

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова
Задания теоретического тура
9 класс 2023 год

Задача 9.1 (10 баллов)

Для определения состава алюминиево-магниевого порошка (сплав ПАМ), который используется в бенгальских огнях, навеску порошка полностью растворили в соляной кислоте. Объем выделившегося при этом газа составил 1792 мл (н.у.). К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Масса нерастворившегося при этом остатка составила 0,29 г. Определите состав ПАМ в % по массе. Напишите уравнения реакций с участием ПАМ при зажигании бенгальского огня.

Задача 9.2 (10 баллов)

Под порядковым номером 34 в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находится химический элемент селен.

1. Какие характерные степени окисления будет проявлять селен в соединениях? Ответ подтвердите, приведя электронографическую формулу атома.
2. Напишите формулу водородного соединения селена и предположите какими свойствами оно будет обладать.
3. Составьте уравнение реакции взаимодействия водородного соединения селена с избытком кислорода.
4. Водородное соединение селена массой 24 г при взаимодействии с избытком кислорода образует кислородное соединение селена. Какой минимальный объем 10% раствора гидроксида натрия с плотностью $\rho = 1,11$ г/мл необходимо затратить для реакции с полученным кислородным соединением селена?

Задача 9.3 (10 баллов)

В таблице ниже приведены названия веществ, которые нам часто встречаются. Напишите их химические формулы и систематические названия. Укажите, для чего эти вещества применяются в повседневной жизни?

Вещество	Формула Систематическое название	Применение
Поваренная соль		
Гипс		
Мел		
Пищевая сода		
Активированный уголь		

Задание экспериментального тура
9 класс (10 баллов)

Вам выданы пронумерованные стаканчики, содержащие вещества, указанные в таблице. Распознайте эти вещества, используя в качестве реактивов дистиллированную воду и разбавленный раствор соляной кислоты? Напишите уравнения используемых вами химических реакций.

Вещество
Поваренная соль
Гипс
Мел
Пищевая сода
Активированный уголь

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
9 класс 2023 год

Задача 9.1 (10 баллов)

$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$	1 балл
$2Al + 6 HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$	1 балл
$AlCl_3 + NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ $Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$ или $AlCl_3 + 4NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O + 3NaCl$	1 балл
$MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2\downarrow + 2NaCl$	1 балл
$n(Mg(OH)_2) = 0,29/58 = 0,005$ моль $n(Mg) = n(Mg(OH)_2)$, $m(Mg) = 0,005 \times 24 = 0,12$ г	1 балл
$n(H_2) = n(Mg)$, $V(H_2) = 0,005 \times 22,4 = 0,112$ л (в реакции с Mg)	1 балл
Объем H_2 в реакции с Al: $V(H_2) = 1,792 - 0,112 = 1,68$ л $n(H_2) = 1,68/22,4 = 0,075$ моль	1 балл
$n(Al) = 0,075 \times 2/3 = 0,05$ моль $m(Al) = 0,05 \times 27 = 1,35$ г	1 балл
$\omega(Al) = 1,35/(1,35+0,12) = 91,8\%$ $\omega(Mg) = 8,2\%$	1 балл
$2Mg + O_2 = 2MgO$ $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$	1 балл
	Итого 10 баллов

Задача 9.2 (10 баллов)

1. Характерные степени окисления селена: $-2, +4, +6$ **0,5 балла**
2. Формула водородного соединения селена: H_2Se **0,5 балла**
3. $2H_2Se + 3O_2 = 2H_2O + 2SeO_2$ **1 балл**
4. Решение задачи:
 $2H_2Se + 3O_2 = 2H_2O + 2SeO_2$ (1)
 Расчет количества вещества селеноводорода:
 $n(H_2Se) = m/M(H_2Se)$ $M(H_2Se) = 81$ г/моль,
 $n(H_2Se) = 24/81 = 0,30$ моль **1 балл**
 По уравнению реакции (1)
 $n(H_2Se) = n(SeO_2) = 0,30$ моль **1 балл**
 $SeO_2 + NaOH = NaHSeO_3$ (2) **1,5 балла**
 По уравнению реакции (2)
 $n(SeO_2) = n(NaOH) = 0,30$ моль **1 балл**
 Находим массу вещества NaOH
 $m(NaOH) = 0,30 \times 40 = 12$ г **1 балл**
 Находим массу 10% раствора гидроксида натрия
 $\omega = m_{в-ва} \times 100\% / m_{р-ра}$ $m_{р-ра} = m_{в-ва} \times 100\% / \omega$
 $m = 12 \times 100/10 = 120$ г **1,5 балла**
 Рассчитаем объем гидроксида натрия
 $V = m/\rho = 120/1,110 = 108$ г **1 балл**

