

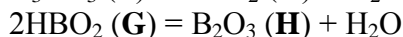
10 класс

№ 1

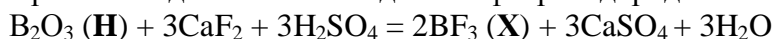
1) Твердый материал, изоэлектронное углероду бинарное соединение, вероятно, нитрид бора, BN (**К**). Тогда можно предположить, что в задаче описываются превращения соединений бора. В органическом синтезе в качестве восстановителя, действительно, используется борсодержащее соединение, NaBH_4 (**Д**). Кроме того, борсодержащее соединение, имеющееся в домашней аптечке, – борная кислота, H_3BO_3 (**Ф**).

Превращения, зашифрованные в левом цикле

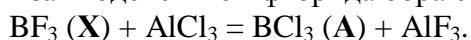
При нагревании борная кислота превращается сначала в метаборную кислоту, а затем – в оксид бора:



При взаимодействии последнего с фтороводородом получается фторид бора (**Х**):



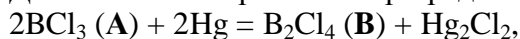
Взаимодействием фторида бора с хлоридом алюминия получают хлорид бора (**А**):



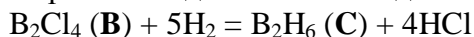
Хлорид бора (**А**) вступает в обменную реакцию с HI , образуя иодид бора BI_3 (**Е**), который при действии воды гидролизует до борной кислоты (**Ф**).

Превращения, зашифрованные в правом цикле

Действием электрического разряда на BCl_3 получается B_2Cl_4 (**В**):



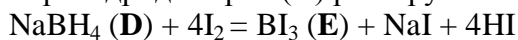
а при взаимодействии последнего с водородом – диборан (**С**):



Диборан (**С**) может быть также получен из NaBH_4 (**Д**) и фосфорной кислоты:

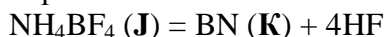


Боргидрид натрия (**Д**) реагирует с иодом:

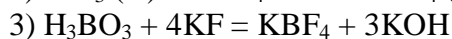
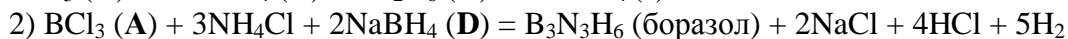
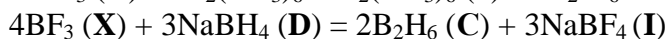
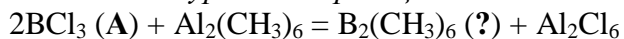


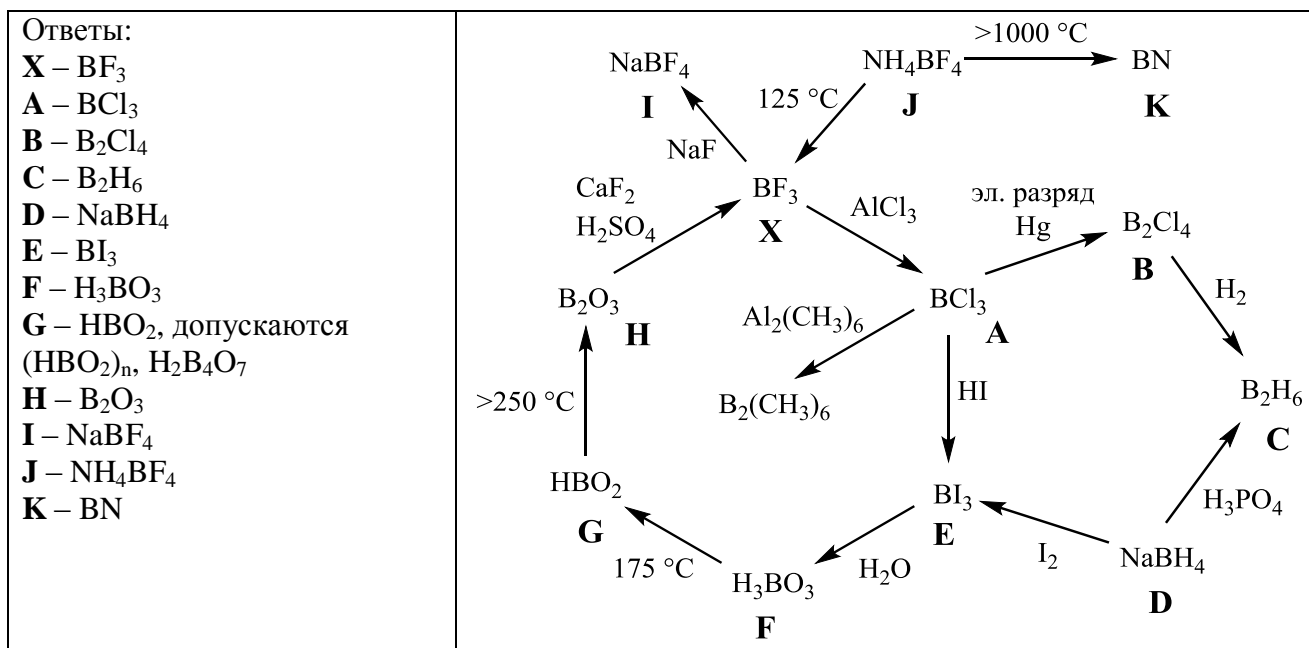
Превращения в верхней части схемы

BN (**К**) получают термическим разложением тетрафторбората аммония (**Ж**) при высоких температуре и давлении. При более низкой температуре эта соль разлагается на трифторид бора (**Х**) и фторид аммония. Последний при взаимодействии с оксидом бора образует фторид бора:



Оставшиеся уравнения реакций:





Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Определение искомого элемента | 1 балл |
| 2. 12 зашифрованных веществ: по 0,25 балла | 3 балла |
| 3. 14 реакций: по 0,25 балла | 3,5 балла |
| 4. Реакция хлорида бора с триметилалюминием | 0,5 балла |
| 5. Образование боразола | 1 балл |
| 6. Реакция борной кислоты с фторидом калия | 1 балл |

ИТОГО: 10 баллов

№ 2

1) Соединения могут иметь формулу MX_n (X – галоген, n – валентность металла M).

