

Староста В.И., Семрад Е.Е. Использование дополнительной информации при составлении заданий. Химия в школе, 2001. № 6. С. 36-40.

СТАРОСТА В.И., СЕМРАД Е.Е.

Ужгородский национальный университет, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЗАДАНИЙ

Поглощая огромное количество информации при подготовке к уроку, учитель в измененном или неизменном виде доносит ее до учащихся. Часто аналогичную процедуру проводят ученики – чтение дополнительной литературы, подготовка докладов, рефератов и т.п. Проходит взаимообогащение информацией. Однако, этот процесс можно сделать более эффективным, если учитель совместно с учениками в качестве активного применения приобретаемых и предыдущих знаний будет использовать прием составления разнообразных заданий. Такие авторские задания можно использовать на уроке или при проведении внеклассных мероприятий (турниры, конкурсы в различных номинациях на лучшее задание – вопрос, задача, стихотворение, рисунок и т.п.). Ниже авторы приводят на примере некоторой информации о соде возможность такой формы работы при изучении химии в школе, тем более, что в 2001 исполняется 200 лет со времени открытия бикарбоната натрия NaHCO_3 , 210 и 140 лет получения соды способом Леблана и Сольве соответственно.

Сода – это общее название технических натриевых солей угольной (карбонатной) кислоты. Различают следующие разновидности соды: питьевая - NaHCO_3 ; кальцинированная Na_2CO_3 , кристаллическая - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (хотя возможно образование и соответственно выпускаются кристаллогидраты состава $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Тем не менее чаще всего под понятием “сода” понимают карбонат натрия Na_2CO_3 . Это вещество является одним из

основных продуктов химической промышленности. В больших количествах сода используется стеклянной, мыловаренной, целлюлозно-бумажной, текстильной, нефтяной и другими отраслями промышленности, а также является сырьем для синтеза других солей натрия. Соду также широко применяют в повседневной жизни.

До конца XVIII столетия соду получали из естественных источников. В природе она образуется там, где имеются залежи мирабилита Na_2SO_4 . Особые виды бактерий восстанавливают мирабилит до сульфида натрия Na_2S . Под действием углекислого газа и воды последний (Na_2S) превращается в соду. На дне содовых озер и на берегу образуется минерал соды – трона, имеющий состав $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Тем не менее, это не единственный естественный минерал соды: встречается также натрон ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), термонатрит ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Человек приблизительно в одно и то же время начал использовать как соду, так и поташ. Последний получали сжиганием древесины. Чтобы выработать пуд поташа, в России сжигали лес на площади 120 м^2 . О приготовлении стекла сплавлением песка с растительной золой сообщает еще древнеримский писатель-ученый Плиний. Греки ознакомились со способом производства стекла в V веке, а римляне еще позднее. Римляне стали употреблять с этой целью “нитрум” восточного происхождения. От древнееврейского “neter” произошло греческое “νίτρον” и латинское “nitrum”; так называли природную соду, которую добывали из египетских содовых озер. Египтяне сплавлением белого песка с мелом и содой получали стекло еще пять тысяч лет тому назад.

Содой обеспечивали так называемые “натронные озера”, которые были как в Египте, так и на американском континенте. По аналогии с поташом и соду стали вырабатывать сжиганием разного рода растительности и оказалось, что пепел действительно содержит соду. В Шотландии уже в 1694 году получали таким примитивным методом содосодержащий продукт,

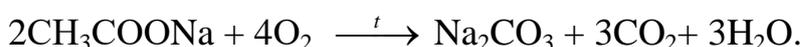
который называли “келп”. В 1834 году Испания экспортировала подобный продукт с названием испанская “барилла”, который содержал уже 25-30 % основного продукта.

Важным моментом в истории соды был тот факт, что Анри Луи Дюамель де Монсо (Duhamel de Monceau, 1700-1781) впервые приготовил карбонат натрия в чистом состоянии и четко отличал соду от поташа (1736). В 1757 году Андреас Сигизмунд Маргграф (Andreas Sigismund Marggraf, 1709-1782) обнаружил разную растворимость и разную кристаллическую форму соды и поташа.

