

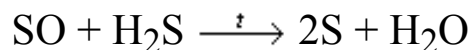
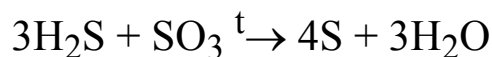
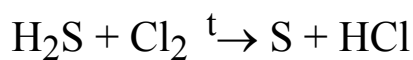
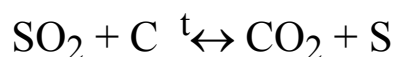
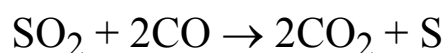
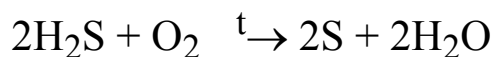
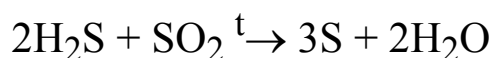
Уважаемые участники Олимпиады!

В качестве ответов предлагаем познакомиться с работой победителя -
Степановича Александра Иосифовича
(11 химический класс, Лицей БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь)

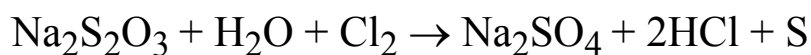
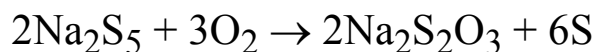
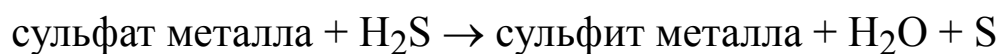
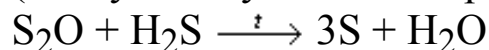
№ 1

1. На склонах вулканов в результате их извержения и выделения различных газов и паров часто образуется сера. В результате каких химических реакций может происходить ее образование?

Возможны следующие реакции образования серы при извержении вулканов:



(SO существует только при высокой температуре)



№ 2

2. Электронные формулы атомов меди, серебра и золота в основном состоянии подобны ($3d^{10}4s^1$; $4d^{10}5s^1$; $5d^{10}6s^1$). Объясните, почему медь и золото, в отличие от серебра, имеют желтый цвет.

Жёлтая окраска вещества обусловлена поглощением квантов, соответствующих синей области электромагнитного спектра. Если рассматривать изолированные атомы **Cu**, **Ag**, **Au**, то энергии квантов синей области спектра достаточно для перехода электронов с **(n-1)d** на **nS** (где **n** - номер внешнего энергетического уровня) у **Cu** и **Au**; отсутствие жёлтой

окраски у **Ag** связано с тем, что для осуществления такого перехода у **Ag** требуется большая энергия, поэтому **Ag** поглощает кванты, соответствующие не видимой области спектра, а ультрафиолетовой, т.к. они обладают большей энергией.

Это различие в энергиях электронных переходов связано с **d** сжатием электронной оболочки у **Cu** и **f** сжатием у **Au**, которое приводит к уменьшению радиуса атомов, сближению энергетических уровней и подуровней. Если рассматривать металлические кристаллы **Cu**, **Ag** и **Au**, то будет аналогичная картина: у **Cu** и **Au** орбитали **s** и **d**, образуя энергетическую зону, перекрываются в большей степени, чем у **Ag**. Поэтому для переходов электрона внутри этой энергетической зоны у **Cu** и **Ag** требуется меньшая энергия, соответствующая квантам синей области спектра, чем у **Ag**.

№ 3

3. При разложении в присутствии катализатора вещества **A** получается только 44,8 л (н.у.) газа с плотностью при н.у. 1,25 г/л и 36 мл воды. Разложение вещества **B** тоже дает 44,8 л (н.у.) газа с той же плотностью, однако воды при этом получается в 2 раза больше. Что из себя представляют вещества **A** и **B**?

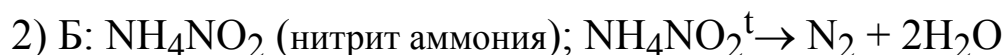
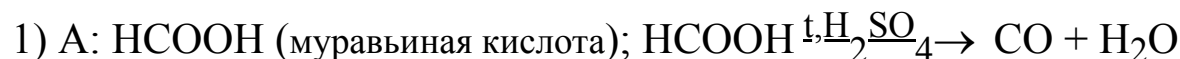
$$n(\text{газа}) = 44,8 : 22,4 = 2 \text{ моль}$$

$$m(\text{газа}) = 44,8 \cdot 1,25 = 56 \text{ г}$$

$M(\text{газа}) = 56 : 2 = 28 \text{ г/моль} \Rightarrow$ возможно, что выделяются газы: **CO** и/или **N₂**, возможно также **C₂H₄**.

