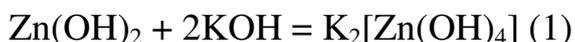


Задания 9 класса

Представлен один из возможных вариантов решения заданий

Задача №9-1



Вычислим количества веществ взятых для приготовления раствора:

$$n(\text{KOH}) = 173,6 / 56 = 3,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn(OH)}_2) = 29,7/99 = 0,3 \text{ моль}$$

Так как гидроксид цинка содержится в недостатке, то в полученном растворе содержится 0,3 моль комплексной соли $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]$ и $3,1 - 2 \cdot 0,3 = 2,5$ моль KOH.

Оба вещества способны взаимодействовать с хлороводородной кислотой:



Вычислим, какое количество KOH и $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]$ содержится в 1 мл исходного раствора:

$$\text{в } 500 \text{ мл содержится } 2,5 \text{ моль KOH}$$

$$\text{в } 1,0 \text{ мл содержится } X \text{ моль KOH}$$

$$X = n'(\text{KOH}) \cdot 2,5 \cdot 1,0 / 500 = 0,005 \text{ моль}$$

Аналогично $n'(\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = 0,0006$ моль

Согласно уравнениям реакций (2) и (3):

$$n'(\text{HCl}) = n'(\text{KOH}) = 0,005 \text{ моль}$$

$$n''(\text{HCl}) = 4n(\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = 4 \cdot 0,0006 = 0,0024 \text{ моль}$$

Вычислим количество HCl в конечном растворе:

$$V_{\text{об}} = 1,0 + 20,0 = 21,0 \text{ мл} = 0,021 \text{ л}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,05 \cdot 0,021 = 0,00105 \text{ моль}$$

Найдем количество HCl в добавленном растворе:

$$\begin{aligned} n(\text{HCl})_{\text{доб}} &= n'(\text{HCl}) + n''(\text{HCl}) + n(\text{HCl}) = \\ &= 0,005 + 0,0024 + 0,00105 = 0,00845 \text{ моль} \end{aligned}$$

Вычислим концентрацию хлороводородной кислоты:

$$C(\text{HCl}) = 0,00845/0,02 = 0,423 \text{ моль/л}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (3).	3 б.
Расчет количества KOH и $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]$ в исходном растворе.	2 б.
Расчет количества KOH и $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4]$ в 1 мл раствора.	2 б.
Расчет количества вещества и концентрации HCl.	3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-2

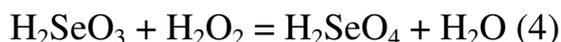
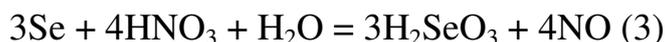
1. $\rho = \frac{M \cdot z}{N_A \cdot V}$ или $\rho = \frac{1.66 \cdot M \cdot z}{V}$, где ρ – плотность кристаллического вещества, г/см³; M – молярная масса вещества, г/моль; Z – число формульных единиц, содержащихся в одной элементарной ячейке; V – объем элементарной ячейки, Å³.
 $Z = 2$, $M = 79$, $X = \text{Se}$.

$M(X_n) = 631.8$, следовательно – Se_8

$M(X_m) = 473.9$, следовательно – Se_6

2. Кислота K – H_2SeO_4 , из ее водного раствора могут быть получены только гидраты. $M(Y) = 163.04$, значит $Y = \text{H}_2\text{SeO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или $\text{H}_3\text{O}^+(\text{HSeO}_4^-)$.

3. $M(Y) = 217.11$, значит $Z = \text{H}_2\text{SeO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ или $(\text{H}_5\text{O}_2)_2\text{SeO}_4$.



Разбалловка

Определение элемента X .	2 б.
Определен состав молекул X_n и X_m .	2x1 б. = 2 б.
Определен состав формул веществ Y и Z	2x1 б. = 2 б.
если указаны оксониевые катионы, то +0.5 балла.	2x0,5 б. = 1 б.
Написаны уравнение реакции вещества X с оксидом азота и уравнение реакции получения кислоты, реакции (1), (2).	2x0,5 б. = 1 б.
Написаны реакции (3) – (5).	3x1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-3

Из описания свойств веществ можно сделать вывод, что вещество **A** – сера. Газы **D** и **E** с неприятным запахом – это сероводород и сернистый газ, что можно подтвердить расчетом:

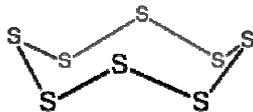
$$M(\text{SO}_2) / M(\text{H}_2\text{S}) = 64 / 34 = 1,882.$$

Таким образом,

A	B	C	D	E	F	G	H
S	Na_2S	Na_2SO_3	H_2S	SO_2	SO_3	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Молярная масса наиболее устойчивой модификации вещества **A**:

$M(A) = M(\text{SO}_2) \times 4 = 64 \times 4 = 256$ г/моль, что соответствует молекуле S_8 , имеющей циклическое строение в виде конформации «короны»:



Резиноподобная модификация – пластическая сера.