Исходя из массовой доли элемента, можно найти молярную массу металла:

n	Возможный металл	Молекулярная масса металла			
		MF_n	MCl_n	MBr_n	MI_n
1	натрий	23,2	23,2	23,2	23,2
2	–	46,4	46,4	46,4	46,4
3	галлий	69,6	69,6	69,6	69,6
4	ниобий	92,8	92,8	92,8	92,8
5	–	116	116	116	116
6	–	139,2	139,2	139,2	139,2

Из полученных данных видно, что в соединениях со всеми галогенидами металл имеет одинаковую валентность.

Исходя из максимальных валентностей подходят натрий и галлий.

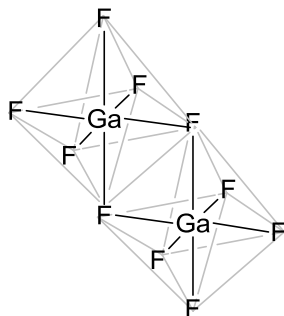
Однако, известно, что все соединения натрия с галогенами являются ионными, поэтому в ряду $\text{NaF} - \text{NaCl} - \text{NaBr} - \text{NaI}$ не должно происходить резкого уменьшения температуры плавления и кипения.

Поэтому, металл – галлий, а его галогениды имеют общую формулу GaX_3 .

2) Вследствие большой разницы электроотрицательностей галлия и фтора кристаллический фторид галлия имеет ионную кристаллическую решетку. Хлорид, бромид и иодид галлия в кристаллическом состоянии имеют молекулярную структуру. В соединениях с ионной кристаллической решеткой связь между ионами гораздо более прочная, чем связь между молекулами в структурах молекулярного типа. Поэтому вещества с молекулярной

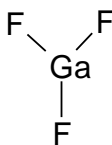
кристаллической решеткой имеют более низкие температуры кипения/сублимации, чем вещества с ионной структурой.

3) а) Кристаллический фторид галлия имеет ионную решетку с октаэдрическим окружением галлия (координационное число галлия равно 6 в кристаллической фазе, гибридизация атома галлия sp^3d^2).

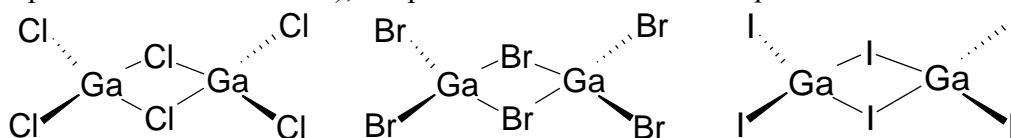


б) Вследствие того, что атомы хлора, брома и иода имеют радиус намного больше, чем атом фтора, то координационное число 6 не может быть реализовано в хлориде, бромиде и иодиде галлия. Поэтому в данных соединениях галлий имеет тетраэдрическое окружение с координационным числом 4 в кристаллической фазе и гибридизацией атома галлия sp^3 . Кристаллы хлорида, бромиде и иодида галлия имеют молекулярную структуру, где димерные молекулы Ga_2Cl_6 , Ga_2Br_6 и Ga_2I_6 находятся в узлах кристаллической решетки.

в) Фторид галлия существует в газовой фазе как мономер GaF_3 . Структура – плоский правильный треугольник, координационное число 3, гибридизация атома галлия sp^2 .



г) Хлорид, бромид и иодид галлия существуют в газовой фазе в виде димеров Ga_2Cl_6 , Ga_2Br_6 и Ga_2I_6 , структуры которых приведены на рисунке (тетраэдрическое окружение атома галлия, координационное число 4), гибридизация атома галлия sp^3 .



4) Галлий также может образовывать моногалогениды: GaF , $GaCl$, $GaBr$, GaI .

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--|----------------|
| 1. | Нахождение металлов | 2 балла |
| | расчёт подходящих металлов по массовой доле галогенов - 0,5 балла | |
| | определение общей формулы галогенидов - 0,5 балла | |
| | объяснение, почему выбран галлий - 1 балл | |
| 2. | Объяснение последовательности изменения температур плавления и кипения | 1 балл |
| 3. | Для 4 соединений в кристаллическом состоянии и 4 соединений в газовой фазе (8 случаев) | 6 баллов |
| | за каждую структуру | 8 · 0,25 балла |
| | за координационное число в каждом соединении | 8 · 0,25 балла |
| | за гибридизацию центрального атома | 8 · 0,25 балла |
| 4. | Приведены моногалогениды галлия | 1 балл |

ИТОГО: 10 баллов

№ 3

1) Найдём удельный объём пор: $\alpha = 39,2/49 = 0,8$ мл/г. Если 20 г силикагеля содержит $1,4 \cdot 10^{20}$ «идеальных» пор, то 1 г содержит $7 \cdot 10^{18}$ пор, тогда можно найти объём одной поры: $V = 0,8/(7 \cdot 10^{18}) = 1,143 \cdot 10^{-19}$ мл. Откуда по формуле объёма сферы находим радиус «идеальной» поры: $1,143 \cdot 10^{-19} = 4/3\pi r^3$, $r = 3 \cdot 10^{-7}$ см = 30 Å, – значит диаметр поры: $d = 60$ Å.

