Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

2022 – 2023 уч. г.

10 класс

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

Общий комментарий: при решении задач используйте атомные массы с точностью до третьего знака после запятой

Задание 1. Берегите уравнения!

XXV век. Космические технологии вошли в обыденную жизнь, и для улучшения экологической ситуации на Земле все сервера и оборудование решили переместить в космос. Именно так оказались на далеком Космическом Центре Обработки Данных (КЦОД) все отчеты ученого химического факультета МГУ Кошечкина Петра Ивановича. Однако перед самой важной Межпланетной Конференцией произошел инцидент на удаленном сервере – в дрейфующий над Землей КЦОД попал метеорит, вызвав необратимую поломку сервера. Инженеры Центра трудятся над восстановлением отчета Петра Ивановича, помогите им и вы: определите уничтоженные формулы и запишите уравнения реакций.

1. … + … → $2CsBr + MnBr_2 + 2Br_2 + 4H_2O$
2. … + …→ $5AgClO_3 + AgCl + 3H_2O$
3. … + … → $Re_2(CO)_{10} + 7CO_2$
4. … + … → $2CuCl_2 + Cl_2 + 3H_2O$
5. … + … → $4CH_3COOH + 2H_2O$

Задание 2. Щит от ультрафиолета

Простое вещество **X**, представляющее собой лёгкий и прочный серебристый металл, является крайне востребованным в современном мире. Более 30% мировой потребности в нём покрывается за счёт одной из крупнейших отечественных металлургических корпораций.

В природе **X** встречается в основном в виде бинарного соединения **A**, обладающего крайне низкой реакционной способностью. При его прокаливании с углеродом в атмосфере хлора образуется бесцветная легколетучая жидкость **B** (реакция 1) плотностью 1,73 г/мл, которая ранее широко использовалась для создания дымовых завес. Её обработка металлическим

магнием при 900°C приводит к получению простого вещества **X** (реакция 2) в виде металлической губки, которое затем переплавляют в компактные слитки.

При растворении последнего в разбавленной серной кислоте при нагревании образуется фиолетовый раствор **C** (реакция 3), который на воздухе довольно быстро окисляется до бесцветного вещества **D** (реакция 4), содержащего 29,94% металла по массе.

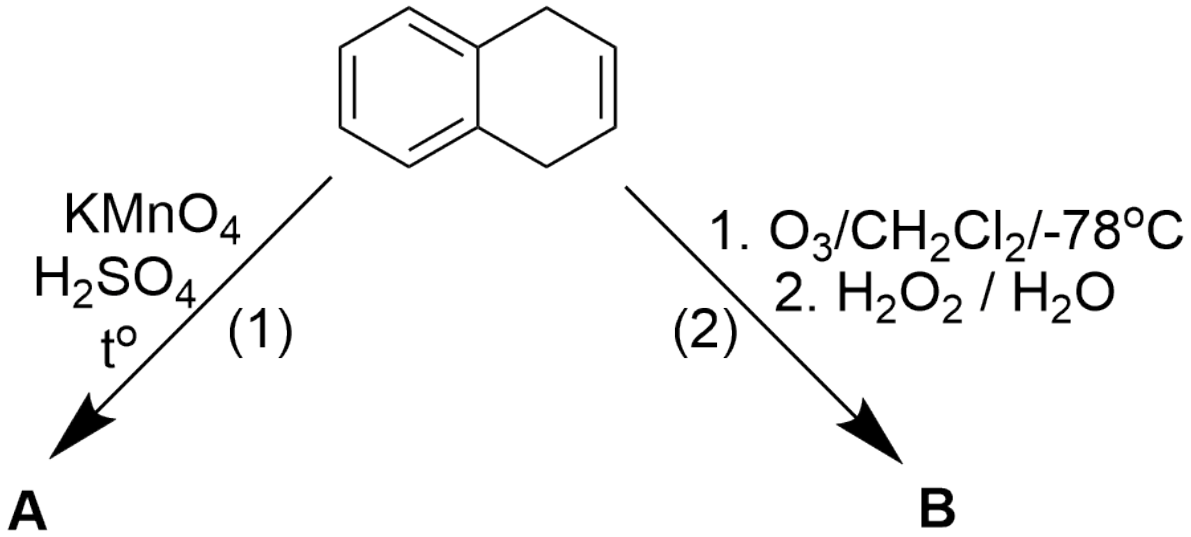
Добавление к раствору вещества **C** твёрдого сульфата цезия с последующим охлаждением до 0°C приводит к выпадению фиолетового кристаллогидрата двойного сульфата **E** (реакция 5), содержащего 8,13% металла **X** по массе.

Дополнительно известно, что из 1,00 г природного минерала, содержащего 80,15% соединения **A** по массе, максимально можно получить 1,10 мл вещества **B**, содержащего металл **X** в той же самой степени окисления.

1. Определите металл **X**. Ответ подтвердите расчётом.
2. Установите формулы соединений **A**-**E**.
3. Напишите уравнения реакций 1-5.