Задача 9.3 (10 баллов)

Вещество	Название	Применение	Баллы
Поваренная соль	NaCl Хлорид натрия	Пищевая добавка Промывание носоглотки, желудка (при отравлении) Физраствор Обработка ран, противоотечное средство	2
Гипс	CaSO ₄ ×2H ₂ O Дигидрат сульфата кальция	Как вяжущий материал в строительстве, в архитектуре В медицине (гипсовая повязка, слепки зубов)	2
Мел	CaCO ₃ Карбонат кальция	Для письма на досках (в школах) В зубных пастах В лекарственных препаратах В строительстве (побелка, штукатурка)	2
Пищевая сода	NaHCO ₃ Гидрокарбонат натрия	Разрыхлитель при приготовлении изделий из теста Антацидное средство (для уменьшения кислотности желудочного сока) Лечение кашля, отхаркивающее средство, разжижение мокроты Воспалительные заболевания полости рта, зубов, десен, для разрыхления ушной серы	2
Активированный уголь	C Углерод	В медицине при расстройстве желудка или отравлениях (для выведения токсинов, аллергенов) В фильтрах для очистки воды	2

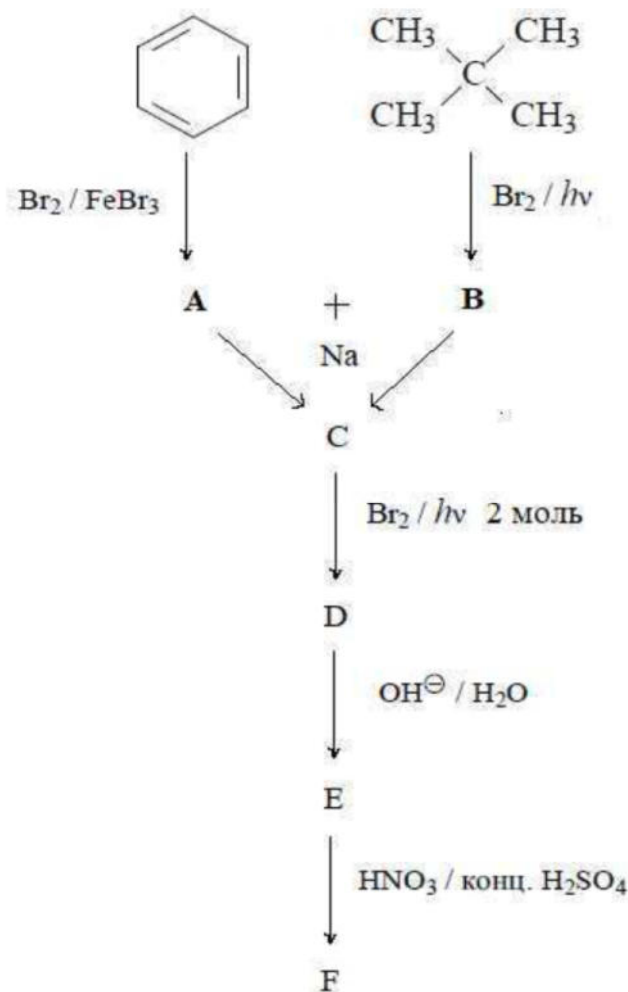
Экспериментальная часть (10 баллов)

Действия	Баллы
Находим уголь по цвету порошка (черный), все остальные – белые порошки.	2
Растворяем оставшиеся вещества в воде. Из них нерастворимы мел и гипс. Растворяются соль и сода.	
Действуем на твердые нерастворимые в воде вещества кислотой. Находим мел (выделение газа с шипением) CaCO ₃ + 2HCl = CaCl ₂ + CO ₂ ↑ + H ₂ O	2
Оставшееся вещество – гипс.	2
Действуем на твердые, растворимые в воде вещества, кислотой. Находим соду (выделение газа с шипением) NaHCO ₃ + HCl = NaCl + CO ₂ ↑ + H ₂ O	2
Оставшееся вещество – соль.	2

