

1. (20 баллов) Порошки солей **A**, **B** и **C** имеют одинаковый качественный состав. Известно, что одним из элементов в их составе является натрий, массовая доля которого в соли **A** составляет 32,39 %, в соли **B** – 36,50 %, в соли **C** – 26,13 %.

При взаимодействии водного раствора AgNO_3 с растворами этих солей наблюдаются следующие явления:

1. с солью **A** – выпадает осадок жёлтого цвета (*реакция 1*);
2. с солью **B** – белый осадок (*реакция 2*), причём нагревание полученной смеси раствора с осадком приводит к его потемнению за счёт образования частиц серебра (*реакция 3*);
3. с солью **C** – сразу начинают образовываться частицы серебра (*реакция 4*), причём процесс значительно ускоряется при нагревании до 50 °С.

Безводные кислоты, соответствующие солям **A** (**АН**), **B** (**ВН**) и **C** (**СН**) при 20°С представляют собой неокрашенные, легкоплавкие, хорошо растворимые в воде твёрдые вещества. При нагревании расплавов кислот **ВН** и **СН** образуется газ **D** с запахом гнилой рыбы (*реакции 5 и 6*), плотность которого при нормальных условиях составляет 1,518 г/мл.

1. Установите формулы и напишите названия солей **A**, **B**, **C** и газа **D**.
2. Приведите структурные формулы и названия кислот **ВН** и **СН**.
3. Напишите уравнения реакций **1–6**, а также реакций, которые будут протекать:
 - а). при нагревании соли **A** (*реакция 7*);
 - б). при взаимодействии щелочного раствора (среда NaOH) соли и с HgCl_2 (*реакция 8*);
 - в). при взаимодействии водного раствора кислоты **СН** с йодом (*реакция 9*);
 - г). при взаимодействии газа **D** с йодоводородом (*реакция 10*);
 - д). при взаимодействии газа **D** с избытком хлора при нагревании (*реакция 11*).

2. (20 баллов) Эквимолярную (1 : 1) смесь двух углеводородов **A** и **B** нагревали под давлением в присутствии платинового катализатора до тех пор, пока состав смеси не перестал изменяться (*реакция 1*). Продукты реакции охладили до комнатной температуры. При этом образовалось только 2 вещества: жидкость **X** (продукт многотоннажного промышленного производства) и газ **Y**. Как **X**, так и **Y** не окисляются KMnO_4 даже в жёстких

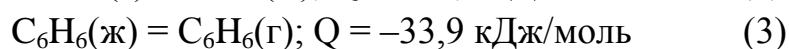
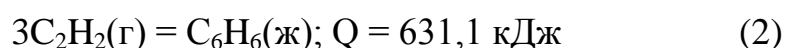
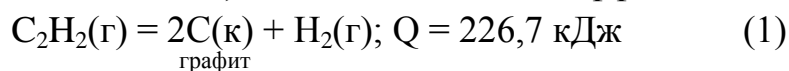
условиях. **X** можно получить из **B** в одну стадию (*реакция 2*). Вещество **B** используется для газовой сварки и резки металлов и получается в промышленности при пиролизе метана (*реакция 3*). Окисление исходной смеси двух углеводородов избытком перманганата калия в серной кислоте при нагревании (*реакции 4, 5*) приводит к единственному органическому продукту **Z**, не содержащему третичных атомов углерода. На нейтрализацию 2,19 г **Z** требуется 3,75 г раствора NaOH с массовой долей 32 %. Вещество **X** в реакции с хлороформом, CHCl_3 (*реакция 6*) в присутствии хлорида алюминия даёт красное окрашивание; продуктом, однако, является бесцветный твёрдый углеводород **C**. При действии на вещество **C** металлического натрия выделяется водород и образуется соль красного цвета (соединение **D**) (*реакция 7*), которая при добавлении водного раствора хлорида аммония превращается обратно в **C** (*реакция 8*). Окисление **D** действием $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ даёт стабильный радикал **E** (*реакция 9*), открытый Гомбергом в 1900 г. Этот радикал имеет жёлтый цвет и сосуществует в химическом равновесии с бесцветным димером **F**, имеющим 9 типов атомов водорода (*реакция 10*).

1. Напишите структурные формулы **A–F**, **X**, **Y**, **Z** и уравнения указанных реакций.

2. Напишите, как будет меняться интенсивность окраски равновесной смеси **E** и **F** при увеличении давления при постоянной температуре. Поясните свой ответ.

3. (10 баллов) Навеску дихромата калия марки (х.ч) массой 0,5677 г растворили в воде, раствор подкислили и добавили избыток йодида калия. На титрование выделившегося при этом йода израсходован раствор тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с молярной концентрацией эквивалента 0,4165 моль/л. Определите объём раствора тиосульфата натрия, ушедший на титрование.

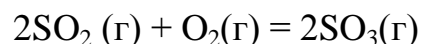
4. (10 баллов) Известны тепловые эффекты следующих реакций:



Рассчитайте теплоту образования газообразного бензола из графита и водорода.

