ОБЪЕДИНЕННАЯ
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

О.Г. Плечова, к.х.н., методист по химии объединенной издательской группы «ДРОФА»- «Вентана-граф»

ЗАДАЧА — один из методов обучения, проверки знаний и практических навыков учащихся, применяемых в начальной, средней и высшей школе

ЗАДАЧА — требование или вопрос, на который надо найти ответ, учитывая и опираясь на те условия, которые указаны в задаче

ЗАДАЧА ⟷ **ПРОБЛЕМА**

Решение химических задач – важная сторона овладения знаниями основ науки.

Решение задач - это один из приемов обучения, посредством которого обеспечивается более глубокое усвоение учебного материала по химии и вырабатывается умение самостоятельного применения приобретенных знаний.

Решение задач

Дидактические принципы обучения:

- обеспечение самостоятельности и активности учащихся
- достижение прочности знаний и умений
- осуществление связи обучения с жизнью
- реализация политехнического обучения химии, профессиональной ориентации

ЗАДАЧА

- Надежное средство контроля и проверки глубины и прочности знаний учеников и их осмысленности
- Средство определения умения применять полученные знания на практике
- Средство реализации межпредметных связей

Функции решения задач

- ✓Формирование у учащихся мотивации их учебной деятельности, интереса и склонности к этой деятельности
- ✓Иллюстрация и конкретизация изучаемого учебного материала
- ✓Формирование у учащихся определенных умений и навыков
- ✓Контроль и оценка учебной работы учащихся
- ✓Приобретение учащимися новых знаний

Решение задач повышенного уровня сложности практически не изучается в школьном курсе химии

Сложность задачи

- Возможность использования стандартного алгоритма решения
- Способ решения задачи
- Неопределеннность/переопределенность условия
- Глубина предметных знаний
- Межпредметные связи

Общий прием решения задач

- **Анализ текста задачи (семантический, логический, математический)** является центральным компонентом приема решения задач.
- **Перевод текста на химический язык.** Текст задачи записывается кратко с использованием условной символики. После того как данные задачи специально вычленены в краткую запись, следует перейти к анализу отношений и связей между этими данными.
- **Установление отношений между данными и вопросом.** На основе анализа условия и вопроса задачи определяется способ ее решения (вычислить, построить, доказать), выстраивается последовательность конкретных действий. При этом устанавливается достаточность, недостаточность или избыточность данных.
- **Составление плана решения.** На основании выявленных отношений между величинами объектов выстраивается последовательность действий – план решения. Особое значение имеет составление плана решения для сложных, составных задач.
- **Осуществление плана решения.**
- **Проверка и оценка решения задачи**. Проверка проводится с точки зрения адекватности плана решения, способа решения, ведущего к результату (рациональность способа, нет ли более простого).

Решение задачи повышенной сложности

1)изучение условия задачи;
2) поиск плана решения и его составление;
3)осуществление плана, то есть оформление найденного решения;
4)изучение полученного решения — критический анализ результата.

Решение нестандартной задачи — очень сложный процесс, требующий умения думать, строить предположения, а также хорошего знания фактического материала, владения общими подходами к решению задач

Решаем задачи

Навеску смеси хлорида аммония, сульфата аммония и сульфата натрия массой 65г растворили в воде и добавили избыток хлорида бария. В результате реакции образовался осадок массой 93,2 г. Когда точно такую же порцию сухой смеси обработали щелочью, то удалось получить 47,6 г 25%-го раствора аммиака. Вычислите массовые доли каждого компонента в смеси.

Решение

1. Определяем, какие реакции будут протекать:

а) с хлоридом бария

1. $(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NH_4Cl$
2. $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

б) со щелочью

3. $NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3 + H_2O$
4. $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$

2. Масса смеси:

$m_{см} = m(NH_4Cl) + m((NH_4)_2SO_4) + m(Na_2SO_4)$

$m_{в\text{-}ва} = M*n$

$m_{см} = M_1* n_1 + M_2* n_2 + M_3* n_3$

$53,5* n_1 + 132* n_2 + 142* n_3 = 65$

3. Выразим количества вещества:

$n(NH_4Cl) = x$; $n(NH_4)_2SO_4) = y$; $v(Na_2SO_4) = z$

4. Следовательно, масса смеси будет:

$53,5x + 132y + 142z = 65$

5. Рассчитаем количества вещества осадка:
$n(BaSO_4) = m/ M = 93,2/233 = 0,4$ моль

6. Осадок выпадает в уравнениях 1 и 2, следовательно
$y + z = 0,4$

7. В условии задачи говорится об растворе аммиака, рассчитаем его массу:
$m(NH_3) = 47,6 *0,25 = 11,9$ г
$n(NH_3) = 11,9/17 = 0,7$ моль