В XVIII столетии производителям стекла и мыла, текстильщикам начало не хватать соды. Возникла проблема рационального промышленного производства соды из доступного дешевого сырья – из каменной соли NaCl. Первым вариантом решения этой проблемы было исследование английского ученого Джеймса Кейра (D.Keir, 1735-1820), который в 1769-1771 годах запатентовал свой способ производства соды. В 1775 году Парижская Академия наук объявила конкурс на способ производства соды из кухонной соли и определила сумму 12000 ливров (livre) в пользу победителя в конкурсе.

По мнению Malherbe* сначала из кухонной соли нужно получить глауберовую соль, потом последнюю нужно нагреть вместе с углем и железом. Этот способ ввел у себя на заводе по производству селитры Морво (Guyton de Morveau), который вместе с Лавуазье создал химическую номенклатуру.

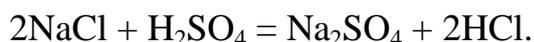
В 1782 году французский физик и натуралист Жан Клод де ла Метри (de La Métherie J.C., 1743-1817) смесь сульфата натрия и древесного угля нагревал в закрытом сосуде, а полученный продукт обрабатывал уксусной кислотой. Этим способом ему удалось получить ацетат натрия CH_3COONa , а последний, нагревая на воздухе, исследователь превратил в соду:



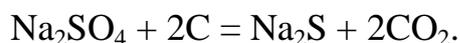
* Поскольку фамилии некоторых ученых неоднозначно переводятся в различных изданиях, авторы приводят их на английском языке.

По этому способу работала фабрика, основанная в 1779 г. в парижском пригороде Жавель, но выход целевого продукта был слишком незначителен, а поэтому метод не стал промышленным.

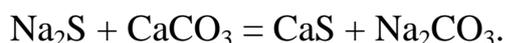
Вопросом прикладной химии активно занимался Жан Пьер Жозеф Дарсе (Darcet J.P.J., 1725-1801) - первый профессор химии во «Французском коллеже» (1775-1801). В лаборатории его адъюнкта Дизе (Dizé) работал врач герцога Орлеанского – Никола Леблан (Nicolas Leblanc, 1742-1806). Леблан использовал способ de la Métherie J.C. и в 1787 году разработал надежный способ производства соды. Обработывая каменную соль серной кислотой, он получил сульфат натрия:



Сульфат натрия восстановил углеродом и получил сульфид натрия:



Сульфид натрия нагревался с известняком, в результате чего получилась сода:



На практике два последних процесса проводили в один этап. Сода отмывалась из конечного продукта водой.

В 1790 году Дарсе, Дизе и Леблан заключили договор для общей работы, а в 1791 году Леблан получил патент на разработанный промышленный способ производства соды. Способ имел свои недостатки, – сильно загрязнял среду: хлороводород выпускался в воздух, а отходы сульфида кальция образовывали целые горы, которые постепенно выделяли сероводород. В Сен Дени при поддержке герцога Орлеанского был построен специальный завод по производству соды, но во время революционных событий герцога Орлеанского казнили, и завод был в 1794 году

национализирован. Патент Леблана был рассекречен и сам Леблан покончил жизнь самоубийством.

Англия тоже не отставала с производством соды. В 1796 году Томас Дублидей (Thomas Doubleday) получил патент на производство соды и вместе с Уильямом Лошом (William Losh) построил завод по производству соды и щелочи. Немного позднее в 1822 году в Ливерпуле ирландский промышленный химик Джеймс Маспрет (James Musprat, 1793-1886) построил огромный завод, где вырабатывали и соду. Здесь уже старались использовать и отходы производства – HCl и CaS.

