

## Многопрофильная Олимпиада УрФУ для «Изумруд» 2017-2018 уч. года

### Химия, заключительный этап, решения задач и принципы начисления баллов

#### 8-9 классы, вариант 1 Очный этап

**Задание 1.** Современная Периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева имеет 118 элементов. Ученые ведут работу над изучением и открытием 119 и 120 элементов. Считается, что стандартным путем химические элементы с большим порядковым номером получить не удастся. Почему?

**20 баллов:**

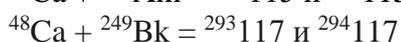
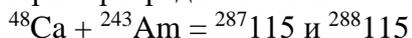
**описание способа синтеза радиоактивных элементов – 10 баллов,  
прогноз дальнейшего синтеза – 10 баллов.**

**Ответ:**

В настоящее время новые элементы получают только на ускорителях тяжелых ионов. (Ранее их обнаруживали в земных минералах, продуктах ядерных реакторов и ядерных взрывов.) Тяжелыми ионами, ускоренными в циклотронах или линейных ускорителях, бомбардируют мишени из тяжелых элементов, и в результате реакции слияния с испусканием одного или нескольких нейтронов синтезируется новый элемент с порядковым номером (зарядом ядра) — суммой зарядов ядер налетающего иона и ядра мишени. Затем образующиеся ядра претерпевают радиоактивный распад. Для синтеза наиболее устойчивых изотопов выбирают такие комбинации ядер, в которых содержится по возможности большее число нейтронов и составные ядра имеют низкую энергию возбуждения.

Работы ученых из Дубны и других мировых лабораторий показали, что в синтезе сверхтяжелых элементов используется, начиная с 113, могут быть получены в результате радиоактивного синтеза из кальция ( $^{48}\text{Ca}$ ) и тяжелых элементов последовательно от урана ( $^{238}\text{U}$ ) до калифорния ( $^{249}\text{Cf}$ ).

Примеры радиоактивных синтезов:



Элемент номер 118 — самый тяжелый элемент, который до сих пор был создан. Он был создан при столкновении ядер калифорния и кальция. 118 элемент – гомолог благородных газов, закрывает группу f-элементов.

Дальнейший радиоактивный синтез на основе кальция ( $^{48}\text{Ca}$ ) невозможен, поскольку ученые уже исчерпали возможности ядра кальция. Калифорний был последним из возможных элементов-мишеней. Более тяжелые мишени ученые не могут наработать в достаточном объеме.

Для дальнейшего синтеза новых элементов ученым необходимо: создание нового оборудования и новых ядер для бомбардировки, например титана или хрома.

Учеными уже спрогнозированы элементы 119 и 120, и уже предположены их возможные свойства. Элементы, начиная с 121, будут принадлежать к g-элементам – к совершенно новой группе элементов.

**Задание 2.** В металлургии в доменных печах происходит процесс восстановления железа из его оксидов, имеющихся в руде, освобождение от пустой породы и науглероживании восстановленного железа до чугуна. Опишите химические и физические превращения железа в процессе движения по доменной печи.

**20 баллов:**

**Написаны уравнения реакций - 8 уравнений по 2 балла,  
Описание физических процессов - 4 балла.**

**Ответ:**

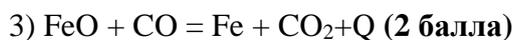
Восстановление оксидов железа и других металлов. Шихтовые материалы (агломерат, кокс) опускаются вниз навстречу потоку газов и нагреваются. В результате в них: удаляется влага, из

топлива выделяются летучие вещества, происходит основной процесс – восстановление железа из окислов, которое осуществляется в несколько стадий – от высших окислов к низшим в следующей последовательности:

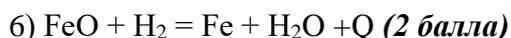
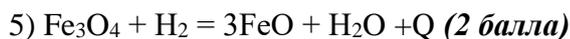


В восстановлении железа участвуют газы ( $\text{CO}, \text{H}_2$ ) и твердый углерод кокса. Восстановление газами называют косвенным, а твердым углеродом – прямым. Реакции косвенного восстановления экзотермические, т.е. сопровождаются выделением тепла и происходят, главным образом, в верхних горизонтах печи. Реакции прямого восстановления эндотермические, т.е. сопровождаются поглощением тепла и протекают в нижней части печи.