2) Пористость материалов также можно определять по изотермам адсорбции. Ещё один метод определения пористости – это изменение уровня жидкости при взаимодействии с пористым материалом.

3) Так как поверхность силикагеля гидрофильная (из-за наличия большого количества полярных групп на поверхности), то при использовании воды большее количество газа, содержащегося в адсорбенте, должно выделиться, тогда как в случае применения неполярного гексана для данных целей за тот же промежуток времени не весь содержащийся газ выйдет из пор материала, что повлечёт за собой большие неточности.

4) Предположим, что мы работаем с 1 г силикагеля, тогда объём аргона, содержащегося в нём: $0,8 \cdot 0,9 = 0,72$ мл (так как содержание аргона на 10% меньше максимально возможного). Откуда зная условия, при которых существует система, рассчитаем по уравнению Менделеева–Клапейрона количество вещества аргона в 1 г адсорбента:

$300 \cdot 10^3 \cdot 0,72 \cdot 10^{-6} / (8,31 \cdot 283) = 91,8$ мкмоль, что соответствует массе 0,00367 г, то есть массовая доля аргона в системе: $\omega(\text{Ar}) = 0,00367 \cdot 100\% / (1 + 0,00367) = 0,365\%$.

5) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + n\text{H}_2\text{SiO}_3$

$\text{H}_2\text{SiO}_3 = n\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + (1 - n)\text{H}_2\text{O}$ (нагревание, $0 < n < 1$)

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|---------|
| 1. Расчёт диаметра поры | 3 балла |
| 2. Способ определения пористости | 1 балл |
| 3. Правильная оценка в пользу использования воды | 1 балл |
| 4. Расчёт $\omega(\text{Ar})$ | 3 балл |
| 5. Уравнения реакций: по 1 баллу | 2 балла |

ИТОГО: 10 баллов

№ 4

Зашифрованные вещества:

1 – Cu, **2** – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, **3** – $\text{Cu}(\text{OH})_2$, **4** – CuO, **5** – KCuO_2 , **6** – CuSO_4 , **7** – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$,
8 – CuCl_2 , **9** – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, **10** – $\text{H}[\text{CuCl}_2]$

Уравнения реакций:

- 1**→**2** $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3_{\text{разб}} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
или $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3_{\text{конц}} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2**→**4** $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$
- 2**→**3** $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{KNO}_3$
- 3**→**4** $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
- 3**→**7** $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- 4**→**1** $\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{Cu} + \text{CH}_3\text{COH} + \text{H}_2\text{O}$
- 4**→**5** $2\text{CuO} + 2\text{KO}_2 = 2\text{KCuO}_2 + \text{O}_2$
- 5**→**8** $2\text{KCuO}_2 + 8\text{HCl}_{\text{конц}} = 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5**→**6** $2\text{KCuO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб}} = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 6**→**9** $2\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$
- 6**→**1** $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
- 1**→**10** $6\text{Cu} + \text{KClO}_3 + 12\text{HCl} = 6\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $n[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = n\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)(\text{OH})_2 + 4n\text{NH}_3$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Вещества: по 0,4 балла | 4 балла |
| 2. Реакции 1)-4), 11): по 0,4 балла | 2 балла |
| 3. Реакции 5)-10), 12), 13): по 0,5 балла | 4 балла |

ИТОГО: 10 баллов

№ 5

Галстук – галоген, *вулкан* – алкан, *боль* – соль, *ароматное* – ароматическое.

Так как все три продукта первой реакции являются линейными алканами, то **A** и **B** – галогеналканы ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{Hal}$), а реакция похожа на реакцию Вюрца. Рассчитаем молекулярную массу **A** исходя из $\omega(\text{Hal})$: $\omega(\text{Hal}) = M_r(\text{Hal})/M_r(\text{A})$; $M_r(\text{A}) = M_r(\text{Hal})/\omega(\text{Hal})$, – откуда составим таблицу:

Hal	F	Cl	Br	I
M_r	35,9	67	151	239,7
Формула	-	-	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{Br}$	-

