



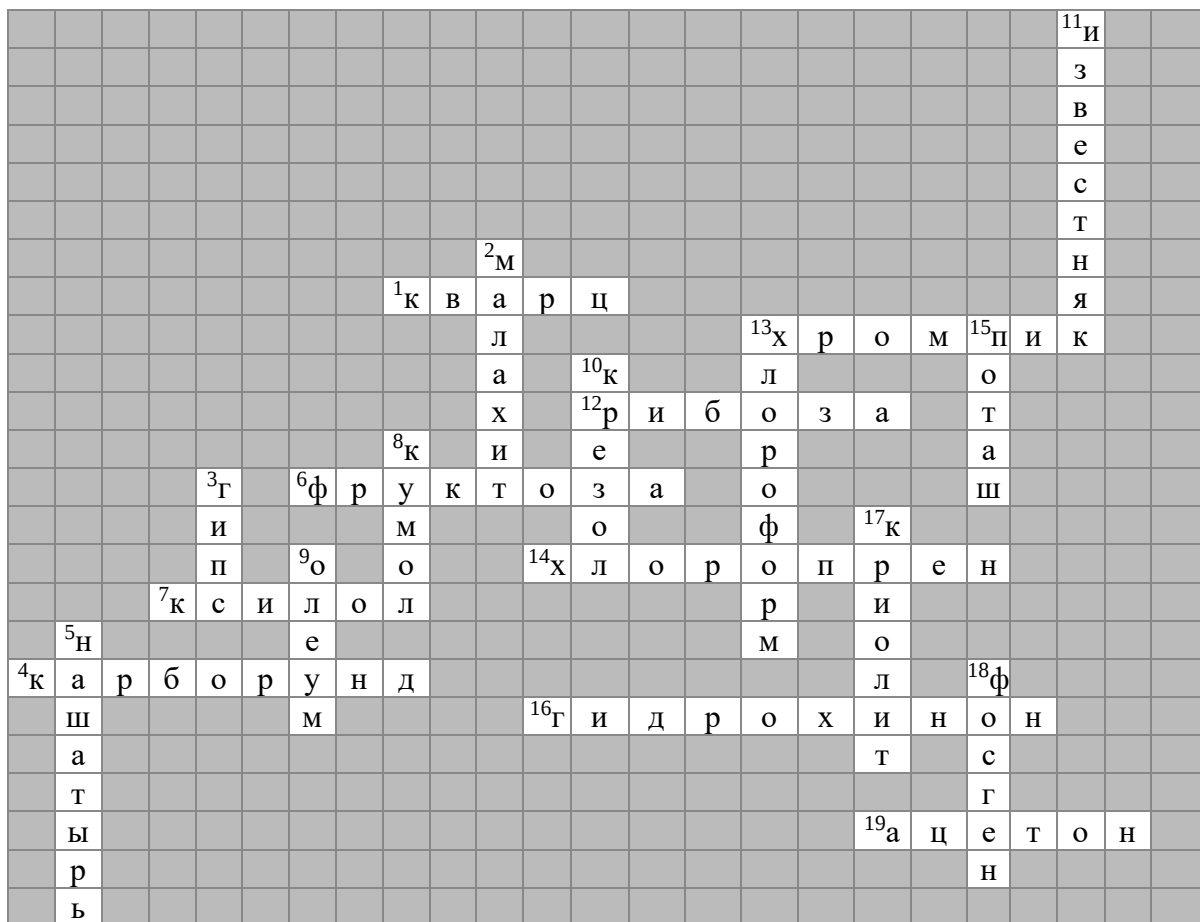
Пироговская олимпиада для школьников по химии.

Заключительный этап 2024-2025 г.г.

10 класс

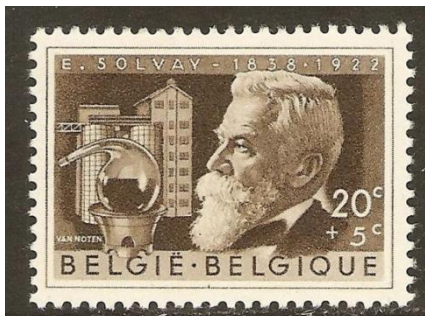
Вопрос 1. Как тебя назвать? (20 баллов, 1 балл за каждое название)

Вы зачастую не обращаете внимания на названия соединений, а они бывают иногда интересными. Кроме того, некоторые вещества имеют несколько названий, или одну формулу имеют разные соединения. Вспомните все названия приведенных соединений, выберите нужные, и успех вам обеспечен.



