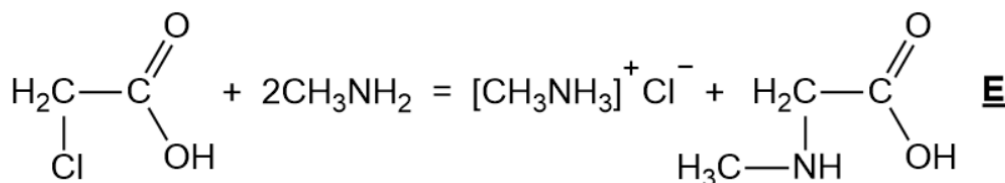
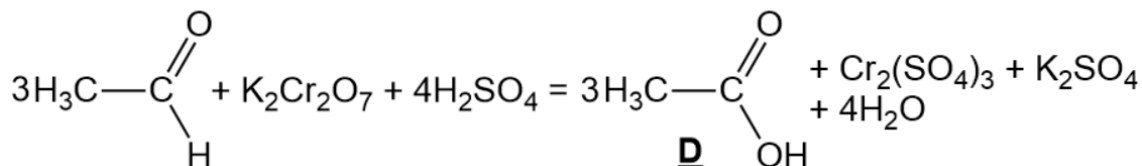
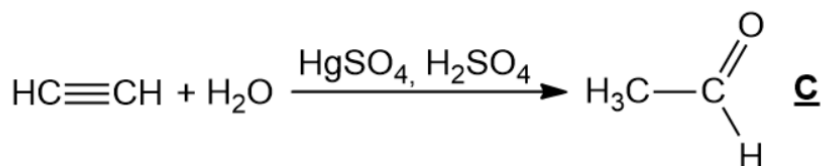
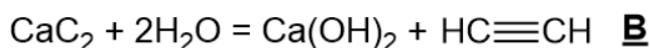
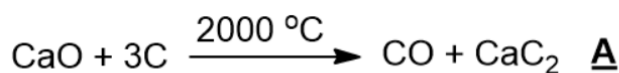


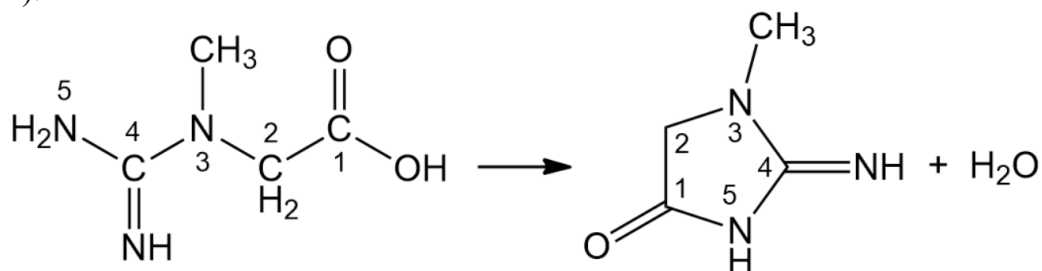
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2024-2025 УЧЕБНЫЙ ГОД
11 КЛАСС
 Решения

Задача 1.

1) При спекании оксида кальция с углеродом образуется угарный газ и карбид кальция **A**. Гидролиз CaC_2 приводит к ацетилену **B**, дальнейшая гидратация которого в присутствии солей Hg^{2+} – реакция Кучерова – позволяет получить ацетальдегид **C**. Под действием сильных окислителей – CrO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 в кислой среде и др. – ацетальдегид окисляется до уксусной кислоты **D**, хлорирование которой в присутствии красного фосфора – реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского – приводит к монохлоруксусной кислоте (написание уравнения реакции в задании не требуется). Взаимодействие хлоруксусной кислоты с метиламином протекает по механизму бимолекулярного нуклеофильного замещения и приводит к саркозину **E** – N-метилглицину, при этом вторая молекула CH_3NH_2 необходима для связывания выделяющегося в ходе реакции HCl . Саркозин проявляет нуклеофильные свойства и может присоединяться к нитрильному атому углерода цианамиды $\text{H}_2\text{N}-\text{C}\equiv\text{N}$, в результате чего образуется искомый креатин (написание уравнения реакции в задании не требуется).