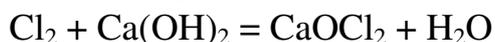


Разбалловка

Определение веществ A – H .	8x 0.5 б. = 4 б.
Вычисление молярной массы наиболее устойчивой модификации серы, написание её молекулярной и структурной формул, написание названия резиноподобной модификации.	4x 0.5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакции (1) – (8).	8x 0.5 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4

1. По краснокирпичному окрашиванию пламени можно определить, что металл в составе соединений это кальций. С помощью расчетов можно определить массу соединений **A** и **C**, $M_A = 127$ г/моль, $M_C = 74$ г/моль, соответственно газ **B** – Cl_2 , вещество **A** имеет формулу CaOCl_2 , соединение **C** – $\text{Ca}(\text{OH})_2$.



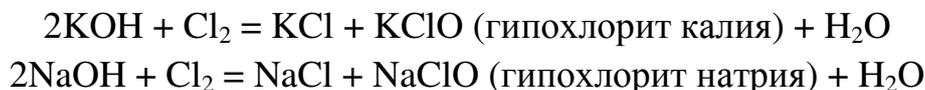
2. Соль **A**¹ – CaCl_2 (хлорид кальция), соль **A**² – $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (гипохлорит кальция). Свои свойства гипохлорит кальция проявляет за счет выделения атомарного кислорода при разложении неустойчивого гипохлорит-иона, а также за счет выделения хлора и кислорода при взаимодействии с углекислым газом.



3. Соединение **D** содержит в себе калий, из последнего предложения становится ясно, что **D** – KOH , соединение **E** соответственно NaOH .



Или



Разбалловка

Определение веществ A – C	3x0.5 б. = 1.5 б.
Написание реакции получения соединения C	1.5 б.
Определение веществ A¹, A²	2x1 б. = 2 б.
Объяснение отбеливающих и дезинфицирующих свойств соединения A² за счёт выделяющихся хлора и кислорода.	2x0.5 б. = 1 б.
Подтверждение выделения кислорода и хлора с помощью реакций (не более трех)	3x 0.5 б. = 1.5 б.
Определение веществ D, E	2x0,5 б. = 1 б.
Написание реакций взаимодействия хлора с растворами соединений D и E	2x 0.5 б. = 1 б.
Написание названий образующихся гипохлоритов	2x 0.25 б. = 0.5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-5

- 1) Определим газ **Z**, рассчитав его молярную массу через плотность по гелию
 $M(\text{Z}) = D_{\text{He}}(\text{Z}) \cdot M(\text{He}) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ г/моль}$. Следовательно, газ **Z** – **H₂** (водород).
- 2) Определим простое вещество **Y**, рассчитав его молярную (атомную) массу, используя массовые доли в соединениях

$$M(\text{Y}) = \frac{M(\text{CO}_3^{2-}) \cdot \omega(\text{Y})}{\omega(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{60 \cdot 18,79}{81,21} = 13,88 \text{ г/моль},$$

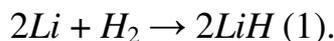
$$M(\text{Y}) = \frac{M(\text{N}^{3-}) \cdot \omega(\text{Y})}{\omega(\text{N}^{3-})} = \frac{14 \cdot 59,794}{40,206} = 20,82 \text{ г/моль},$$

$$M(\text{Y}) = \frac{M(\text{SiO}_3^{2-}) \cdot \omega(\text{Y})}{\omega(\text{SiO}_3^{2-})} = \frac{76 \cdot 15,43}{84,57} = 13,87 \text{ г/моль}.$$

Полученные значения молярных (атомных) масс **Y** отличаются в различных соединениях и не находят совпадений в периодической системе со значениями атомных масс элементов, дающих катионы с зарядами 2+ и 3+, следовательно, полученные данные могут соответствовать элементу, образующему

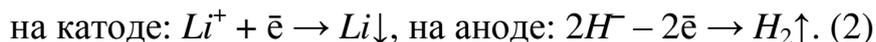
однозарядный катион с молярной (атомной) массой $M(Y) = 13,88/2 = 20,82/3 = 6,94$ г/моль, и элемент $Y - Li$ (литий).

3) Взаимодействие лития и водорода при 500–700°C проходит по уравнению



Таким образом, соединение X – гидрид лития LiH .

4) При электролизе расплава гидроксида лития идет процесс его разложения:



5) При достижении 850°C гидрид лития также разлагается на исходные вещества



6) В среде эфира гидрид лития взаимодействует с хлоридом алюминия



образуя комплексный тетрагидридоалюминат лития (литий-алюминий гидрид).