В 1811 году физик А.Дж. Фрешнель (1788-1827) нашел принцип нового метода производства соды. Через насыщенный раствор хлорида натрия он пропускал аммиак и углекислый газ, в результате чего наблюдал выпадения осадка – гидрокарбоната натрия NaHCO_3 . Этот осадок нагревал и получил соду Na_2CO_3 . В 1836 году Джон Том (J.Thom), а в 1838 году Х.Г.Диар (H.G.Dyar) и Дж. Хемминг (J.Hemming) такой способ запатентовали. Со временем этот способ был немного усовершенствован в Бельгии Эрнестом Сольвеем (Ernest Solvay, 1838-1922), который запатентовал свой способ 15 апреля 1861 г. (то есть 140 лет тому назад). Эрнест Сольвей работал вместе со своим братом Альфредом. Основной химический процесс производства соды сводился к насыщению концентрированного раствора хлорида натрия аммиаком, а потом пропусканием через него углекислого газа, который получали при обжиге известняка:



Протекание реакции обусловлено тем, что гидрокарбонат натрия малорастворим в холодной воде и осаждается. Отфильтрованный осадок при прокаливании разлагается на соду, воду и углекислый газ, который снова используется в производстве:



Наибольшей заслугой Сольвея явилось спланирование и построение абсорбционных башен для поглощения газов и применения обжиговой печи для кальцинации.

Каменная соль была доступным дешевым сырьем. На заводе-комбинате был построен цех по обжигу известняка, который поставлял как углекислый газ, так и известь. Последний продукт использовался для регенерации аммиака:



Таким образом, дорогой аммиак возвращался в производственный цикл.

Промежуточный продукт содового производства – бикарбонат натрия или пищевая сода NaHCO_3 , впервые открытая в 1801 г. С.Ф. Гермбштедтом (S.F. Hermbstädt, 1760-1833) и В.Розе (Valentin Rose, 1736-1771), широко применяется в медицине и пищевой промышленности.

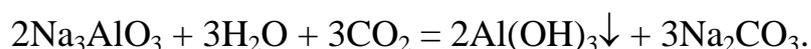
В мире способом Сольвея вырабатывают более 2/3 общего производства соды. Тем не менее, данный способ не является идеальным. В частности, в нем хлорид натрия используется не полностью, имеют место потери углекислого газа, аммиака, извести.

В 1939 году советский ученый А.П. Белопольский разработал способ производства соды на базе мирабилита:



При этом способе получают два ценных продукта – сода и сульфат аммония, т.е. он приводит к комплексному использованию сырья. Тем не менее данный способ не нашел пока что промышленного использования.

В США в небольших количествах соду получают из криолита согласно таких уравнений реакций:



Сода, полученная этим способом, отличается высокой чистотой.

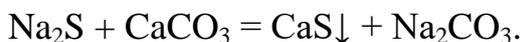
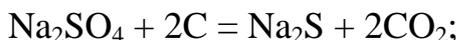
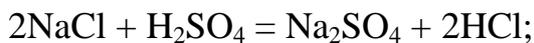
Таким образом, получение соды – яркий пример усовершенствования химических технологий и уменьшения выбросов побочных веществ. Сейчас рассмотрим в качестве примеров некоторые возможные варианты заданий и их моделирование на основании известной ученикам и полученной информации. Первые примеры (1-5) с историческим содержанием.

Пример 1. О приготовлении стекла сплавлением песка с растительной золой сообщает еще древнеримский писатель-ученый Плиний. Греки ознакомились со способом производства стекла в V веке, а римляне еще позднее. Римляне стали употреблять с этой целью вещество X («нитрум») восточного происхождения. Определите неизвестное вещество X, при сплавлении которого с белым песком и мелом египтяне и получали стекло еще пять тысяч лет тому назад. В Египте этому благоприятствовало существование естественных запасов X. Напишите соответствующие уравнения реакций. (Ответ: X – сода).

Пример 2. В природе вещество X, как правило, образуется там, где имеются залежи мирабилита Na_2SO_4 . Особые виды бактерий восстанавливают мирабилит до сульфида натрия Na_2S . Под действием углекислого газа и воды последний превращается в X, а образующийся сероводород связывается обычно имеющимися в воде соединениями железа до FeS . Определите X. (Ответ: X – сода).

Пример 3. В 1775 году Парижская Академия наук объявила конкурс на способ производства вещества X из каменной соли. Через 15 лет парижский нотариус получил конверт, в котором содержалось описание производства X из глауберовой соли. Автором патента оказался химик-любитель Леблан, домашний врач герцога Орлеанского. По его способу глауберовую соль, которую получали при действии сульфатной кислоты на хлорид натрия, сплавливали с углем и карбонатом кальция при температуре 1000°C . Сплав X с сульфидом кальция выщелачивали, то есть действовали на него водой.