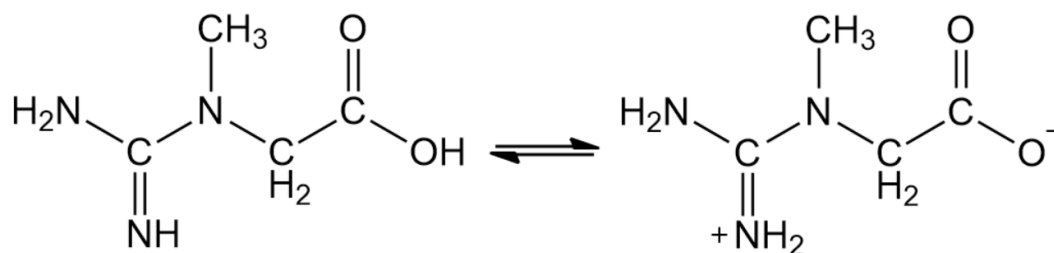


2) Креатинин – это циклический амид (лактам) креатина. Его образование описывается следующим уравнением (для наглядности атомы, участвующие в образовании циклической системы, пронумерованы):



* В ответах принимается любая из верно изображённых таутомерных форм креатинина

3) Цвиттер-ион креатина может существовать в виде нескольких таутомерных форм. Условием задачи удовлетворяет следующее уравнение:



Задача 2.

1) Найдём молярную массу третичного амина **T**. Поскольку относительная плотность **T** по угарному газу составляет 2,11, $M(\mathbf{T})$ равна:

$$M(\mathbf{T}) = A_r(\text{CO}) \cdot 2,11 = 59 \text{ г/моль.}$$

Обозначим **T** как $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$.

Бесцветный газ без вкуса и запаха, название которого переводится с древнегреческого как “безжизненный” – это азот. Найдём количества CO_2 , H_2O и N_2 , образующихся в результате сгорания **T**.

$$\begin{aligned} n(\text{CO}_2) &= V(\text{CO}_2)/V_m = 33,6/22,4 = 1,5 \text{ моль.} \\ n(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 40,5/18 = 2,25 \text{ моль.} \\ n(\text{N}_2) &= PV/RT = (115 \cdot 10^3 \cdot 5,65 \cdot 10^{-3}) / (8,31 \cdot 313) = 0,25 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Далее найдём количества атомов С, Н и N:

$$\begin{aligned} n(\text{C}) &= n(\text{CO}_2) = 1,5 \text{ моль.} \\ n(\text{H}) &= 2n(\text{H}_2\text{O}) = 4,5 \text{ моль.} \\ n(\text{N}) &= 2n(\text{N}_2) = 0,5 \text{ моль.} \end{aligned}$$

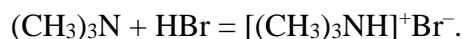
Выведем простейшую формулу соединения **T**:

$$x : y : z = 1,5 : 4,5 : 0,5 = 3 : 9 : 1.$$

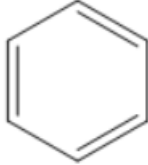
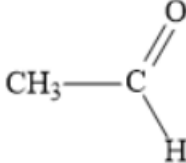
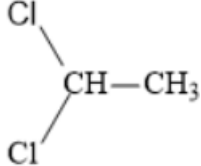
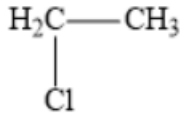

Отсюда простейшая формула: $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$.

$M(\text{C}_3\text{H}_9\text{N}) = 59 \text{ г/моль}$, что совпадает с молярной массой **T**. Соответственно, **T** – это триметиламин $(\text{CH}_3)_3\text{N}$.

