой образуется газ **B** и раствор вещества **F**. Большой кусок вещества **C** на поверхности воды может загореться желтым пламенем. Веществом **F** можно остановить разъедающее действие вещества **D**, при этом образуется средняя соль **J**. Если через раствор вещества **F** пропустить газ **A**, то образуется вещество **G**, которое используется как разрыхлитель при выпечке. Вещество **G** тоже останавливает разъедающее действие вещества **D**, образуя соль **J**, кроме этого выделяется газ **A**. Вещество **E** имеет характерный резкий запах. Кислая соль **H** образуется при пропускании веществ **A** и **E** через воду. Вещество **H** тоже является компонентом пекарского порошка и останавливает разъедающее действие вещества **D** с образованием средней соли **I**, применяемого в качестве удобрения.

- a) i) Из каких основных компонентов состоят атмосферы планет Венеры, Сатурна и Меркурия? ii) Из каких веществ состоят облака Венеры и Сатурна? Написать формулы и названия. (2,5)
- b) Какой из надутых шариков является самым безопасным подарком Пятачка своему другу Иа? Почему другие шарики являются опасными? (1)
- c) Почему i) шарик с веществом **A** падает на пол и ii) шарики с веществами **B** и **E** взлетают к потолку? (2)
- d) Написать формулы и названия веществ **F**, **G**, **H**, **I** и **J**. (2,5)
- e) Написать уравнения реакций: i) $C + H_2O \rightarrow$; ii) $F + D \rightarrow$; iii) $F + A \rightarrow$; iv) $G + D \rightarrow$; v) $A + E + H_2O \rightarrow$; vi) $H + D \rightarrow$. (4) **12 б**

2. При утилизации хроматографа выпаяли 139,88 г контактов, покрытых золотом. При обработке этих контактов концентрированной азотной кислотой растворилась медь, служащая основой. При этом выделился NO_2 и получили 32,61 г не растворившегося остатка. Из этого остатка после вымывания серого моногидрата метаоловянной кислоты получили 5,08 г кусочков золотой фольги. В электропечи эти кусочки сплавляли в атмосфере воздуха. Полученный сплав золота содержал 5,56% меди и в тигеле было еще 0,636 г оксида меди(II).

- a) Написать уравнения реакций: i) $Cu + HNO_3 \text{ конц.} \rightarrow$; ii) $Sn + HNO_3 \text{ конц.} \rightarrow$. (3)
- b) Какое соединение олова имеет такой же качественный и количественный состав, что и соединение в реакции a) ii)? (1)
- c) Рассчитать процентное содержание олова в выпаянных контактах. (2)
- d) Найти процентное содержание золота в золотой фольге. (3) **9 б**

3. Эстонский сланец состоит из органической части (керогена) и минеральной части. Из входящих в состав минеральной части термически и под действием соляной кислоты разлагаются в основном карбонаты. При сжигании 100,0 г пылеобразного сланца получили 53,0 граммов золы. При реакции такого же количества сланца с соляной кислотой образовалось 6,74 литра углекислого газа. При сухой перегонке 100,0 г сланца при $500^\circ C$ образовалось 1,9 г воды, 5,6 г газов, сланцевое масло и твердый остаток.

- a) Рассчитать (в процентах) содержание i) керогена и ii) минеральных веществ в сланце при условии, что при горении сланца карбонаты разлагаются полностью. (4)
- b) Рассчитать процент выхода сланцевого масла из сланца, если выход масла

из керогена равен 66%.

(2)

- с) При сухой перегонке из определенной части керогена образуется полукокс (графит). Какой процент **i)** сланца и **ii)** керогена превращается при сухой перегонке в полукокс?

(3) **9 б**

4. Взяли определенное количество смеси порошков меди, железа и алюминия, которое реагирует в одном случае с 40,0 граммами NaOH (образуется комплексное соединение с четырьмя гидроксильными группами), в другом - с 37,4 дм³ хлора, в третьем - с 1035 см³ 10,0% раствора HCl (1,10 г/см³).

