

УТВЕРЖДАЮ
Председатель открытой олимпиады
школьников по химии
24.03.2020 профессор Р.Е. Калинин



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ – 60 БАЛЛОВ

Задача 1 (6 баллов)

Приведите по примеру бинарного и простого веществ, обладающих свойствами: а) проводника электрического тока, б) диэлектрика, в) полупроводника.

	проводник	диэлектрик	полупроводник
бинарное вещество			
простое вещество			

Решение:

	проводник	диэлектрик	полупроводник
бинарное в-во	карбиды некоторых металлов: WC	углеводороды C _x H _y и многие другие	бинарные соединения III-V периодов: GaAs
простое в-во	любой металл, C _{графит}	C _{алмаз}	Si, C _{карбин}

За каждый пример по 1 баллу – итого 6 баллов

Задача 2 (6 баллов)

Вычислите, какое количество теплоты выделилось при сжигании анилина, если продукты его сгорания создают при температуре 25°C в сосуде с объемом 1 литр давление равное 3,18 атм, а теплота сгорания анилина составляет 3396 кДж/моль.

Решение: $C_6H_7N + 7,75 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 3,5 H_2O + 0,5 N_2 + 3396 \text{ кДж/моль}$

Рассчитаем число моль газообразных веществ:

ν (продуктов сгорания) = $pV / RT = 3,18 \cdot 101325 \cdot 0,001 / (8,31 \cdot 298) = 0,13$ моль

При 25°C вода – жидкость, поэтому x моль анилина образует $6,5 \cdot x$ моль газов.

$6,5 \cdot x = 0,13$, откуда $x = 0,02$ моль анилина

$Q = 3396 \cdot 0,02 = 67,92$ кДж.

Ответ: 67,92 кДж.

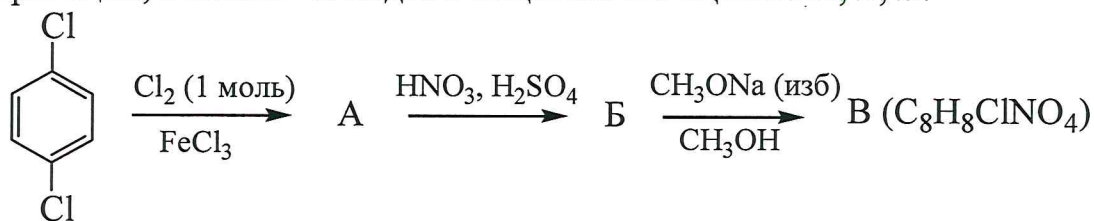
За термохимическое уравнение – 2 балла.

За расчет количества газообразных продуктов – 2 балла.

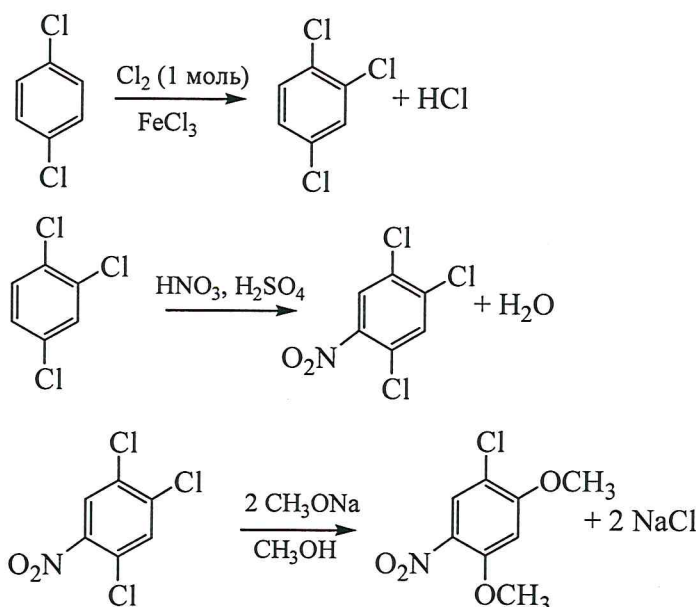
За расчет количества анилина и теплоты – 2 балла.