5. (10 баллов) После упаривания смеси, состоящей из 62,5 мл водного раствора едкого натра с концентрацией 6 моль/л и 16,5 г 20%-ного раствора пропанола-1 в этилацетате получили сухой остаток, который затем прокалили. Определите содержание веществ (%) в остатке после прокаливания.

6. (10 баллов) Как изменится скорость реакции:



При увеличении давления в системы в 2 раза?

7. (10 баллов) Масса 227 мл газа, взятого при температуре 37°C и при давлении 730 мм рт.ст., равна 0,313 г. Определить молярную массу этого газа.

8. (10 баллов) Вычислите ионную силу и активность сульфат-иона SO_4^{2-} раствора, содержащего 0,005 М ZnSO_4 и 0,01 М AlCl_3 .

1. (20 баллов) Бурое вещество **A** переменного состава существует только в наноразмерном состоянии (диаметр частиц < 10 нм), а также непременно присутствует в живых организмах в виде белковых комплексов, обеспечивающих хранение и межклеточную транспортировку жизненно важного элемента **X**.

Вещество **A** может быть получено в лаборатории при действии избытка водного аммиака на раствор соли **B** (*реакция 1*). Свежеприготовленное вещество **A** легко растворяется в серной кислоте с образованием соли **B** (*реакция 2*). Взаимодействие **B** с SO_2 даёт растворимую в воде соль **C** (*реакция 3*), которая из водных растворов выделяется в форме кристаллогидрата (массовая доля **X** 20,1 %, кристаллизационной воды 45,3%). Кроме того, **B** в водном растворе переводит иодид и сульфид ионы в свободные йод (*реакция 4*) и серу (*реакция 5*).

Из концентрированных растворов соли **B** при добавлении насыщенного раствора сульфата калия (*реакция 6*) можно выделить светло-фиолетовые кристаллы смешанного сульфата **D** (массовая доля **X** 11,1 %, кристаллизационной воды 42,9 %).

Вещество **A** в концентрированном растворе щёлочи может быть окислено хлором (*реакция 7*) с образованием красно-фиолетового раствора соединения **E**, которое можно осадить гидроксидом бария (*реакция 8*) в виде соединения **F**. При обработке 1,37 г **F** избытком соляной кислоты (*реакция 9*) выделяется 179 мл удушливого жёлто-зелёного газа с плотностью 3,17 г/л (н. у.).

Вопросы:

1. Определите неизвестный элемент **X**, ответ обоснуйте;
2. Определите вещества **A–F**, ответ обоснуйте. Состав **D** и кристаллогидрата **C** подтвердите расчётом;
3. Напишите уравнения *реакций 1–9* (в ионной или молекулярной форме);
4. Растворение кристаллов **D** в воде даёт раствор жёлтого цвета, характерного для водных растворов солей, содержащих элемент **X**. Объясните изменение окраски при растворении **D** (приведите уравнения реакций).

5. Нагревание при 70 °С в течение суток вещества **A** в 1 М растворе NaOH приводит к образованию жёлтых игольчатых кристаллов соединения **G** (массовая доля **X** 62,9 %), которое широко распространено в природе в форме минерала, названного в честь великого немецкого поэта. Тот же процесс при 100 °С даёт в результате вещество **H** красно-коричневого цвета (массовая доля **X** 70,0 %), также часто встречающееся в природе в форме различных минералов. Определите состав **G** и **H**.

2. (20 баллов) При окислении неизвестного органического вещества **A** перманганатом калия в кислой среде получена смесь следующих веществ: пропионовая кислота, ацетон, изомаасляная и масляная кислоты. Установите формулу и название возможного исходного вещества. Напишите уравнение этой окислительно – восстановительной реакции. Известно, что восстановление вещества **A** водородом приводит к образованию вторичного спирта.

3. (10 баллов) Навеску стали массой 2,597 г растворили, после этого хром, содержащийся в навеске, перевели в $K_2Cr_2O_7$. К полученному раствору добавили 25,00 мл раствора соли Мора $[FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O]$, на титрование остатка которого ушло 20,00 мл раствора $KMnO_4$ с молярной концентрацией эквивалента 0,1247 моль/л. Рассчитайте массовую долю хрома в стали, если известно, что на титрование 25,00 мл раствора соли Мора в отсутствие $K_2Cr_2O_7$ расходуется 25,50 мл того же раствора $KMnO_4$.

4. (10 баллов) Рассчитайте изменение энергии Гиббса (ΔG^0_{298}) для процесса



по значениям стандартных энергий Гиббса образования веществ (справочные данные). Возможно ли самопроизвольное протекание реакции при стандартных условиях?

Необходимые справочные данные: $\Delta G^0_{обр} (NaOH_{т}) = -381,1$ кДж/моль, $\Delta G^0_{обр} (Na_2O_{т}) = -378$ кДж/моль, $\Delta G^0_{обр} (H_2O_{ж}) = -237$ кДж/моль.