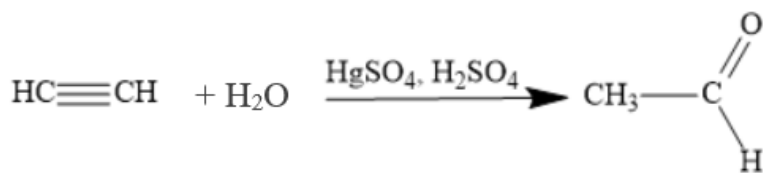
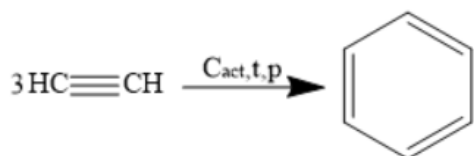
2) Триметиламин проявляет выраженные основные свойства. При взаимодействии с HBr образуется его соль – бромид триметиламмония:

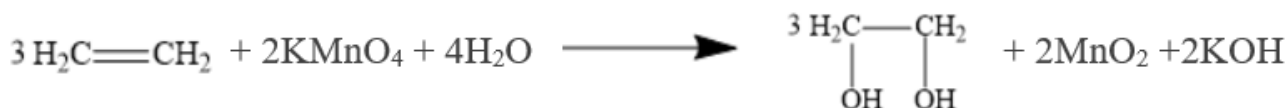
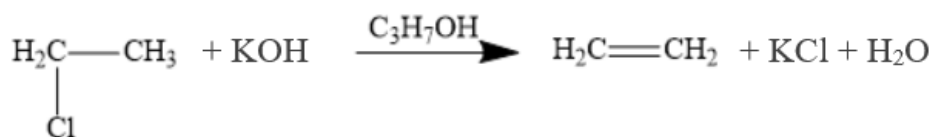
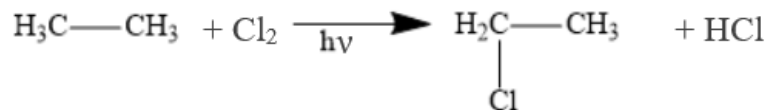
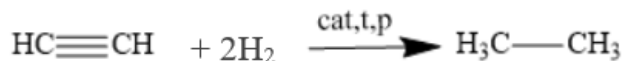


Задача 3.1) Установим формулы соединений X₁-X₇

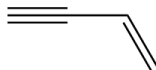
Соединение	Формула
X ₁	
X ₂	
X ₃	[Ag(NH ₃) ₂]OH
X ₄	
X ₅	
X ₆	H ₂ C=CH ₂
X ₇	

2) Запишем уравнения реакций





3) C_4H_4 представляет собой винилацетилен



Задача 4.

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
F_2	FCIO_4	O_2F_2	NaF	OF_2	HOF	HF	H_2O
X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	
SO_2F_2	$\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$	NH_4F	$(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	MnF_4	NF_3	

Реакция 1: $2\text{K}_2\text{MnF}_6 + 4\text{SbF}_5 \rightarrow 4\text{K}[\text{SbF}_6] + 2\text{MnF}_3 + \text{F}_2$

Реакция 2: $\text{F}_2 + \text{HClO}_4 \rightarrow \text{FCIO}_4 + \text{HF}$

Реакция 3: $\text{O}_2 + \text{F}_2 \rightarrow (\text{эл. дуга}) \text{O}_2\text{F}_2$

Реакция 4: $2\text{F}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{OF}_2 + 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 5: $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{HOF}$

Реакция 6: $\text{HF} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaF} + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 7: $2\text{F}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaF} + \text{SO}_2\text{F}_2 + \text{O}_2$

Реакция 8: $\text{SO}_2\text{F}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{SO}_2(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NH}_4\text{F}$

Реакция 9: $6\text{NH}_4\text{F} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Реакция 10: $2\text{MnF}_3 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{MnF}_4$