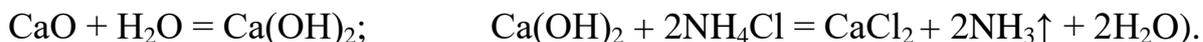
Вещество X переходило в раствор. Определите X и напишите соответствующие уравнения реакций. (Ответ: X – сода, уравнения реакций:



Пример 4. В 1861 году бельгийский химик А получил патент на получение вещества В. Основные этапы синтеза: химик получил исходный насыщенный раствор аммиака в крепком растворе кухонной соли. При прокаливании известняка образовался газ С, который он пропустил через исходный охлажденный раствор. Конечные продукты D (в растворе) и E (осадок). При нагревании E образуется В. Расшифруйте неизвестные вещества, назовите фамилию ученого, напишите уравнения описанных реакций. Как химик А решил проблему использования побочных продуктов реакции? (Ответ: А - Эрнест Сольве; В - Na_2CO_3 ; С - CO_2 ; D - NH_4Cl ; E - NaHCO_3).



Отфильтрованный осадок при прокаливании разлагается на соду, воду и углекислый газ, который снова используется в производстве. При взаимодействии извести с нашатырем NH_4Cl получали аммиак, который снова применяли в производстве:



Другое содержание задач с целью закрепления и контроля знаний о солях угольной кислоты, в т.ч. карбоната натрия и предыдущих знаний учащихся (5, 6.1-6.8), а также развитие наблюдательности учащихся (6.9-6.10).

Пример 5. Определите признак или признаки, благодаря которым сода с данной парой веществ имеет что-то общее:

Na_2CO_3 , NaCl , NaNO_3 .

(Состав вещества: а) сложные вещества; б) неорганические вещества, в) соли; г) соли натрия. Растворимость в воде: растворимые. Агрегатное состояние: твердые и т.д.).

Пример 6. Определите признак, согласно которого в каждом случае сода будет “белой вороной” по отношению к другим веществам.

Возможно другое формулирование этого задания: установите признак классификации веществ, согласно которому сода нарушает эту закономерность.

6.1. Na_2CO_3 , NaCl , NaNO_3 , Na_2SO_4 (Реакция среды водного раствора: щелочная/нейтральная, или гидролизует/не гидролизует).

6.2. Na_2CO_3 , KCl , KNO_3 , K_3PO_4 (Состав вещества: соль натрия/соли калия).

6.3. Na_2CO_3 , Na , C , O_3 (Состав вещества: сложное/простые вещества).

6.4. Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , NH_3 (Агрегатное состояние: твердое/газообразные вещества при обычных условиях).

6.5. Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , CaCO_3 (Растворимость в воде: растворимое в воде вещество/вещества малорастворимые в воде).

6.6. Na_2CO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NiSO_4 (Наличие окраски: вещество бесцветное/окрашенные вещества).

6.7. Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, NaHSO_4 (Состав вещества: соль средняя/соли кислые).

6.8. Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , H_2O (Тип кристаллической решетки: ионная/молекулярные кристаллические решетки).

6.9. Сода, аммиак, железо, золото (Название вещества: название вещества содержит 4/6 букв).

6.10. Сода, аммиак, азот, аргон (Название вещества: первая буква в названии вещества С/А).

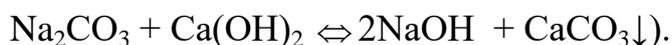
Возможно упрощение заданий примера 6, если предложить его в форме теста с несколькими вариантами ответов.

Задания на знание понятий (7-8).

Пример 7. Что такое

- сода каустическая? (технический гидроксид натрия NaOH).
- сода пищевая? (NaHCO₃).
- сода кристаллическая? (Na₂CO₃·10H₂O).
- сода кальцинированная? (Na₂CO₃).