7) В результате бурной реакции гидроксида лития и воды образуются гидроксид лития и водород



8) Пропускание углекислого газа через раствор гидроксида лития дает осадок карбоната



Взаимодействие гидроксида лития с азотом при 450°C приводит к образованию аммиака и нитрида лития



9) Реакция гидроксида лития с оксидом кремния при 200°C дает метасиликат лития, элементарный кремний и водород



Разбалловка

Определение соединений Z, Y, X	3x 1 б. = 3 б.
Написание уравнений электролиза гидроксида лития на аноде и катоде	2x 0.5 б. = 1 б.
Написание уравнений (3) – (8)	6x 1 б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

Задания 10 класса

Представлен один из возможных вариантов решения заданий

Задача №10-1

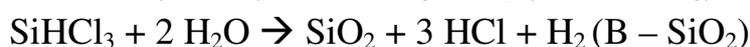
1. $m = v \cdot M$

$V \cdot \rho = n / N_A \cdot M$

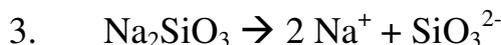
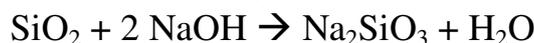
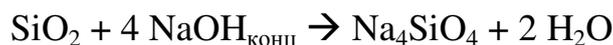
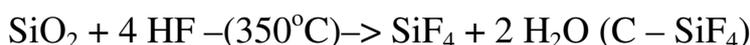
$a^3 \cdot \rho = n / N_A \cdot M$

$n = 8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 + 4 = 1 + 3 + 4 = 8$

$M = (a^3 \cdot \rho \cdot N_A) / n = ((0.543 \cdot 10^{-9} \text{ м})^3 \cdot 2330 \text{ кг/м}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}) / 8 = 0.028 \text{ кг/моль} = 28 \text{ г/моль} \Rightarrow \mathbf{X - Si}$



SiO₂ – кварц, кремнезём



$K_{\text{I}}^{\text{I}} = [\text{HSiO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{SiO}_3^{2-}] = [\text{HSiO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] / [\text{SiO}_3^{2-}] / [\text{H}^+] = K_w / K_{\text{a}}^{\text{II}}$
 $= 1 \cdot 10^{-14} / 1.6 \cdot 10^{-12} = 6.25 \cdot 10^{-3}$

$K_{\text{I}}^{\text{II}} = K_w / K_{\text{a}}^{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 2.2 \cdot 10^{-10} = 4.55 \cdot 10^{-5}$

$K_{\text{I}}^{\text{I}} = x^2 / (0.1 - x) = 6.25 \cdot 10^{-3} \Rightarrow x = 0.0221$

$K_{\text{I}}^{\text{II}} = y^2 / (0.0221 - y) = 4.55 \cdot 10^{-5} \Rightarrow y = 0.00098$

$x \gg y \Rightarrow$ гидролиз по второй ступени можно не учитывать.

$\text{pOH} = -\lg(x) = -\lg 0.0221 = 1.66$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12.34$

Разбалловка

Определение вещества X , подтвержденное расчетами без подтверждения расчетами – 0,5 б.	1.5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (6)	6x0.75 б. = 4.5 б.
Дано тривиальное название B	1 б.
Рассчитана концентрация гидроксид-ионов в результате гидролиза по первой ступени	1 б.
Сделан вывод, что гидролиз соли E по второй ступени можно не учитывать	1 б.

Найден рН раствора соли Е	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

Из описания свойств веществ можно сделать вывод, что вещество **А** – сера. Газы **Д** и **Е** с неприятным запахом – это сероводород и сернистый газ, что можно подтвердить расчетом:

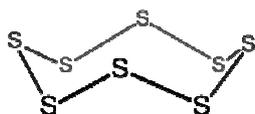
$$M(\text{SO}_2) / M(\text{H}_2\text{S}) = 64 / 34 = 1,882.$$

Таким образом,

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
S	Na_2S	Na_2SO_3	H_2S	SO_2	SO_3	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Молярная масса наиболее устойчивой модификации вещества **А**:

$M(\text{A}) = M(\text{SO}_2) \times 4 = 64 \times 4 = 256$ г/моль, что соответствует молекуле **S₈**, имеющей циклическое строение в виде конформации «короны»:



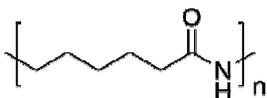
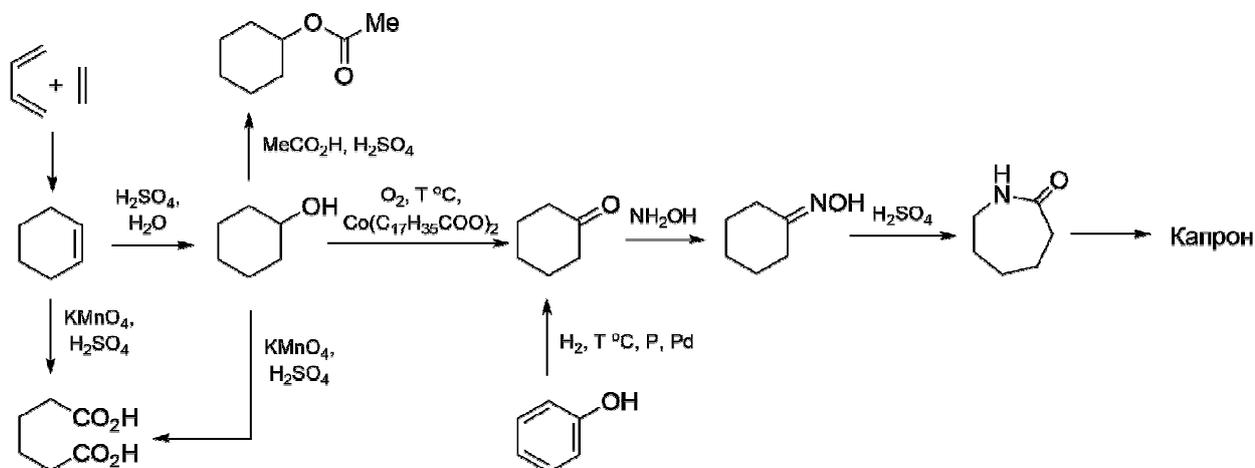
Резиноподобная модификация – пластическая сера.