8. Аммиак образуется в уравнения 3 и 4, следовательно:
$x + 2y = 0,7$

9. Объединим полученные уравнения:

$$\begin{cases} 53,5x + 132y + 142z = 65 \\ y + z = 0,4 \\ x + 2y = 0,7 \end{cases}$$

10. Решив систему уравнений, мы получим значения неизвестных:
$y = 0,25$
$z = 0,15$
$x = 0,2$

11. Найдем массы веществ в смеси:
$m(NH_4Cl) = 0,2 * 53,5 = 10,7$ г
$m(NH_4)_2SO_4) = 0,25 * 132 = 33$ г
$m(Na_2SO_4) = 0,15 * 142 = 21,3$ г

12. Зная массы веществ, найдем массовую долю каждого:
$w(NH_4Cl) = 10,7/65*100\% = 16,5\%$
$w(NH_4)_2SO_4) = 33/65*100\% = 50,7\%$
$w(Na_2SO_4) = 21,3/65*100\% = 32,8\%$

Ответ: 16,5%, 50,7%, 32,8%

Решаем задачи

10,8 г алюминия сплавили с 14,4 г серы. Полученный продукт обработали избытком соляной кислоты. Вычислить объем (н.у.) выделившихся газов и назвать их.

Решение

1. Запишем уравнение реакции:

$$2Al + 3S \rightarrow Al_2S_3$$

2. Определим, какое из исходных веществ было взято в недостатке.
n(Al)=m/M=14г/27г/моль=0,52 моль
n(S)=m/M=4,8г/32г/моль=0,15 моль
Очевидно, что алюминий взят в избытке, поэтому дальнейший расчет ведем по сере.
3. Из уравнения реакции следует:
$3n(S)=n(Al_2S_3)$
$n(Al_2S_3)$=1/3*0,15моль=0,05 моль
4.Напишем второе уравнение реакции:

$$Al_2S_3+6HCl \rightarrow 2AlCl_3+3H_2S\uparrow$$

5. Из уравнения реакции:
$n(Al_2S_3)=3\ n(H_2S)$
$n(H_2S)$ = 3*0,05моль=0,15 моль
$V(H_2S)= n *V_m$=0,15моль*22,5л/моль=3,36 л

Ответ: 3,36 л

Решаем задачи

Пары этаналя смешали с водородом в молярном соотношении 1:2 при давлении 300кПа и температуре 400^0С в замкнутом реакторе, предназначенном для синтеза этанола. После окончания процесса давление газов в реакторе при неизменной температуре уменьшилось на 25%. Определить объемную долю паров этанола в реакционной смеси и процент превращения уксусного ангидрида в этанол.

Решение

1. Запишем уравнение реакции:

$$CH_3CHO + H_2 \Leftrightarrow C_2H_5OH$$

2. Обозначим количество вещества этаналя в исходной смеси как x. Тогда:

$n(CH_3CHO) = x$

$n(H_2) = 2x$ (по условию задачи)

Следовательно, общее количество молей газов будет равно $n_1 = 3x$

3. Реакция является обратимой. Обозначим количество вещества этаналя, вступившее в реакцию, за y. Тогда количество вещества водорода, вступившее в реакцию, будет также y и образуется y моль этанола. В конечной смеси содержится:

$n(CH_3CHO) = x-y$

$n(H_2) = 2x – y$

$n(C_2H_5OH) = y$

Общее количество молей газов:

$n_2 = (x-y)+(2x-y)+y = 3x-y$

Решение

4. По условию давление смеси уменьшилось на 25%. Уменьшение давление в данном случае может быть связано только с уменьшением количества молей газов. Таким образом, можно записать:
   $n_2 = 0{,}75*n_1$ или же $3x-y = 0{,}75*3x$

Следовательно, $y = 0{,}75x$

5. По закону Авогадро объемная доля газа равна его мольной доле, поэтому объемная доля этанола равна:

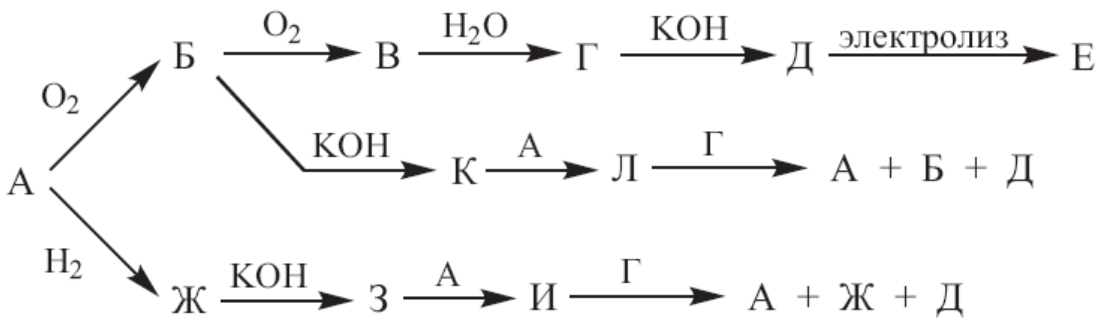
$\varphi(C_2H_5OH) = y/(3x-y) = 0{,}25$ или 25%

6. Процент превращения уксусного ангидрида в этанол равен 75%.

Ответ: 25% C_2H_5OH, практический выход этанола 75%

Решаем задачи

Простое вещество А служит исходным веществом для синтеза ряда соединений от Б до Ж, протекающего по схеме (указаны только продукты, содержащие структурный элемент превращений А:



Известно, что вещество А твердое и не растворяется в воде, вещества Б и Ж – газы, растворимые в воде, а вещества Д, Е, З, И – твердые и растворимые в воде. В водных растворах вещества Б, Ж, И, К, Л реагируют с Е, давая во всех случаях Д и Г. Взаимодействие веществ Б, Ж, З, И, К с иодом в водном растворе приводит к следующим превращениям:

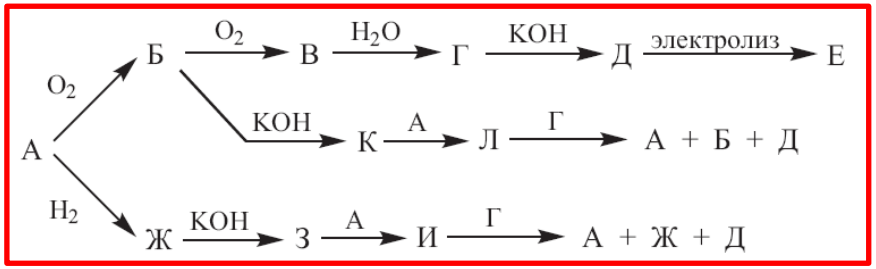
Б → Г К → Д Л → М

Ж → А В → А И → А

Составьте уравнения всех химических реакций, указанных в схеме.

Решение

1. Анализ схемы химических превращений вещества А показывает, что это вещество способно окисляться, причем возможно ступенчатое окисление ($А + O_2 \rightarrow Б$, $Б + O_2 \rightarrow В$), и восстанавливаться ($А + H_2 \rightarrow Ж$).
Такие окислительно-восстановительные свойства характерны для простых веществ, образуемых элементами, расположенными в главных подгруппах IV–VI групп Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Исходя из того, что вещество А – твердое, а образуемые им продукты окисления и восстановления Б и Ж – газообразные, приходим к выводу, что веществом А может быть углерод или сера (остальные элементы IV–VI групп не удовлетворяют требованию по агрегатному состоянию веществ).
Тогда вещество Г – угольная либо серная кислота. Какая из этих кислот соответствует веществу А, можно установить, анализируя превращения $Б \rightarrow Г$ под действием иода в водном растворе.
Известно, что иод в водном растворе окисляет SO_2 (возможный оксид Б) до серной кислоты, а CO (также возможный оксид Б) при этих условиях угольную кислоту не образует.



Решение

Таким образом, приходим к выводу, что исходное простое вещество А – сера. С ее участием в качестве исходного вещества протекают следующие процессы:

а) по схеме превращений вещества А (серы)

$S + O_2 = SO_2$ (продукт Б)

$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ (продукт В)

$SO_2 + H_2O = H_2SO_4$ (продукт Г)

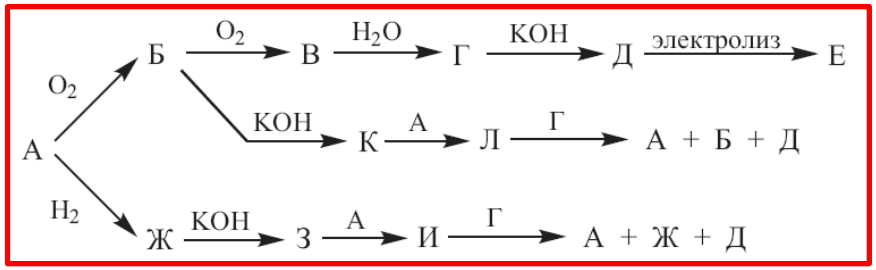
$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4$ (продукт Д) +2H2O

$$2K_2SO_4 \xrightarrow[\text{(анод: } 2SO_4^{2-} - 2e^- = S_2O_8^{2-})]{H_2O,\ \text{электролиз}} K_2S_2O_8 \text{ (продукт Е)} + H_2 + 2KOH$$