Удмуртский государственный университет
 Институт естественных наук
 Кафедра фундаментальной и прикладной химии
 VII Вузовская олимпиада по химии
 им. М.Н. Конюхова
 Задания теоретического тура
 10 класс 2023 год

Задача 10.1 (10 баллов)

Определите вещества, зашифрованные буквами А – F:

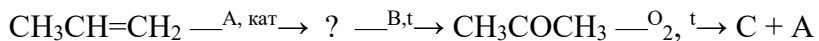


Задача 10.2 (10 баллов)

Молочная кислота является продуктом распада глюкозы в организме. Содержится в клетках мозга, печени, сердца, мышечной ткани и других органах. По концентрации молочной кислоты в организме определяется качество углеводного обмена и уровень насыщения тканей кислородом. Молочная кислота как органическое вещество относится к гетерофункциональным соединениям и имеет формулу $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Запишите структурную формулу молочной кислоты и уравнение реакции взаимодействия её с этанолом. Дайте название полученного сложного эфира. Вычислите выход органического продукта по массе, если в реакцию вступило 30 г 15 % процентного раствора кислоты и было получено 4 г сложного эфира.

Задача 10.3 (10 баллов)

Определите вещества А, В и С в схеме превращений, записав уравнения соответствующих реакций:



Установите формулу твёрдого неорганического вещества D зелёного цвета, имеющего относительную молекулярную массу 222, разлагающегося при нагревании с образованием веществ А, В и С. Приведите его тривиальное и систематическое названия и уравнение реакции разложения. В какие реакции может вступать это вещество? Приведите пример.

Задание экспериментального тура 10 класс (10 баллов)

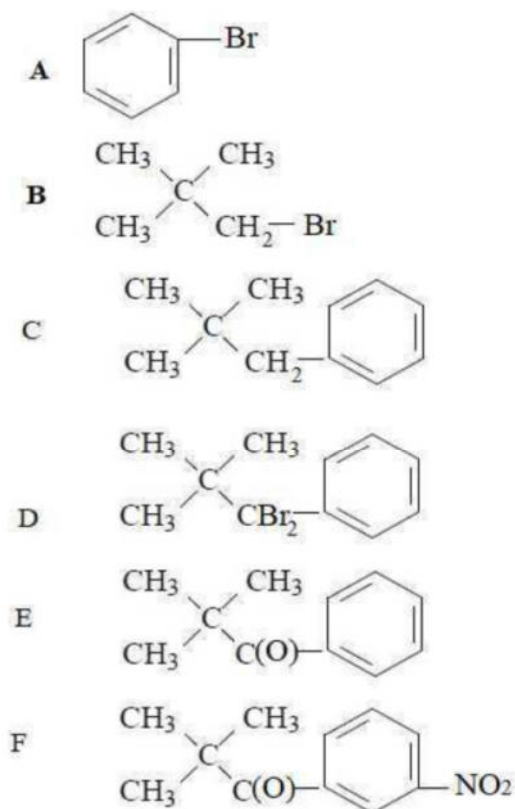
Установите формулу твёрдого неорганического вещества D зелёного цвета, имеющего относительную молекулярную массу 222, разлагающегося при нагревании с образованием веществ А, В и С. Приведите его тривиальное и систематическое названия и уравнение реакции разложения. В какие реакции может вступать это вещество? Приведите пример.

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
10 класс 2023 год

Задача 10.1 (10 баллов)

Определите вещества, зашифрованные буквами А – F:



За вещества А, В – по 1 баллу, за вещества С-F – по 2 балла

Задача 10.2 (10 баллов)

Молочная кислота является продуктом распада глюкозы в организме. Содержится в клетках мозга, печени, сердца, мышечной ткани и других органах. По концентрации молочной кислоты в организме определяется качество углеводного обмена и уровень насыщения тканей кислородом. Молочная кислота как органическое вещество относится к гетерофункциональным соединениям и имеет формулу $C_3H_6O_3$. Запишите структурную формулу молочной кислоты, приведите ее номенклатурное название и уравнение реакции взаимодействия её с этанолом. Дайте название полученного сложного эфира. Вычислите выход органического продукта по массе, если в реакцию вступило 30 г 15 % процентного раствора кислоты и было получено 4 г сложного эфира.