- а) Написать уравнения реакций, которые отражают реакции компонентов смеси

i) с гидроксидом натрия, **ii)** с хлором и **iii)** с соляной кислотой.

(3)

- б) Рассчитать массы **i)** Al, **ii)** Fe и **iii)** Cu в исходной смеси. Ответ дать с нужным числом значащих цифр.

(6) **9 б**

5. Для очистки городских сточных вод используются окислители **A**, **B** и **C**, характерные данные которых приводятся в таблице:

	Содержание кислорода	Реакционная способность	Вред для здоровья	Товарный вид	Реакции		
					A	B	C
A	94,1%	1	2	35–50% водный раствор		+	+
B	0%	2	4 (токсичен)	Баллоны под давлением	+		–
C	40,5%	2	3 (вдыхание пыли опасно)	Кристаллическое темно-окрашенное вещество	+	–	

Все эти окислители устраняют неприятный запах сточных вод, окисляя сероводород. Вещество **B** окисляет сероводород максимально, причем образуется две кислоты. Так же окисляется сульфид-ион и под действием окислителя **C** в нейтральной среде, где у окисляющего элемента степень окисления уменьшается на три. В кислой среде из сероводорода образуется под действием окислителей **A** и **C** нерастворимый в воде бледно-желтый осадок.

- а) **i)** Определить вещества **A**, **B** и **C** (формула и название) и **ii)** проверить в них соответствие содержания кислорода данным таблицы.

(3,5)

- б) Написать уравнения реакций: **i)** **A** + **B** → простое вещество и **ii)** **A** + **C** + H₂SO₄ → простое вещество, где степень окисления окисляющего элемента в веществе **C** уменьшается на пять единиц.

(2,5)

- с) Написать уравнения реакций: **i)** H₂S + H₂O + **B** →; **ii)** S²⁻ + **C** + H₂O →; **iii)** H₂S + **A** →; **iv)** H₂S + H₂SO₄ + **C** →.

(4)

- д) Рассчитать, сколько молей NaOH расходуется на нейтрализацию раствора, если для окисления H₂S расходуется 1 моль вещества **B**.

(1,5)

- е) Написать уравнения реакций, которые объясняют перерасход раствора щелочи при передозировке окислителя **B**.

(1,5) **13 б**

6. Если бы пища окислялась в организме быстро и полностью, то уже несколько съеденных кусочков сахара вызвали бы недопустимое перегревание организма. Окисление сахара в нашем организме происходит по сложному биохимическому механизму, растянутому во времени. Т. к. энергетический эффект реакции по закону Гесса зависит только от начального и конечного состояния, то его можно найти из термодимических величин.

- а) Написать уравнение реакции полного окисления сахарозы.

(1)

- б) Рассчитать энергетический эффект данной реакции, если энтальпии образования участвующих в данной реакции веществ ΔH(образ.) равны:

C₁₂H₂₂O₁₁(тв) = -2222,0 кДж/моль; CO₂(г) = -393,5 кДж/моль;

H₂O(ж) = -285,8 кДж/моль, O₂ = 0 кДж/моль.

(3)

- с) Сколько граммов сахара при окислении дают столько же энергии, сколько нужно для испарения ровно одного литра воды. ΔH_{образ}(H₂O(г)) = -241,8 кДж/моль.

(4) **8 б**

Задачи III тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

11 класс

1. При нагревании эстонского сланца кукерсита без доступа воздуха отгоняется сланцевое масло, содержащее более 1000 соединений со средней молекулярной массой 240. В полученном масле примерно 6,9% кислорода, 82% углерода и 11% водорода. При конденсации полученных при сухой перегонке газов сжижаются и водные пары, в которых растворяются некоторые полярные вещества, например, двуатомные фенолы – резорцины, в которых гидроксильные группы находятся в мета-положении.