$m(\text{H}_2\text{O})_A = 36 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{O})_A = 36 : 18 = 2 \text{ моль}$, т.е. $n(\text{газа}) = n(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow$ при разложении **B** образуется: $n(\text{газа})_B = 2 \text{ моль}$

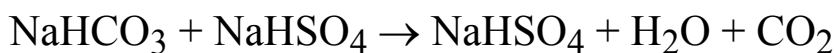
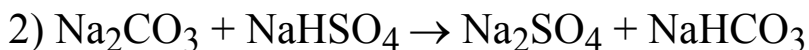
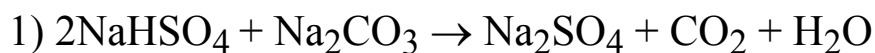
$$n(\text{H}_2\text{O})_B = 4 \text{ моль}, \text{ т.е. } n(\text{газа}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow$$



№ 4

4. Если к 200 г водного раствора гидросульфата натрия при постоянном перемешивании добавить 200 г водного раствора карбоната натрия, то масса образующегося раствора составит 395,6 г. Если же смешивать

растворы в обратном порядке в тех же условиях, то получим 397,8 г раствора. Рассчитайте массовые доли солей (в %) в исходных растворах.



1) выделяется CO_2 , т.к. NaHSO_4 в избытке.

$$m_1(\text{CO}_2) = \Delta m_1 = 200 + 200 - 395,6 = 4,4 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{4,4}{44} = 0,1 \text{ моль}$$

$$2) m_2(\text{CO}_2) = \Delta m_2 = 400 - 397,8 = 2,2 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{2,2}{44} = 0,05 \text{ моль}$$

В 1 случае выделилось 0,1 моль $\text{CO}_2 \Rightarrow$ прореагировало 0,1 моль Na_2CO_3 и 2 моль $\text{NaHSO}_4 \Rightarrow n(\text{NaHSO}_4) = 2$ моль.

Во 2 случае выделилось 0,05 моль $\text{CO}_2 \Rightarrow$ прореагировало 0,05 моль уже образовавшегося NaHCO_3 и столько же $\text{NaHSO}_4 \Rightarrow \text{NaHSO}_4$ на 0,05 моль больше, чем Na_2CO_3 .

Пусть $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ непрореагировавшего = x , тогда $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 + x$, то $0,2 - (0,1 + x) = 0,05$

$$x = 0,05$$

$$\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaHSO}_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHSO}_4) = 0,2 \cdot 120 = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,15 \cdot 106 = 15,9 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaHSO}_4) = (24/200) \cdot 100 = 12\%$$

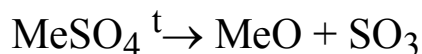
$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (15,9/200) \cdot 100 = 7,95\%$$

Ответ: $\omega(\text{NaHSO}_4) = 12\%$; $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 7,95\%$

№ 5

5. При прокаливании 1 моль сульфата двухвалентного металла получается X г оксида состава MeO . При прокаливании X г того же сульфата получается Y г этого оксида. Если прокалить Y г рассматриваемого сульфата получим 20 г оксида MeO . Сульфат какого металла взят для

изучения? Какое применение находит этот металл и его соединения в технике?



$$1 \text{ моль} - x_2$$

$$x_2 - y_2$$

$$y_2 - 20 \text{ г}$$

пусть $M(\text{Me}) = M$, тогда

$$\begin{cases} 1 = \frac{x}{M+16} \\ \frac{x}{M+96} = \frac{y}{M+16} \\ \frac{y}{M+96} = \frac{20}{M+16} \end{cases}$$

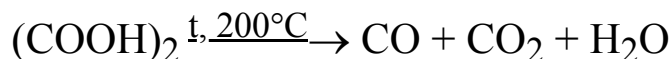
$M^3 + 28M^2 - 3072M - 180224 = 0 \Leftrightarrow M = 64$, значит этот металл: Cu, а для изучения был взят сульфат меди: CuSO_4 .

