



## Пироговская олимпиада для школьников по химии.

11 класс

Заключительный этап 2024-2025 г.г.

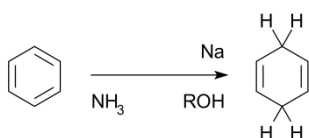
Вопрос 1. Химия – удивительная наука!

20 баллов, по 1 баллу за каждый термин

Вы, как правило, рассматриваете химию как науку, описывающую свойства и реакции веществ, но это еще и увлекательная история, полная неожиданных открытий, восходящая к истокам человечества. Попробуйте окунуться в нее с помощью нашего кроссворда. Надеемся, что он разбудит у вас интерес к химии, заставит посмотреть на нее другими глазами.

**По горизонтали:**

1. Вещество, которое использовали индейцы кечуа (Перу), чтобы остановить дрожь при низких температурах (позже стали использовать при лечении малярии); *хинин*
3. Ученый, создавший теорию атомизма; *демокрит*
6. Первый продукт химического синтеза, о котором дошли сведения (~с 2800 г. до н.э.); *мыло*
9. Родина изделий, для которых использовали каолиновую глину, толченное стекло и костную золу; *китай*
11. Ученый, который ввел термин «элемент», обозначающий простейшие начала, из которых состоит мир; *платон*
12. Вещество, температура сгорания которого в озоне занесена в книгу рекордов Гиннеса как одна из наиболее высоких температур при сгорании топлива ( $5730^{\circ}\text{C}$ ); *дицианоацетилен*
13. Химик, нарушивший представление о невозможности частичного восстановления бензольного кольца; *бёрч*



14. Последний химический элемент, обнаруженный в природе; *франций*
17. Самый маленький анион; *электрон*
18. Газообразное вещество, которое позволяет расщеплять алкен на два реакционноспособных соединения, и используется для установления положения двойных связей в соединениях; *озон*.

**По вертикали:**

2. Французский химик – один из отцов металлоорганической химии, автор реактива, носящего его имя; *гриньяр*
4. Смесь порошков оксида железа и алюминия; *термит*
5. Химический процесс, без которого не существовало бы ничто живое на земле; *фотосинтез*
7. Горючие предметы содержат в себе огромное количество «.....», а процесс горения – высвобождение «.....» из вещества (Р. Бойль). Что же содержали горючие предметы? *флогистон*
8. Aqua regia - средневековое название смеси двух веществ. К какому классу химических соединений они относятся? *кислота*





- [illegible]

В лаборатории провели эксперимент. В три одинаковых герметичных сосуда, из которых был удален кислород, внесли при комнатной температуре и атмосферном давлении навески равных количеств порошков различного цвета. Затем в каждый из сосудов добавили стехиометрические количества вещества А. Сосуды закрыли и нагрели до температуры, необходимой для осуществления реакции. После окончания реакций сосуды охладили до комнатной температуры, а результаты эксперимента внесли в таблицу.





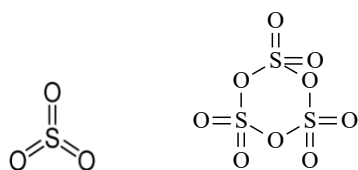
|                            | сосуд №1                       | сосуд №2                    | сосуд №3                    |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| состав смеси до нагревания | вещество А и красный порошок   | вещество А и черный порошок | вещество А и желтый порошок |
| изменения после нагревания | твердое вещество изменило цвет | твердое вещество исчезло    | твердое вещество исчезло    |
| изменение давления         | возросло                       | возросло                    | возросло                    |

Про вещество А известно, что это бинарное соединение, легко летучая бесцветная жидкость с удушливым запахом. Соотношение атомов в веществе А 1:3, а соотношение их массовых долей 2:3. В газообразном состоянии молекулы вещества А имеют тригональную форму, а при температуре ниже 16°C образуют бесцветные кристаллические тримеры.