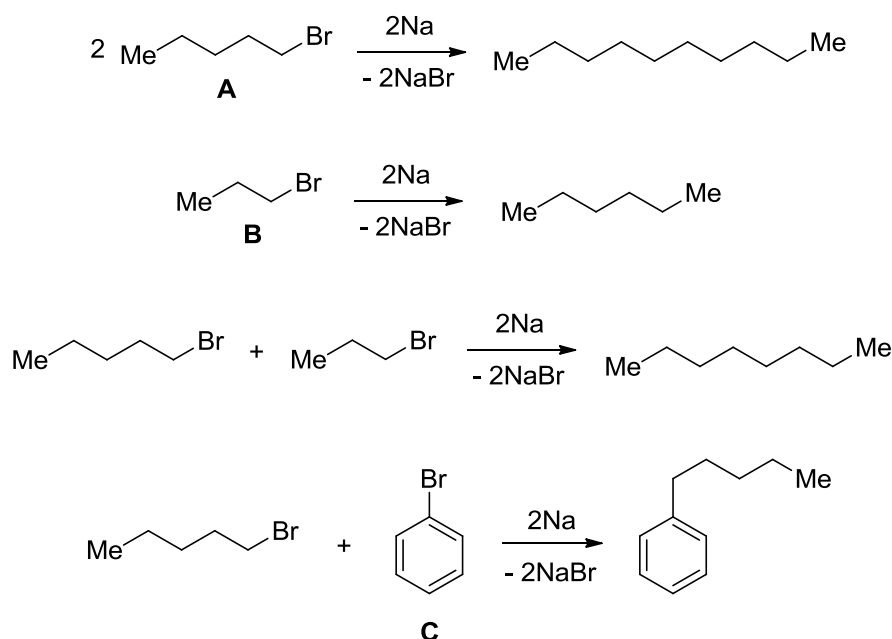
Итак, **A** – 1-бромпентан, тогда один из продуктов первой реакции – декан. Узнаем молярную массу наиболее летучего продукта $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}$: $\omega(\text{C}) = x \cdot M_r(\text{C})/M_r(\text{C}_x\text{H}_{2x+2})$; $M_r(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = x \cdot M_r(\text{C})/\omega(\text{C})$; $M_r(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = 14,33 \cdot x$, – составим таблицу зависимости $M_r(\text{C}_x\text{H}_{2x+2})$ от x :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
$M_r(\text{C}_x\text{H}_{2x+2})$	14,33	28,66	43	57,32	71,65	86	100,31	114,64	129	...
Формула	-	-	-	-	-	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	-	-	-	...

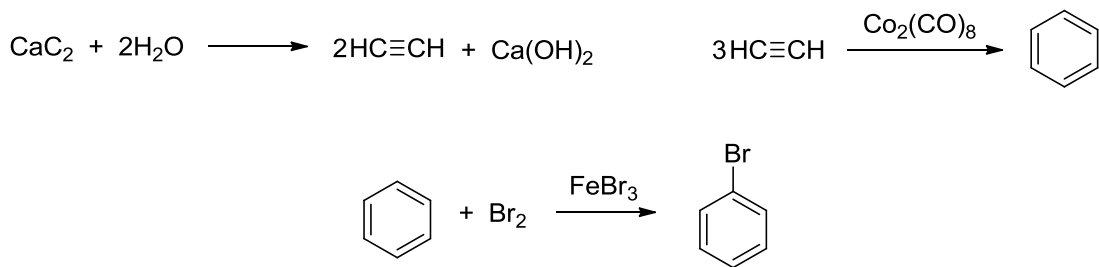
Так как второй продукт – гексан, а одно из исходных веществ – 1-бромпентан, то возможно 2 варианта исходных веществ: бромметан или 1-бромпропан, – но по причине того, что гексан – самый летучий из продуктов, вещество **B** – 1-бромпропан.

Определим состав соли **Y**: $\omega(\text{X}) = 22,33\%$, – откуда: $\omega(\text{Br}) = 77,67\%$, – находим, что **X** – это натрий.

Попробуем определить продукт реакции **A** с **C**. $\omega(\text{C}) = 100 - \omega(\text{H})$; $\omega(\text{C}) = 89,19\%$; $n(\text{C})/n(\text{H}) = (89,19\%:12)/(10,81\%:1) = 1/1,454 = 11/16$, – и простейшая формула **C** – $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$. В условиях данной реакции основным продуктом должно являться производное бензола с алкильным заместителем и, соответственно, удовлетворять формуле $\text{C}_y\text{H}_{2y-6}$, то есть брутто-формула **C** – $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$ (*n*-пентилбензол). Отсюда понятно, что **C** – это бромбензол, так как ещё одним продуктом реакции является бромид натрия.



Способ получения бромбензола из неорганических веществ:



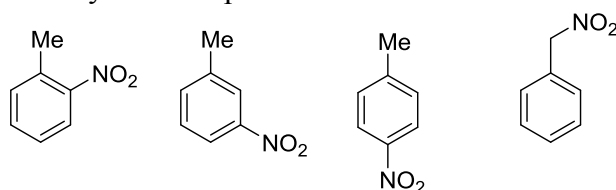
Рекомендации к оцениванию:

1. Правильно определены и названы вещества (А, В, С, гексан, октан, декан, пентилбензол, NaBr): по 0,75 балла (без названия: 0,5 балла за вещество) 6 баллов
2. Приведены верные расчёты: (NaBr, 1-бромпентан и гексан: по 0,5 балла; за пентилбензол: 1 балл) 2,5 балла
3. Предложен верный способ получения бромбензола (по 0,5 баллов за стадию; если предложен свой способ, то максимальный балл ставится, если синтез доведен до конца) 1,5 балла

ИТОГО: 10 баллов

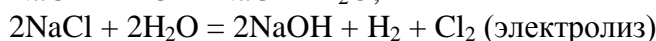
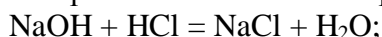
№ 6

Найдём формулу углеводорода X: $(\omega(\text{C})/M_r(\text{C})) / (\omega(\text{H})/M_r(\text{H})) = 91,3/12 : 8,7 = 7 : 8$, – степень неопределённости равна 4, что соответствует толуолу, основной источник которого именно нефть. Нитропроизводных толуола четыре:

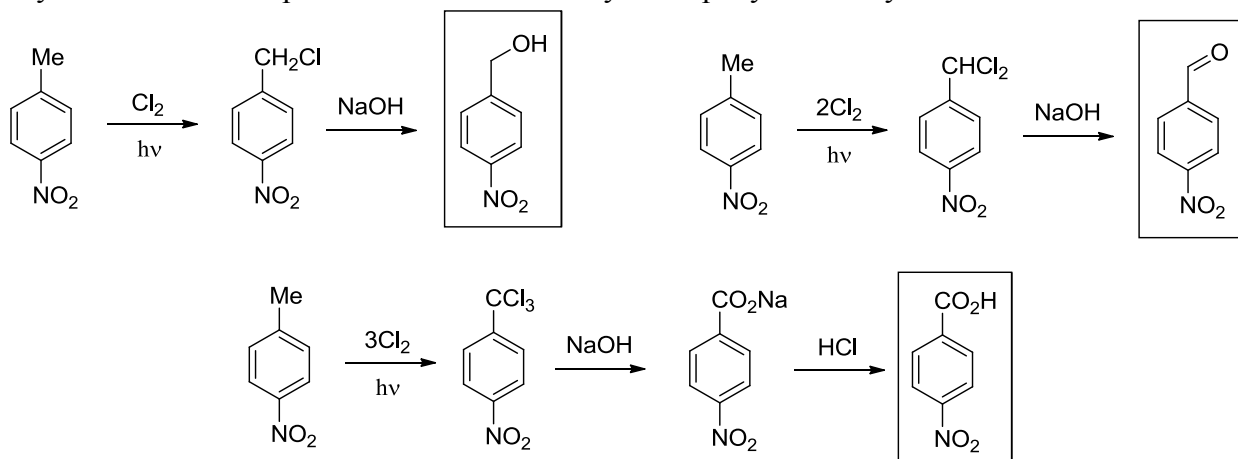


Но только у *para*-нитротолуола имеется три структурно неэквивалентных типа атомов водорода, который поэтому и является исходным соединением.

Итак, необходимо окислить метильную группу при ароматическом кольце до спиртовой, альдегидной и карбоксильной групп. На первой стадии нужно получить хлор-, дихлор- и трихлорпроизводные по метильной группе. Это можно осуществить с помощью хлора, который можно в свою очередь получить электролизом хлорида натрия:



Далее на свету можно прохлорировать *para*-нитротолуол. После чего гидролизом полученных галогенпроизводных можно получить требуемые по условию задачи вещества:



Однако гидролиз дихлорпроизводного необходимо проводить с осторожностью во избежание протекания с альдегидом реакции диспропорционирования (реакция Канниццаро).

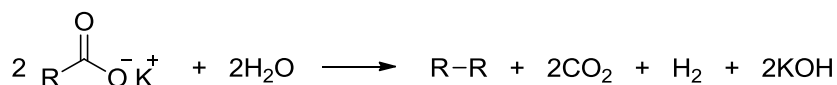
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Правильно определен толуол и <i>para</i> -нитротолуол по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Идея об электролизе | 1 балл |
| 3. Способ получения спирта и альдегида: по 2 балла | 4 балла |
| 4. Способ получения кислоты | 3 балла |

ИТОГО: 10 баллов

№ 7

Электролиз водного раствора калиевой соли карбоновой кислоты (реакция Кольбе) может быть описан следующей схемой:



Из данных, имеющихся в условии, можно рассчитать молярную массу радикала R.

Количество вещества соли: $n(\text{соли}) = 3/(\text{M}(\text{R}) + 83)$

Количество вещества углеводорода: $n(\text{R}-\text{R}) = 0,298/2\text{M}(\text{R})$

Учитывая, что по уравнению реакции углеводорода получается в два раза меньше, чем соли, а также то, что препаративный выход углеводорода составил 30%, получаем:

$2n(\text{R}-\text{R}) = 0,3n(\text{соли})$, тогда получаем уравнение с одним неизвестным:

$2 \cdot 0,298/2\text{M}(\text{R}) = 0,3 \cdot 3/(\text{M}(\text{R}) + 83)$

Откуда $\text{M}(\text{R}) = 41$ г/моль. Такой массе соответствует брутто-состав C_3H_5 (состав C_2OH менее вероятный). Возможное строение радикала, углеводорода **В** и продуктов его озонлиза представлено в таблице:

	R	углеводород В	продукты озонлиза
а			$2 \text{CH}_2\text{O} + \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
б			$2 \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
в			$\text{O}=\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(\text{CH}_3)_2 + 2 \text{CH}_2\text{O}$
г			

В задаче использовались восстановительные условия озонлиза (для разложения озонида использовался сульфит натрия, являющийся восстановителем). В этом случае из гекса-1,5-диена (пункт **а**) образуется бутандиаль и формальдегид; из гекса-2,4-диена (пункт **б**) образуется этандиаль и ацетальдегид; из 2,3-диметилбута-1,3-диена (пункт **в**) образуется бутан-2,3-дион и формальдегид. Вариант **г** отпадает, так как циклопропаны устойчивы к действию озона. Реактив Толленса – $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$ – дает реакцию «серебряного зеркала» из предложенных продуктов озонлиза только с альдегидами, поэтому вариант пункта **в** отпадает.

Чтобы сделать выбор между гекса-1,5-диеном и гекса-2,4-диеном, воспользуемся тем, что из 0,298 г углеводорода **В** образовалось 0,312 г вещества **Д**.