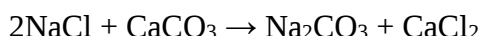


Вопрос 2. Волшебство науки или как осуществить нереальную реакции **10 баллов**



Процесс Сольве — это наиболее подходящий метод производства кальцинированной соды. Он был разработан бельгийским химиком и технологом Эрнестом Сольве в 1861 году и до сих пор остаётся самым популярным и экономичным способом получения синтетической кальцинированной соды. Основными компонентами для производства являются хлорид натрия (берется в избытке), известняк, аммиак и вода.

Процесс Сольве можно обобщить следующей *теоретической* химической реакцией



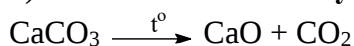
1) Побудьте и вы на какое-то время технологами и предложите последовательность реакций, исходя из сырья, чтобы суммарный процесс соответствовал приведенному уравнению.

На 1 т кальцинированной соды с дистиллярной жидкостью в шламонакопители — «белые моря» — выбрасывается 1 т хлорида кальция и 0,5 т хлорида натрия.

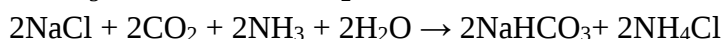
2) Рассчитайте выход кальцинированной соды а) по известняку; б) по хлориду натрия.

Решение:

1) **8 баллов – по 1 баллу за реакцию и 3 балла за получение суммарной реакции**



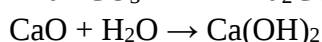
прокаливание известняка



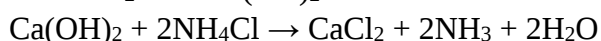
насыщение раствора соли газами



прокаливание гидрокарбоната



получение известкового молока



извлечение аммиака

Сложив уравнения, описывающие последовательность процессов при производстве соды, получим суммарное уравнение $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$

(коэффициенты второй реакции предварительно увеличим вдвое)

2) **2 балла – по 1 баллу за расчет выхода по каждому веществу**

Для удобства расчетов будем использовать не 1 т, а 100 г.

а) $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100/106 = 0,943$ моль

$n(\text{NaCl}) = 1,886$ моль (в реакции)

$n(\text{NaCl}) = 50/58,5 = 0,8547$ моль (выброс)

$n(\text{NaCl}) = 1,886 + 0,8547 = 2,74$ моль

выход по NaCl = $0,943/1,37 = 0,6883$ (68,83%)

б) выход по $\text{CaCO}_3 = 0,943/1,37 = 0,6883$ (68,83%)

Вопрос 3. Дом, в котором «живут» не существа, а вещества

20 баллов, по 1 баллу за название

Перед вами схема химических превращений. Написав уравнения реакций, определите формулы всех зашифрованных соединений и назовите их. Форма кроссворда поможет вам из нескольких возможных названий соединений выбрать нужное.

Вещества A_1 ($\omega(\text{C}) = 75\%$), B_1 ($\omega(\text{C}) = 81,81\%$), C_1 ($\omega(\text{C}) = 82,76\%$), D_1 ($\omega(\text{C}) = 83,72\%$), E_1 ($\omega(\text{C}) = 84\%$) являются линейными углеводородами.





Решение:

Представим формулу углеводорода как C_xH_y . В этом случае $\omega(C) = 12x/(12x + y)$.

Определим углеводороды:

A_1 $0,75 = 12x/(12x + y)$; $16x = 12x + y$; $x = 1$, $y = 4$ CH_4 метан;

B_1 $0,8181 = 12x/(12x + y)$; $14,67x = 12x + y$; $2,67x = y$; $x = 3$, $y = 8$ C_3H_8 пропан;

C_1 $0,8276 = 12x/(12x + y)$; $14,5x = 12x + y$; $2,5x = y$; $x = 4$, $y = 10$ C_4H_{10} бутан;

D_1 $0,8372 = 12x/(12x + y)$; $14,333 = 12x + y$; $2,333x = y$; $x = 6$, $y = 14$; C_6H_{14} гексан;

E_1 $0,84 = 12x/(12x + y)$; $14,286x = 12x + y$; $2,286x = y$; $x = 7$, $y = 16$; C_7H_{16} гептан