- a) Рассчитать простейшую формулу молекулы сланцевого масла. При расчетах исходить из того, что процентное содержание элементов – точное. (2)
- b) Округлить числа атомов в формуле сланцевого масла до целых и записать в соответствии с числом атомов углерода брутто-формулу насыщенного соединения в виде i) кетона и ii) спирта. (2)
- c) Написать графические структурные формулы растворенных в воде i) 5-метилрезорцина, ii) 5-этилрезорцина и iii) 2,5-диметилрезорцина. (3)
- d) Написать графические структурные формулы содержащихся в сланцевом масле i) декана, ii) 2-деканона, iii) пентилциклогексана, iv) 1,7-октадиена, v) 3-метилфенола и vi) гептандиовой кислоты. (6) **13 б**

2. Кислоты **A**, **B**, **C** и **D** содержат, кроме водорода, еще два неметалла **X** и **Y**. При дегидратации этих кислот образуются газы **E**, **F** или пятиатомная жидкость **G**, содержащая 47,0% элемента **Y**. Соединения **E**, **F** и **G** имеют одинаковый качественный состав. Кислота **A** существует только в очень разбавленном растворе, при концентрировании которого из кислоты **A** выделяется вода. Дегидратация кислот **B** и **C** происходит при нагревании с H_2SO_4 . При нагревании с P_4O_{10} из 1 молекулы кислоты **D** отщепляется 2 молекулы воды и образуется вещество **G**. Для нейтрализации 2080 мг кислоты **D** расходуется ровно 0,04 моль $NaOH$. У соединения **E** обычно нет кислотных свойств, но при высокой температуре оно реагирует с $NaOH$, образуя соль **I** кислоты **B**. Из двух молекул соли **I** при нагревании до $400^\circ C$ образуется натриевая соль кислоты **C** и выделяется водород. Молекула вещества **G**, реагируя с 2 молекулами метанола, образует метиловый эфир кислоты **D**.

- a) Определить элементы **X** и **Y**, а также вещества **E** и **F** (формулы и названия). (1)
- b) Рассчитать брутто-формулу вещества **G** и дать его структурную формулу. (2)
- c) Из данных титрования определить молярную массу кислоты **D** и доказать структурную формулу кислоты **D**. (2)
- d) Написать структурные формулы веществ **A**, **B** и **C**; для них и для кислоты **D** написать уравнения дегидратации. (4)
- e) Написать уравнения реакций: i) $E + NaOH \rightarrow I$; ii) $I \rightarrow H_2$; iii) $G + CH_3OH \rightarrow$. (3) **12 б**

3. На северо-востоке Эстонии имеются большие залежи минерала **A**. При нагревании данного минерала с песком и углем в электропечи получают вещество **B**. При длительном нагревании вещества **B** образуется красное вещество **C**. Твердое вещество **B** на воздухе светится зеленым светом и может воспламениться. Петя, который много слышал о химии, но еще не изучал ее, объяснил друзьям, что причиной свечения вещества **B** являются особые 3p орбитали. В подтверждение он привел пять примеров.

- 1) Вещество **B** не светится под водой, т.к. вода растворяет эти особые 3p орбитали.
- 2) Если часть данного водного раствора прибавить к равной части 2M раствора соляной кислоты, то pH данного раствора становится равной нулю.
- 3) Если к веществу **B** прибавить водный раствор щелочи, то одна молекула вещества **B** реагирует с тремя молекулами $NaOH$ и с тремя молекулами воды, в результате чего образуются три молекулы вещества **D** и одна молекула газа **F**. Газ **F** возгорается на воздухе из-за того, что к его молекулам прилипли 3p орбитали.
- 4) Соединение **F** растворяется в воде, но pH раствора практически не меняется. Однако

pH раствора хлорной кислоты уменьшается, если через него пропустить газ F (из-за взаимодействия между собой 3p орбиталей).

5) Подобно 2p орбиталям азота, свободные 3p орбитали, которые выделили из минерала A серной кислотой, тоже способствуют росту растений.

