

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2021-2022 уч. гг./ муниципальный этап

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЭТАПА
2021/2022 УЧ. ГГ.

ЯКУТСК 2020

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 КЛАСС

Задание 8-1

Сколько различных молекул оксида азота (IV) можно получить из изотопов азота ^{14}N и ^{15}N и изотопов кислорода ^{16}O и ^{18}O ? Запишите формулы и вычислите относительные молекулярные массы оксидов азота (IV) с разными изотопами. Запишите решения в таблицу (столбцов должно быть столько, сколько формул).

| | | | | |
|---------|--|--|--|--|
| Формула | | | | |
| M_r | | | | |

Вычислите массу в граммах самой легкой молекулы оксида азота (IV).

Справка: Изотоп – это разновидность атомов одного и того же элемента с различной атомной массой. Например, ^{14}N – изотоп азота с относительной атомной массой 14, ^{16}N – изотоп азота с относительной атомной массой 16.

10 баллов

Задание 8-2

Первые воздушные шары были наполнены нагретым воздухом и назывались монгольфьерами по фамилии их изобретателей братьев Монгольфье. Вскоре после их первых полетов другой изобретатель Шарль создал воздушные шары, наполненные водородом, которые стали называться шарльерами.

Вопросы:

1. Какую максимальную массу груза может поднять монгольфьер объемом 1500 м^3 ? А шарльер такого же объема?

Примите, что температура воздуха внутри монгольфьера составляет $100 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура окружающей среды и температура внутри шарльера равны $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность воздуха при $100 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет $0,946 \text{ г/л}$, при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ $1,29 \text{ г/л}$. Пренебрегите массой корзины и оболочки шара.

2. Какой газ используется в современных разновидностях шарльеров?

3. Изобретатель Розье погиб, испытывая розьер – шар, имеющий одновременно два отсека – с нагретым воздухом и водородом. Чем опасен розьер?

8 баллов

Задание 8-3

Детали из графита нельзя спаять, но в практике бывают случаи, когда требуется их прочно соединить. Для этого придуман остроумный способ: в графитовый шов помещают прокладку из алюминия, соединяемые детали сдавливают и нагревают место стыка до температуры $1800 \text{ }^\circ\text{C}$, при которой графит начинает реагировать с алюминием. Образуется карбид алюминия,

который сращивает место стыка. Потом температуру повышают еще на 500 °С и карбид алюминия распадается. Но дело сделано: графитовые детали прочно соединены.

Вопросы:

1. Определите формулу карбида алюминия, если известно, что он содержит по массе 75% алюминия.
2. Напишите уравнение разложения карбида алюминия.
3. При реакции с водой карбид алюминия образует метан, формула которого CH_4 , и соединение алюминия с относительной молекулярной массой 61. Напишите уравнение реакции и расставьте коэффициенты в нем.

10 баллов

Задание 8-4

По одной из версий причина смерти Наполеона Бонапарта — отравление мышьяком. Источником мышьяка, по мнению ученых, служили обои в спальне его дома на острове Святой Елены. В те времена в качестве пигмента при производстве обоев часто использовали зелень Шееле — гидроарсенит меди — CuHAsO_3 . В резиденции Наполеона 0,3 г такого пигмента содержалось на 1 м² обоев. В условиях теплого влажного климата острова обои поражались плесневыми грибами, которые переводили мышьяк, содержащийся в краске, в летучее соединение — триметиларсин $\text{As}(\text{CH}_3)_3$.

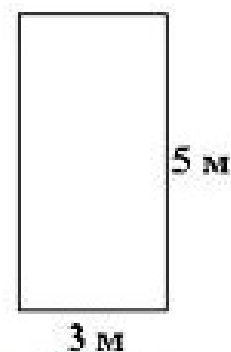


Рис. 1.
План комнаты

Вопросы:

1. Рассчитайте максимально возможную массу образующегося триметиларсина, предположив, что в него перешел весь мышьяк, содержащийся в краске обоев спальни (см. рис. 1.), высота потолка 3 м (размером окон и дверей пренебречь).
2. Если принять, что весь триметиларсин равномерно выделялся в течение 5 лет, рассчитайте, за какое время без проветривания в спальне Бонапарта концентрация токсичного вещества достигала предельно допустимого значения. ПДК мышьяка составляет 0,1 мг на 1 м³ воздуха.