Задача 3 (10 баллов)

Расшифруйте цепочку превращений. Напишите уравнения всех протекающих реакций, назовите исходное вещество и вещества А, Б, В.



Решение:



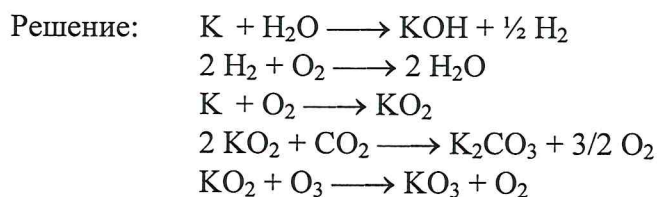
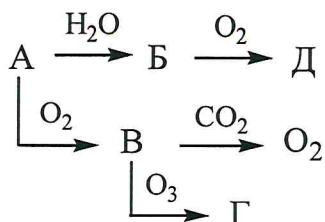
Исходное вещество – 1,4-дихлорбензол, А – 1,2,4-трихлорбензол, Б – 1-нитро-2,4,5-трихлорбензол (возможны варианты, старшинство заместителей не абсолютно), В – 1,3-диметокси-4-нитро-6-хлорбензол (возможны варианты, старшинство заместителей не абсолютно).

За каждую реакцию по 2 балла (всего 6 баллов).

За названия веществ: исходного и А, Б, В по 1 баллу (всего 4 баллов).

Задача 4 (10 баллов)

При взаимодействии простого вещества А с водой выделяется продукт Б, который самовоспламеняется, причем пламя окрашено в фиолетовый цвет. Простое вещество А взаимодействует с кислородом с образованием продукта В желтого цвета, который используется для регенерации кислорода в замкнутых помещениях при избытке углекислого газа. Взаимодействие озона с веществом В приводит к образованию оранжево-красного взрывчатого вещества Г, устойчивого только при низких температурах. Напишите уравнения всех протекающих реакций, назовите химические вещества А – Д.

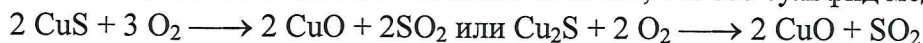


А – калий, Б – водород, В – надпероксид калия, Г – озонид калия, Д – вода.
 За каждую реакцию по 1 баллу (всего 5 баллов).
 За расшифровку и названия по 1 баллу (всего 5 баллов).

Задача 5 (10 баллов)

Некоторый металл образует сульфид черного цвета. Этот сульфид массой 16 г подвергли окислительному обжигу в атмосфере кислорода. В результате получили твердое черное вещество массой 16 г, растворимое в серной кислоте. Если к полученному голубому сернокислому раствору добавить гидроксид натрия и уксусный альдегид, то наблюдается образование осадка кирпичного цвета. Если к сернокислому раствору добавить избыток раствора аммиака, то раствор окрашивается в ярко-синий цвет. Определите все соединения и напишите все реакции. Свои выводы подтвердите расчетами.

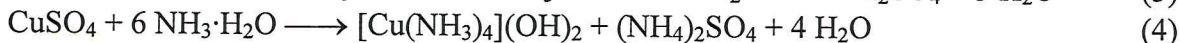
Решение: Из качественного описания понятно, что это сульфид меди Cu_2S или CuS .



$$v(\text{CuO}) = 16 / 80 = 0,2 \text{ моль}$$

Если это CuS , то его масса должна быть $0,2 \cdot 96 = 19,2$ г, что не совпадает с условием.

Если это Cu_2S , то его масса должна быть $0,2 \cdot 160 / 2 = 16$ г, что совпадает с условием.



