

## V олимпиада по химии «Юные таланты»

### I этап Итоговый тур.

#### Задания для 9 класса

Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

##### **Задача № 9-1**

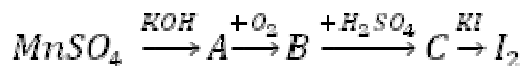
В 11,2 л газа (н.у.), являющегося простым веществом, находится  $7,224 \cdot 10^{24}$  протонов. Установите формулу газа. Как он называется? Напишите уравнение реакции получения этого газа, укажите условия.

##### **Задача № 9-2**

Приведите все возможные уравнения реакции азотной кислоты с цинком, расположив их в порядке уменьшения концентрации окислителя.

##### **Задача № 9-3**

Для определения растворенного кислорода в воде широко используют метод, основанный на реакции кислорода со свежесоздавшимся гидроксидом марганца (II), с последующим определением образовавшихся соединений марганца иодометрическим методом. Последовательность реакций можно изобразить в виде схемы:



Выделившийся в результате реакций иод определяют титрованием тиосульфатом натрия.

1. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при выполнении определения.

2. Определите растворимость кислорода воздуха в дистиллированной воде (мг/л) при температуре 30°C и нормальном давлении, если растворимость воздуха при 20°C и нормальном давлении равна 22,6 мг/л (объемная доля кислорода в воздухе 20%).

3. Какой минимальный объем раствора KI (15%-ный раствор) следует ввести в анализируемый образец воды (250 мл), соответствующий условиям задания 2, для точного определения растворенного кислорода предложенным методом.

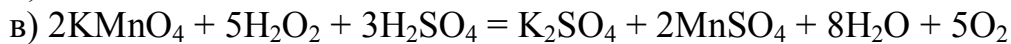
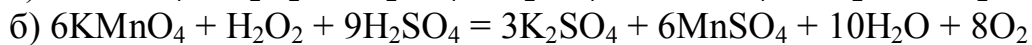
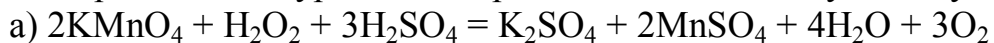
##### **Задача № 9-4**

В состав сплава входят алюминий, кремний, медь и цинк. При действии на 1 г сплава соляной кислоты получается 843 мл водорода (н.у.) и 170 мг нерастворившегося остатка. При обработке сплава массой 500 мг раствором NaOH получается 517 мл водорода (н.у.) и нерастворившийся остаток.

Напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов сплава с соляной кислотой и раствором NaOH. Определите состав сплава (содержание компонентов сплава укажите в массовых процентах).

### Задача № 9-5

Для количественного определения пероксида водорода в аналитической химии можно использовать реакцию окисления пероксида перманганатом калия в кислой среде. Какое из приведенных уравнений правильно описывает указанную реакцию?



Напишите уравнения реакций окисления пероксида водорода перманганатом калия в нейтральной и щелочной средах

Какие побочные процессы могут протекать в указанных системах?

## Задания для 10 класса

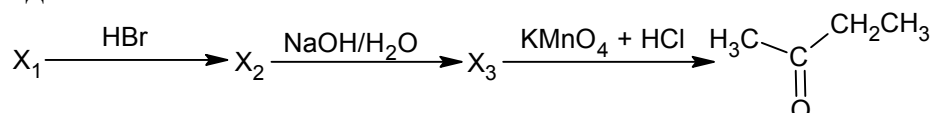
Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

### Задача № 10-1

Приготовлена смесь алкена и алкина, содержащих одинаковое число атомов углерода. При обработке 15,5 г смеси аммиачным раствором серебра образуется 16,1 грамм осадка.

Другая порция смеси, той же массой, присоединяет 59,2 грамм брома.

Для установления строения алкена были проведены дополнительные исследования:



1. определите массовые доли углеводородов в смеси.
2. определите строение углеводородов, входящих в смесь. Дайте им названия.

### Задача № 10-2

С древнейших времен человечество использовало минеральные краски – сначала те, которые можно было найти в окружающей природе, затем синтетические. Красные, желтые, белые, коричневые краски не были редкостью, но особенно много известно зеленых красителей.

Один из самых красивых зеленых красителей - зелень Гинье, изумрудная зелень — представляет собой тригидрат оксида хрома(III).

Дегидратация при температурах до 200 °С не влияет на цвет пигмента, при более высоких температурах пигмент теряет остаток воды с образованием безводного оксида хрома оливково-зеленого цвета.