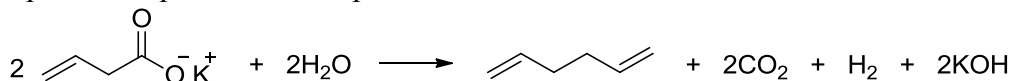
Масса ацетальдегида, который мог быть получен из 0,298 г **В** (гекса-2,4-диен) равна:
 $2 \cdot 44 \cdot 0,298 / 82 = 0,320$ (г)

Масса бутандиаль, который мог быть получен из 0,298 г **В** (гекса-1,5-диен) равна: $86 \cdot 0,298 / 82 = 0,312$ (г), что совпадает с условием задачи.

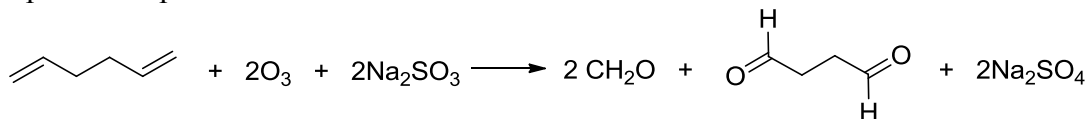
Таким образом, соединение **В** – гекса-1,5-диен.

A	B	C	D
бут-3-еновая кислота	гекса-1,5-диен	метаналь	бутандиаль

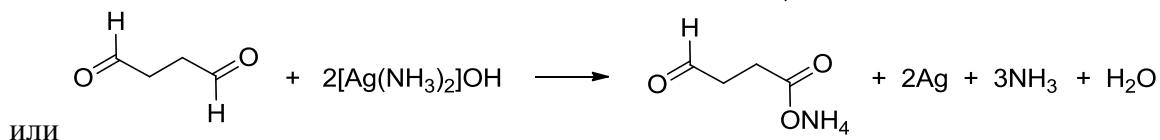
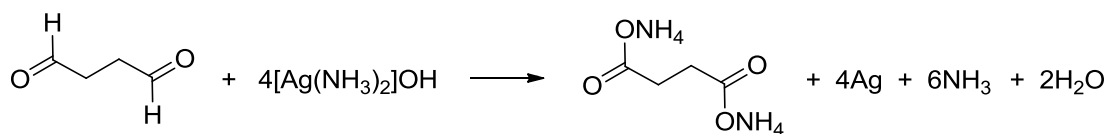
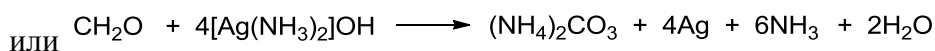
Уравнение реакции электролиза:



Уравнение реакции озонлиза:



Взаимодействие альдегидов **C** и **D** с реактивом Толленса:



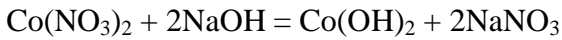
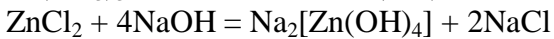
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Выход на брутто-формулу радикала C_3H_5 (с расчётом) | 1,5 балла |
| 2. Выход на структурную формулу радикала (с расчётом и анализом) | 1,5 балла |
| 3. Структурные формулы A – D : по 0,75 балла | 3 балла |
| 4. Названия соединений A – D : по 0,25 балла | 1 балл |
| 5. Уравнения электролиза и озонлиза: по 1 баллу | 2 балл |
| 6. Уравнения реакций с реактивом Толленса: по 0,5 балла | 1 балл |

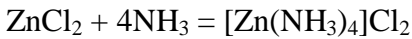
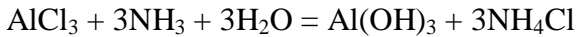
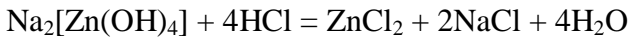
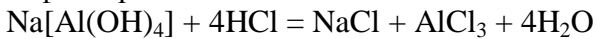
ИТОГО: 10 баллов

1. Растворим смесь в дистиллированной воде.

Растворятся только соли цинка, кобальта и алюминия. Фильтруем на воронке раствор от осадка, осадок несколько раз промываем водой. Затем к фильтрату добавим избыток гидроксида натрия. Образование окрашенного осадка указывает на наличие кобальта.



Отфильтровываем осадок, фильтрат обрабатываем кислотой до кислой среды. Затем добавляем аммиак. Алюминий выпадает в виде бесцветного гидроксида, его отфильтровываем.



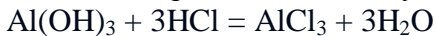
Обнаружение иона цинка в растворе проводим с помощью растворения в аммиаке, предварительно разрушив комплекс кислотой:



Затем снова добавляем избыток аммиака и осадок не образуется (реакция выше).

Если же к соли цинка добавить недостаток щёлочи, то выпадает бесцветный осадок гидроксида, растворимого в избытке щёлочи.

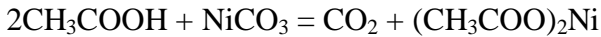
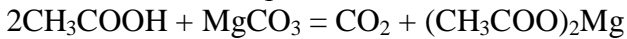
Обнаружение иона алюминия: к отфильтрованному твердому гидроксиду алюминия прибавляем соляную кислоту, затем избыток аммиака.



Видно, что в отличие от цинка в случае алюминия выпадает осадок гидроксида (реакция выше), растворимого в избытке щёлочи.