5. (10 баллов) 13,6 г образца фосфора провзаимодействовало с азотной кислотой. При этом произошло выделение одинаковых объемов сначала бурого, затем бесцветного газов. По окончании реакции к полученному водному раствору добавили избыток нитрата серебра и получили 166,4 г осадка ярко-желтого цвета. Какова массовая доля фосфора во взятом образце? Запишите уравнения приведенных реакций.

6. (10 баллов) Как следует изменить объём реакционной смеси системы:

$8\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{Br}_2(\text{ж}) \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Br}(\text{к}) + \text{N}_2(\text{г})$, чтобы скорость реакции уменьшилась в 60 раз?

7. (10 баллов) Какое количество вещества воздуха содержится в куполе воздушного шара, если при давлении $P=10^5\text{Па}$ и температуре $t=570^\circ\text{C}$ его объём $V=150\text{м}^3$?

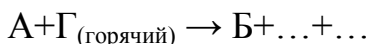
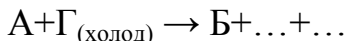
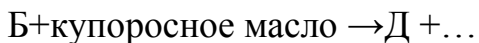
Ответ округлить до целых. Универсальная газовая постоянная $8,31\text{Дж/Моль}\cdot\text{К}$.

8. (10 баллов) Вычислите ионную силу и активность ионов Na^+ и Cl^- в $0,01\text{ М}$ растворе NaCl .

1. (20 баллов) Содержание элемента **X** в земной коре – 0,2% (масс.), в свободном виде в природе не встречается. Образует простое вещество **A** – газообразное при обычных условиях. Природным соединением **X** является вещество **B**. Залежи **B** образовались в результате высыхания морей и озер. Из соединения **B** в промышленности получают вещество **A**. Одновременно, при получении вещества **A** получают вещества **B** и **Г**. **A** может реагировать с **B**, при этом образуется соединение **Д**. Вещество **Д** при комнатных условиях является газом. При охлаждении до -84°C превращается в бесцветную легкоподвижную жидкость, а ниже $-113,3^{\circ}\text{C}$ становится бесцветным кристаллическим веществом. Жидкость **Д** не проводит электрический ток. Если смешать **Д** с водой, картина резко меняется – водный раствор **Д** является сильным электролитом.

Действуя на **B** купоросным маслом можно получить вещество **Д**. Вещество **A** вступает в реакцию с раствором вещества **Г**. Состав продуктов реакции зависит от температуры раствора **Г**. Но одним из продуктов реакции обязательно будет вещество **B**.

1. О каком химическом элементе **X** идет речь? Назовите его. Назовите вещества **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д**. Напишите их формулы.
2. Запишите уравнения химических реакций, отражающих следующие превращения:



3. Рассчитайте массовую долю вещества **B**, полученного при взаимодействии **A** с горячим раствором вещества **Г**, если при взаимодействии того же количества вещества **A** с той же массой холодного раствора **Г** массовая доля вещества **B** составила 3%.

2. (20 баллов) Для промышленного получения вещества **X** в отечественной промышленности используются два основных способа.

Способ 1: реакция вещества **A** (85,6 % C, 14,4 % H по массе) с водой в паровой фазе при 300 °С, катализатор – нанесённая на силикагель фосфорная кислота.

Способ 2: гидролиз распространённого в природе вещества **B** (44,5 % C, 6,2 % H, 49,3 % O) под действием водного раствора серной кислоты при 250 °С под давлением до вещества **C** (40,0 % C, 6,7 % H, 53,3 % O), затем ферментативное разложение вещества **C** в подкисленном водном растворе.

1. Определите брутто-формулы веществ **X**, **A–C**, напишите их названия. Запишите уравнения упомянутых реакций.

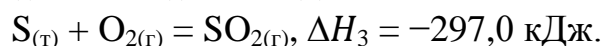
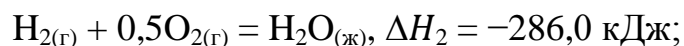
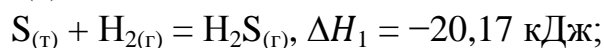
2. Вещество **A** всегда содержит примесь ближайшего гомолога. Какая основная примесь будет присутствовать в продукте синтеза по методу 1?

3. Ещё один распространённый способ получения вещества **X** основан на гидролизе изомера вещества **B** с образованием на первой стадии того же самого продукта **C**. Как называется этот изомер? Требуется ли для его гидролиза более жёсткие условия, чем в случае **B**? Вещество **X** может использоваться в качестве альтернативного экологически чистого топлива (хотя и требует несколько модифицированные версии двигателей).

3. (10 баллов) К 15 мл 5% раствора роданида калия (плотность 1,04 г/мл), подкисленного серной кислотой, добавили 15 мл 6% раствора перманганата калия (плотность 1,04 г/мл). Одним из продуктов реакции является летучее ядовитое вещество, обладающее запахом горького миндаля. Рассчитайте концентрацию ядовитого вещества в растворе до испарения. Летучее ядовитое вещество было отогнано в закрытый цилиндр высотой 50 см и диаметром 20 см. Оцените степень опасности воздуха в цилиндре, если известно, что вдыхание паров этого вещества с концентрацией 0,06 мг/л и выше приводит к практически мгновенной смерти.