Разбалловка

Определение веществ А – Н .	8x 0.5 б. = 4 б.
Вычисление молярной массы наиболее устойчивой модификации серы, написание её молекулярной и структурной формул, написание названия резиноподобной модификации.	4x 0.5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакции (1) – (8).	8x 0.5 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3



- А – бутadiен-1,3
- В – этен
- С – циклогексен
- Д – 1,6-гександиовая кислота/адипиновая кислота
- Е – циклогексанол
- Ф – циклогексилацетат
- Г – циклогексанон
- Н – фенол
- І – циклогексаноноксим
- Ј – лактам ε-аминокапроновой кислоты, капролактam

Разбалловка

Написание соединений А – Ј и их названий	20x 0.45 б. = 9 б.
Нарисованная структурная формула капрона	1 б.
ИТОГО	10 б.

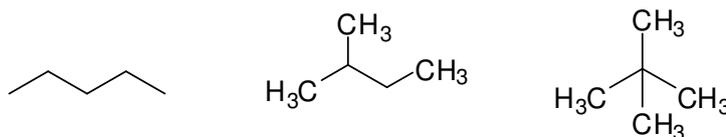
Задача №10-4

1. А = C₅H₁₂ – пентан (M = 72 г/моль), ω(H) = 12/72 = 16,667%

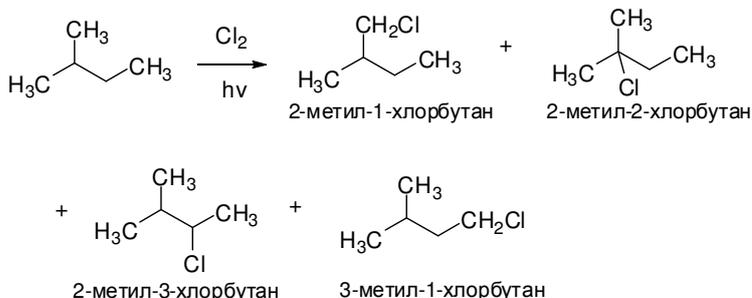
Б = C₆H₁₄ – гексан (M = 86 г/моль), ω(H) = 14/86 = 16,279%

86/72 = 1,194

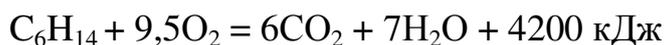
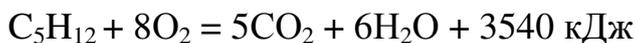
2. Пентан имеет три структурных изомера:



Третичный атом имеется во втором изомере. Схема реакции его фотохимического хлорирования:



3. Термохимические уравнения сгорания



4. Пусть, было сожжено x моль C_5H_{12} и y моль C_6H_{14}

Составим и решим систему уравнений:

$$72x + 86y = 3,74$$

$$3540x + 4200y = 183,6$$

$$x = 0,04 \text{ моль } \text{C}_5\text{H}_{12} \text{ (2,88 г)}, y = 0,01 \text{ моль } \text{C}_6\text{H}_{14} \text{ (0,86 г)}$$

$$\varphi(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 0,04 / 0,05 = \mathbf{80\%}$$

$$\varphi(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 0,01 / 0,05 = \mathbf{20\%}$$

5. $Q = C \times m \times \Delta T = 1 \times 4,2 \times 75 = 315 \text{ кДж}$

3,74 г смеси дает 183,6 кДж

X г - 315 кДж

$$X = \mathbf{6,42 \text{ г смеси}}$$

Разбалловка

Установление брутто-формул алканов А и Б	2x 1 б. = 2 б.
Изображение трех структурных изомерных форм пентана	3x0.5 = 1.5 б
Написание реакции хлорирования 2-метилбутана, написание названий всех продуктов, 0,25 б. за продукт и 0,25 б. за название по номенклатуре ИЮПАК.	8x 0.25 б. = 2 б.
Написание термохимических уравнений сгорания А и Б .	2x 1 б. = 2 б.
Рассчитаны объемные доли веществ А и Б в смеси.	2x 0.5 б. = 1 б.
Рассчитана масса смеси, необходимая для нагрева воды.	1.5 б
ИТОГО	10 б.