Примечание: Если кто-то еще не понял ошибки Пети, то орбитали нельзя отделить от вещества, т.к. это пространство, где с определенной вероятностью находится электрон.

a) Написать i) уравнение реакции получения вещества B и ii) формулы и названия веществ A, B, C и F. (2)

b) Для примеров 1–5 написать соответствующие уравнения реакций или дать пояснение. (5) 7 6

4. Ученикам дали экспериментальную работу. Из медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и воды нужно приготовить раствор CuSO_4 . К полученному раствору надо осторожно прибавить 1,22 М раствор NaHCO_3 . Затем, помешивая образовавшуюся суспензию, нагревать ее при 80°C до прекращения выделения пузырьков газа. После этого сосуд со смесью охлаждают сначала на воздухе, а затем в наполненном водой кристаллизаторе. Полученный сине-зеленый осадок A отделяют фильтрованием, промывают, сушат и взвешивают. При нагревании вещества A выделяется газ B, который пропускают через известковый раствор, где сначала образуется осадок, растворяющийся при избытке газа B. При прокаливании в пробирке остается черное вещество C. При высокой температуре NH_3 восстанавливает вещество C до меди. При нагревании вещества A выделяется также и вода.

a) Написать формулы и названия веществ A, B и C. (1,5)

b) Написать уравнения реакций: i) $\text{CuSO}_4 + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$; ii) $\text{A} \xrightarrow{0_t 0_t}$; iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{B} \rightarrow$; iv) $\text{B}(\text{избыток}) \rightarrow$; v) $\text{C} + \text{NH}_3$. (2,5)

c) Рассчитать, i) сколько граммов медного купороса и ii) сколько кубических сантиметров воды нужно взять для приготовления 27,8 г 13,0% раствора CuSO_4 . (2)

d) Рассчитать, сколько cm^3 1,22 М раствора NaHCO_3 расходуется на синтез. (1)

e) Рассчитать процент выхода, если получили 2,4 г вещества A. (1) 8 6

5. Из 2500 мг сплава получили ровно 250 мл раствора, содержащего ионы Ag^+ , Cu^{2+} и Cr^{3+} . В 1/25 части полученного раствора сначала выделили медь и серебро, затем ионы Cr^{3+} окислили в щелочной среде перекисью водорода до ионов CrO_4^{2-} . К полученному раствору прибавили 24,00 мл 0,1500 М подкисленного раствора Fe^{2+} ; при обратном титровании израсходовалось 31,00 мл 0,0195 М раствора KMnO_4 ($5\text{Fe}^{2+} \Leftrightarrow 1\text{KMnO}_4$). Для осаждения металлов электролизом из 50,00 мл исходного раствора током 2,36 А нужно 9 мин 35 сек.

a) Написать уравнения реакций между ионами: i) $\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$; ii) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow$; iii) $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow$. (3)

b) Из данных титрования рассчитать массу хрома, содержащуюся в сплаве. (2)

c) По массе хрома и по количеству электричества, затраченному на электролиз, рассчитать массу Ag и массу Cu в сплаве ($F = 96485 \text{ А} \cdot \text{с/моль}$). (5) 10 6

6. При сливании растворов получили три следующих раствора:

A: 100 cm^3 0,05 М $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (бензойная кислота) + 30 cm^3 0,08 М NaOH ;

B: $0,2 \text{ dm}^3$ 0,4 М HCl + $0,2 \text{ dm}^3$ 0,5 М $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; C: 10 cm^3 0,4 М HCl + 12 cm^3 0,4 М NaOH
 $K_{\text{кисл}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$; $K_{\text{осн}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$; $K_v = 10^{-14} \text{ моль}^2/\text{дм}^6$ (обычно для константы равновесия единиц не пишут). Точность исходных данных дает возможность найти значение pH с точностью до 0,1.

a) Исходя из константы диссоциации кислоты, вывести формулу для расчета равновесной концентрации ионов водорода $[\text{H}^+]$, содержащихся в растворе, приготовленном из слабой кислоты и ее соли. (2,5)

b) Для растворов A, B и C: i) написать уравнения реакций, протекающих в растворах; ii) рассчитать для всех веществ (кроме H_2O) начальные и конечные количества веществ; iii) по конечным количествам веществ рассчитать pH растворов. (7,5) 10 6