Косвенное восстановление железа происходит в несколько стадий по следующим реакциям:

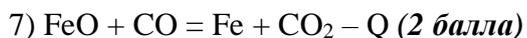


В процесс косвенного восстановления определенный вклад вносит водород ( $\text{H}_2$ ) по аналогичным реакциям:



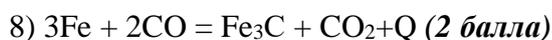
Реакции косвенного восстановления начинаются при температурах 400 – 500 °С (первая реакция) и заканчиваются при 900 – 950 °С (третья реакция). Косвенное восстановление имеет большое значение, т.к. за счет него восстанавливается 60 – 80 % всего железа, и лишь оставшая часть восстанавливается твердым углеродом кокса (прямое восстановление).

Прямое восстановление железа происходит в зоне распара печи при температуре 950 – 1000 °С по реакции



В прямом восстановлении участвует только низший оксид  $\text{FeO}$ , который один присутствует в шихте при этих температурах.

Науглероживание железа. Восстановление железа заканчивается при 1300–1400 °С в распаре печи. При этих температурах восстановленное железо ( $T_{\text{пл.}}=1539$  °С) находится в твердом состоянии в виде пористой губчатой массы. Наряду с реакциями восстановления железа происходит его науглероживание при температурах более 500 °С за счет взаимодействия с оксидом углерода, коксом и сажистым углеродом по реакции



Продуктом науглероживания является карбид железа  $\text{Fe}_3\text{C}$ , который хорошо растворяется в твердом железе и постепенно образует сплав железа с углеродом. При концентрации углерода в сплаве ~ 4,3 мас. % температура плавления уменьшается до 1147 °С. В результате в нижней части печи на уровне распара и заплечиков начинается плавление. Жидкий расплав – чугуны – стекает вниз, омывает куски раскаленного кокса и дополнительно интенсивно

науглероживается. В расплаве также растворяются восстановленные марганец, кремний, фосфор (из руды), а также сера (из кокса). Конечный состав чугуна устанавливается в горне. При этом большое значение имеют состав, свойства и количество шлака.

**Задание 3.** В переводе с испанского, этот металл называется «серебришко» (по Менделееву – «серебрец»). Оно отображает пренебрежительное отношение к металлу конкистадорами, как мало к чему пригодному и не поддающемуся обработке. Долгое время этот металл не находил применения и ценился вдвое ниже, чем серебро. Сейчас на мировых биржах он дороже серебра примерно в 100 раз. О чем идет речь? Опишите уникальные физические и химические свойства этого металла.

**20 баллов:**

**За правильное название металла (платина) 2 балла,**

**Описание физических свойств (высокая плотность, высокие температуры кипения и плавления) - 3 балла,**

**Написание химических свойств-15 баллов - 5 уравнений по 3 балла.**

**Ответ:**

Платина — химический элемент 10-й группы 6-го периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 78; блестящий благородный металл серебристо-белого цвета.

Серовато-белый пластичный металл, температуры плавления и кипения — 2041,4 К (1768,3 °С) и 4098 К (3825 °С) соответственно. Платина — один из самых тяжелых плотность 21,09—21,45 г/см<sup>3</sup>.

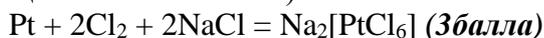
Кристаллическая решётка кубическая гранецентрированная.

Платина устойчива к вакууму и может применяться в космической технике.

По химическим свойствам платина похожа на палладий, но проявляет большую химическую устойчивость. Реагирует только с горячей царской водкой:



Платина медленно растворяется в горячей серной кислоте и жидком бrome. Она не взаимодействует с другими минеральными и органическими кислотами. При нагревании реагирует со щелочами и пероксидом натрия, галогенами (особенно в присутствии галогенидов щелочных металлов):



При нагревании платина реагирует с серой, селеном, теллуром, углеродом и кремнием. Как и палладий, платина может растворять молекулярный водород, но объем поглощаемого водорода меньше и способность его отдавать при нагревании у платины меньше.

При нагревании платина реагирует с кислородом с образованием летучих оксидов. Выделены следующие оксиды платины: черный PtO, коричневый PtO<sub>2</sub>, красновато-коричневый PtO<sub>3</sub>, а также Pt<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Pt<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

Для платины известны гидроксиды Pt(OH)<sub>2</sub> и Pt(OH)<sub>4</sub>. Получают их при щелочном гидролизе соответствующих хлорплатинатов, например:



Эти гидроксиды проявляют амфотерные свойства.

Фторирование платины при нормальном давлении и температуре 350-400 °С дает фторид Pt(IV):  
 $\text{Pt} + 2\text{F}_2 = \text{PtF}_4$  (3 балла)

Фториды платины гигроскопичны и разлагаются водой.

**Задание 4.** В 1832 году химик Анри Браконно обнаружил, что при обработке растительных волокон азотной кислотой, образуется нестойкий, горючий и взрывоопасный материал, который он назвал Ксилоидин. Приведите химическое название, схему синтеза и предложите применение данного вещества.