Справка: Предельно допустимая концентрация (ПДК) — утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

12 баллов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

9 КЛАСС

Задание 9-1 (17 баллов)

Сколько различных молекул оксидов серы можно получить из изотопов серы ^{32}S и ^{33}S и изотоп кислорода ^{16}O и ^{18}O ? Напишите их формулы с указанием изотопов.

Вычислите массу в граммах одной молекулы оксида с наивысшей степенью окисления и наибольшей относительной молекулярной массой.

8 баллов

Задание 9-2.

В 1744 г французский химик Руэль впервые чётко разделил соли на средние, кислые и основные. Однако долгое время эти понятия продолжали путать.

В статье «Новый способ получения вполне насыщенного углекислого кали» (1802 г.) известный русский химик Товий Ловиц указал на химические различия между средними и кислыми солями, а также описал способ приготовления одной из таких солей:

«Обыкновенный кали есть соль, химически пересыщенная своим основанием... Соль же, вполне насыщенную угольной кислотой, называют углекислым кали... Для получения углекислого кали холодный раствор обыкновенного кали в двойном количестве воды постепенно насыщают какой-либо слабой кислотой, например уксусом, растворенным в большом количестве холодной воды, при перемешивании деревянной лопаточкой. Так продолжают до тех пор, пока не обнаружится первый признак разогревания... Здесь действуют осторожно, поскольку та часть угольной кислоты, которой углекислый кали обязан состоянием своей полной насыщенности, настолько слабо связана с кали, что при одном лишь нагревании мало-помалу улетучивается...

Из двух фунтов обыкновенного кали мне удалось получить примерно 7 унций углекислого кали».

Вопросы:

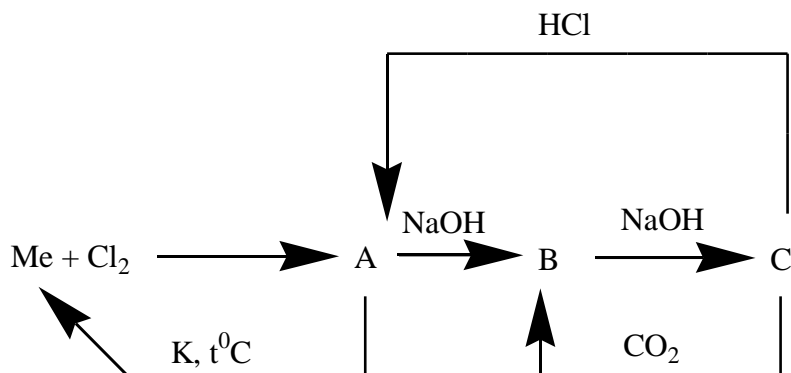
1. Приведите современные формулы обыкновенного кали и углекислого кали.
2. Запишите 2 уравнения реакций, описанных Т. Ловицем.
3. Как обычно получали обыкновенный кали в XVII-XVIII в.в.? Какое другое название закрепилось в химии за обыкновенным кали?
4. Оцените выход углекислого кали по рецепту Т. Ловица.

Для справок: 1 аптекарский фунт равен 12 унциям, 1 унция равна 29,86 г.

9 баллов

Задание 9-3

Осуществите цепочку превращений, определите неизвестные вещества (Me, A, B, C) и напишите уравнения реакций.



Если дополнительно известно, что металл Me в 19 веке считался драгоценным, а сегодня имеет широкое распространение в быту. Соединение C содержит 22,88% металла, а соединение A – 20,22% металла; K – калий.