4. (10 баллов) Рассчитайте тепловой эффект реакции горения сероводорода $\text{H}_2\text{S}_{(г)}$ +

$1,5\text{O}_{2(г)} = \text{SO}_{2(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$ по следующим данным:



5. (10 баллов) В герметично закрытом стеклянном сосуде емкостью 2150 мл с внутренней перегородкой отдельно находятся 50 мл раствора сульфата железа(II) и 100 мл раствора NaOH при нормальных условиях. Перегородку удалили, и указанные вещества полностью прореагировали.

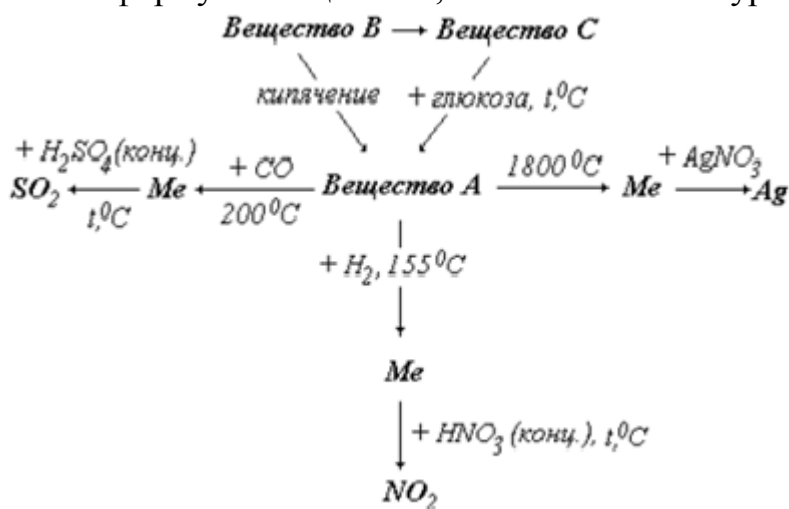
Через некоторое время отмечено падение давления до 0,9 атм. при той же температуре. Напишите уравнения химических реакций. Рассчитайте молярные концентрации растворов исходных веществ перед смешиванием.

6. (10 баллов) Рассчитайте скорость реакции между растворами хлорида калия и нитрата серебра, концентрации которых составляют соответственно 0,2 и 0,3 моль/л, а $k = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

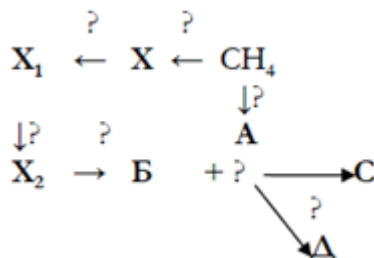
7. (10 баллов) Найти формулу некоторого соединения углерода с водородом, если известно, что это вещество массой $m = 0,66 \text{ г}$ в газообразном состоянии при температуре $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ в объеме 1 дм^3 создает давление $p = 10^5 \text{ Па}$?

8. (10 баллов) Самый дешевый щелочной реагент для нейтрализации кислотных промышленных стоков – гашёная известь (гидроксид кальция). Используют как суспензию гидроксида кальция («известковое молоко»), так и прозрачный раствор (известковую воду). Рассчитайте pH 0,02 М раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

1. (20 баллов) Вещество А может иметь жёлтую окраску, не реагирует с водой. *Me* – мягкий, ковкий металл, не реагирует с водой, водородом, этанолом, щелочами и разбавленной хлороводородной кислотой. Химические превращения какого металла представлены на схеме? Установите формулы веществ А, В и С. Составьте уравнения всех реакций.



2. (20 баллов) Напишите уравнения химических реакций получения веществ X, X₁, X₂, А и Б, если известно, что в результате поликонденсации вещества А с веществом Б могут быть получены смолы двух типов: термопластичные и терморезистивные. Укажите условия проведения реакций и название веществ X, X₁, X₂, А, Б.



Как называются продукты поликонденсации С и Д. При каких условиях возможно их получение? Запишите схему реакции полимеризации вещества А с веществом Б.

3. (10 баллов) Рассчитайте массовую долю (%) MnO_2 в руде, если известно, что при взаимодействии 0,3710 г руды с избытком йодида калия в кислой среде выделяется йод, на титрование которого расходуется 24,41 мл 0,2217 М раствора тиосульфата натрия.

4. (10 баллов) При полном сгорании раствора нитробензола и анилина в этиловом спирте с массовой долей нитробензола 26,17 % выделилось 3,36 л азота (н. у.). Тепловой эффект реакции составил 1467,4 кДж. Определите массу исходного раствора, если известно, что теплоты сгорания нитробензола, анилина и этанола равны соответственно 3094,88, 3392,15 и 1370 кДж/моль.