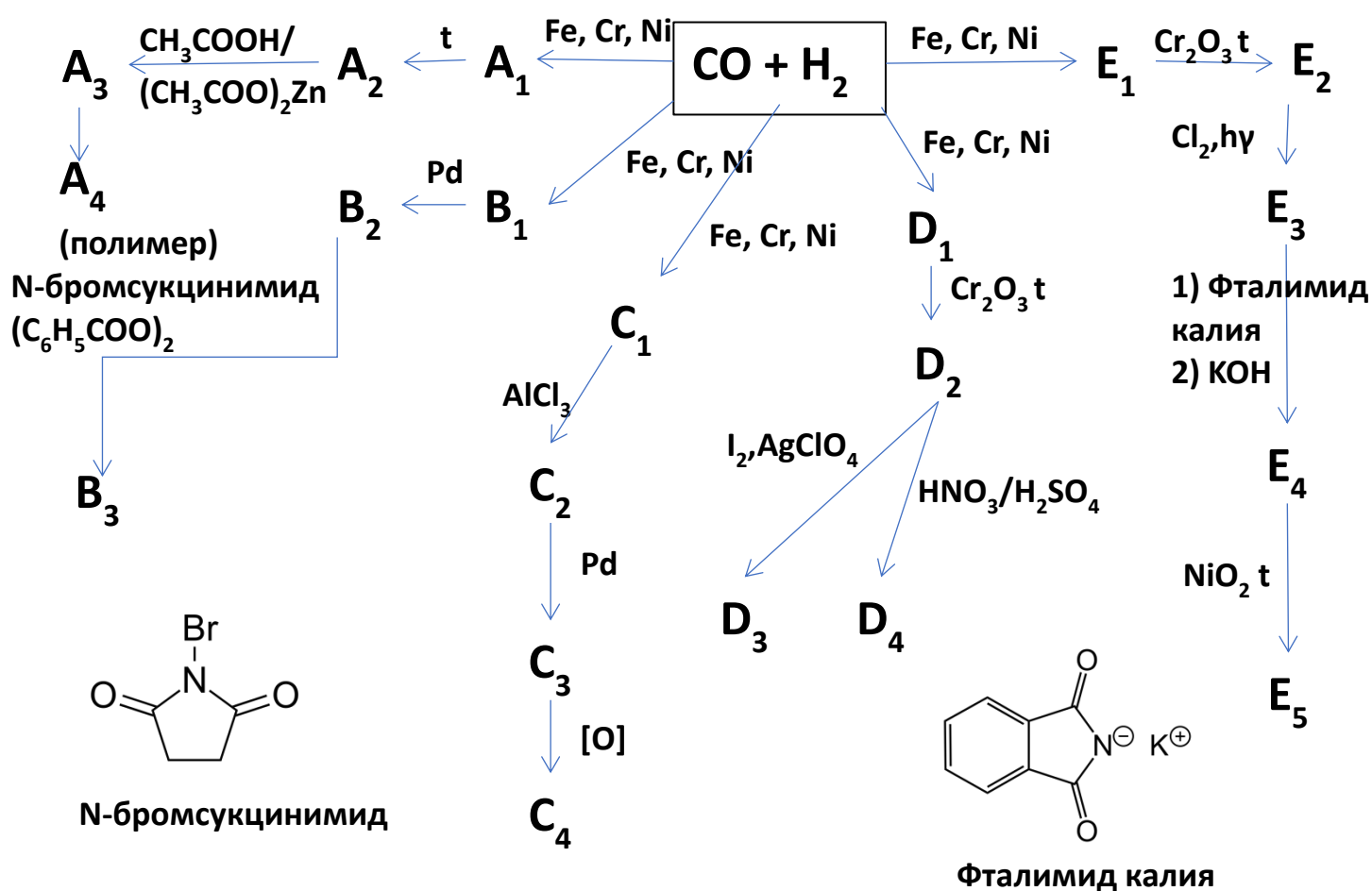
Цепочка A: A_1 (метан) $\rightarrow$ A_2 (ацетилен) $\rightarrow$ A_3 (винилацетат) $\rightarrow$ A_4 (поливинилацетат)

Цепочка B: B_1 (пропан) $\rightarrow$ B_2 (пропен) $\rightarrow$ B_3 (аллилбромид)

Цепочка C: C_1 (бутан) $\rightarrow$ C_2 (метилпропан) $\rightarrow$ C_3 (метилпропен) $\rightarrow$ C_4 (ацетон)

Цепочка D: D_1 (гексан) $\rightarrow$ D_2 (бензол) $\rightarrow$ D_3 (иодбензол) $\rightarrow$ D_4 (нитробензол)