Медь применяют для изготовления электропроводки и различных изделий (в том числе посуды), в химической промышленности. На основе меди или с ее добавлением готовят различные сплавы: бронзу (80% меди; используется для изготовления деталей машин, приборов, художественной отливки), латунь (50-60% меди; используется в машиностроении, химической промышленности, производстве различных изделий), монель-металл (30% Cu) и др.

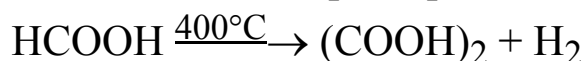
№ 6

6. Какие органические кислоты не образуют соответствующих им ангидридов? Приведите примеры особых свойств этих кислот.

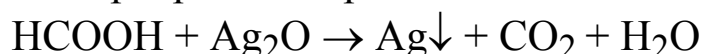
НСООН (муравьиная кислота) и $(\text{СООН})_2$ (щавелевая кислота) вообще не дают ангидридов, т.к. при дегидратации разлагаются:



Для них также характерны следующие специфические свойства:

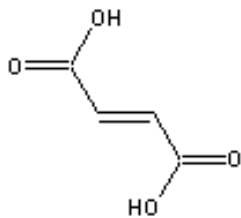


НСООН сочетает свойства кислоты и альдегида, поэтому дает реакцию серебряного зеркала:



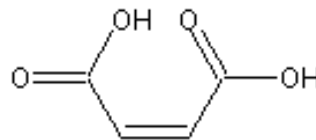
(COOH)₂ образует дигидрат: (COOH)₂ · 2H₂O

Некоторые карбоновые кислоты образуют только полиангидриды (вследствие особенностей их пространственного строения):



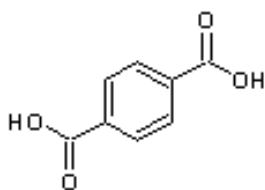
фумаровая

в отличие от

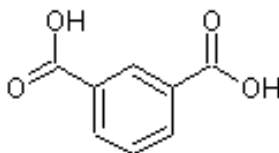


малеиновая

(образует внутренний ангидрид)

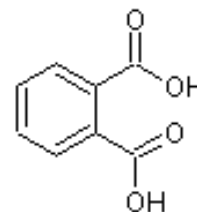


терефталевая

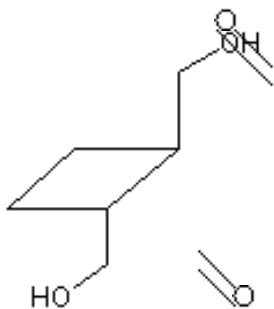


изофталевая

в отличие от

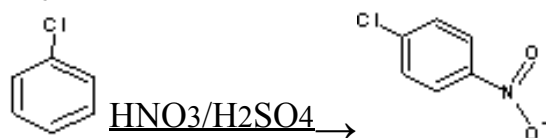
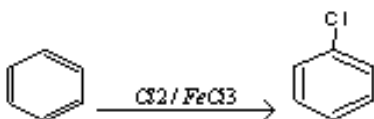
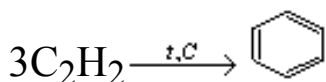


фталевая



№ 7

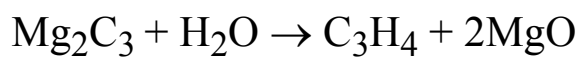
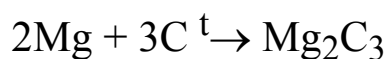
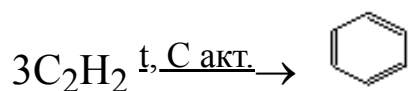
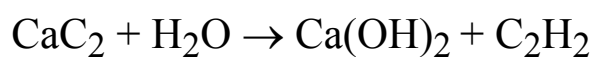
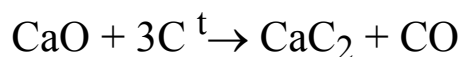
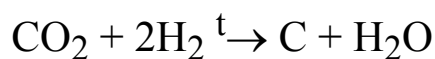
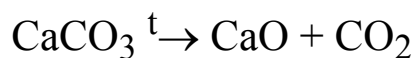
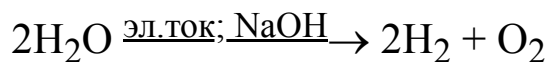
7. Из какого органического вещества в результате последовательно протекающих реакций дегидрирования, циклизации и двух реакций замещения можно получить пара-нитрохлорбензол, не используя другие органические соединения.