5. (10 баллов) 6,8 г порошка черенковой серы полностью прореагировало с 56 мл азотной кислоты. При этом произошло выделение 17,92 л (н.у.) сначала бурого, затем бесцветного газов с объемным соотношением их 3 : 1 соответственно. Определить массовую долю серы в образце и молярную концентрацию исходной азотной кислоты.

6. (10 баллов) При изучении кинетики некоторой реакции первого порядка были

получены следующие данные:

Время, мин	0	7	13	15
Концентрация, моль/л	0,20	0,13	0,09	0,08

Рассчитайте константу скорости реакции и время полупревращения.

7. (10 баллов) Каково давление кислорода, если объем занимаемый газом $V=66,48$ л при $t=27^\circ\text{C}$, если его количество вещества $\nu=30$ моль? Универсальная газовая постоянная $8,31$ Дж / моль·К. Ответ дать в килопаскалях.

8. (10 баллов) Одно из самых дешевых азотных удобрений – аммиачная вода, раствор аммиака. Определите степень диссоциации гидрата аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в 0,002 М растворе, если его рН равен 10,3 при 25°C .

1. (20 баллов) Для определения концентрации раствора медного купороса химик предложил оригинальный способ. В 500 г раствора медного купороса он поместил железную пластинку массой 20,0 г. После окончания реакции масса пластинки стала равной 24,0 г. Определите массовую долю медного купороса в исходном растворе.

Почему при длительном хранении раствора на дне склянки можно обнаружить осадок? Ответ подтвердите уравнением реакции. Предложите, каким образом можно избежать «порчи» раствора медного купороса при хранении. Для чего используют раствор данной соли?

2. (20 баллов) Неизвестный углеводород **A** взаимодействует с хлорэтаном и металлическим натрием в инертной среде (по реакции Вюрца), при этом образуется новое вещество **B**. Хлорирование на свету последнего даёт вещество **C**, которое вступает в реакцию Савича (взаимодействие со спиртовым раствором гидроксида натрия) с образованием непредельного соединения **D**. Конечное вещество 2,2,7,7 – тетраметилоктан можно синтезировать по реакции Вюрца из продукта, полученного обработкой вещества **D** бромоводородом в присутствии пероксидов.

Составьте уравнения всех химических реакций. Установите исходное вещество **A**. Составьте и назовите все возможные изомеры вещества **D**, если известно, что оно содержит 85,714 % по массе углерода, а относительная плотность паров вещества по угарному газу равна 3.

3. (10 баллов) Сколько граммов нитрата свинца вступило в реакцию разложения, если известно, что газообразные продукты полностью прореагировали с раствором едкого натра, а на реакцию с полученными при этом продуктами израсходовано 25 мл 0,02 М раствора перманганата калия в сернокислой среде.

4. (10 баллов) Паровой котел производительностью 1 т/ч водяного пара при 100 °С обогревается светильным газом, содержащим 48% водорода, 33% метана, 9% CO, 2% этилена, 2% этана, 3% CO₂ и 3% азота.

Теплота сгорания водорода составляет 57,8 ккал/моль, метана – 210,8

ккал/моль, СО – 67,6 ккал/моль, этилена – 331,6 ккал/моль, этана – 373 ккал/моль. Определите, каков расход светильного газа в сутки, если тепловые потери при 100 °С составляют 75%, вода поступает в котел при температуре 10°С, теплоемкость воды равна 1 кал/г·град, а теплота парообразования – 519 ккал/г? Напишите уравнения сгорания светильного газа.

5. (10 баллов) Концентрированный раствор серной кислоты взаимодействует с 5,00 г сульфида натрия с образованием элементарной серы, оксида серы(IV) и сероводорода. После отделения серы от раствора ее промыли водой, высушили и сожгли. Получилось 1,0 л (н.у.) газа. Рассчитайте объем выделившегося сероводорода, напишите уравнения всех протекающих реакций.

6. (10 баллов) Скорость образования NO в реакции $2\text{NOBr}_{(г)} \rightarrow 2\text{NO}_{(г)} + \text{Br}_{2(г)}$ равна $1,6 \cdot 10^{-4}$ моль/(л · с). Чему равна скорость реакции и скорость расходования NOBr?

7. (10 баллов) Вычисление молекулярной массы газа по заданному объёму. Масса 327 мл газа при 13°С и давлении $1,04 \cdot 10^5$ Па равна 828 г. Вычислите молекулярную массу газа.

8. (10 баллов) Вычислите концентрацию ионов H^+ , HAsO_4^{2-} и H_2AsO_4^- в 0,1 М H_3AsO_4 .