12 баллов

Задание 9-4

При действии соляной кислоты на смесь железных, медных и золотых опилок масса раствора увеличилась на 2,7 г. Нерастворившуюся часть смеси обработали горячей концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.), а нерастворившийся остаток имел массу 4,02 г.

Установите массовые доли металлов в смеси.

11 баллов

Задание 9-5

Масса смеси озона и кислорода (озонированный кислород) в 9 раз больше массы того же объема гелия при тех же условиях.

В каком объемном отношении нужно смешать этот озонированный кислород с водородом для полного сгорания?

10 баллов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

10 КЛАСС

Задача 10-1

В герметичный теплонепроницаемый сосуд объёмом 1 л, заполненный воздухом (н.у.) (объёмная доля кислорода 21%) поместили подожженный свечной фитиль. Горение фитиля происходит в две стадии. Сначала под действием теплоты происходит термическое разложение вещества фитиля (1). Собственно горение (т.е. реакцию с кислородом (2)) обеспечивает (А) – продукт термического разложения вещества фитиля. Некоторое время спустя фитиль погас: обгоревший кончик фитиля (практически незначительный) был черного цвета, масса фитиля уменьшилась на 0,42 г, а на стенках сосуда были заметны капельки бесцветной жидкости.

1. Полагая, что химическая формула материала фитиля $C_6H_{10}O_5$, приведите уравнение реакции, приводящее к образованию простого вещества черного цвета (А) под воздействием тепла.
2. Приведите 2 газообразных продукта сгорания (А) на воздухе. Напишите уравнения сгорания (А), протекающие в сосуде.
3. Фитиль погас из-за того, что в сосуде не осталось кислорода. Оцените объёмную долю продуктов сгорания в сосуде, считая, что количество несгоревшего вещества (А) пренебрежимо мало.

7 баллов

Задание 10-2

Даны правые части уравнений химических реакций. Каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. Запишите эти уравнения полностью.

1. $= 2MnO_2 + 3S\downarrow + 2KOH + 2H_2O$ (16)
2. $= I_2\downarrow + 2FeCl_2 + 2KCl$ (16)
3. $= MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 2KCl + 8H_2O$ (16)
4. $= NaCl + NaClO + H_2O$ (16)
5. $= NaAlO_2 + 2 H_2O$ (16)
6. $= Ca_3P_2 + 8CO\uparrow$ (16)
7. $= H_3PO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$ (16)
8. $= 2Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 3H_2O$ (16)
9. $= 4Al(OH)_3\downarrow + 3CH_4\uparrow$ (16)
10. $= SO_2\uparrow + S\downarrow + 2H_2O$ (16)

10 баллов

Задание 10-3

Смесь двух газообразных углеводородов с открытой цепью имеет плотность по водороду 17. Известно, что 560 мл этой смеси обесцвечивают 31,25 мл 6,4%-ного раствора брома в четыреххлористом углероде ($\rho = 1,6$ г/мл), при этом объем газа уменьшается до 336 мл (н.у.). Определите молекулярные формулы взятых углеводородов. Какие структурные формулы могут им соответствовать?

12 баллов

Задание 10-4

При действии соляной кислоты на смесь железных, медных и золотых опилок масса раствора увеличилась на 2,7 г. Нерастворившуюся часть смеси обработали горячей концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.), а нерастворившийся остаток имел массу 4,02 г.

Установите массовые доли металлов в смеси.

11 баллов

Задание 10-5

Из перечисленных соединений выберите для 4,4 - диметилпентина-1: 2,2-диметил-5-этилнонан, ацетилен, гептадиен-1,3, 3-этилпентадиен-1,3, этан, 3,3-диметил-5-этилоктин-1, этилен, гексан. Напишите структурные формулы этих веществ.

- а) изомеры,
- б) гомологи.

10 баллов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

11 КЛАСС

Задача 11-1

Органическое соединение А массой 1,42 г при 250⁰С и 1 атм занимает объем 644,8 мл. Водный раствор того же количества А реагирует с цинком с образованием 168,3 мл водорода (при нормальных условиях). По данным элементного анализа соединение А содержит 25,41% С, 3,198% Н, 33,85% О по массе.