1. Определите вещество А, подтвердив расчетами. Изобразите структурные формулы его молекул в газообразном и твердом состоянии.
2. Предположите, какие вещества скрываются за порошками разного цвета.
3. Напишите уравнения химических реакций.
4. Содержимое всех сосудов объединили и пропустили через избыток раствора гидроксида калия. Напишите уравнения химических реакций.
5. Определите соотношение массовых долей продуктов в полученном растворе.

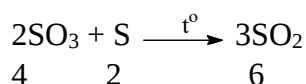
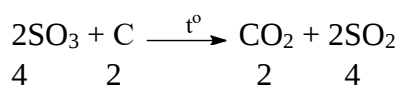
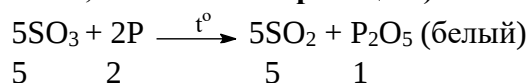
Решение:

1. Исходя из физических свойств вещества А, можно предположить, что это  $\text{SO}_3$ , а затем подтвердить это расчетами и сравнить с данными задачи. Можно определить формулу вещества, не делая никаких предположений. Допустим, формула вещества  $\text{AB}_3$ , тогда из соотношения массовых долей получим  $M(\text{A}):3M(\text{B}) = 2:3$ , т.к. соотношение массовых долей равно соотношению масс.  $M(\text{A}) = 2M(\text{B})$ . Не так сложно, вооружившись таблицей Менделеева, найти элементы, удовлетворяющие условию задачи. **(3 балла за вещество А и 1 балл за формулы)**



2. Красный порошок – фосфор; черный порошок – углерод (сажа); желтый порошок – сера **(1 балл за природу порошков).**

3. **(6 баллов, по 2 балла за реакцию).**

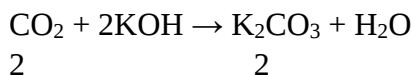
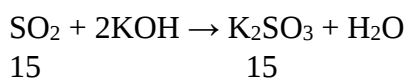
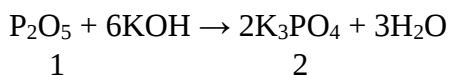


Во всех сосудах образуются газы, следовательно, возрастает давление.





4. (6 баллов, по 2 балла за реакцию).



5. (3 балла)

Предположим, что порошков взяли по 2 моль, проведем расчет по уравнению реакций (см. выше) и определим количества солей в конечном растворе. Соотношение массовых долей веществ в одном растворе равно соотношению их масс.

$$\omega(\text{K}_3\text{PO}_4) : \omega(\text{K}_2\text{SO}_3) : \omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 212 : 15 \cdot 158 : 2 \cdot 138 = 424 : 2370 : 276 = 1,54 : 8,59 : 1$$

Вопрос 3. Наночастицы на службе медицины **10 баллов**

С недавних пор стало возможно использовать наночастицы, такие как полые наноструктуры, в разных областях медицины. Эти уникальные структуры помогают доставлять лекарства, визуализировать клетки и определять биомолекулы.

Наиболее популярные материалы для этих целей, благодаря своей нетоксичности и биосовместимости, — кремний и его соединения. Один из способов создать наноструктуры — покрыть наночастицы меди слоем полимера  $\text{SiO}_2$ . Когда медь убирают, остаётся полая частица из кремнезёма, которую можно использовать для разных целей.

Для образования наночастиц меди использовали 50 мг жидкой меди (плотность  $8900 \text{ кг/м}^3$ ). После всех манипуляций были получены только частицы диаметром 135 нм.

1. Рассчитайте число полученных наночастиц меди.
2. Рассчитайте число атомов меди в наночастице. ( $M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ г/моль}$ ).
3. Какое вещество можно использовать для удаления медного ядра из наночастицы? Напишите уравнение химической реакции.