$SO_2 + 2KOH = K_2SO_3$ (продукт К) + H_2O

$K_2SO_3 + S = K_2S_2O_3$ (продукт Л)

$K_2S_2O_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + S + SO_2 + H_2O$

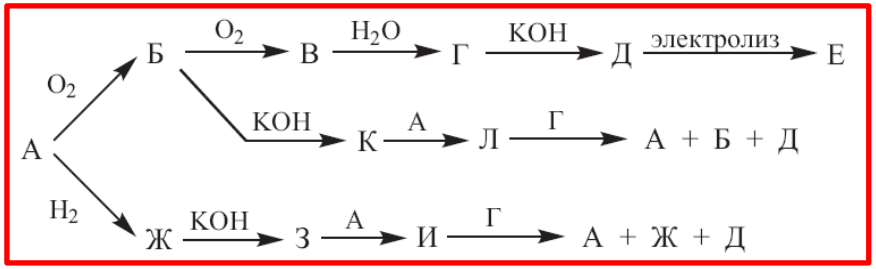


Решение

$S + H_2 = H_2S$ (продукт Ж)
$H_2S + 2KOH = K_2S$ (продукт З) $+ H_2O$
$K_2S + (x–1)S = K_2S_x$ (продукт И)
$K_2S_x + H_2SO_4 = K_2SO_4 + (x–1)S + H_2S$

б) при взаимодействии с продуктом Е (пероксодисульфатом калия $K_2S_2O_8$)
$SO_2 + K_2S_2O_8 + 2\ H_2O = K_2SO_4 + 2\ H_2SO_4$
$H_2S + 4\ K_2S_2O_8 + 4\ H_2O = 5\ H_2SO_4 + 4\ K_2SO_4$
$K_2S_x + (3x+1)\ K_2S_2O_8 + 4x\ H_2O = (3x+2)\ K_2SO_4 + 4x\ H_2SO_4$
$K2SO3 + K_2S_2O_8 + H_2O = 2\ K_2SO_4 + H_2SO_4$
$K2S2O3 + 4\ K_2S_2O_8 + 5\ H_2O = 5\ K_2SO_4 + 5\ H_2SO_4$

в) при взаимодействии с иодом
$SO_2 + I_2 + 2\ H_2O = H_2SO_4 + 2HI$
$K_2S_2O_3 + I_2 + H_2O = H_2SO_4 + 2HI$
$2\ K_2S_2O_3 + I2 = K_2S_4O_6$ (продукт М) $+ 2KI$
$H_2S + I_2 = 2HI + S$
$K_2S_x + I_2 = 2KI + S$
$K_2S_x + I_2 = 2KI + xS$



Решаем задачи

Некоторая жидкость перегоняется в интервале температур 34–40 С. Она мало растворима в воде, не способна к реакции с гидроксидом меди (II), очень медленно реагирует со щелочью на холоду. Навеску этой жидкости массой 1,0000 г сожгли, получив при этом 0,9722 г воды, 0,1718 г хлороводорода и 2,0030 г диоксида углерода. Исследуемую жидкость поместили в колбу с обратным холодильником и обработали горячим раствором гидроксида натрия. Произошло частичное растворение жидкости, что сопровождалось выделением газа с резким запахом. Оставшуюся нерастворенной часть жидкости отделили и обработали концентрированным раствором иодида водорода, в результате чего она прореагировала с образованием иодэтана. Определите состав жидкости. Используя все данные задачи, покажите, однозначно ли ее решение. Ответ обоснуйте. Напишите уравнения реакций. Какое вещество обуславливает появление резкого запаха? Предположите механизм образования иодэтана.

Решение

Из данных элементного анализа можно рассчитать соотношение числа атомов в молекуле соединения. В 1 г жидкости содержится:

$$\frac{2{,}003 \cdot 12{,}011}{44{,}01} = 0{,}5467 \text{ (г) C};$$

$$\frac{0{,}9722 \cdot 2{,}016}{18{,}014} + \frac{0{,}1718 \cdot 1{,}008}{36{,}45} = 0{,}1135 \text{ (г) H};$$

$$\frac{0{,}1718 \cdot 35{,}453}{36{,}45} = 0{,}1671 \text{ (г) Cl}$$

$$1{,}0000 - 0{,}1135 - 0{,}5467 - 0{,}1671 = 0{,}1727 \text{ (г) O};$$

Брутто-формула:

$$\frac{0{,}5467}{12{,}011} : \frac{0{,}1135}{1{,}008} : \frac{0{,}1671}{35{,}453} : \frac{0{,}1727}{15{,}999} = x : y : n : p;$$

$$0{,}04554 : 0{,}1126 : 0{,}0047 : 0{,}0108 = x : y : n : p;$$

9,685 : 23,96 : 1 : 2,298 = x : y : n : p.