**20 баллов:**

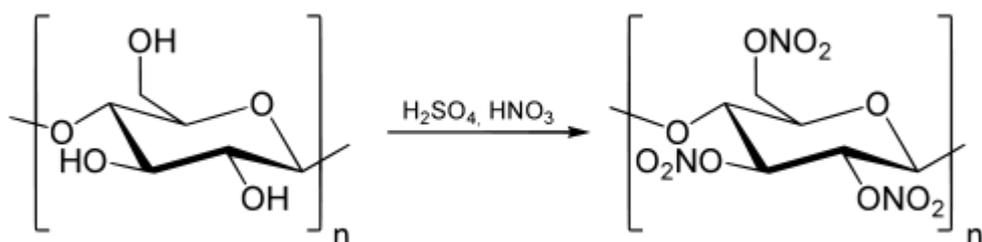
**Нитроцеллюлоза-за правильное название 5 баллов,**

**Схема синтеза 5 баллов за каждый способ (2 способа),**

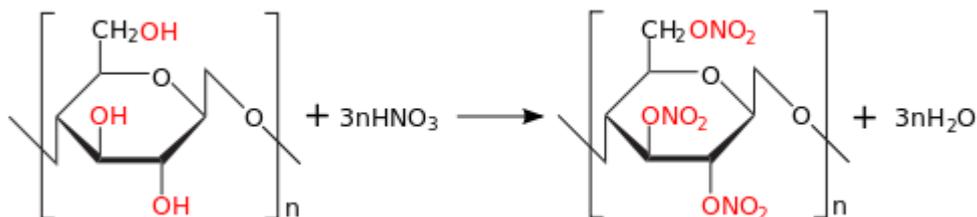
**Описание применения 5 баллов.**

**Ответ:**

**Нитроцеллюлоза**



Лабораторный метод получения:



Нитроцеллюлоза производится в больших количествах во многих странах мира и находит много различных применений:

- Бездымный порох, обычно пироксилин. За более чем 100-летнюю историю развития химии и технологии предложены тысячи разнообразных составов, многие из которых производились десятками и сотнями тысяч тонн (баллистит, кордит).
- Взрывчатые вещества. Нитроцеллюлоза в чистом виде из-за низкой термической стойкости не применяется, но существует неисчислимо множество реальных и фантастических взрывчатых составов с её применением. В 1885 году была впервые получена смесь нитроцеллюлозы с нитроглицерином, названная «гремучим студнем».
- Ранее использовалась как подложка фото- и киноплёнки. В связи с горючестью была вытеснена ацетилцеллюлозой и полиэтилентерефталатом (лавсаном).
- Целлулоид. До сих пор лучшие шарики для настольного тенниса производятся из нитроцеллюлозы.
- Нитроцеллюлозные мембраны для иммобилизации белков.
- В индустрии развлечений для производства быстрогорающих предметов в реквизите артистов-фокусников.
- Нитроцеллюлозные мембраны используют для гибридизации нуклеиновых кислот, например, при Саузерн-блоттинге.
- Плёнкообразующая основа нитроцеллюлозных лаков, красок, эмалей.

**Задание 5.** В состав большого количества косметических средств входят мыла, щелочи, масла и экстракты растений. Предложите рецепт шампуня, который бы могли использовать жители Урала в 17 веке. Какие химические реакции обязательно использовались для его производства?

**20баллов**

**Написание уравнения реакции омыления:**

- из стеариновой кислоты – 5 баллов

- из жира- 5 баллов

**Описание возможных исходных продуктов 5 баллов**

**Описание рецепта шампуня 5 баллов**

**Ответ:**

Исходя из истории, шампунями начали пользоваться в конце 19 века. Но в 17 веке вполне могли использоваться шампуни такого состава:

- мука + горчица + эфирные масла;
- яичный шампунь (яйца и вода);
- глина, разбавленная водой;
- древесная зола;
- отвар мыльного корня и т.д.\*

Но необходимо написать химические реакции, значит предположим, что возможно было получить моющее средство аналогично мылу.



или/и



Можно предположить, мыло изготавливалось путем смеси воды и древесной золы, которую кипятили и в последствии растапливали в ней жир, получая тем самым мыльный раствор. На Урале скорее всего использовался животный жир (в связи с отсутствием оливкового, кокосового или пальмового масел) (5 баллов)

Если предположить, что удалось получить мыло, то помимо сваренного мыла, в шампунь можно было добавить экстракты растений Урала, мед, молоко, или компоненты, указанные выше\* (5 баллов)