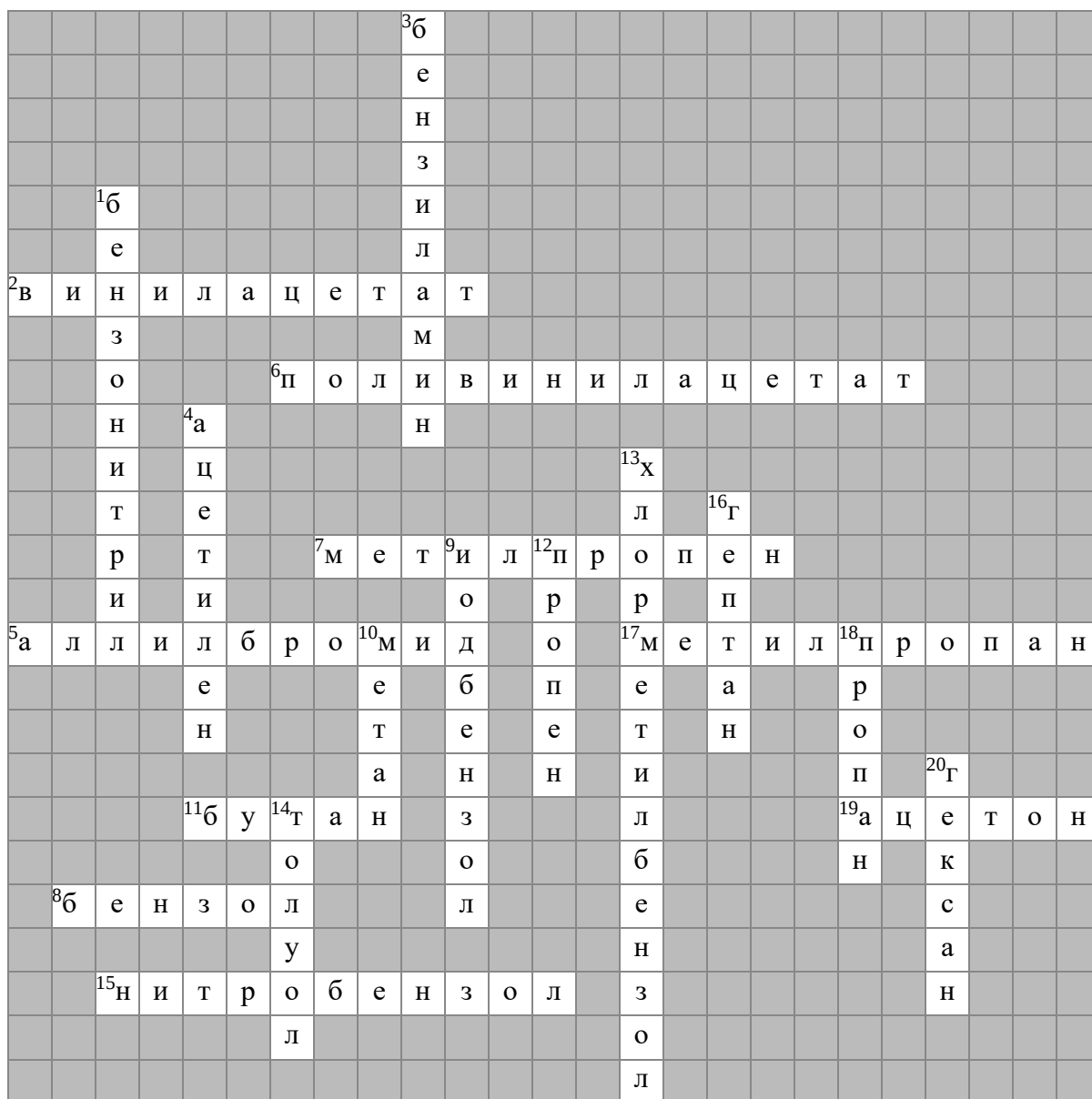
Цепочка E: E_1 (гептан) $\rightarrow$ E_2 (толуол) $\rightarrow$ E_3 (хлорметилбензол) $\rightarrow$ E_4 (бензиламин) $\rightarrow$ E_5 (бензонитрил).





17. C₂ метилпропан
19. C₄ ацетон

14. E₂ толуол
16. E₁ гептан
18. B₁ пропан
20. D₁ хлорметилбензол



Вопрос 4. Монетные металлы 20 баллов

«Монетные металлы» известны человеку с древних времен. Один из них – металл **А** в природе образует три оксида **В**, **С**, **Д** разных цветов. Оксид **В** имеет оранжево-красный оттенок, **С** – черного цвета и **Д** – гранатово-красный, с массовой долей металла 72,73% (в расчетах молярные массы элементов рекомендуется использовать с точностью до целых). Катионы металла **А** очень любят образовывать комплексные ионы.