Решение

Соотношение атомов должно быть целочисленным, и подобрать такое соотношение в нашем случае не представляется возможным. Вероятнее всего, жидкость – это смесь, на что указывает и температура ее кипения. Предположим сначала, что смесь состоит из двух компонентов. Возможны два варианта.

Вариант 1. Cl и O присутствуют в одном соединении:
а) хлорзамещенные спирты и кислоты ассоциированы (водородная связь), кипят при высокой температуре и растворяются в воде;
б) хлорзамещенные альдегиды реагируют с $Cu(OH)_2$;
в) α-хлорзамещенные эфиры гидролизуются на холоду NaOH;
г) β-хлорзамещенные эфиры имеют высокие температуры кипения.
Значит, подобрать такое соединение не представляется возможным.

Вариант 2 Cl и O присутствуют в различных соединениях:
а) по тем же причинам, что и в предыдущем варианте, отбрасываются спирты, кислоты и альдегиды;
б) иодэтан может дать только диэтиловый эфир; из кислородсодержащих соединений подходят только простые эфиры;

Решение

в) сложные эфиры не подходят либо заведомо, либо потому, что реагируют с $Cu(OH)_2$ (дают формиаты).
Остается диэтиловый эфир:
x : y : p = 4 : 10 : 1;
x : y : p = 9,192 : 22,98 : 2,298.

Для второго вещества остается:
0,493 : 0,98 : 1 = x : y : n;
x : y : n = 1 : 2 : 2.
Из хлорсодержащих соединений подходят $(CH_2Cl_2)_n$, однако n>1 исключается, так как температура кипения соединения будет выше, чем у дихлорметана CH_2Cl_2 .
Проверяем реакции диэтилового эфира и дихлорметана, по-видимому, входящих в состав исходной жидкости. С кипением все в порядке, оба кипят ниже 40^0C. С гидроксидом меди разобрались выше, дихлорметан со щелочью на холоду действительно реагирует медленно, а при кипячении гидролизуется до формальдегида. Запах формальдегида, действительно, приятным не назовешь.

Решение

Диэтиловый эфир действительно расщепляется HI при некотором старании в виде длительного кипячения в закрытом сосуде под давлением:

$C_2H_5–O–C_2H_5 + HI = C_2H_5I + C_2H_5OH$

Насколько данное решение однозначно?

ЛИНИЯ УМК ПО ХИМИИ О.С.ГАБРИЕЛЯНА

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУРСА ХИМИИ О.С.ГАБРИЕЛЯНА

Центральное понятие курса – «Химический элемент», существующий в трех формах: атомы – простые вещества – соединения.

Теоретический материал курса химии рассматривается на первом году обучения, что позволяет:

- **более основательно изучить фактический материал – химию элементов и их соединений,**
- **развивать полученные первоначально теоретические сведения на богатом фактическом материале химии элементов.**

Программа курса построена с учетом реализации межпредметных связей с курсом физики 7 класса и биологии 6 – 9 классов.

ОБЪЕДИНЕННА
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ

УМК ПО ХИМИИ Н.Е.КУЗНЕЦОВОЙ 8-11 КЛАСС

ОБЪЕДИНЕННАЯ ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
дрофа
вентана граф

УМК ПО ХИМИИ В.В. ЕРЕМИНА, А.А. ДРОЗДОВА, Н.Е. КУЗЬМЕНКО, В.В.ЛУНИНА И ДР.

ОБЪЕДИНЕННАЯ ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

ДРОФА

вентана граф

Ключевые особенности курса

- Авторская концепция преподавания химии в школе разработана коллективом преподавателей и ученых МГУ им. М.В. Ломоносова
- Курс ориентирован на школы и классы с углубленным изучением предметов естественнонаучного цикла.
- Высокий научный уровень

ОБЪЕДИНЕННАЯ
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

Центр основного и среднего образования Объединенной издательской группы "ДРОФА"-"Вентана-Граф"

123308, Москва,
ул. Зорге, д. 1
тел.: 8-800-200-05-50

Методист по химии:

Плечова Ольга Гарриевна
plechova.og@drofa.ru