

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по химии

для 9 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Металлические покрытия широко распространены в технике и в быту. Установите соответствие между предметами и металлами, образующими их покрытия.



1



2



3



4



5



6

Ответ:

1	Sn
2	Cu
3	Cr
4	Zn
5	Ag
6	Au

По 0.5 балла за каждую верную пару

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

1. Консервные банки могут покрывать тонким слоем олова.
2. Красноватый цвет самовара говорит о том, что он покрыт медью.
3. Блестящие хромовые покрытия часто используют для сантехники.
4. Вёдра часто покрывают цинком.
5. Зеркальное покрытие колбы изнутри — серебро, вероятно, результат реакции серебряного зеркала.
6. Купола храмов покрывают золотом.

Задание № 2

Общее условие:

30 мл 60 %-ной азотной кислоты плотностью 1.37 г/мл смешали с 20 мл 3М раствора гидроксида натрия плотностью 1.12 г/мл.

Условие:

Найдите массу полученного раствора. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: 64

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Найдите массу азотной кислоты в полученном растворе. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: 20.8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Найдите массу гидроксида натрия в полученном растворе. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

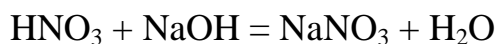
Ответ: 0

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Для решения задачи необходимо использовать закон сохранения массы и уравнение реакции между азотной кислотой и гидроксидом натрия:



1. Найдём массу полученного раствора, используя приведённые плотности:

$$m = 30 \text{ мл} \times 1.37 \text{ г/мл} + 20 \text{ мл} \times 1.12 \text{ г/мл} = 41.1 \text{ г} + 22.4 \text{ г} = 63.5 \text{ г}$$

Ответ: масса полученного раствора равна 63.5 г.

2. Найдём исходное количество азотной кислоты в молях:

$$n(\text{HNO}_3) = 30 \text{ мл} \times 0.6 \times 1.37 \text{ г/мл} / 63 \text{ г/моль} = 0.39 \text{ моль}$$

Найдём исходное количество гидроксида натрия в молях:

$$n(\text{NaOH}) = 20 \text{ мл} \times 3 \text{ М} \times 1/1000 \text{ л/мл} = 0.06 \text{ моль}$$

Значит, азотная кислота в избытке, и после реакции ее осталось $0.39 - 0.06 = 0.33$ моль.

Затем посчитаем массу азотной кислоты, используя её молярную массу:

$$m(\text{HNO}_3) = 0.33 \text{ моль} \times 63 \text{ г/моль} = 20.8 \text{ г}$$

Ответ: масса азотной кислоты в полученном растворе равна 20.8 г.

3. Масса гидроксида натрия в полученном растворе равна 0 г, так как он был в недостатке.

Задание № 3

Условие:

Установите соответствие между известными писателями и упоминавшимися в их произведениях химическими веществами.



Ответ:

Булгаков неоднократно описывает заполняющий комнату при проведении медицинских процедур запах этого вещества	CHCl_3
Герман Мелвилл писал о том, что с помощью этого вещества отчищали китовый жир от корабля	K_2CO_3
Герой Тургенева прижигал рану с помощью этого вещества, что, впрочем, не спасло его от смерти	AgNO_3
Герой Дюма использовал это вещество для изготовления фитиля из ткани	KNO_3
Габриэль Гарсиа Маркес упоминает самоубийство с помощью вдыхания паров этого вещества	AuCN

Героям Жюль Верна для производства взрывных работ на необитаемом острове пришлось выполнить многостадийный синтез. На первой стадии окисляли это вещество	FeS_2
---	----------------

По 0.5 балла за каждую верную пару

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

Булгаков неоднократно описывает заполняющий комнату при проведении медицинских процедур запах хлороформа CHCl_3 , использовавшегося для наркоза.

Герман Мелвилл писал о том, что с помощью поташа K_2CO_3 , раствор которого обладает щелочной реакцией и мог использоваться вместо мыла, отчищали китовый жир от корабля.

Герой Тургенева прижигал рану с помощью ляписа AgNO_3 .

Герой Дюма использовал селитру KNO_3 , являющуюся сильным окислителем, для изготовления фитиля из ткани.