Оксид **В** при взаимодействии с избытком горячей соляной кислоты образует раствор вещества **Е** (реакция 1), а при растворении в гидрате аммиака – бесцветный раствор гидроксида **Г** (реакция 2), который при энергичном встряхивании закрытого сосуда или при переливании раствора в другой сосуд приобретает ярко-синий цвет (реакция 3).





При окислении металла **A** в гидрате аммиака также образуется ярко-синий раствор комплекса **G** (реакция 4), который имеет в своем составе на 4 лиганда больше, чем **F** и известен химикам как реактив Швейцера.

При растворении металла **A** в избытке раствора цианида калия можно получить комплексную соль **H** с массовой долей цианида 35,45% и газ **I** легче воздуха (реакция 5). Соль **H** используется при меднении металлических изделий.

Если оставить изделия из этого металла на воздухе, то на них появится зеленый налет, вызванный образованием вещества **J**, представляющего собой основную соль (реакция 6).

1. Назовите «монетные металлы». Почему им дали такое название?
2. Откуда происходит латинское название металла **A**?
3. Определите неизвестные соединения **A-J** и напишите уравнения химических реакций 1-6.
4. Напишите общую электронную конфигурацию для атомов «монетных» металлов.
5. Назовите известные вам три минерала металла **A**.

Решение:

- 1) «Монетные металлы» – металлы и их сплавы, используемые для чеканки и литья монет и медалей. С древних времен такими металлами были серебро, золото и медь (1 балл).
- 2) Медь, латинское название *cuprum* произошло от места, где римляне добывали медную руду – остров Кипр. (1 балл)
- 3) Из текста задачи можно сделать вывод, что металлом **A** является медь.

A – Cu

B – Cu₂O - оранжево-красный

C – CuO – черный

D – Cu₂O₃ - гранатово-красный (1 балл за установление металла и оксидов, еще 1 балл, если приведен расчет определения формулы оксида **D**)

Формулу этого оксида можно установить расчетом.

$$\text{Cu}_x\text{O}_y \quad 64x/(64x + 16y) = 0,7273 \quad 1,5x = y \quad \text{если } x=2, y=3$$

E – H[CuCl₂] (реакция 1)

F - [Cu(NH₃)₂]OH (реакция 2), бесцветный, легко окисляется кислородом воздуха (реакция 3), 2 лиганда

G - [Cu(NH₃)₄(H₂O)₂](OH)₂ (реакция 4) ярко-синий, реактив Швейцера 6 лигандов

H - K₂[Cu(CN)₃] (реакция 5) используется при меднении металлов (2 балла за установление формулы комплекса)

Формулу этого комплекса можно установить расчетом.

$$\text{K}_x[\text{Cu}(\text{CN})_y] \quad 26y/(39x + 64 + 26y) = 0,3545 \quad \text{если } x=2, y=3$$

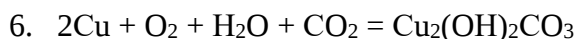
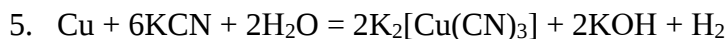
I – газ H₂ ()

J - Cu₂(OH)₂CO₃ – зеленый (реакция 6)

Уравнения реакций: (за каждую реакцию по 2 балла)

1. $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
3. $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 + 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2](\text{OH})_2$





4) Общая электронная конфигурация атомов «монетных» металлов $(n-1)d^{10}ns^1$ (16балл)

5) Возможные минералы: (1 балл)

Cu_2O – куприт

Cu_2S – халькозин

CuFeS_2 – халькопирит

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ – малахит

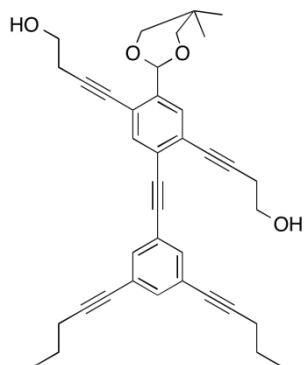
$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ – азурит

$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{NO}_3$ – герхардит

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 нанопутик - 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, добавите 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 нанопутика по тройным связям окислением перманганатом калия в кислой среде.