Задание 3. Двое из ларца - одинаковых с лица

Жёсткое окисление алкенов с образованием кетонов, карбоновых кислот или диоксида углерода подробно рассматривается в рамках курса школьной органической химии. Для осуществления этого процесса существуют различные варианты, наиболее известными из которых являются действие подкисленного раствора перманганата калия при нагревании и озонолиз с последующей окислительной обработкой. В большинстве случаев эти методы приводят к одинаковым продуктам, однако существуют и исключения, одно из которых представлено на рисунке ниже:



Интересно, что реакция (1) протекает с выделением газа, вызывающего помутнение известковой воды, в то время как в реакции (2) никакой газ не выделяется.

1. Установите структуры соединений **A**, **B**.
2. Запишите уравнение реакции (1) с учётом стехиометрических коэффициентов.
3. Предложите структурные формулы веществ **C** и **D**, получающихся при окислении гексена-3 и циклопентена по реакции (1).

Задание 4. Гори оно все…

43 мл бесцветной жидкости с плотностью 0,784 г/мл сожгли в избытке кислорода, в результате чего было получено 39 л углекислого газа (при н.у.) и 31,34 мл воды.

1. Определите брутто-формулу сожженного соединения, если известно, что плотность его паров равна плотности бутана.
2. Приведите структурные формулы всех устойчивых изомеров данного вещества, включая пространственные.

Задание 5. Тайна старинного манометра!

Лаборант Семён, наводя чистоту и порядок в лаборатории обнаружил старинный манометр с находящейся в нём серебристой жидкостью **X**. Испугавшись, что это могла быть ртуть, Семён перелил содержимое манометра в стакан, при этом на его стенках образовалась зеркальная поверхность. Лаборант с облегчением выдохнул и принялся за исследования необычного жидкого металла.

Он обнаружил, что эта жидкость представляла собой сплав из галлия, индия и олова в соотношении, представленном в таблице:

Материал	Галлий	Индий	Олово	X	Ртуть
Массовая доля, %	68,5	21,5	10,0	–	–
Плотность, кг/м^3	5910	7310	7310	?	13546

1. Как лаборант Семён догадался, что серебристая жидкость **X** – это не ртуть?
2. Рассчитайте плотность сплава **X**, если известно, что при его образовании из составных частей объём уменьшается на 2,33%

Обрадовавшийся Семён вернул жидкость в манометр и приступил к давно запланированному им эксперименту.

При сжигании смеси паров этанола и кислорода выделилось 494,2 кДж теплоты и осталось 19,7 л непрореагировавшего кислорода (измерено при давлении 1603 мм.ст.**X** и температуре 27 °C).

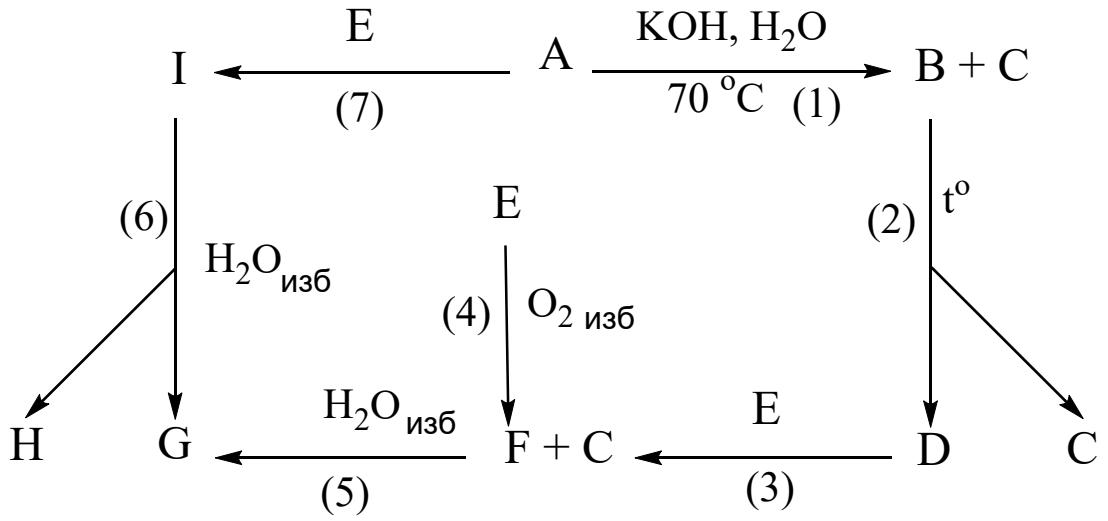
3. Рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси, если известно, что теплоты образования оксида углерода(IV), паров воды и паров этанола составляют 393,5 кДж/моль, 241,8 кДж/моль и 277,0 кДж/моль соответственно.
4. Рассчитайте, сколько мм.рт.ст. эквивалентно давление 1 мм.ст.**X**

Указание:

Ускорение свободного падения $g = 9{,}81\ ^{м}/_{с^2}$

Задание 6. Цепочка

На схеме ниже приведены химические превращения простого газообразного вещества **A** и простого вещества **E**. Известно, что вещества **D** и **E** реагируют друг с другом количественно, а массы исходного вещества **D** и продукта реакции **F** примерно относятся как 50:41.



1. Определите вещества **A - I**.
2. Запишите 7 обозначенных уравнений реакций.