Пример 8. Почему технический гидроксид натрия называют каустической содой? (Ответ: Потому, что наиболее распространенный способ получения каустической соды - взаимодействие содового раствора с известью:



Задания на понимание и объяснение явлений (9-11):

Пример 8. Определите вещество, которое имеется в Вашей домашней аптечке; окрашивает пламя в желтый цвет, а при действии уксуса шипит (Ответ: пищевая сода).

Пример 10. При попадании кислоты на кожу для ее нейтрализации используют слабый раствор пищевой соды. Почему же при отравлении уксусом человеку нельзя давать пить такой же раствор соды? (Ответ: Образуется большое количество углекислого газа, которое может разорвать желудок. Лучше напоить пострадавшего взболтанными в воде яичными белками).

Пример 11. При получении соды по методу Сольве на первой стадии проходит образование двух водорастворимых веществ:

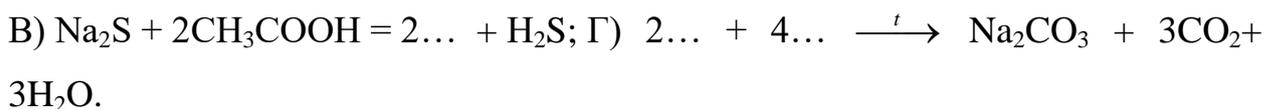
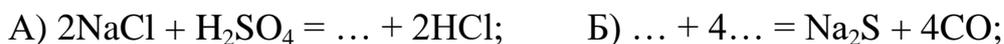


Почему в таком случае имеет место образование продуктов реакции и как проходит их последующее разделение ?

(Ответ: Прохождение реакции обусловлено тем, что гидрокарбонат натрия малорастворим в холодной воде и осаждается, а поэтому может быть отделен фильтрованием).

Задание на закрепление предыдущих умений (12), например, обратная задача к подбору стехиометрических коэффициентов.

Пример 12. Французский физик и натуралист Жан Клод де ла Метри предложил способ получения соды. Определите неизвестные вещества в используемых реакциях:



(Ответ: А) Na_2SO_4 ; Б) Na_2SO_4 и O_2 ; В) CH_3COONa ; Г) CH_3COONa и O_2).

Безусловно, возможны другие конструкции и формы заданий. Наша цель – показать возможность творчества учителя и учащихся в конструировании заданий на любом этапе при изучении химии.

Литература

1. Волков В.А. и др. Выдающиеся химики мира: Биографический справочник/ Под ред. В.И. Кузнецова.- М.: Высш. шк., 1991.- 656 с.
2. Джуа М. История химии. – Пер. с итал. Г.В.Быкова. – М.: Мир, 1975. – 477

Сведения о авторах статьи:

“НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ И ЗАДАНИЯ О СОДЕ»

1. СТАРОСТА ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ

2. Дата рождения 12 июня 1958 года.

3. Домашний адрес: Украина, 88000 г. Ужгород, ул. Оноковская, 18 кв.64.
тел. дом. 2-98-42.

4. Паспортные данные: серия ВО № 040574; выдан 22 августа 1995 года
Ужгородским ГО УМВД Украины в Закарпатской области. Прописан:
Украина, 88000 г. Ужгород, ул. Оноковская, 18 кв.64.

5. Идентификационный номер налогоплательщика: 2134704153.

6. Место работы: доцент химического факультета Ужгородского
национального университета

1. СЕМРАД ЕМЕЛЬЯН ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

3. Дата рождения: 28 августа 1933 года.

4. Домашний адрес: Украина, 88007 г. Ужгород, ул. Украинская, 29.

5. Паспортные данные: серия ВО № 336144; выдан 8 октября 1997 года
Ужгородским ГО УМВД Украины в Закарпатской области. Прописан:
Украина, 88007 г. Ужгород, ул. Украинская, 29.

6. Идентификационный номер налогоплательщика: 1229301092.

7. Место работы: до 2000 года - доцент химического факультета
Ужгородского национального университета, в настоящее время –
пенсионер.

ДЕЯКІ ВІДОМОСТІ ТА ЗАВДАННЯ: СОДА СТАРОСТА В.І.