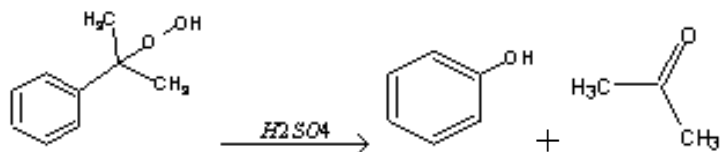
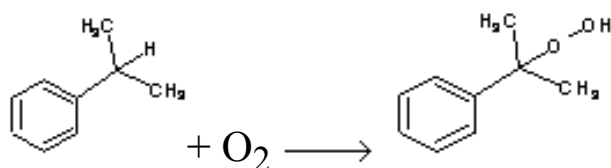
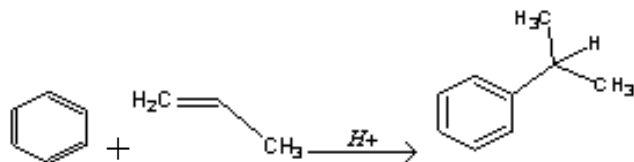
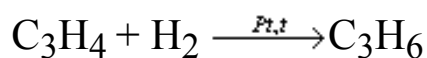
№ 8

8. В лаборатории имеются магний, вода и известняк. Предложите схему получения фенола. Любые установки и катализаторы в Вашем распоряжении.