Задача №10-5

Вещества:

A – CHCl_3 (хлороформ);

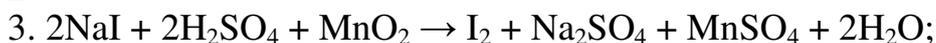
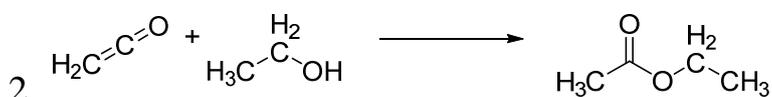
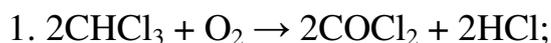
B – NH_3 ;

C – $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ (этилацетат);

D – I_2 (йод);

E – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медный купорос).

Реакции:



Поскольку реакция идет в растворе, то кристаллогидрата в нем уже нет, поэтому реакцию правильнее записать:



Цвета коктейля: нижний слой – фиолетовый, средний слой – сине-фиолетовый (васильковый), верхний слой – красно-коричневый (вишневый)

Разбалловка

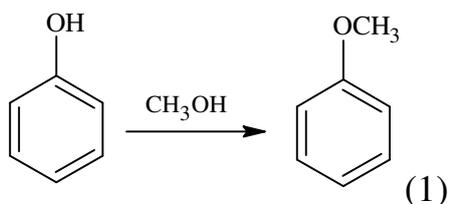
Определение формул веществ А–Е	5x1 б. = 5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Указание цветов слоев коктейля	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задания 11 класса

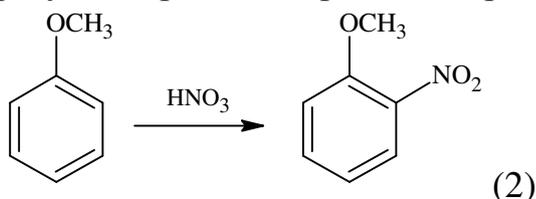
Представлен один из возможных вариантов решения заданий

Задача №11-1

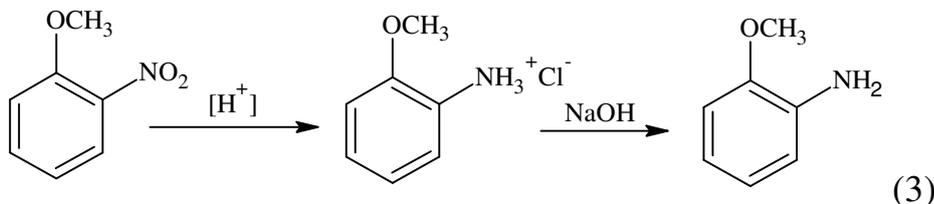
Взаимодействие фенола и метанола приводит к образованию метоксибензола (анизола – вещества **F**):



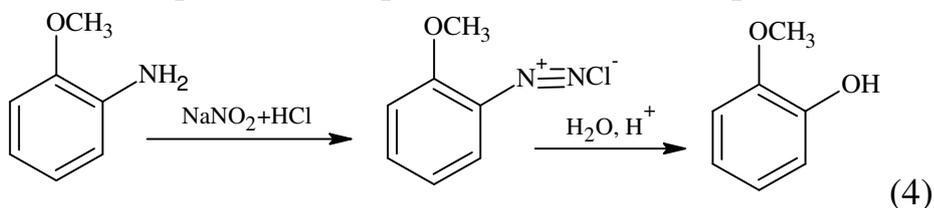
Нитрование анизола приведет к смеси о-нитроанизола (2-нитрометоксибензола) и п-нитроанизола (4-нитрометоксибензола). Так как в следующей реакции образуется орто-изомер, то выбираем о-нитроанизол:



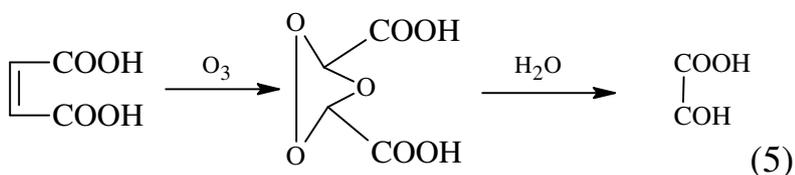
Восстановление о-нитроанизола атомарным водородом приводит к образованию хлоридной соли о-анизида (2-метоксианилина), действием гидроксида натрия выделяют о-анизид (2-метоксианилин, вещество **E**):



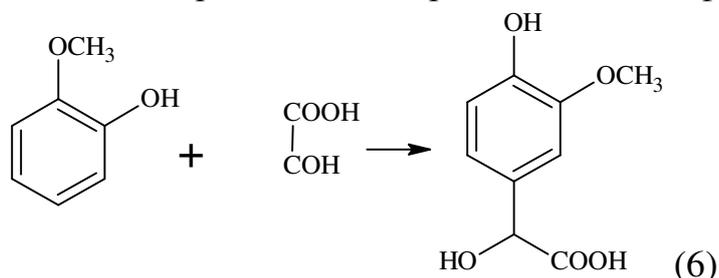
Диазотирование 2-метоксианилина и последующий гидролиз полученного соединения приводит к образованию 2-метоксифенола – гваякола (вещество **B**):