Задачи III тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

12 класс

1. Соединения, образующие неорганическую часть эстонского сланца, можно разделить на входящие в состав песка-глины и на карбонатные. Компонентами песка-глины являются Al_2O_3 , K_2O , FeS_2 , Fe_2O_3 , H_2O , SO_2 и компонент **X**. Содержание последнего в песке-глине примерно 60%. Компонентами карбонатной части являются CaO – 48,1%, FeO – 0,2%, CO_2 – 45,1% и еще компонент **Y**. Зола, полученную при сжигании измельченного сланца, используют для нейтрализации почв и для производства цемента. В образовавшемся при сгорании сланца дыме содержится вызывающее кислотные дожди вещество, которое после реакции с другими содержащимися в дыме продуктами горения и после окисления на воздухе образует твердое вещество, выпадающее на поверхность земли и идентичное затвердевшему гипсу. Кероген образует органическую часть сланца.

- a) Привести формулу и название компонента **X**. (0,5)
- b) i) Рассчитать молярную массу компонента **Y** и ii) написать его формулу и название. (2,5)
- c) Какие почвы нуждаются в сланцевой золе и какое вещество улучшает их свойства? (0,5)
- d) Написать два главных входящих в состав цемента оксида. (1)
- e) Из каких составных частей сланца (кероген, глина-песок, карбонаты) образуются три вещества, являющихся исходными для получения гипса? (3)
- f) Написать реакции получения затвердевшего гипса: i) образование кислотного дождя; ii) его окисление; iii) образование гипса. (1,5) **9 6**

2. При нагревании твердого бинарного соединения **A** с твердым простым веществом **B** и газообразным простым веществом **C** образуется легколетучее бинарное пятиатомное жидкое вещество **D** и бесцветное очень ядовитое двухатомное соединение **E**. Соединение **A** содержит 40% кислорода и его используют как белый пигмент краски. Жидкость **D** легко гидролизуется и ее используют для получения искусственного тумана. При полном гидролизе образуется вещество **A**. Mg реагирует с парами вещества **D**, в результате получают простое вещество **X**. При восстановлении вещества **D** простым веществом **F** образуется HCl и фиолетовое соединение **G** (в мольном соотношении 1 : 1). Соединение **G** в реакции с раствором NaOH образует нерастворимый оксид-моногидрат **H**. Это не окислительно-восстановительная реакция. При сплавлении соединения **A** со щелочью или оксидами металлов образуются как мета-, так и орто-соли.

- a) Рассчитать молекулярную массу соединения **A** и определить простое вещество **X**. (1,5)
- b) Написать формулы и названия веществ **A** – **H**. (4)
- c) Написать уравнения реакций: i) $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow$; ii) $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; iii) $\text{D} + \text{Mg} \rightarrow$; iv) $\text{D} + \text{F} \rightarrow$; v) $\text{G} + \text{NaOH} \rightarrow$; vi) $\text{A} + \text{CaO} \rightarrow$ мета-соединение (написать название); vii) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow$ орто-соединение (написать название). (3,5) **9 6**

3. 176,3 мг вещества **X** сожгли в атмосфере кислорода. Горячие продукты реакции пропустили сначала через гигроскопичный порошок перхлората магния и затем абсорбировали в растворе гидроксида бария. Масса $Mg(ClO_4)_2$ увеличилась на 216,2 мг и из раствора $Ba(OH)_2$ отделили 1,973 грамм белого осадка. В промышленности вещество **X** получают в реакции между веществами **A** и **B** в присутствии кислотного катализатора. Ядовитую жидкость **A** получают каталитическим восстановлением монооксида углерода водородом. Соединение **A** дает с концентрированной серной кислотой сложный эфир **C** с брутто-формулой $C_2H_6O_4S$. При реакции соединения **C** с иодидом калия (нуклеофильное замещение) образуется соединение **D**. Молекула соединения **B** в кислой среде присоединяет одну молекулу воды, образуя соединение **E**, в котором три идентичные метильные группы. Соединение **E** реагирует с натрием, образуя соль **F**, при этом выделяется водород. В результате реакции между соединениями **C** и **F** образуются вещество **X** и метилсульфат натрия.