Обнаружение иона кобальта: выпадение окрашенного осадка гидроксида (реакция выше), нерастворимого в избытке щёлочи.

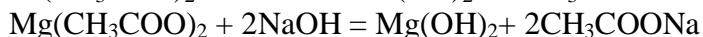
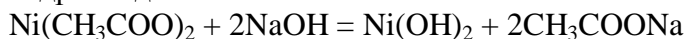
2. Осадок с фильтра перенесем в стакан, добавим уксусную кислоту и подогреем, так можно отделить карбонаты от смеси.



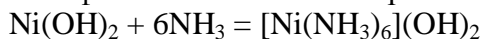
Видно, что активно выделяется углекислый газ, особенно при нагревании.

Смесь отстаиваем и нерастворившийся сульфид меди отфильтровываем.

Затем разделим соли магния и никеля. Сначала добавим избыток щелочи, контролировать pH можно с помощью индикаторной бумажки. В осадок выпадут гидроксиды обоих металлов.



Раствору даем отстояться и жидкость над осадком аккуратно сливаем и добавляем к оставшемуся осадку избыток аммиака, перемешиваем стеклянной палочкой. Раствор стал фиолетовым за счет образования аминоккомплекса никеля:

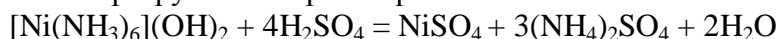


А гидроксид магния в виде осадка останется на дне.

Отфильтровываем осадок и промываем его водой.

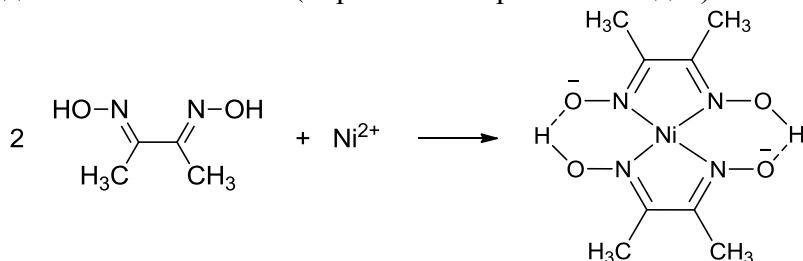
Обнаружение иона никеля

К раствору, содержащему никель, добавим кислоту, видно, что аминоккомплекс никеля разрушился и раствор стал светло-зеленым.



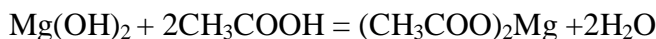
А при добавлении щелочи к полученному раствору образуется светло-зеленый осадок гидроксида никеля.

Кроме того, ион никеля можно обнаружить с помощью реакции с диметилглиоксимом (образование красного осадка):



Обнаружение иона магния

Гидроксид магния хорошо растворяется в уксусной или соляной кислоте, так как является основанием:



А при добавлении избытка щелочи выпадает осадок гидроксида магния (реакция выше), который не растворяется в избытке щелочи.

3. Оставшийся сульфид меди растворяем в избытке аммиака:



образуется ярко-синий раствор комплекса меди.

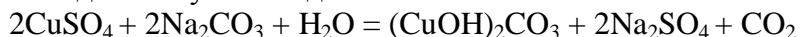
Обнаружение иона меди

Разрушим сульфид меди серной кислотой:



Раствор превратится в светло-голубой.

К нему добавим избыток соды, будет выделяться аммиак от побочной реакции и выпадать голубой осадок:



Или добавим гидроксид натрия, выпадет голубой осадок гидроксида, растворяющийся в аммиаке.

Рекомендации к оцениванию:

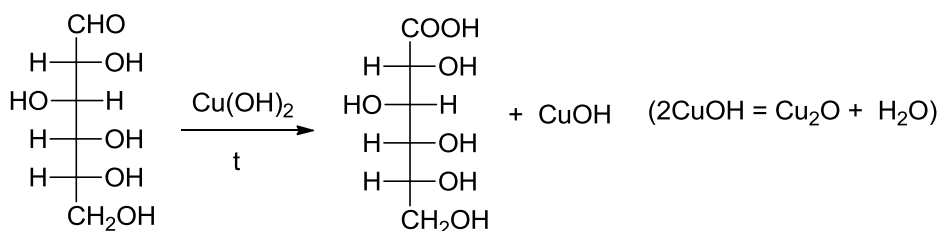
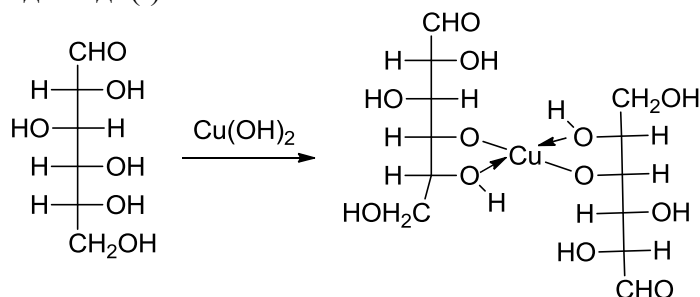
- | | |
|--|-----------|
| 1. Правильная схема разделения | 10 баллов |
| 2. Правильное обнаружение веществ с указанными условиями реакций | 5 баллов |
| 3. Демонстрация дежурному целевых веществ | 10 баллов |
| 4. Техника выполнения работы | 5 баллов |