Сода – це загальна назва технічних натрієвих солей вугільної (карбонатної) кислоти. Розрізняють наступні різновиди соди: питна - NaHCO_3 ; кальцинована Na_2CO_3 , кристалічна - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (хоча можливе утворення і відповідно випускаються кристалогідрати складу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Проте частіше під терміном «сода» розуміють натрій карбонат Na_2CO_3 . Ця речовина є одним з основних продуктів хімічної промисловості. У великих кількостях сода використовується скляною, миловареною, целюлозно-паперовою, текстильною, нафтовою та іншими галузями

промисловості, а також є сировиною для синтезу інших солей натрію. Крім того соду широко застосовують у повсякденному житті.

До кінця XVIII століття соду одержували із природних джерел. У природі вона утворюється там, де є поклади мірабіліту Na_2SO_4 . Особливі види бактерій відновлюють мірабіліт до сульфїду натрію Na_2S . Під дією вуглекислого газу і води останній перетворюється в соду. На дні содових озер і на березі утворюється мінерал соди трона - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Проте це не єдиний природний мінерал соди: зустрічається також натрон ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), термонатрит ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Людина приблизно в один і той же час почала використовувати як соду, так і поташ. Останній одержували спалюванням деревини. Щоб виробити. Щоб виробити пуд поташу, в Росії спалювали ліс на площі 120 м^2 .

Соду постачали так звані “натронні озера”, які були в Єгипті та на американському континенті. По аналогії з поташом і соду стали виробляти спалюванням різного роду рослинності і виявилось, що попїл дійсно містить соду. У Шотландії вже в 1694-му році добували таким примітивним методом содовмісний продукт, якого називали “келп”. В 1834-му році Іспанія експортувала подібний продукт з назвою іспанська “барилла”, який містив вже 25-30 % основного продукту.

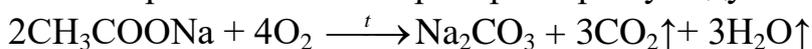
Важливим моментом в історії соди був той факт, що в 1736-му році Duhamel Dumonceau чітко відрізняв соду і поташ. В 1757 році Andreas Sigismund Marggraf (1709-1782) виявив різну розчинність та різну кристалічну форму соди і поташу.

У XVIII століті склоробам, миловарам і текстильникам почало не вистачати соди. Постала проблема раціонального промислового виробництва соди із доступної дешевої сировини – із кам’яної солі NaCl . Першим варіантом вирішення цієї проблеми було дослідження англійського вченого Джеймса Кейра (Keir, 1735-1820), який в 1769-1771 році запатентував свій спосіб виробництва соди.

У 1775 році Паризька Академія наук оголосила конкурс на спосіб виробництва соди з кухонної солі і визначила суму 12000 лїврів (livre) на користь переможця в конкурсі.

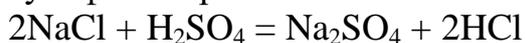
За думкою Malherbe спочатку із кухонної солі потрібно отримати глауберову сіль (Na_2SO_4), потім останню потрібно нагріти разом з вугіллям та залізом. Цей спосіб запровадив у себе на заводі по виробництву селїтри Guyton de Morvean, який разом з Лавуаз’є створив хімічну номенклатуру.

В 1782 році de la Metherie суміш сульфату натрію та деревного вугілля нагрівав в закритій посудині, а одержаний продукт оброблював оцтовою кислотою. Цим способом цьому вдалося одержати анцетат натрію CH_3COONa , який нагріваючи на повітрі перетворив у соду:

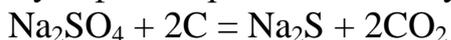


Але вихід цільового продукту був занадто низьким, а тому метод не став промисловим.

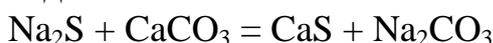
Питанням прикладної хімії активно займався професор хімії у «Французькому коледжі» - Жан П'єр Жозеф Дарсе (1725-1801). За його дозволом в лабораторії його ад'юнкта Дізе (Dize) працював лікар Орлеанського герцога – Нікола Леблан (Nicolas Leblanc, 1742-1806). Леблан використав спосіб de la Metherie і в 1787 році розробив надійний спосіб виробництва соди. Обробкою кухонної солі сірчаною кислотою отримав сульфат натрію:



Сульфат натрію відновив вуглецем, причому одержав сульфід натрію:



Сульфід натрію нагрівався з вапняком, в результаті чого одержувалась сода:



На практиці два останні процеси проводили в один етап. Сода відмивалась із кінцевого продукту водою.