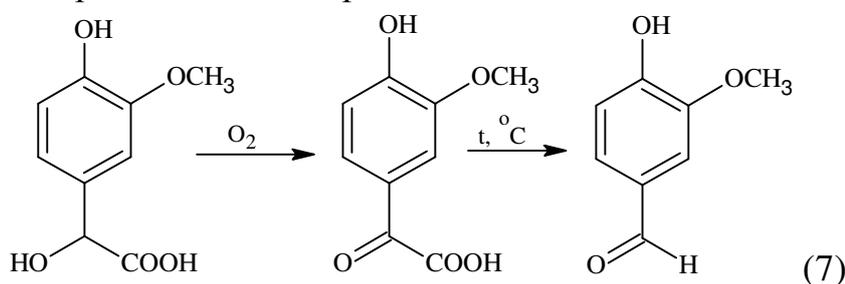
Озонолиз малеиновой кислоты приводит к образованию глиоксиловой (оксоэтановой) кислоты – вещества **C**:



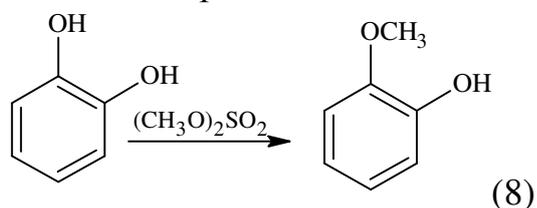
Взаимодействие 2-метоксифенола и оксоэтановой кислоты приводит к образованию 2-гидрокси-2-(4-гидрокси-3-метоксифенил)этановой кислоты:



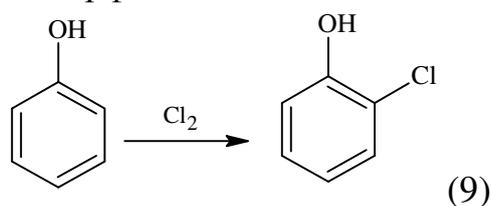
Последующее окисление и декарбоксилирование продукта окисления приводит к образованию 4-гидрокси-3-метоксибензальдегида – ванилина (вещества А):



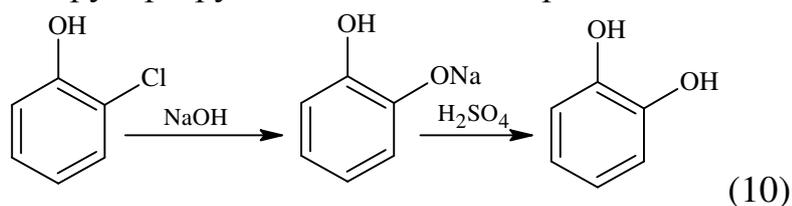
Так как гваякол получают метилированием пирокатехина, то можно предположить, что пирокатехин – это 1,2-дигидроксобензол (вещество D):



Тогда из продуктов реакции хлорирования фенола следует выбрать 2-хлорфенол:



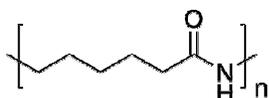
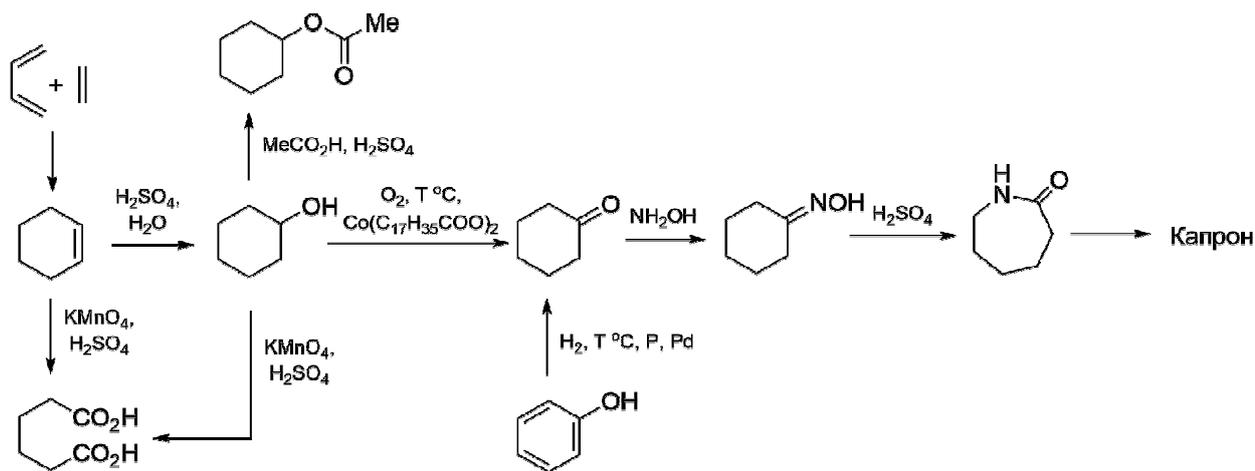
Взаимодействие 2-хлорфенола с водным раствором гидроксида натрия при повышенном давлении приводит к образованию натриевой соли пирокатехина, которую разрушают действием серной кислоты:



Разбалловка

Написание схем реакций (1) – (10)	10x0,5 б. = 5 б.
Определение формул веществ А–Е	5x0,5 б. = 2,5 б.
Названия веществ А – Е по номенклатуре ИЮПАК	5x0,5 б. = 2,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2



- А – бутадиен-1,3
- В – этен
- С – циклогексен
- Д – 1,6-гександиовая кислота/адипиновая кислота
- Е – циклогексанол
- F – циклогексилацетат
- Г – циклогексанон
- Н – фенол
- І – циклогексаноксим
- Ј – лактам ε-аминокапроновой кислоты, капролакта́м

Разбалловка

Написание соединений А – Ј, их названий	20x 0.45 б. = 9 б.
Нарисованная структурная формула капрона	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

Предположим, что X – оксид и нам дана массовая доля неизвестного элемента. Тогда, приняв формулу оксида Y_2O_n получим:

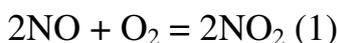
$$2 : n = \frac{53,33}{16} : \frac{46,67}{A}, \text{ где } A - \text{ атомная масса неизвестного элемента } Y$$

$$A = \frac{28}{n}$$

При $n = 2$ получаем $A = 14$, Y – азот,

Тогда X – монооксид азота

Механизм действия катализатора можно описать следующими уравнениями:



Рассчитаем изменение энтальпии, энтропии и энергию Гиббса реакции (3) в стандартных условиях:

$$\Delta_r H^0 = 2\Delta_f H^0(SO_3) - 2\Delta_f H^0(SO_2) = 2 \cdot (-395,2) - 2 \cdot (-296,9) = -196,6 \text{ кДж}$$

$$\Delta_r S^0 = 2S^0(SO_3) - S^0(O_2) - 2S^0(SO_2) = 2 \cdot 256,2 - 205,0 - 2 \cdot 248,1 = -188,8 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta_r G^0 = \Delta_r H^0 - T\Delta_r S^0 = -196,6 - 298 \cdot (-0,1888) = -140,3 \text{ кДж}$$

Условию равновесия отвечает равенство нулю энергии Гиббса:

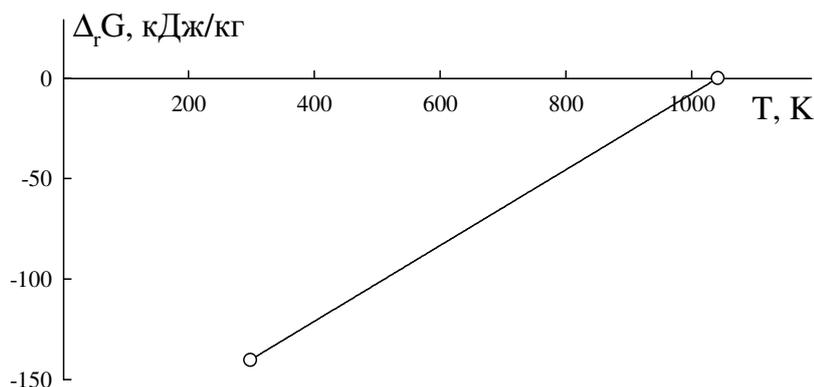
$$\Delta_r G^0 = 0$$

Допустив, что энтальпия и энтропия нашей реакции не зависит от температуры:

$$T = \frac{\Delta_r H^0}{\Delta_r S^0} = \frac{-196,6}{-0,1888} = 1041,3 \text{ К}$$

Таким образом, равновесие установится при температуре 1041,3 К.

Если энтальпия и энтропия реакции не зависит от температуры, то зависимость $\Delta_r G = f(T)$ является прямой линией. Для построения достаточно двух точек, которые мы нашли:



Изменение энергии Гиббса реакции окисления диоксида серы в зависимости от давления можно описать формулой:

$$\Delta_r G_p = \Delta_r G_T + RT(2 \ln p_{SO_3} - \ln p_{O_2} - 2 \ln p_{SO_2}) = \Delta_r G_T + RT \ln \frac{p_{SO_3}^2}{p_{SO_2}^2 p_{O_2}}$$

Подставив все известные данные и приняв, что равновесие смещено влево при $\Delta_r G < 0$, получим:

$$-196,6 - 373 \cdot (-0,1888) + 8,314 \cdot 373 \ln \frac{p_{SO_3}^2}{1^2 \cdot 1^2} < 0$$

$$\ln p_{SO_3}^2 < 0,0407$$

$$p_{SO_3}^2 < 1,0415$$

Так как давление не может быть отрицательным, то:

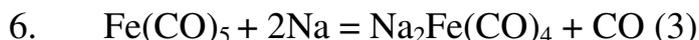
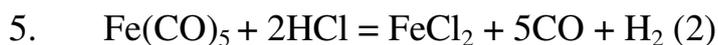
$$0 < p_{SO_3} < 1,02 \text{ (атм)}$$

Разбалловка

Определено вещество X	1 б.
Написаны уравнения, описывающие механизм его действия	3×0,5б. =1,5б.
Рассчитаны стандартные энтальпия, энтропия и энергия Гиббса	3×1 б. =3 б.
Построен график зависимости энергии Гиббса от температуры	0,5 б.
Найдена температура установления химического равновесия	1 б.
Выведена формула, выражающая зависимость энергии Гиббса от начальных парциальных давлений веществ реакции	2 б.
Определен промежуток допустимых значений начального давления SO ₃	1 б.