Молочная кислота – это спиртокислота, ее номенклатурное название 2-гидроксипропановая кислота

1 балл

Структурная формула молочной кислоты:

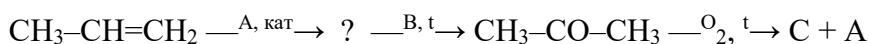
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$	1 балл
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$	3 балла
Название – этиловый эфир 2-гидроксопропановой кислоты	1 балл

Нахождение выхода органического продукта:

1. Нахождение массы кислоты в растворе: $m(\text{кисл.}) = 30 \times 0,15 = 4,5 \text{ г}$ **1 балл**
2. Определение количественного соотношения кислоты и эфира и нахождение количества кислоты: $n(\text{кисл.}) = n(\text{эфир.}), n(\text{кисл.}) = 4,5 \text{ г}/90 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$ **1 балл**
3. Определение количества эфира и его теоретической массы: $n(\text{кисл.}) = n(\text{эфир.}) = 0,05 \text{ моль}; m(\text{эфир.}) = 0,05 \text{ моль} \times 118 \text{ г/моль} = 5,9 \text{ г}$ **1 балл**
4. Определяем выход продукта: $\eta = 4/5,9 \times 100 = 67,8\%$ **1 балл**

Задача 10.3 (10 баллов)

Определите вещества А, В и С в схеме превращений, записав уравнения соответствующих реакций:



Установите формулу твёрдого неорганического вещества D зелёного цвета, имеющего относительную молекулярную массу 222, разлагающееся при нагревании с образованием вещества А, В и С. Приведите его тривиальное и систематическое название и уравнение реакции разложения. В какие реакции должно вступать это вещество? Приведите пример.

- 1) А – вода H_2O , в реакции с алкенами образует спирт **1 балл**
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ **1 балл**
 - 2) В – оксид меди(II) CuO , при нагревании окисляет спирт до кетона **1 балл**
 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ **1 балл**
 - 3) С – углекислый газ CO_2 , образуется при горении кетона **1 балл**
 $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3 + 4,5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ **1 балл**
- Вещество D – гидрокарбонат меди(II) – малахит в природе **1 балл**
 $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ **1 балл**
- Как основная соль D должна взаимодействовать с кислотами: **2 балла**
 $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Экспериментальная часть (10 баллов)

Приведите тривиальное и систематическое название вещества D и уравнение реакции разложения. В какие реакции должно вступать это вещество? Как доказать наличие ионов в этом веществе с помощью качественных реакций? Проведите соответствующие эксперименты и напишите уравнения реакций.

Вещество А – вода (H_2O), вещество В – оксид меди(II) (CuO), вещество С – углекислый газ (CO_2).

Вещество D – гидроксокарбонат меди(II) – малахит в природе	1 балл
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
Пропускание полученного газа через известковую воду дает помутнение, что однозначно указывает на углекислый газ	1 балл
$\text{CO}_2\uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
Наличие иона меди(II) подтверждается образованием голубого аморфного осадка при взаимодействии со щелочью	1 балл
$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
И его дальнейшее растворение в избытке аммиака	1 балл
$\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 4\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	1 балл
Как основная соль D должна взаимодействовать с кислотами	1 балл
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$	1 балл

Удмуртский государственный университет
 Институт естественных наук
 Кафедра фундаментальной и прикладной химии
 VII Вузовская олимпиада по химии
 им. М.Н. Конюхова
 Задания теоретического тура
 11 класс 2023 год

Задача 11.1 (10 баллов)



Осуществите цепочку превращений, если исходным веществом является пищевая добавка E 210, а конечным продуктом этой схемы превращений – пищевая добавка E 230.