В 1790 році Дарсе, Дізе і Леблан заключили договір для спільної праці, а в 1791 році Лблан одержав патент на розроблений промисловий спосіб виробництва соди. Спосіб мав свої недоліки – сильно забруднював середовище. Хлороводень випускався в повітря, а відходи сульфїду кальцію утворювали цілі гори, які поступово виділяли сірководень.

В СЕН Дені за підтримкою Орлеанського герцога був побудований спеціальний завод по виробництву соди, але під час революційних подій герцога Орлеанського стратили і завод був в 1794 році націоналізований. Патент Леблана був розсекречений і сам Леблан кінчив життя самогубством.

Англія теж не відставала з виробництвом соди. В 1796 році Томас Доублідей (Thomas Doubleday) одержав патент на виробництво соди і разом із Уільям Лошом (William Losh) побудував завод по виробництву соди та лугу.

Пізніше в 1822 році у Ліверпулі Джеймс Маспрет (James Musprat, 1793-1886) ірландський промисловий хімік побудував величезний завод, де виробляли і соду. Тут вже старались використати і відходи виробництва – HCl та CaS.

Вже в 1811 році фізик А.Дж.Фрешнель (1788-1827) знайшов принцип нового методу виробництва соди. Він крізь насичений розчин кухонної солі пропускав аміак та вуглекислий газ в результаті чого спостерігав випадання осаду – карбонату натрію-гідрогену (NaHCO₃). Цей осад нагрівав, причому отримав соду (Na₂CO₃).

Через 30 років, в 1836 році Джон Том (John Thom), а в 1838 році Х.Г.Діар (H.G.Dyar) і Дж. Хеммінг (J.Hemming) такий спосіб запатентували. Згодом цей спосіб був трохи удосконалений в Бельгії Ернестом Сольвеем (Ernest Solvay, 1838-1922), який свій спосіб запатентував 15 квітня 1861 р.(тобто 140 років тому назад).

Ернест Сольвей працював разом із своїм братом Альфредом. Основний хімічний процес виробництва соди зводився до насичення концентрованого

розчину хлориду натрію аміаком, а потім пропусканням через нього вуглекислого газу, який отримували при обпалюванні вапняку:



Перебіг реакції обумовлений тим, що гідрокарбонат натрію малорозчинний у холодній воді і осаджується. Відфільтрований осад при прожарюванні розкладається на соду, воду і вуглекислий газ, який знову використовується у виробництві:



Найбільшою заслугою Сольєра є спланування і побудова абсорбційних башт для поглинання газів та застосування кальцинуючої випальної печі.

Кам'яна сіль була доступною дешевою сировиною. На заводі-комбінаті був побудований цех по випалюванню вапняку, який постачав як вуглекислий газ, так і вапно. Останній продукт використовувався для регенерації аміаку:



Таким чином, дорогий аміак повертався у виробничий цикл.

В світі даним способом виробляють щороку мільйони тонн соди. Проте даний спосіб не є ідеальним. Зокрема, у ньому не повністю використовується хлорид натрію, мають місце втрати вуглекислого газу, аміаку, вапна. У 1939 році радянський вчений А.П.Белопольський розробив спосіб виробництва соди на базі мірабіліту:



При цьому способі утворюються два цінних продукти – соді і сульфат амонію, що призводить до комплексного використання сировини. Проте даний спосіб не знайшов поки що промислового використання.

Проміжний продукт содового виробництва – бікарбонат натрію чи питна сода NaHCO_3 – вперше відкрита в 1801 р. (С. Хермштедт і В.Розе) широко застосовується в медицині та харчовій промисловості.

Визначте речовину, яка забарвлює полум'я спиртівки в жовтий колір, а при дії оцту шипить (сода).