Производится две разновидности пигмента:

1 - аморфная изумрудная зелень с относительно крупными частицами размером 1-10 мкм, которая применяется для изготовления полиграфических и художественных красок для работы по белой подложке или грунту. Её получают прокаливанием при 550—600 °С смеси дихромата калия и борной кислоты с последующим выщелачиванием плава водой, сушкой и размолом остатка.

2 - кристаллическая мелкодисперсная изумрудная зелень, которая применяется для изготовления покровных красок и эмалей. Её получают восстановлением водного раствора дихромата калия водородом при 300 °С и 200—350 МПа.

Напишите формулу изумрудной зелени.

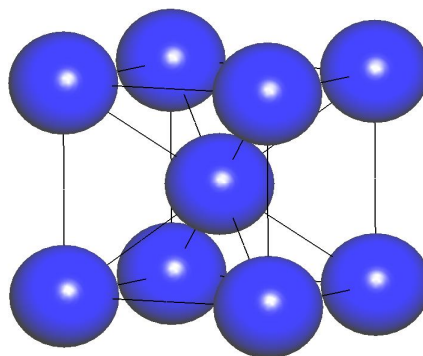
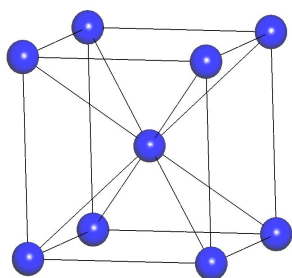
Напишите уравнения реакций дегидратации зелени Гинье и получения двух разновидностей пигмента. Где необходимо, расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Какое вещество, кроме оксида хрома, будет в значительных количествах содержаться в аморфном пигменте? Если дихромат калия и борная кислота взяты в соотношении 27:1 по массе, каково будет процентное содержание этого дополнительного вещества в готовом продукте?

Назовите две других известных Вам минеральных краски, их цвета и приведите их химический и/или минеральный состав.

### Задача № 10-3

Натрий кристаллизуется в структурном типе  $\alpha$ -Fe (кубическая объемноцентрированная элементарная ячейка) (см. рис.). Плотность натрия составляет  $0.968 \text{ г/см}^3$ . Выведите формулу, связывающую плотность вещества (в  $\text{г/см}^3$ ) и объем элементарной ячейки (в  $\text{Å}^3$ ) и определите атомный радиус натрия (атомный радиус – половина кратчайшего межатомного расстояния в структуре простого вещества). Необходимо учесть, что объем элементарной ячейки равен сумме объемов атомов, находящихся в этой ячейки, при этом атомы находящиеся в вершинах ячейки принадлежит ей не полностью т.к. являются общими для соседних ячеек).

Замечание: на рисунках представлены две модели: в первой атомы представлены в виде точек, во второй в виде шариков. Реальным кристаллам отвечает вторая модель.



### Задача № 10-4

Гидроксид неизвестного металла смешали с раствором соединения калия.

В полученном растворе единственным катионом является  $\text{K}^+$ . В части раствора объемом 50 мл калий осадили в виде  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ . Масса полученного осадка равна 1,48 граммам.

Другую часть раствора объемом 100 мл обработали 50 мл концентрированной соляной кислоты. Для осаждения образовавшегося катиона  $\text{X}^{n+}$  потребовалось 40 мл  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  концентрацией 0,1 моль/л, при этом образовалось 0,49 г осадка.

1. Определите состав образующегося при смешении растворов соединения. Назовите это соединение.

2. Какие еще соединения могут образовываться в полученном растворе

### Задача № 10-5

Соль X получают следующим способом: через колонку, заполненную твердым гидрокарбонатом натрия, пропускают  $\text{SO}_2$  до тех пор, пока газ не перестанет поглощаться. Содержимое колонки высыпают и прокаливают. Прокаливание заканчивают, когда растворенная соль начнет давать с  $\text{AgNO}_3$  чисто белый осадок.

Полученная соль X при хранении на воздухе поглощает кислород и выделяет сернистый ангидрид. При нагревании раствора соли выше  $65^\circ\text{C}$  раствор выделяет  $\text{SO}_2$ .

1. Напишите уравнения реакций получения соли X
2. Напишите реакцию взаимодействия раствора соли X с раствором  $\text{AgNO}_3$
3. Напишите уравнения реакций протекающих при хранении соли и нагревании раствора.
4. Известно, что раствор соли X растворяет серу. Напишите уравнение реакции.
5. Как называется соль X? Почему она носит такое название? Приведите примеры известных вам солей, подобных соли X.

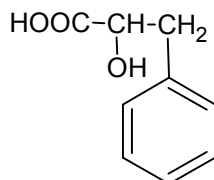
## Задания для 11 класса

Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

### Задача № 11-1

Каждое органическое соединение можно получить из некоторого небольшого числа исходных органических соединений.