Габриэль Гарсиа Маркес упоминает самоубийство с помощью вдыхания паров цианида золота AuCN , который разлагается с образованием ядовитого дициана $(\text{CN})_2$.

Героям Жюль Верна для производства взрывных работ на необитаемом острове пришлось получать нитроглицерин путём нитрования глицерина. Для получения азотной кислоты из селитры сначала нужна была серная кислота, которую, в свою очередь получали из пирита FeS_2 .

Задание № 4

Общее условие:

Сверхтяжёлый элемент флеровий был впервые синтезирован в 1998 году в Дубне.



Условие:

При взаимодействии ядер плутония-244 и кальция-48 можно получить изотоп флеровия с массовым числом 289 и периодом полураспада 2 с. Сколько нейтронов выделяется при синтезе?

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите порядковый номер элемента, образующегося при α -распаде флеровия-289 (α -частицы представляют собой ядра гелия-4).

Ответ: 112

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Во сколько раз количество атомов флеровия-289 уменьшается за 1 секунду?

Ответ округлите до десятых.

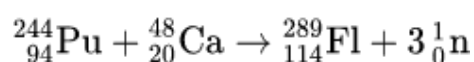
Ответ: 1.4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

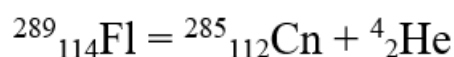
Решение.

1. С учётом сохранения массового числа можно записать уравнение реакции синтеза:



Выделяется 3 нейтрона.

2. С учётом сохранения массового числа и заряда можно записать уравнение реакции распада:



Образуется 112-й элемент.

3. Пусть за 1 секунду их число уменьшается в x раз, тогда за 2 секунды — в x^2 раз. Так как 2 секунды — период полураспада флеровия, $x = \sqrt{2} = 1.41$.

Задание № 5

Общее условие:

Вещество X образуется, например, при реакции твердого тиосульфата калия $K_2S_2O_3$ с концентрированной серной кислотой H_2SO_4 , а также при реакции дибутилкетона $(C_4H_9)_2CO$ с п-фторбензальдегидом C_6H_4FCNO .

Условие:

Определите значение молярной массы X. Ответ округлите до целых.

Ответ: 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Вещество Y образуется, например, при реакции борогидрида натрия $NaBH_4$ с цианистым водородом HCN , а также при реакции марганца с разбавленной азотной кислотой.

Определите значение молярной массы Y. Ответ округлите до целых.

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

1. В приведённых парах реагентов только 2 общих элемента — Н и О. Значит, потенциально могут образоваться только вещества из этих элементов — H_2 , O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2 . Однако тиосульфат калия в реакции

с серной кислотой не может дать ни одного продукта из этого списка, за исключением воды. Её молярная масса: 18 г/моль.

2. Борогидрид натрия при взаимодействии с имеющим кислотные свойства HCN выделяет водород, который также является одним из продуктов реакции марганца с азотной кислотой. Его молярная масса 2 г/моль.

Задание № 6

Общее условие:

В составе метеорита, упавшего в 2013 году около Челябинска, были обнаружены различные минералы.



Условие:

Установите соответствие между этими минералами и их свойствами в индивидуальном состоянии.

Ответ:

FeTiO_3	Частично растворяется в соляной кислоте с образованием светло-зелёного раствора без выделения газа
FeS	Растворяется в разбавленной серной кислоте с выделением газа

$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	Не растворяется в концентрированной азотной кислоте, но растворяется в смеси азотной и плавиковой кислот
$\text{Ca}_9\text{NaMg}(\text{PO}_4)_7$	Растворяется в соляной кислоте с образованием бесцветного раствора без выделения газа
Cu	Растворяется в концентрированной серной кислоте с образованием голубого раствора
C	Растворяется в концентрированной азотной кислоте при нагревании, полученный раствор содержит только азотную кислоту и воду

По 1 баллу за каждую верную пару

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

FeS растворяется в разбавленной серной кислоте с выделением H_2S .

Cu растворяется в концентрированной серной кислоте с образованием голубого раствора CuSO_4 .

FeTiO_3 частично растворяется в соляной кислоте с образованием светлозелёного раствора FeCl_2 без выделения газа.

$\text{Ca}_9\text{NaMg}(\text{PO}_4)_7$ растворяется в соляной кислоте с образованием бесцветного раствора без выделения газа.