Реакция 11: $2\text{MnF}_4 \rightarrow \text{MnF}_2 + \text{F}_2$ ($2\text{MnF}_4 \rightarrow 2\text{MnF}_3 + \text{F}_2$)

Реакция 12: $3\text{F}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NF}_3 + 3\text{HF}$

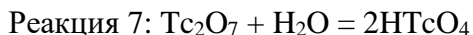
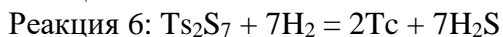
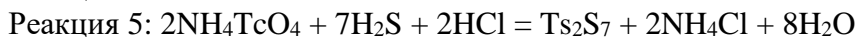
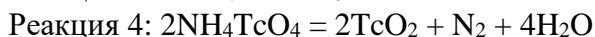
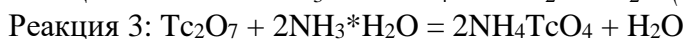
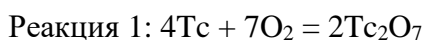
КОЛЛЕГИ! В цепочке превращений обнаружена опечатка: вместо "SbF6" должно быть соединение SbF5.

При проверке рекомендуем засчитывать решение $2K_2MnF_6 + 4SbF_5 \rightarrow 4K[SbF_6] + 2MnF_3 + F_2$. Если данная реакция прописана с SbF6 или с HSbF6, то также принимается за верный ответ.

Задача 5.

1) Расшифруем схему превращений. Поскольку **В** – кислотный оксид, а обработка его гидратом аммиака приводит к соли аммония, то можно предположить, что ст.ок технеция в обоих соединениях одинакова и **В** – это Tc_2O_7 . При разложении пертехнетата аммония образуется оксид технеция с массовой долей технеция $\omega(Tc) = 75,57\%$. **Е** – это TcO_2 . Обработка водой кислотного оксида **В** приводит к кислоте **С** (подтверждается также реакцией технеция с 30% HNO_3). **С** – $HTcO_4$. При нейтрализации кислоты образуется соль $NaTcO_4$ (**Д**). При реакции NH_4TcO_4 с сероводородом в среде соляной кислоты образуется бинарное соединение **А**, которое при восстановлении водородом превращается в технеций и сероводород. **А** – Tc_2S_7 .

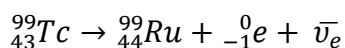
А	В	С	Д	Е
Tc_2S_7	Tc_2O_7	$HTcO_4$	$NaTcO_4$	TcO_2



(порядок реакций значения не имеет)

2) При распаде ^{99}Tc образуется ^{99}Ru .

Схема процесса (написание антинейтрино не обязательно):



3) По закону радиоактивного распада определим время, которое потребуется на распад 95% ^{99}Mo .

$$\begin{aligned}
 N_t &= N_0 \cdot \exp(-\ln 2 \cdot t / T_{1/2}) \\
 5 &= 100 \cdot \exp(-0,693 \cdot t / 66) \\
 \ln 0,05 &= -0,693 \cdot t / 66 \\
 -3 \cdot 66 / (-0,693) &= t \\
 t &= 285,3 \text{ ч.}
 \end{aligned}$$

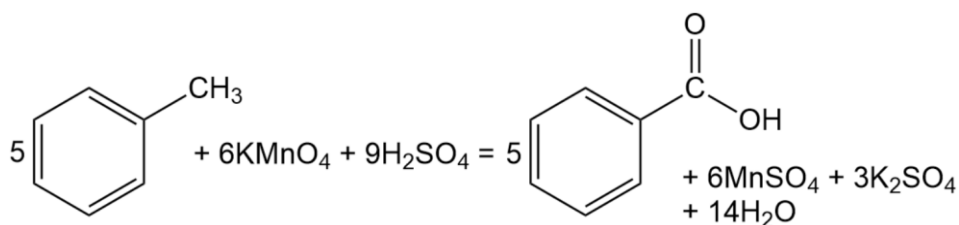
Задача 6.