Характеристики	E210	E230
Состав	68,85% С; 4,92% Н и 26,23% О	93,5% С; 6,5% Н
внешний вид	Белые кристаллы	Бесцветные кристаллы
Растворимость в воде	Плохая (0,29г/100г воды)	Не растворимо
Применение	Как консервант, подавляет рост плесени, дрожжей и некоторых бактерий.	Для обработки яблок и цитрусовых культур при их транспортировке и хранении, поскольку ингибирует рост грибов.

Вещество X₁ также является пищевой добавкой – E211. Фенолфталеин в растворе X₁ окрашивается в малиновый цвет.

Определите структурные формулы всех указанных в схеме веществ.

Задача 11.2 (10 баллов)

Вам хорошо известен запах одного из наиболее токсичного газа – сероводорода. Этот газ входит в состав природного и попутных нефтяных газов, вулканических газов. Много сероводорода и в природных минеральных водах.

Получают сероводород в лабораторных условиях, как правило, действием соляной кислоты на сульфиды металлов, например, железа или цинка. Однако для получения газа можно использовать обыкновенный парафин от свечи. Для этого понадобится парафин, порошок мелкоизмельчённой серы и газовая горелка. Нужно расплавить в фарфоровой чашке около 25 г парафина и добавить туда 15 г порошка серы. После расплавления убираем горелку и даём постепенно смеси остывать, при этом необходимо постоянно помешивать получаемый раствор. После застывания смеси её можно измельчить.

Сероводород получим, медленно нагревая полученную измельчённую смесь в пробирке с газоотводной трубкой. Нагревать нужно до температуры 170°C и больше. В процессе нагревания смеси протекает окислительно-восстановительная реакция, в ходе которой водород, входящий в состав парафина, взаимодействует с серой.

- Исходя из описания взаимодействия, напишите реакцию взаимодействия парафина (C₄₀H₈₂) с серой.
- Используя данные задачи, рассчитайте, какие массы парафина и серы нужно взять для получения 24,8 л сероводорода, объём которого измерен при 25°C и давлении в 100,0 кПа. Выход реакции считайте равным 80%. Универсальная газовая постоянная R равна 8,314 Дж/(моль·К).

Задача 11.3 (10 баллов)

Одним из продуктов гидролиза известного жаропонижающего вещества **A** является *o*-гидроксibenзойная кислота.

- Приведите ее структурную формулу и тривиальное название, а также тривиальное название вещества **A** и запишите уравнение реакции его гидролиза.
- Нитрование данной кислоты сначала приводит к образованию продукта $C_7H_5NO_5$, в избытке нитрующего агента, переходящего в вещество $C_6H_3N_3O_7$, являющегося достаточно сильной кислотой. Определите строение продуктов нитрования.
- Нагревание *o*-гидроксibenзойной кислоты приводит к выделению газа (какого?) и образованию вещества **B**, дающего фиолетовое окрашивание с раствором хлорида железа(III). Каково строение вещества **B** и чем обусловлено окрашивание в присутствии Fe^{3+} ?

Задание экспериментального тура 11 класс (10 баллов)

Получение и изучение свойств салициловой кислоты

1. Получение и идентификация салициловой кислоты

Несколько кристаллов ацетилсалициловой кислоты растворить в 5 мл воды и разделить раствор на две части. Одну из них кипятить 3 минуты на водяной бане и затем охладить. В каждую пробирку добавить несколько капель раствора хлорида железа(III). Что наблюдается?

Задания и вопросы:

- Объясните, почему при добавлении к прокипяченной пробе раствора $FeCl_3$ наблюдается появление окраски?

2. Диссоциация салициловой кислоты в растворе

Приготовить раствор салициловой кислоты: постепенно растворять кристаллы кислоты в пробирке с 7 мл воды (при каждом добавлении встряхивать пробирку) до образования нерастворяющегося осадка. После этого слить прозрачный раствор и использовать его для данного опыта и экспериментов 3 и 4.

- Добавить в пробирку с раствором салициловой кислоты каплю индикатора (лакмус). Наблюдается ли изменение окраски?
- К раствору ацетата натрия прибавить небольшое количество тонко растертой салициловой кислоты. Происходит ли ее растворение?