$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, как и другие силикаты, не растворяется в концентрированной азотной кислоте. При добавлении плавиковой кислоты кремний переходит в растворимую форму $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$.

C растворяется в концентрированной азотной кислоте при нагревании, при этом углекислый газ улетает, а полученный раствор содержит только азотную кислоту и воду.

Задание № 7

Общее условие:

Практикант Доброхотов — молодой врач, совершенно не знающий химии. Помогите ему выбрать правильные вещества для различных медицинских процедур.



Условие:

1. Для обработки ран нужно взять...

Ответ:

- водный раствор брома
- спиртовой раствор иода

Точное совпадение ответа — 0.5 балла

Условие:

2. Перед рентгеновским исследованием желудка пациент должен принять внутрь...

Ответ:

- сульфат бария

- хлорид бария

Точное совпадение ответа — 0.5 балла

Условие:

3. Для общего наркоза следует использовать газообразный...

Ответ:

- N_2O
- NO_2

Точное совпадение ответа — 0.5 балла

Условие:

4. В качестве слабительного можно прописать...

Ответ:

- $NaNO_3$
- Na_2SO_4

Точное совпадение ответа — 0.5 балла

Условие:

5. Для вывода из обморока можно применять раствор...

Ответ:

- NH_3
- PH_3

Точное совпадение ответа — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 2.5 балла

Задание № 8

Общее условие:

Русским сплавом называется устойчивый на воздухе легкоплавкий сплав с температурой плавления 3°C , по составу близкий к $\text{Ga}_8\text{In}_2\text{Sn}$ с добавлением 1 % цинка по массе.

Условие:

Заполните пробелы. Ответы округляйте до сотых.

Для приготовления русского сплава нужно взять 1.00 г галлия, ? г индия, ? г олова и ? г цинка.

Ответ:

0.41 г индия

0.21 г олова

0.02 г цинка

Точное совпадение ответа — по 1 баллу за каждый верный ответ

Условие:

Советским сплавом называется исключительно легкоплавкий сплав с температурой плавления -78°C .

Для приготовления такого сплава необходимо 24.5 г натрия, 100 г калия и 85 г цезия.

Сколько атомов калия приходится на 1 атом цезия в сплаве? Ответ округлите до целых.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Какой сплав изображён на фотографии?



Ответ:

- Русский
- Советский

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5.5 балла

Решение.

1. Для расчета количества индия и олова нужно перевести массу галлия в количество молей.

$$n(\text{Ga}) = m(\text{Ga}) / M(\text{Ga}) = 1.00 \text{ г} / 69.72 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Ga}) = 0.0143 \text{ моль}$$

Количество молей индия и олова можно выразить через количество молей галлия:

$$n(\text{In}) = n(\text{Ga})/4$$

$$n(\text{Sn}) = n(\text{Ga})/8$$

Подставляем значения и получаем:

$$n(\text{In}) = 0.00358 \text{ моль}, n(\text{Sn}) = 0.00179 \text{ моль}$$

Переведём количества молей в массы:

$$m(\text{In}) = 0.00358 \text{ моль} \cdot 114.82 \text{ г/моль} = 0.41 \text{ г}$$

$$m(\text{Sn}) = 0.00179 \text{ моль} \cdot 118.71 \text{ г/моль} = 0.21 \text{ г}$$

Масса цинка в сплаве составляет примерно 1 % от общей массы других металлов, т.е. $0.01 \cdot (1.00 + 0.41 + 0.21) = 0.02 \text{ г}$.

Ответ: для приготовления сплава на 1.00 г галлия нужно 0.41 г индия, 0.21 г олова и 0.02 г цинка.

2. Вычислим количество молей калия и цезия в сплаве:

$$n(\text{K}) = m(\text{K}) / M(\text{K}) = 100 \text{ г} / 39.10 \text{ г/моль} = 2.56 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cs}) = m(\text{Cs}) / M(\text{Cs}) = 85 \text{ г} / 132.91 \text{ г/моль} = 0.64 \text{ моль}$$

Вычислим отношение количества атомов К к количеству атомов Cs:

$$n(\text{K}) / n(\text{Cs}) = 2.56 \text{ моль} / 0.64 \text{ моль} \approx 4$$

Ответ: на 1 атом цезия в сплаве приходится около 4 атомов калия.