1. (20 баллов) При обжиге минерала А на воздухе образуются эквимольные количества газа Б (плотностью по гелию 16) и чёрно-серого порошка В, содержащего элемент Х (реакция 1). Растворение порошка В в серной кислоте с последующим упариванием раствора приводит к образованию зелёного кристаллического вещества Г, содержащего 20,89 % элемента Х (реакция 2). Если к раствору Г добавить раствор NaOH, образуется ярко окрашенный осадок Д (реакция 3), который в избытке раствора аммиака растворяется с образованием катиона Е (реакция 4). Катион Е может быть осаждён в виде галогенида Ж (реакция 5), например под действием крепкого раствора галогенида калия З (массовая доля галогена 67,14 %). Кристаллическое фиолетовое соединение Ж содержит 18,30 % элемента Х и при осторожном нагревании превращается в жёлто-коричневое бинарное кристаллическое соединение И (реакция 6), растворяющееся в воде с образованием зелёного раствора.

1. Определите элемент Х и соединения А–И. Ответ обоснуйте. Состав Б, Г, Ж, З подтвердите расчётом.
2. Запишите уравнения реакций описанных превращений.
3. Изобразите строение катиона Е.

2. (20 баллов) Пропускание смеси этена, этана и пропилена через 400 г 10% раствора брома уменьшает исходный объём на 5,6 л (н.у.). При этом образуется 49,1 г осадка. При сжигании такого же объёма смеси образуется 23,52 л углекислого газа, а на гидрирование смеси затрачивается 5,6 л (н.у.) водорода (конечный объём этана составляет 6,72 л). Составьте уравнения химических реакций компонентов смеси с бромной водой и уравнения горения компонентов смеси. Установите объёмную долю каждого компонента смеси.

3. (10 баллов) Вычислите окислительно-восстановительный потенциал для системы:

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$, если $C(\text{MnO}_4^-) = 10^{-5}$ моль/л, $C(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-2}$ моль/л, $C(\text{H}^+) = 0,2$ моль/л.

4. (10 баллов) Теплота образования OF_2 из простых веществ при стандартных условиях составляет 22 кДж/моль. Рассчитайте энергию связи $\text{O}-\text{F}$ в молекуле фторида кислорода, если энергии связей в молекулах O_2 и F_2 составляют соответственно 498 и 159 кДж/моль.

5. (10 баллов) Вещество является кристаллогидратом и при растворении в воде образует ионы железа(III), сульфата и аммония. 18,3 г этого вещества растворили в воде и добавили избыток горячего раствора щелочи. При этом выделился газ (850 мл при н.у.) и образовался осадок бурого цвета, который после прокаливания имел массу 3 г. Напишите уравнения реакций и установите формулу вещества.

6. (10 баллов) Как следует изменить концентрацию кислорода, чтобы скорость гомогенной элементарной реакции: $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(г)}$ не изменилась при уменьшении концентрации оксида азота (II) в 2 раза?

7. (10 баллов) Вычислить температуру $\nu=0,5$ моль воздуха, если при давлении $P=9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ его объем $V=950 \text{ см}^3$. Ответ округлить до целых. Универсальная газовая постоянная 8,314 Дж / Моль · К.

8. (10 баллов) Вычислите степень ионизации 0,1 М раствора HCN .

1. (20 баллов) Дана смесь простых веществ **A**, **B** и **B**, образованных элементами одной группы периодической системы Д. И. Менделеева. Для определения состава смеси проделаны следующие опыты:

Опыт 1

Навеску смеси тонких порошков **A**, **B** и **B** массой 0,7210 г высыпали в концентрированный раствор NaOH на воздухе и нагрели. В результате выделился бесцветный лёгкий газ **Г**, образовался *раствор 1* и осталось не растворившееся вещество **B** массой 0,5180 г (*реакции 1 и 2*).

Опыт 2

Осадок вещества **B** отфильтровали, отмыли от щёлочи и высушили, после чего его растворили в 30%-ном растворе азотной кислоты. При этом выделился газ **Д** с плотностью по водороду 14,88, и образовался *раствор 2* (*реакция 3*).

Опыт 3

Раствор 2 упарили почти досуха и твёрдый остаток растворили в воде. К полученному раствору добавили раствор сульфида калия. Из раствора выпал чёрный осадок вещества **E** (*реакция 4*) массой 0,5982 г. При отжиге **E** на воздухе при 470 °С выделяется газ **Ж** и образуется оранжевое вещество **З** массой 0,5713 г (*реакция 5*).

Опыт 4

Раствор 1 осторожно нейтрализовали кислотой (*реакции 6–7*), полученный осадок отделили и обработали концентрированной соляной кислотой осадок частично растворился (*реакция 8*), а нерастворившийся остаток отделили от *раствора 3* и прокалили (*реакция 9*). Масса полученного вещества **И** составила 0,1803 г.

Опыт 5

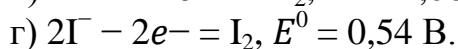
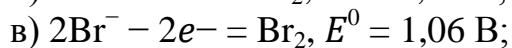
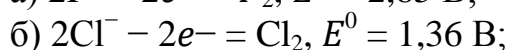
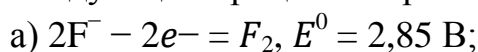
Через *раствор 3* пропустили ток сероводорода (*реакция 10*), выпавший коричневый осадок **К** отделили, промыли, высушили и взвесили (масса – 0,1828 г).