Задача №11-4

- $9(\text{Ir}) + 5(\text{C}_5\text{H}_5) + 6(3\text{CO}) = 20$, следовательно, $Z = +2$.
- $\rho = \frac{1,66 \cdot M \cdot z}{V}$, где ρ – плотность кристаллического вещества, г/см³; M – молярная масса вещества, г/моль; Z – число формульных единиц, содержащихся в одной элементарной ячейке; V – объем элементарной ячейки, Å³. Получим $M = 1209,4$, что соответствует формуле Os₄(CO)₁₆.
- Четырехъядерный кластер может быть металлоцепью или металлоциклом. Os₄(CO)₁₆ содержит $8 \cdot 4 + 16 \cdot 2 = 64$ валентных электронов, что соответствует квадратному циклическому остову ($N = 18 \cdot 4 - 2 \cdot 3 = 64$ электрона).
- Очевидно, что при горении будет происходить окисление железа и СО:
 $4\text{Fe}(\text{CO})_5 + 13\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 20\text{CO}_2$ (1)



$\text{Fe}(\text{CO})_5$ будет принимать электроны, отдаваемые натрием, но у $\text{Fe}(\text{CO})_5$ уже имеется 18 электронов, значит, в простейшем случае, он может превратиться в анион $\text{Fe}(\text{CO})_4^{2-}$ с отщеплением одной молекулы CO . Указание на устойчивость аниона $\text{Fe}(\text{CO})_4^{2-}$.

Разбалловка

Определение заряда комплекса иридия	1 б.
Установление истинного состава комплексного карбонила	3 б.
Установление строения кластера	2 б.
Написание уравнений реакций (1)–(3)	3 б.
Установление состава продукта реакции (3)	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

При внимательном анализе осуществленных операций становится очевидным, что один из металлов образует амминокомплексы, а второй нет, за счет этого осуществляется их разделение.

Определим металл образующий амминокомплексы. После разрушения комплекса при подкислении и последующем пропускании сероводорода, очевидно образуется сульфид. Определим, формулу сульфида и сам металл.

Примем, что сульфид имеет формулу X_2S_n , где X – металл, n – его валентность, тогда:

$$2 : n = \frac{66,67}{A} : \frac{33,33}{32} = \frac{66,67}{A} : 1,04, \quad A = 32n$$

При $n = 1$, $A = 32$, сера – неметалл

$n = 2$, $A = 64$, медь – удовлетворяет условиям

$n = 3$, $A = 96$, молибден – не образует амминокомплексы

Таким образом, один из металлов сплава – это медь

Вычислим массу меди в образце сплава:

$$\text{Cu} \rightarrow \text{CuS}$$

$$\frac{m(\text{Cu})}{64} = \frac{0,15}{96}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,10 \text{ г}$$

Вычислим массу второго металла в сплаве, обозначив его за X:

$$m(\text{Y}) = 2,50 - 0,10 = 2,40 \text{ г}$$

Очевидно, что при взаимодействии раствора с аммиаком образуется гидроксид металла, который при прокаливании разлагается до оксида. Используя эти данные определим второй металл сплава:

$$Y \rightarrow Y_2O_n$$

$$\frac{2,40}{2A(Y)} = \frac{4,53}{2A(Y) + 16n}$$

$$A(Y) = 9n$$

При $n = 1$, $A(Y) = 9$, $Y - Be$, не может быть одновалентным

$n = 2$, $A(Y) = 18$, нет такого металла

$n = 3$, $A(Y) = 27$, $Y - Al$, удовлетворяет условиям

Таким образом, исследуемый сплав состоит из меди и алюминия. В условии сказано, что сплав сохраняет пластичность металла **A**, поэтому **A** – алюминий, **B** – медь.

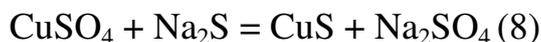
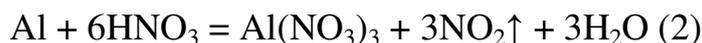
Вычислим массовые доли металлов в сплаве:

$$w(Cu) = 0,10 / 2,50 = 0,04 (4,0\%)$$

$$w(Al) = 100 - 4 = 96,0 \%$$

Сплавы на основе алюминия, содержащие медь, марганец или магний получили название дюралюминий, в честь немецкого города Дюрена, где было открыто их первое производство на упомянутом выше заводе Dürener Metallwerke AG.

Теперь можем написать все уравнения реакций:



Разбалловка

Определение металлов, из которых состоит сплав	2x2 б. = 4 б.
Определение соответствия металлов А и Б	1 б.
Расчет массовых долей металлов в сплаве	1 б.
Указание названия сплавов	0,5 б.
Написание уравнений реакций	7x0,5 б = 3,5б.
ИТОГО	10 б.