Решение:

1. (4 балла)

$$V(\text{частицы}) = \frac{4}{3} \cdot \pi (6,75 \cdot 10^{-8})^3 = 1,288 \cdot 10^{-21} \text{ м}^3$$

$$m(\text{частицы}) = 8,9 \cdot 10^3 \cdot 1,288 \cdot 10^{-21} = 1,15 \cdot 10^{-17} \text{ кг}$$

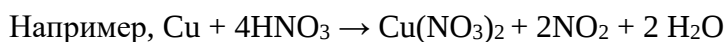
$$N(\text{частиц}) = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{1,15 \cdot 10^{-17}} = \underline{4,35 \cdot 10^{12}}$$

2. (4 балла)

$$m(\text{атома меди}) = \frac{63,55 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,06 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$

$$N(\text{атомов в частице}) = \frac{1,15 \cdot 10^{-17}}{1,06 \cdot 10^{-25}} = \underline{1,08 \cdot 10^8}$$

3. (2 балла)





#### Вопрос 4. Великий химик-органик или великий композитор? 20 баллов



За свою жизнь А. П. Бородин проявил себя во многих областях. Он был композитором, химиком-органиком, общественным деятелем, медиком. Одним из известных произведений Бородина является опера «Князь Игорь».

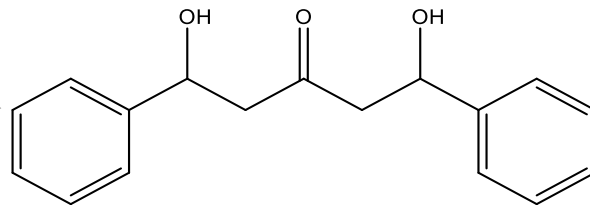
А.П. Бородин – автор более 40 работ по химии. Бородин первым в мире (в 1862 г.) получил фторорганическое соединение – фтористый бензоил.

1. Предложите способ получения фтористого бензоила из гептана.

А.П. Бородин провел исследование ацетальдегида, описал альдоль и химическую реакцию альдольной конденсации.

2. Напишите реакцию альдольной конденсации между пропаналем и этаналем. Какие продукты образуются при этом? Назовите их по заместительной номенклатуре.

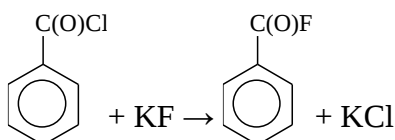
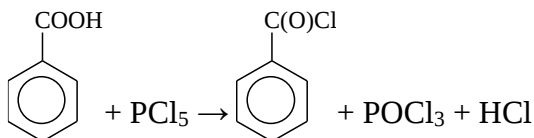
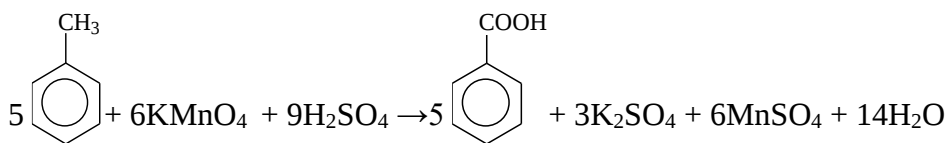
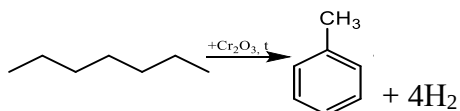
3. Предложите реагенты, взятые в соотношении 2:1, из которых с помощью альдольной конденсации можно получить приведенное соединение. Напишите уравнение реакции.