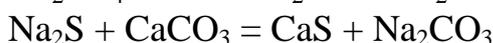
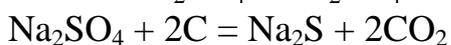
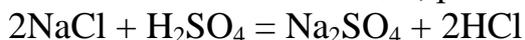
Визначте невідому речовину X, при сплавленні якої з білим піском і крейдою єгиптяни і отримували скло ще п'ять тисяч років тому назад.

У природі речовина X утворюється там, де є поклади мірабіліту Na_2SO_4 . Особливі види бактерій відновлюють мірабіліт до сульфід натрію Na_2S . Під дією вуглекислого газу і води останній перетворюється в X. Визначте X та напишіть відповідні рівняння реакцій.

У 1775 році Паризька Академія наук оголосила конкурс на спосіб виробництва речовини X з кухонної солі. Через 15 років паризький нотаріус одержав конверт, у якому містився опис виробництва X з глауберової солі Na_2SO_4 . Автором патенту виявився хімік аматор Леблан, домашній лікар герцога Орлеанського. За його способом глауберову сіль, яка утворювалась при дії сульфатної кислоти на кухонну сіль, сплавили з вугіллям і карбонатом кальцію при температурі 1000°C . Сплав X з сульфідом кальцію

вилугували, тобто діяли на нього водою. Речовина X переходила в розчин. Визначте X та напишіть відповідні рівняння реакцій.

Відповідь: X – сода, рівняння реакцій:



Інший зміст завдань з метою контролю знань про солі вугільної кислоти та властивості карбонату натрію.

Визначте ознаку згідно, якої у кожному випадку сода буде “білою вороною” по відношенню до інших речовин:

Na_2CO_3 , NaCl , NaNO_3 , Na_2SO_4 (реакція середовища водного розчину – лужна/нейтральна, або гідролізує/не гідролізують).

Na_2CO_3 , KCl , KNO_3 , K_3PO_4 Na_2CO_3 (сіль натрію, солі калію).

Na_2CO_3 , Na , C , O_2 (складна речовина/прості речовини).

Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , NH_3 (тверда речовина/ газуваті речовини за звичайних умов).

Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , CaCO_3 (розчинна у воді/ МР у воді).

Na_2CO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NiSO_4 (речовина безбарвна/забарвлені речовини).

Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, NaHSO_4 (сіль середня/ солі кислі).

Na_2CO_3 , CO_2 , O_2 , H_2O (йонна/молекулярні кристалічні решітки).

Сода, аміак, метан, вапно (назва містить 4/5 літер).

Сода, аміак, азот, аргон (перша літера в назві С/А).

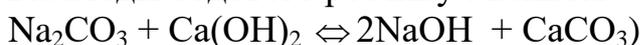
Завдання-питання:

Що таке

- сода каустична ? (В: технічний гідроксид натрію NaOH);
- сода питна ? (В: NaHCO_3);
- сода кристалічна ? (В: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$);
- сода кальцинована ? (В: Na_2CO_3)

Чому технічний гідроксид натрію називають каустичною содою ?

(В: Тому, що найбільш поширений спосіб одержання каустичної соди - взаємодія содового розчину з вапном:



При одержанні соди за методом Сольве на першій стадії проходить утворення двох водорозчинних речовин:



Чому в такому разі має місце перебіг реакції і як проходить розділення продуктів реакції ?

(В: Перебіг реакції обумовлений тим, що гідрокарбонат натрію малорозчинний у холодній воді і осаджується, а тому може бути відділений фільтруванням).

129278, МОСКВА,
ул. П. Корчагина, д.7, к. 59, 60
Редакция журнала
«ХИМИЯ В ШКОЛЕ».

Главному редактору
Левиной Л. С.

Ужгородский национальный университет просит опубликовать в Вашем журнале статью Семрада Е.Е., Старосты В.И. «Понятие химической реакции: историко-методический обзор»

Сведения об авторах, текст статьи и ее электронная копия и прилагаются.

С уважением

Проректор

по учебной работе

проф.О.Г.Сливка, докт. физ.мат.наук