1. Запишем структурные формулы указанных органических соединений:

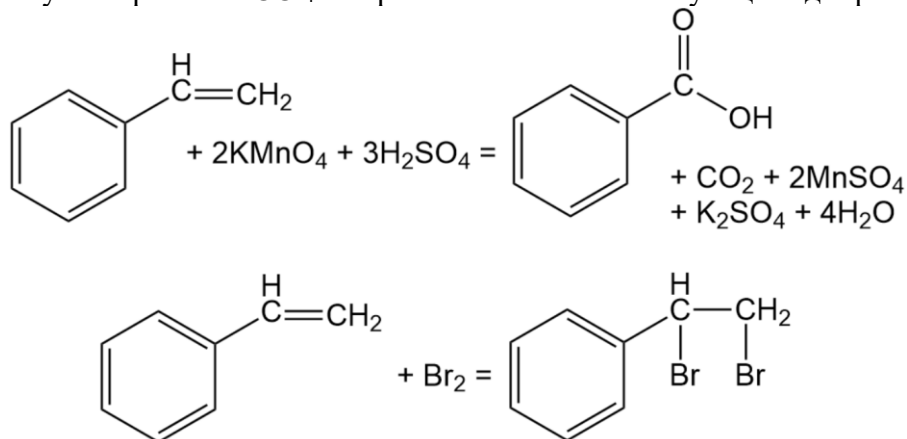


2. Наименее реакционноспособным из указанных соединений является бензол. Он не окисляется водным раствором перманганата калия в кислой среде, не взаимодействует с бромом без катализатора, не реагирует с NaOH и не смешивается с водой.

В отличие от бензола, толуол взаимодействует с KMnO_4 в кислой среде при нагревании, что приводит к обесцвечиванию раствора:

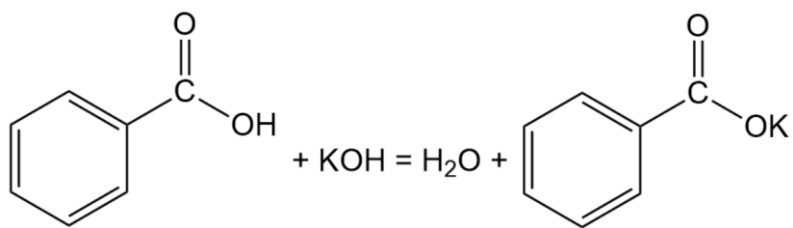


Стирол также окисляется раствором перманганата с образованием бензойной кислоты. Кроме того, он взаимодействует с бромом в CCl_4 с образованием соответствующего дибромпроизводного:

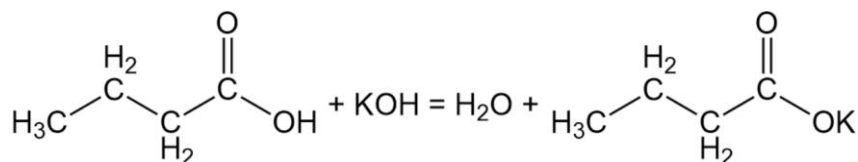


Бензойная кислота – единственное твёрдое вещество среди представленных. Она не взаимодействует с KMnO_4 и Br_2 (без катализатора), плохо растворяется в воде, однако её растворимость

существенно возрастает при нагревании. Кроме того, она растворяется в воде в присутствии щелочей, превращаясь в соответствующие соли – бензоаты:



В отличие от бензойной кислоты, бутановая кислота при комнатной температуре является жидкостью. Кроме того, она легко смешивается с водой. При взаимодействии со щелочами образует соответствующие соли – бутираты:



Таким образом, соответствие выглядит следующим образом:

- 1 – Бензойная кислота,
- 2 – Бензол,
- 3 – Тoluол,
- 4 – Бутановая кислота,
- 5 – Стирол.