3. Изображён русский сплав. Советский сплав склонен к самовоспламенению на воздухе или по меньшей мере быстро окисляется до смеси оксидов и пероксидов. Он не может находиться на воздухе в виде блестящей капли.

Задание № 9

Общее условие:

Металл **A** при высокой температуре способен взаимодействовать с почти равной (разница менее 0.2 %) массой паров воды с образованием оксида и водорода.

Условие:

Запишите порядковый номер металла **A** в Периодической системе.

Ответ: 13

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Оксид металла **B** при восстановлении металлом **A** образовал почти равные (с разницей менее 0.2%) массы оксида металла **A** и металла **B**. Запишите порядковый номер металла **B** в Периодической системе.

Ответ: 23

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

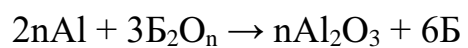
1. Уравнение реакции металла **A** с водой может быть записано следующим образом:



Если массы воды и металла одинаковы, то $2 \cdot M(\text{A}) = 18n$, или $M(\text{A}) = 9n$.

Этому условию при $n = 1$ соответствует бериллий, но он двухвалентен, а при $n = 3$ алюминий, что хорошо подходит. **Al** имеет номер 13.

2. Уравнение реакции оксида металла Б с металлом А может быть записано следующим образом:



Если массы Б и оксида алюминия одинаковы, то $6 \cdot M(B) = 27 \cdot 2n + 3 \cdot 16n$, или $M(B) = 17n$. При $n = 3$ этому условию соответствует ванадий. V имеет номер 23.

Задание № 10

Общее условие:

Фосфатно-солевой буфер (ФСБ, PBS) широко используется в биологических и биохимических исследованиях. Для его приготовления в воде растворили 9.00 г NaCl, 0.20 г KCl, 1.50 г Na₂HPO₄ и 0.25 г KH₂PO₄, доведя объём раствора до 1 литра.

Условие:

1. Определите суммарную концентрацию всех форм фосфат-ионов в полученном растворе. Ответ выразите в миллимолях на литр, округлите до десятых.

Ответ: 12.4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

2. Определите концентрации ионов натрия, калия и хлора в полученном растворе. Ответ выразите в миллимолях на литр, округлите до целых.

Ответ:

Натрий: 175

Калий: 5

Хлор: 157

Точное совпадение ответа — по 1 баллу

Условие:

3. Полученный буфер должен обеспечивать значение pH, близкое к 7.4. Как соотносятся концентрация ионов H^+ и концентрация ионов OH^- в таком растворе?

Ответ:

- Ионов H^+ больше
- Ионов OH^- больше
- Их поровну

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

1. Для решения задачи необходимо вычислить количество молей каждого иона в литре раствора.

Вычислим количество молей Na_2HPO_4 :

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) / M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 1.50 \text{ г} / 141.96 \text{ г/моль} = 10.6 \text{ ммоль}$$

Вычислим количество молей KH_2PO_4 :

$$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = m(\text{KH}_2\text{PO}_4) / M(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0.25 \text{ г} / 136.09 \text{ г/моль} = 1.8 \text{ ммоль}$$

Концентрация всех форм фосфат-ионов $(10.6 \text{ ммоль} + 1.8 \text{ ммоль}) / 1 \text{ л} = 12.4 \text{ mM}$.

2. Вычислим количество молей NaCl :

$$n(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / M(\text{NaCl}) = 9.00 \text{ г} / 58.44 \text{ г/моль} = 154 \text{ ммоль}$$

Вычислим количество молей KCl :

$$n(\text{KCl}) = m(\text{KCl}) / M(\text{KCl}) = 0.20 \text{ г} / 74.55 \text{ г/моль} = 2.7 \text{ ммоль}$$

Вычислим общее количество молей ионов Na^+ в растворе:

$$n(\text{Na}^+) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) + n(\text{NaCl}) = 175 \text{ ммоль}$$

Вычислим общее количество молей ионов K^+ в растворе:

$$n(\text{K}^+) = n(\text{KCl}) + n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 4.5 \text{ ммоль}$$

Вычислим общее количество молей ионов Cl^- в растворе:

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{NaCl}) + n(\text{KCl}) = 157 \text{ ммоль}$$

$$[\text{Na}^+] = 175 \text{ мМ}, [\text{K}^+] = 5 \text{ мМ}, [\text{Cl}^-] = 157 \text{ мМ (с точностью до целых)}.$$

3. При $\text{pH} = 7.4 > 7$ ионов OH^- больше, чем H^+ .