1. Определите молярную массу А
2. Установите состав соединения А
3. Изобразите простейшую формулу. А
4. Изобразите истинную формулу. А
5. К какому классу органических соединений относится А? Изобразите его структурную формулу.
6. Подтвердите расчетами принадлежность А к определенному классу.

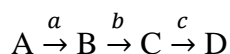
10 баллов

Задание 11-2

Вещество А с молекулярной формулой C₇H₈ - бесцветная подвижная летучая жидкость. Вещество А впервые получено французским химиком и фармацевтом П. Пеллетье в 1835 при перегонке сосновой смолы., а в 1838 выделено французским химиком А. Девилем из бальзама, привезенного из города Тулу в Колумбии, в честь которого получил своё название.

Вопросы;

1. Определите вещество А и приведите его структуру,
2. Расшифруйте схему реакций, дайте названия продуктам реакций В-Д:

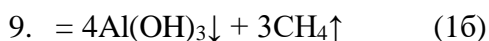
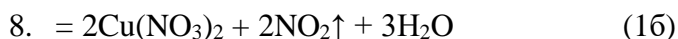
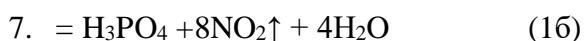
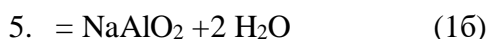
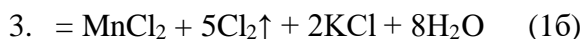
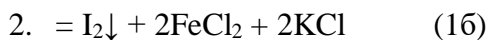
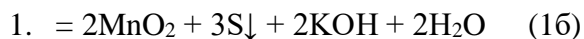


- a) окисление перманганатом калия в кислой среде;
 - b) обработка нитрующей смесью;
 - c) реакция этерификации с метанолом.
3. Где применяются вещества А и В? Вредны ли они для здоровья человека и животных? Если да, то какое воздействие они оказывают и какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с ними.

10 баллов

Задание 11-3

Даны правые части уравнений химических реакций. Каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. Запишите эти уравнения полностью.



10 баллов

Задание 11-4

Напишите уравнение реакции между алюминием и разбавленной азотной кислотой, в ходе которой при соответствующих условиях образуются оксид азота (I) и нитрат аммония в молярном соотношении 1:3.

7 баллов

Задание 11-5

Сегодня нашу жизнь невозможно представить без пластмассовых изделий и синтетических волокон: корпус ручки, которой Вы сейчас пишете, яркая кофточка на симпатичной девушке, что Вы встретили вчера, жевательная резинка, которую усердно жует сосед слева, клавиатура ноутбука автора этой задачи – все это сделано из высокомолекулярных продуктов крупнотоннажной химической промышленности. Ниже приведена некоторая информация о пяти распространенных синтетических полимерах I-V.

| Поли- мер | Название или аббревиатура | Промышленная схема получения |
|--------------|---------------------------------|---|
| I | ПВХ | $\text{CH}_4 \xrightarrow{1600^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow[\text{C}_{\text{актив.}} / \text{HgCl}_2]{\text{HCl}} \boxed{\text{A}} \xrightarrow[\text{пероксид}]{\text{органический}} \boxed{\text{полимер I}}$ |

| | | |
|-------|-------------|--|
| II | ПС | |
| III | ПЭТ, лавсан | |
| IV, V | ?, ? | |

1. Приведите структурные формулы промежуточных продуктов А – З, а также структурные формулы элементарных звеньев полимеров I-IV (без учета стереоизомеров).

2. Расшифруйте аббревиатуры названий полимеров I-III. От каких слов образовано название "лавсан"? Укажите названия полимеров IV и V. Как называется процесс превращения IV в V под действием серы? Какой из полимеров I-IV образовался в результате реакции поликонденсации?

20 баллов