Имеем: Mg, H₂O, CaCO₃

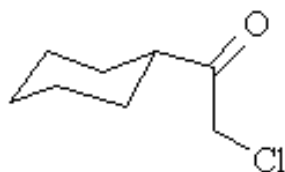


пропин



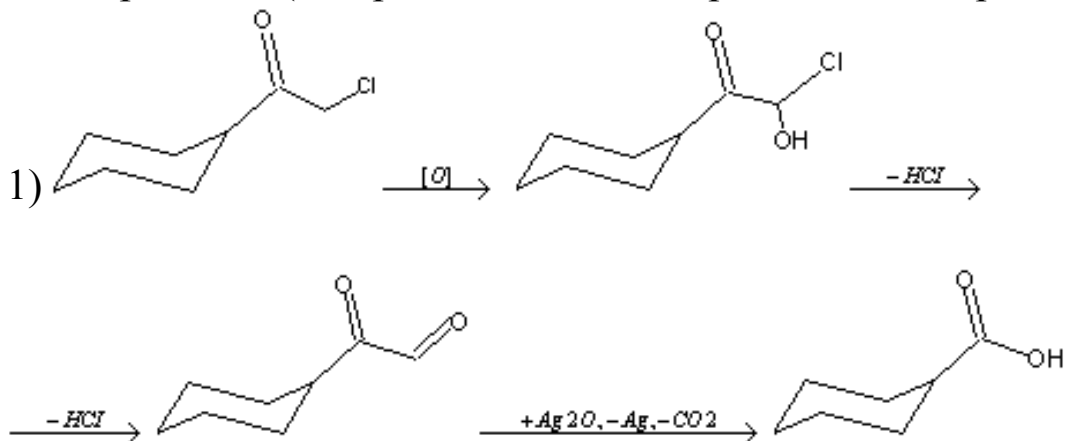
№ 9

9. Циклогексилхлорметилкетон

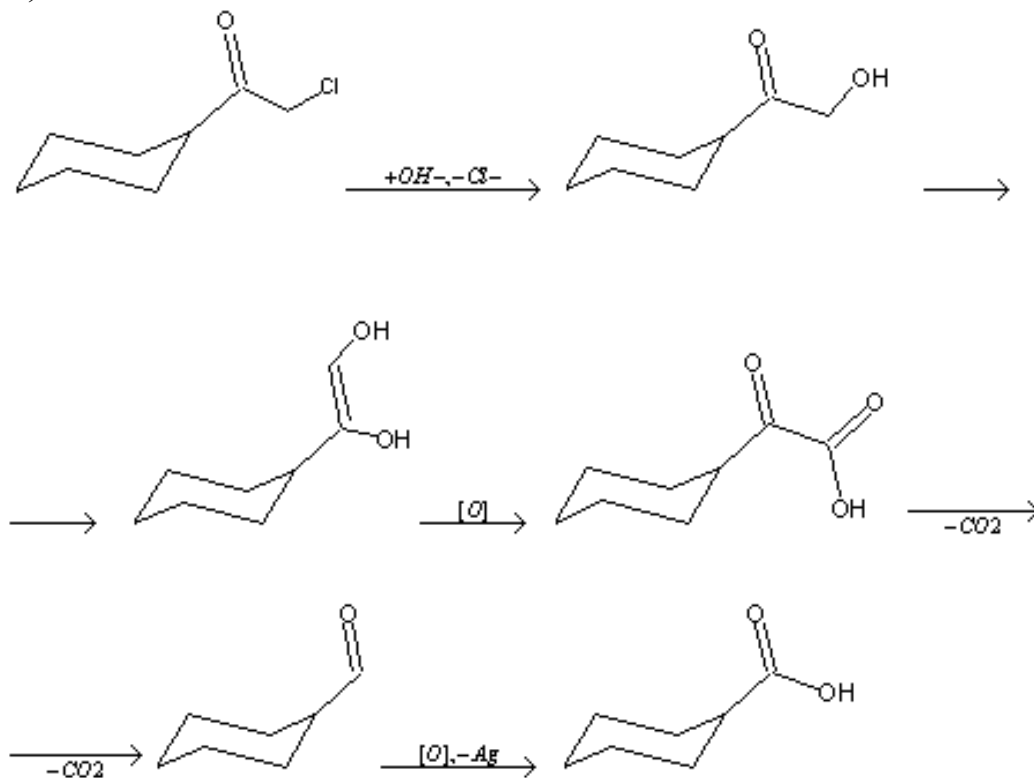


дает реакцию серебряного зеркала. Объясните, почему протекает эта реакция.

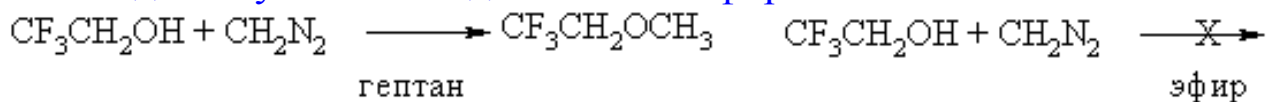
В аммиачном растворе Ag_2O наиболее вероятно протекание следующих реакций (по причине щелочной реакции этого раствора):



2) возможно также:

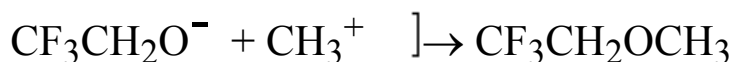
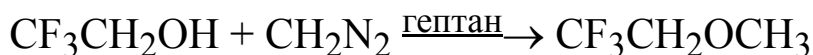


10. 2,2,2-трифторэтанол реагирует с диазометаном в гептане, но не взаимодействует с ним в диэтиловом эфире

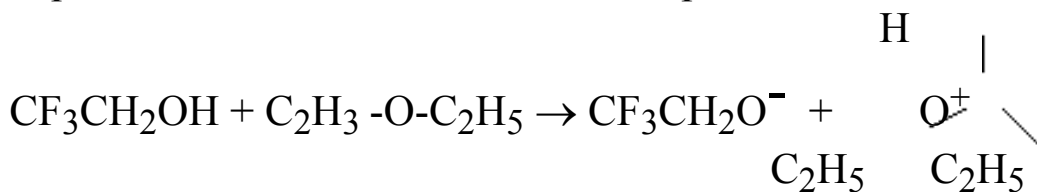


Дайте объяснение этому экспериментальному факту.

Рассмотрим механизм реакций:



В эфире не проходит такая реакция, т.к. эфир препятствует протонированию диазометана, оттягивая протоны на себя:



Задачи: 1,3,6-8 лёгкие,
2,4,5,9,10 нормальные,
2,4,9,10 интересные