Задание № 11

Общее условие:

В первое время после открытия атомный вес этого элемента был определён как 14 (если вес атома водорода принять за 1). Позже было установлено, что он не бывает трёхвалентным, как предполагалось ранее.

The image shows a historical periodic table of elements, likely from 1869. It is organized into groups (I to VIII) and periods (I to XII). Each element is represented by its symbol and atomic weight. The table includes elements from Hydrogen (H) to Osmium (Os) and Gold (Au). The layout is a grid with some elements missing or marked as unknown. The text is in Russian, with group names and element symbols in Cyrillic and Latin.

Условие:

Запишите порядковый номер этого элемента.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В 1925 году русский химик Добросердов объяснил радиоактивность солей калия присутствием небольшой примеси радиоактивного элемента, названного им руссием. Однако оказалось, что калий слабо радиоактивен сам по себе, а его аналог, занимающий ту клетку периодической системы, куда Добросердовым был помещён руссий, действительно является

короткоживущим радиоактивным элементом, но в природных калиевых солях не встречается.

В честь какой страны был назван этот радиоактивный элемент?

Ответ:

- Индия
- Польша
- СССР
- Франция
- Япония
- Лихтенштейн

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

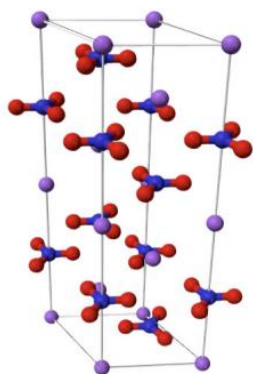
1. В 19 веке атомные веса элементов определяли через величины эквивалентов — массы простых веществ, способные связываться с 8 г кислорода. Из условия следует, что эквивалент элемента равен $14/3 = 4.7$, что близко к эквиваленту бериллия ($9 / 2 = 4.5$). Бериллий по свойствам походит на трёхвалентный алюминий. Его номер 4.

2. Радиоактивным аналогом калия в периодической системе является франций, названный в честь Франции.

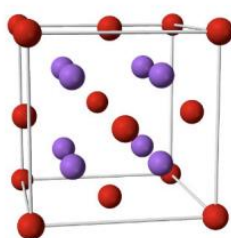
Задание № 12

Условие:

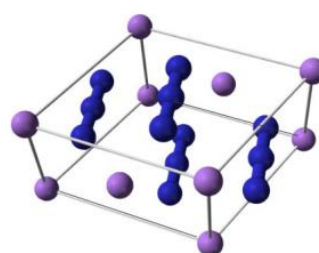
Установите соответствие между названиями анионов и структурами кристаллов натриевых производных этих анионов.



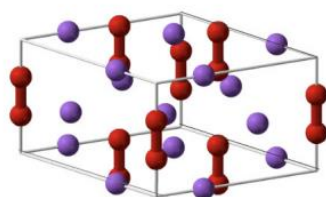
1



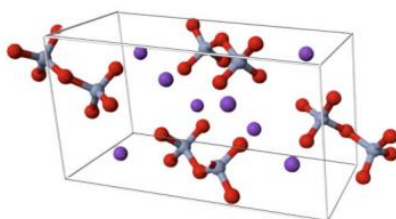
2



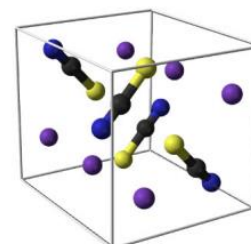
3



4



5



6

Ответ:

1	Нитрат
2	Оксид
3	Азид
4	Пероксид
5	Дихромат
6	Роданид

Точное совпадение ответа — по 1 баллу

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Исходя из числа и типа атомов в анионах, легко установить соответствия:
нитрат NO_3^- — 1, оксид O^{2-} — 2, азид N_3^- — 3, пероксид O_2^{2-} — 4, дихромат
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ — 5, роданид SCN^- — 6.