Пояснение: *Ароматические кислоты малорастворимы в воде, но возможно их растворение в растворах солей более слабых кислот: растворение салициловой кислоты в растворе соли другой кислоты является признаком вытеснения последней из ее соли.*

Вопросы и задания:

- Какая из кислот – салициловая или уксусная – сильнее и почему?

3. Бромирование салициловой кислоты (работать под тягой!)

К 1 мл раствора салициловой кислоты добавить по каплям бромную воду и отметить, заметны ли изменения.

Задания и вопросы:

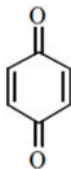
- Запишите схему бромирования салициловой кислоты.
- Почему бромирование салициловой кислоты протекает без участия катализатора?

4. Окисление салициловой кислоты

К 1 мл раствора салициловой кислоты добавить равный объем раствора карбоната натрия и затем по каплям раствор перманганата калия при встряхивании до прекращения изменения окраски.

Задания и вопросы:

- Какая особенность структуры обуславливает легкость окисления салициловой кислоты?
- Сколько электронов отдает молекула салициловой кислоты, если продуктами окисления



упрощенно принять *p*-бензохинон и CO₂?

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
11 класс 2023 год

Задача 11.1 (10 баллов)

Исходя из процентного элементного состава E210 E230, устанавливаем брутто-формулу:

$$\omega(X) = \text{Ar}(X) \times n(X) / \text{Mr}(E210),$$

$$n(C) : n(H) : n(O) = \omega(C) / \text{Ar}(C) : \omega(H) / \text{Ar}(H) : \omega(O) / \text{Ar}(O) = 68,85/12 : 4,92/1 : 26,23/16 = 5,74:4,92:1,64 = 3,5:3:1 = 7:6:2, \text{ значит}$$

E210 – C₇H₆O₂ (C₆H₅COOH), бензойная кислота **2 балла**

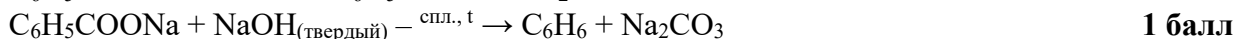
$$\omega(X) = \text{Ar}(X) \times n(X) / \text{Mr}(E230),$$

$$n(C) : n(H) = \omega(C) / \text{Ar}(C) : \omega(H) / \text{Ar}(H) = 93,5/12 : 6,5/1 = 1,2:1 = 12:10, \text{ значит}$$

E230 – C₁₂H₁₀ (C₆H₅–C₆H₅), дифенил **2 балла**

Значит, X₁ – бензоат натрия (C₆H₅COONa) (так как среда раствора щелочная) **1 балл**

X₂ – хлорбензол (C₆H₅Cl) **1 балл**



Задача 11.2 (10 баллов)

1. Взаимодействие парафина и серы можно представить следующим уравнением:



2. Рассчитаем количество сероводорода, которое нужно получить, по уравнению Менделеева-Клайперона:

$$n_{\text{практ}}(H_2S) = \frac{PV}{RT} = \frac{100,0 \text{ кПа} \times 24,8 \text{ л}}{8,314 \text{ Дж/(моль К)} \times 298,15 \text{ К}} = 1,0 \text{ моль} \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Учитывая выход реакции по сероводороду, рассчитаем теоретическое количество вещества сероводорода:

$$n_{\text{теор}}(H_2S) = \frac{1,0 \text{ моль} \times 100\%}{80\%} = 1,25 \text{ моль} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Согласно условию задачи, для получения сероводорода нужно смешать 25 г парафина и 15 г порошка серы. Данные массы соответствуют следующим количествам этих веществ:

$$n(C_{40}H_{82}) = \frac{25 \text{ г}}{562 \text{ г/моль}} = 0,0444 \text{ моль};$$

$$n(H_2S) = \frac{15 \text{ г}}{34 \text{ г/моль}} = 0,441 \text{ моль}.$$

2 балла

Из расчетов видно, что сера взята почти в 10-кратном избытке по отношению к парафину: 0,441 / 0,0444 = 9,94, в то время как по уравнению реакции ее требуется в 41 раз больше. Следовательно, сера взята для реакции в недостатке и дальнейшие расчеты нужно вести через количество вещества серы:

$$n(S) = n(H_2S) = 1,25 \text{ моль};$$

$$m(S) = n(S) \times M(S) = 1,25 \text{ моль} \times 32 \text{ г/моль} = 40,0 \text{ г};$$

$$n(\text{C}_{40}\text{H}_{82}) = n(\text{S}) / 9,94 = 1,25 \text{ моль} / 9,94 = 0,126 \text{ моль};$$

$$m(\text{C}_{40}\text{H}_{82}) = n(\text{C}_{40}\text{H}_{82}) \times M(\text{C}_{40}\text{H}_{82}) = 0,126 \text{ моль} \times 562 \text{ г/моль} = 70,8 \text{ г} \quad \mathbf{4 \text{ балла}}$$

Задача 11.3 (10 баллов)

А – ацетилсалициловая кислота (аспирин) и уравнение реакции гидролиза с образованием уксусной и *o*-гидроксibenзойной кислот **2 балла**

Продукт $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_5$ – 2-гидрокси-5-нитробензойная кислота **2 балла**

Продукт $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$ – тринитрофенол (пикриновая кислота) **2 балла**

Вещество В – фенол **1 балл**, газ – CO_2 **1 балл**

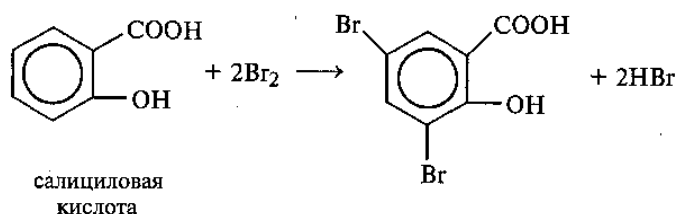
Окрашивание в присутствии Fe^{3+} обусловлено образованием комплексных соединений **2 балла**

Эксперимент

1. При гидролизе аспирина образуется *o*-гидроксibenзойная (салициловая) кислота, образующая цветные комплексы с ионами $\text{Fe}(\text{III})$ за счет фенольного гидроксила (для справки: некоторые замещенные фенолы, в частности *m*-гидроксibenзойная кислота и тринитрофенол, эту реакцию практически не дают) **1 балл**

2. Салициловая кислота почти на два порядка сильнее уксусной: сказывается акцепторное влияние ароматического кольца в сравнении с алкильным радикалом (и возможность образования внутримолекулярной водородной связи в молекуле салициловой кислоты между COOH и OH) **2 балла**

3. Салициловая кислота бромруется до дибромпроизводного:



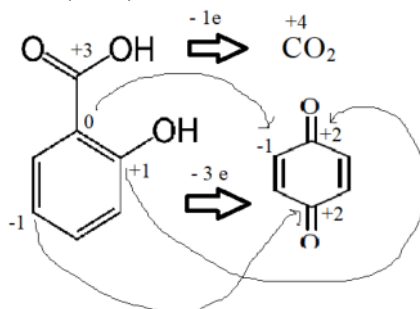
При избытке брома возможно декарбоксилирование и образование трибромфенола **2 балла**

Бромирование протекает без катализатора за счет активирующего +M-влияния фенольного гидроксила, увеличивающего нуклеофильные свойства ароматического кольца **1 балл**

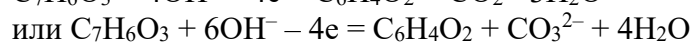
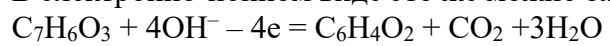
4. Легкость окисления обусловлена активирующим влиянием фенольного гидроксила **1 балл**

Окисление в указанных условия – потеря 4 электронов:

COOH , окисляясь до CO_2 , отдает один электрон ($-1e$). Углерод, связанный с OH ($+1$), отдает $1e$ и окисляется до $\text{O}=\text{C}$ ($+2$), углерод в *m*-положении к нему (-1) также окисляется до $\text{O}=\text{C}$ ($+2$) и отдает $3e$. Что интересно, C -атом, связанный с COOH (0) при декарбоксилировании условно восстанавливается до $-1!$ ($+1e$). Итого: $-1-1-3+1 = -4e$, что показано на схеме:



В электронно-ионном виде это же можно записать:



3 балла