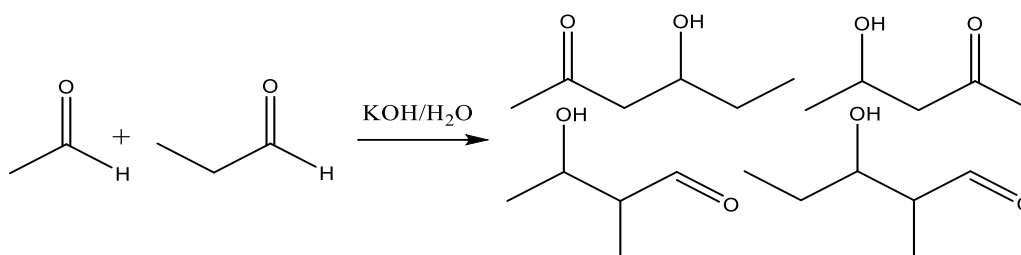


4. Продуктом внутримолекулярной альдольной конденсации какого соединения является 3-гидроксициклогексанон? Напишите уравнение реакции и назовите исходное соединение по заместительной номенклатуре.

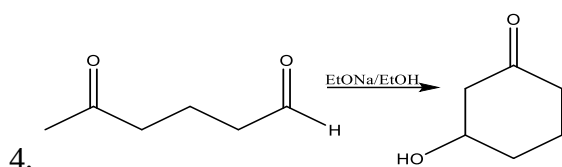
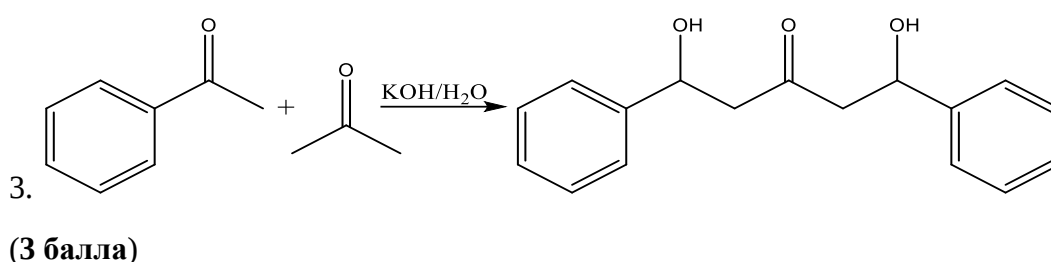
Решение:

1.(8 баллов, по 2 балла за реакцию)





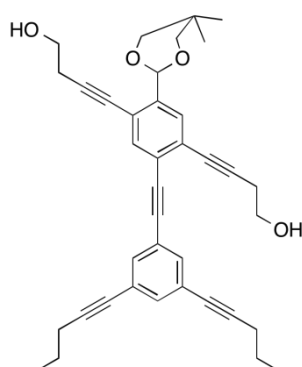
Продукты: 3-гидроксипентаналь, 3-гидроксипентаналь, 3-гидрокси-2-метилбутаналь и 3-гидрокси-2-метилпентаналь. (4 балла за реакцию, за каждый продукт по 1 баллу, и 2 балла за название продуктов)



Вопрос 5. Нанопуты или как химики развлекаются

**30 баллов: по 1 баллу за полученное соединение, но не более 25, 5 баллов за их названия**

НАНОПУТЫ – ряд органических молекул, структурные формулы которых напоминают человеческие формы. Перед вами нанопутник - НаноАтлет. Синтезировать его вам пока еще сложно, а вот разрушить его с помощью химических реакций вполне по силам. Чем больше разнообразных молекул вы получите из продуктов его разрушения, тем большее число баллов наберете. Если назовете продукты, добавьте еще баллы в копилку.



- Условия: 1) В качестве реагентов можно использовать ТОЛЬКО неорганические вещества;  
 2) одинаковые функциональные группы (например, тройные связи) должны реагировать одновременно;  
 3) заменять один галоген другим нельзя;  
 4) за каждый продукт вы получите баллы, если уравнение реакции написано с указанием условий проведения и со всеми коэффициентами;  
 5) если вы получили 25 соединений, то СЛЕДУЕТ остановиться.

Решение:

Чтобы получить достаточное количество соединений, советуем разрушить нанопутника по тройным связям окислением перманганатом калия в кислой среде.