a) Рассчитать простейшую брутто-формулу вещества **X**. (3)

b) Написать упрощенные структурные формулы веществ **X** и **A – F**. (3,5)

c) Написать уравнения реакций: i) $CO + H_2 \rightarrow$; ii) $A + H_2SO_4 \rightarrow$;

iii) $1C + 1KI \rightarrow$; iv) $1B + 1H_2O \rightarrow$; v) $E + Na \rightarrow$; vi) $C + F \rightarrow$ vii) $A + B \rightarrow$ (7)

13,5 б

4. Для нейтрализации 1,71 граммов карбоновой кислоты (не содержит других функциональных групп) потребовалось 25,0 мл 1,20 М раствора NaOH. При нагревании той же кислоты образуется соединение, содержащее 50% углерода по массе.

a) По результатам титрования установите молярную массу однопротонной карбоновой кислоты. (1)

b) Написать структурные формулы трех возможных карбоновых кислот, которые соответствуют результатам титрования. (5)

c) Какое соединение образуется из карбоновой кислоты под действием вещества, связывающего воду? (1)

d) Написать плоскостную структурную формулу соединения (содержит 50% углерода по массе), полученного при нагревании карбоновой кислоты с наибольшей молярной массой (из пункта b)). (2) 9 б

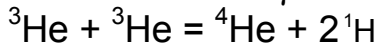
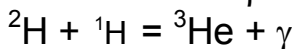
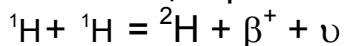
5. Спонтанное разложение перекиси водорода является реакцией первого порядка. За протеканием этой реакции следят, определяя количество перекиси водорода в растворе через определенные отрезки времени. В подкисленном растворе H_2O_2 моментально реагирует с $KMnO_4$. На практике точный объем раствора H_2O_2 в определенный момент времени приливают к отмеренному объему раствора $KMnO_4$ известной концентрации. Прореагировавшее количество $KMnO_4$ определяют обратным титрованием раствором Fe^{2+} . Неразложившееся количество перекиси водорода пропорционально количеству израсходованного в реакции $KMnO_4$ (приводится в таблице):

Время (мин)	0	5	10	20	30
n(KMnO ₄) (ммоль)	46,1	37,1	29,8	19,3	12,5

$$\ln(c_0/c_t) = k \cdot t$$

- a) Написать уравнение реакций: **i)** H₂O₂ разлагается →; **ii)** H₂O₂ + H₂SO₄ + KMnO₄ →; **iii)** FeSO₄ + H₂SO₄ + KMnO₄ →. (2,5)
- b) Рассчитать из приведенных данных константы скорости и их среднее значение (3 значащие цифры). (2)
- c) Рассчитать период полураспада для реакции разложения H₂O₂. (2)
- d) Рассчитать, сколько ммоль KMnO₄ идет на титрование оставшейся H₂O₂, если измерения проводят через 50 минут после старта. (3) **9,5 б**

6. На Солнце происходят следующие процессы:



где β^+ , ν и γ - позитрон, нейтрино и гамма-излучение соответственно.

- a) Написать суммарное уравнение реакции "горения" водорода на Солнце (2)
- b) Рассчитать дефект массы при образовании одного атома ⁴He. (2)
- c) Рассчитать **i)** дефект массы (кг) и **ii)** выделившуюся энергию при "горении" 5,000 г водорода. (3)
- d) Рассчитать **i)** энтальпию химического сгорания 5,0 г водорода; **ii)** во сколько раз энергия, выделившаяся при "горении" водорода на Солнце, превышает энергию, найденную в пункте **i)**. (3)

$$m({}^1_1\text{H}) = 1,00727 \text{ а.е.м.}; m({}^4_2\text{He}) = 4,00273 \text{ а.е.м.}; m(\beta^+) = 0,0005486 \text{ а.е.м.}$$

$E = m \cdot c^2$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ м/с}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ кДж/моль}$; масса нейтрино ничтожно мала и у гамма-излучения нет массы покоя. **10 б**