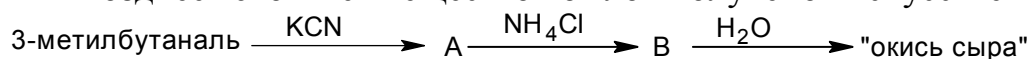
Используя лишь метан и неорганические вещества получите соединение представленное на рисунке:



### Задача № 11-2

Жозеф Луи Пруст из испорченного сыра выделил прозрачное кристаллическое вещество, которое он назвал «окисью сыра» (способ 1).

Позднее это же вещество было получено искусственным путем (способ 2):



1. Напишите формулу и назовите по номенклатуре ИЮПАК «окись сыра». К какому классу соединений она относится?
2. Воспроизведите современный метод получения «окси сыра».
3. Чем «окись сыра» полученная способом 1 отличается от полученной способом 2?
4. «Окись сыра» обладает амфотерными свойствами. Какие равновесия устанавливаются в её водном растворе?
5. Какие соединения могут получиться при нагревании «окси сыра»?

### Задача №11-3

Гидроксид неизвестного металла смешали с раствором соединения калия.

В полученном растворе единственным катионом является  $\text{K}^+$ , В части раствора объемом 50 мл калий осадили в виде  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ . Масса получившегося осадка равна 1,48 граммам.

Другую часть раствора объемом 100 мл обработали 50 мл концентрированной соляной кислоты. Для осаждения образовавшегося катиона  $\text{X}^{n+}$  потребовалось 40 мл  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  концентрацией 0,1 моль/л, при этом образовалось 0,49 г осадка.

1. Определите состав образующегося при смешении растворов соединения. Назовите это соединение.

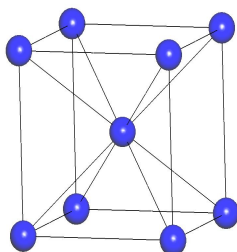
2. Какие еще соединения могут образовываться в полученном растворе

### Задача № 11-4

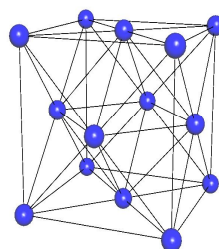
В классической кристаллохимии структура кристалла рассматривается как трехмерно-периодическая упаковка "жестких" шаров-атомов. Любая упаковка характеризуется коэффициентом упаковки, равным отношению объема пространства, заключенного внутри соприкасающихся шаров, содержащихся в одной элементарной ячейке к объему этой элементарной ячейки. Другими словами, коэффициент упаковки показывает, какая доля кристаллического пространства занята атомами-шарами.

Многие металлы кристаллизуются в объемноцентрированной кубической (ОЦК) или гранецентрированной кубической (ГЦК) решетках (рис.). Определите плотность упаковки для ОЦК и ГЦК решеток. Как, по Вашему мнению, меняется структура металла при повышении давления: ОЦК→ГЦК или ГЦК→ОЦК? Для определения плотности упаковки следует выразить объем элементарной ячейки через радиус атома. При вычислении суммарного объема атомов, находящихся в ячейке, необходимо учесть, что только атом, лежащий внутри ячейки, принадлежит ей полностью, атомы же, лежащие в вершинах и на гранях, являются общими с соседними ячейками. Также следует помнить, что радиус атома-шара равен половине кратчайшего межатомного расстояния.

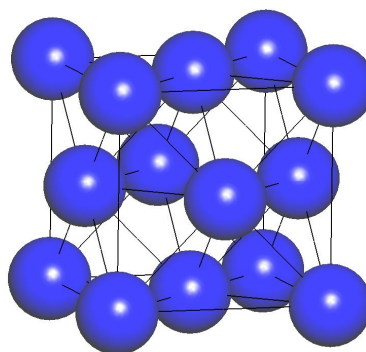
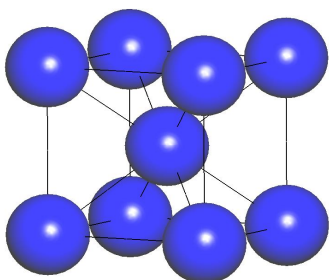
Замечание: на рисунках представлены две модели: в первой атомы представлены в виде точек, во второй в виде шариков. Реальным кристаллам отвечает вторая модель.



ОЦК



ГЦК



### Задача №11-5

Рассчитайте количества, массы и массовые доли продуктов, образующихся при электролизе расплава хлорида скандия в течение 2 часов и 47 минут, если 59,881 % времени электролиза ток составлял 12 А, 35,929 % времени – 10 А, а в заключительный период – 3 А. Не забудьте написать уравнения протекающих на электродах реакций и суммарное уравнение процесса.