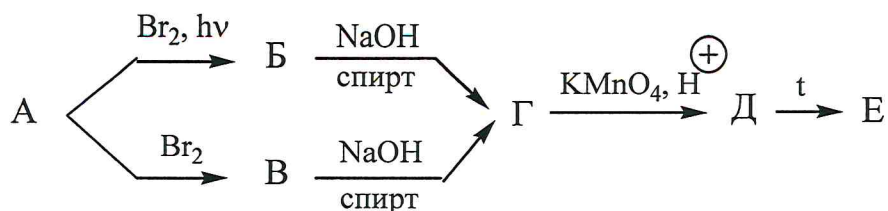
За предположение о меди – 1 балл, за предположение о различных сульфидах – 1 балл.

За расчет – 2 балла.

За реакции (1,2) по 1 баллу, за реакции (3,4) по 2 балла (всего 6 баллов).

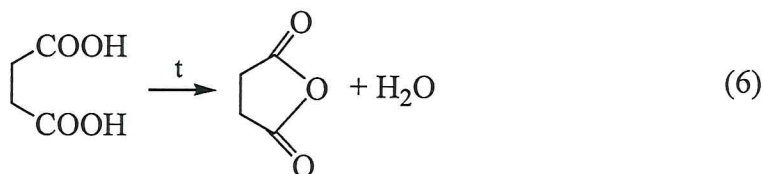
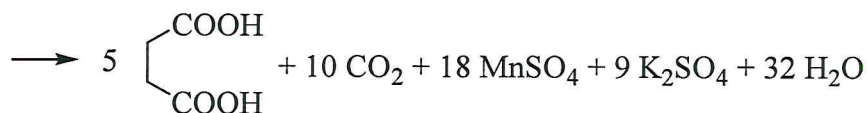
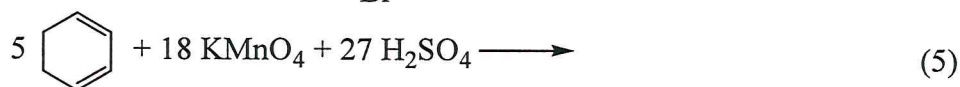
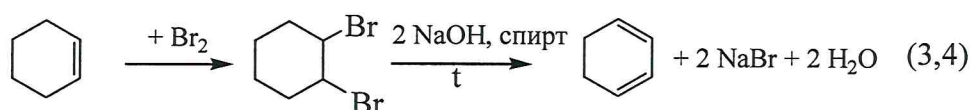
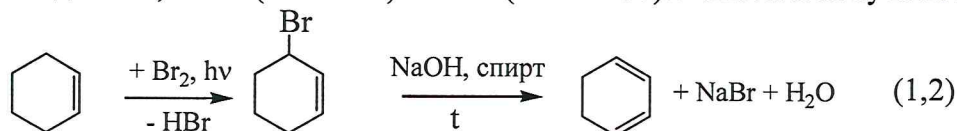
Задача 6 (18 баллов)

Расшифруйте схему превращений, если известно, что соединение А – это циклоалкен, не имеющий боковых цепей, а массовая доля брома в соединении В больше массовой доли брома в соединении Б в 1,3306 раза. Напишите уравнения всех протекающих реакций, назовите химические вещества А – Е.



Решение. Вещество А – это C_nH_{2n-2} . Б – это продукт замещения водорода на бром ($C_nH_{2n-3}Br$), В – это продукт присоединения брома по двойной связи ($C_nH_{2n-2}Br_2$).

Тогда $80 \cdot 1,3306 / (14n + 77) = 160 / (14n + 158)$. Решаем и получаем $n = 6$.



А – циклогексен, Б – 3-бромциклогексен, В – 1,2-дибромциклогексан, Г – циклогексадиен-1,3, Д – бутандиовая (янтарная) кислота, Е – бутандиовый (янтарный) ангидрид.

За составление общих формул веществ Б и В – по 1 баллу (всего 2 балла).

За алгебраическое уравнение и расчет – 2 балла.

За реакции 1, 2, 3, 4 по 1 баллу, за реакции 5, 6 по 2 балла (всего 8 баллов).

За расшифровку и название веществ А, Б, В, Г, Д, Е – по 1 баллу (всего 6 баллов).