- 1) Определите вещества **A–K**. Приведите ваши рассуждения и расчёты.
- 2) Напишите уравнения реакций 1–10.
- 3) Определите массовые доли **A**, **B** и **B** в исходной навеске.

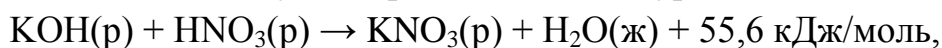
2. (20 баллов) Газ **A**, который используют при сварке и резке металлов, смешали с горючим взрывоопасным газом **B** в молярном соотношении 1:1 и пропустили при нагревании над платиновым катализатором. Образовался газ **C**, который используют для ускорения созревания плодов и фруктов. Газ **C** пропустили через раствор **D** жёлтого цвета, который в процессе взаимодействия с газом **C** обесцветился. Затем газ **C** пропустили через водный раствор вещества **E**, окрашенный в розовый цвет. Раствор также обесцветился. Образовавшееся органическое вещество **F** вступает в реакцию с серебристо – белым легким металлом **G**, хранящимся в лаборатории под слоем керосина. Процесс сопровождается выделением газа.

Определите вещества. Напишите уравнения проведенных реакций. Приведите уравнение реакции, позволяющей использовать газ **A** для сварки и резки металлов.

3. (10 баллов) Можно ли в качестве окислителя в кислой среде использовать $K_2Cr_2O_7$ в следующих процессах при стандартных условиях?



4. (10 баллов) Пользуясь термохимическим уравнением



рассчитайте, какое количество теплоты выделится при сливании 22,7 мл 6,20% раствора гидроксида калия (плотность 1,055 г/мл) и 46,3 мл 2,00 М раствора азотной кислоты (плотность 1,065 г/мл).

5. (10 баллов) При прокаливании кристаллической соли при 1000°C образовался оксид металла, содержащий 21,42% кислорода. Выделившиеся при распаде газы были поглощены в ловушке с порошкообразным оксидом калия (2 моль). После нагревания ловушки на водяной бане содержимое ее стало прозрачной бесцветной жидкостью, содержащей 45,95% калия, 3,53% углерода и столько же водорода. Установите формулу исходной соли металла. Напишите уравнения реакций всех процессов. Вычислите количества вещества всех соединений в ловушке.

6. (10 баллов) Для реакции $2NO + O_2 = 2NO_2$ начальные концентрации веществ NO и O_2 соответственно равны 1,5 и 3,0 моль/дм³. Во сколько раз

скорость реакции при $C(\text{NO}) = 1,0$ моль/дм³ меньше начальной скорости, если порядки реакции по обоим веществам равны единице?

7. (10 баллов) Определить объем, занимаемый 140 г азота при температуре 32°C и при давлении 2,8 атм.

8. (10 баллов) Вычислить концентрацию ионов H^+ и CN^- в 0,1 М растворе, если $K_{\text{HCN}} = 7,2 \cdot 10^{-10}$.

1. (20 баллов) Газообразное при н. у. вещество **А** окисляется при нагревании на платино-родиевом катализаторе с образованием бесцветного газа **Б** (реакция 1), который мгновенно превращается на воздухе в газ **В** бурого цвета (реакция 2). При температуре ниже 135 °С часть молекул газа **В** попарно соединяется в димеры **Г** (реакция 3), причём чем ниже температура, тем менее интенсивной становится окраска газа. Уже при температуре 25 °С и давлении 1 атм. мольное соотношение **Г/В** в равновесной смеси составляет 2,16/1. Плотность такой смеси по воздуху равна 2,67. При охлаждении смеси **В** и **Г** ниже 21,1 °С она почти полностью обесцвечивается и превращается в неокрашенную жидкость, состоящую из молекул **Г** (иногда слегка желтоватую из-за примеси молекул **В**). При сжигании **А** в кислороде образуются только вода и газ **Д** (реакция 4), являющийся одним из основных компонентов воздуха. Водный раствор **А** окрашивает лакмусовую бумагу в синий цвет. Смесь веществ **Б** и **В** при охлаждении ниже –36 °С реагирует с образованием неустойчивой синей жидкости **Е** (реакция 5). Для получения смеси **Б** и **В** нужного состава в лаборатории используют реакцию 50%-ного водного раствора кислоты **Ж** с крахмалом $(C_6H_{12}O_5)_n$ (реакция 6).