ИТОГО: 30 баллов

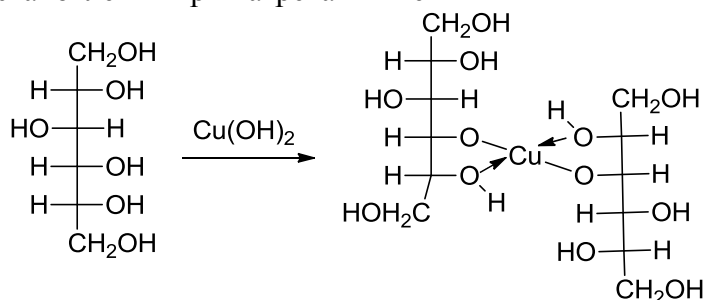
11 класс

Качественный анализ

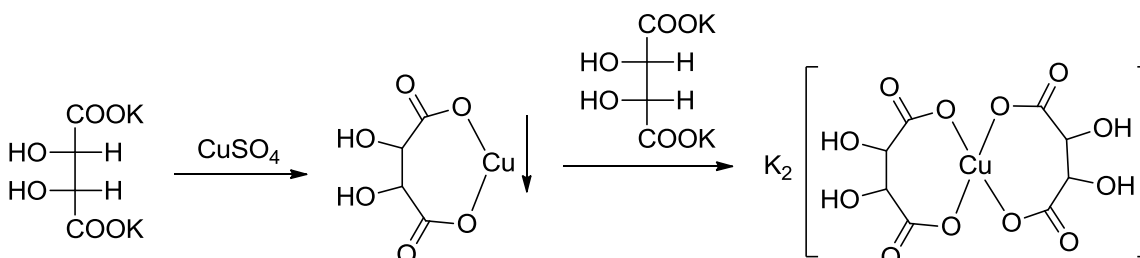
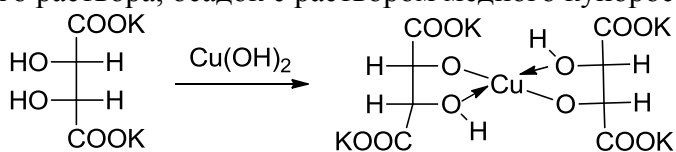
- глюкоза: растворение свежеосажденного гидроксида меди в щелочной среде с образованием синего раствора, при нагревании - восстановление меди(II) до кирпично-красного оксида меди(I)



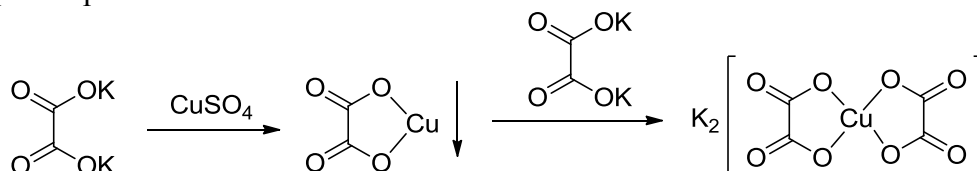
- сорбит: растворение свежеосажденного гидроксида меди в щелочной среде с образованием синего раствора, восстановления при нагревании нет



- тартрат: растворение свежеосажденного гидроксида меди в щелочной среде с образованием синего раствора, осадок с раствором медного купороса, растворимый в избытке тартрата



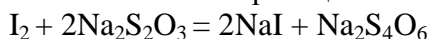
- оксалат: свежеосажденный гидроксид меди не растворяется, осадок с раствором медного купороса, растворимый в избытке оксалата



Количественный анализ

Проводят реакцию: $C_6H_{12}O_6 + I_2 + 3NaOH = C_6H_{11}O_7Na + 2NaI + 2H_2O$

После окончания реакции избыток иода оттитровывают тиосульфатом натрия



Формула для расчёта массы глюкозы:

$$m = \frac{(V_{\text{хол}} - V_{\text{зад}}) \cdot C \cdot V_2 \cdot M}{2 \cdot V_1}$$

$V_{\text{хол}}$ – объём раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование в холостом опыте, л;

$V_{\text{зад}}$ – объём раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование задачи, л;

C – концентрация тиосульфата натрия, моль/л;

V_2 – объём мерной колбы, л;

V_1 – объём аликвоты, л;

M – молярная масса глюкозы, г/моль.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|----------|
| 1. Обоснованный ход качественного анализа
идентификация каждого вещества: по 0,5 балла | 2 балла |
| 2. Уравнения реакций в ходе качественного анализа: по 1 баллу
реакция с ошибкой в коэффициентах: 0,5 балла | 6 баллов |
| 3. Обоснованный ход количественного анализа, включая:
указание на необходимость титрования с глюкозой и без нее – 1 балл
общая схема титрования (для одного из вариантов) – 2,5 балла
указание на изменение окраски индикатора – 0,5 балла | 4 балла |
| 4. Формула для расчета массы | 3 балла |
| 5. Практическое определение веществ: по 1,5 балла | 6 баллов |
| 6. Объем титранта с учетом ошибки | 5 баллов |
| 0 – 3% - 5 баллов | |
| 4 – 6% - 4 балла | |
| 7 – 9% - 3 балла | |
| 10 – 12% - 2 балла | |
| 13 – 20% - 1 балл | |
| более 21% - 0 баллов | |
| 7. Масса глюкозы в колбе | 2 балла |
| 8. Соблюдение правил техники безопасности: 2 балла
каждое нарушение – минус 0,5 балла | 2 балла |

ИТОГО: 30 баллов