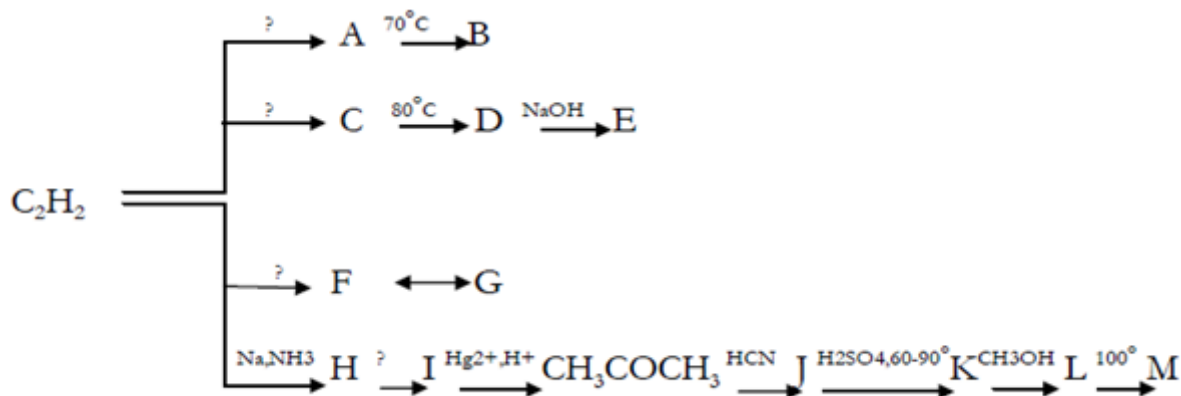
Для получения вещества **З**, использующегося как удобрение, в промышленности проводят реакцию между **А** и **Ж** (реакция 7). Нагревание **З** до 245 °С приводит к выделению газа **И** (реакция 8).

1. По данным, приведённым в условии задачи, рассчитайте молекулярную массу газа **В**.
2. Напишите уравнения реакций 1–8, приведите названия веществ **А–Д**.
3. Изобразите структурные формулы веществ **Е–И**.

2. (20 баллов) Вещество **В** является одним из самых популярных синтетических полимеров. Из него производят различные упаковки, бутылки, игрушки, кредитные банковские карты и т.д.

Другой не менее важный синтетический материал **Д**. Этот полимер представляет собой аморфное, прозрачное вещество без вкуса и запаха. **Д** широко применяется в лакокрасочной промышленности. Полимер **Е** нельзя получить из соответствующего мономера **Ф**, однако его легко синтезировать

из **D** путём щелочного гидролиза. **E** хорошо растворим в воде и высших спиртах, а с йодом образует комплексы синего цвета. Полимер **M** является прозрачным пластиком и используется в качестве небьющегося заменителя стекла. Исходным сырьём для получения **M** служат ацетон и цианистый водород.



О каких синтетических полимерах идёт речь в задаче, если известно, что мономеры трех из них содержат радикал винил? Определите все зашифрованные в цепочке вещества и назовите их. Напишите уравнения реакции сополимеризации вещества **A** и **L**. Какие вещества также могут вступать в реакцию сополимеризации? Напишите уравнения реакций. Рассчитайте степень полимеризации вещества **B**, если средняя молекулярная масса полимера составляет 500000 г/моль, а выход реакции равен 80%.

3. (10 баллов) Для определения содержания (мг/л) нитрит-ионов в водной вытяжке отобрана проба 20 мл. На взаимодействие с ней израсходовано 8,30 мл 0,004 М раствора дихромата калия. Рассчитайте объем 0,02 М раствора тиосульфата натрия, требующегося для связывания йода, выделенного таким же объемом анализируемой воды при йодометрическом анализе. Рассчитайте концентрацию NO_2^- (мг/л).

4. (10 баллов) Стандартная теплота образования $\text{HCl}(\text{г})$ равна 92,30 кДж/моль, энергия диссоциации H_2 и Cl_2 соответственно равны 436,0 и 242,4 кДж/моль. Что такое энергия химической связи в молекуле HCl ? Чему она равна? Напишите термохимические уравнения для приведенных в задаче численных данных.

5. (10 баллов) При взаимодействии 1 г смеси меди, алюминия и магния, взятых в виде порошков, с разбавленным раствором HCl выделяются 900 мл (н.у.) водорода. Из такой же массы указанной смеси можно получить 0,125 г оксида меди(II) в индивидуальном состоянии.

1). Рассчитайте массовую долю (%) каждого компонента смеси.

2). Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно из данной смеси получить оксид меди(II).

6. (10 баллов) Ученик проводил эксперимент по определению скорости химических реакций. В одном сосуде он получил H_2S , в другом сосуде такого же объема - CO_2 . Через одинаковый промежуток времени он определил массы выделившихся газов: CO_2 - 23 г, H_2O - 20 г. Скорость какой реакции выше? Ответ обоснуйте. Напишите уравнения реакций получения указанных газов.

7. (10 баллов) При синтезе из элементов аммиака давление в реакторе упало на 10%. Рассчитайте выход аммиака и его объемную долю в смеси после реакции, если исходные реагенты взяты в необходимом стехиометрическом соотношении.

8. (10 баллов) Степень ионизации 0,1 М раствора гидроксида аммония равна 1,33%. Вычислить концентрацию ионов OH^- и константу ионизации.