

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>Химия</i>	<i>10 класс</i>	<i>15 ноября 2023 г</i>	<i>10-00</i>	<i>13-55</i>

Задача 1. «Буратино и углекислый газ». (27 баллов).

Отчаявшись пробудить в Буратино интерес к учебе простыми наставлениями, Мальвина, Артемон и Пьеро решили провести для деревянного мальчика демонстрационный урок естествознания, включив в него элементы математики, физики и химии. Пробравшись в лабораторию известного любителя естествознания Дуремара, друзья обнаружили там баллон с углекислым газом, ведро с известковой водой, весы, посуду, шланги и прочее оборудование.

Умелец Артемон присоединил к баллону с углекислым газом резиновый шланг со стеклянной трубкой, опустил трубку в воду и так отрегулировал подачу газа, что каждую секунду из трубки в воду выходило три пузырька газа. «Видишь, Буратино, скорость подачи газа через нашу трубку составляет ровно 3 пузырька в секунду», – довольно сказал пес. «Не путай меня, скорость измеряется в километрах в час, я это знаю точно», – гордо заявил Буратино, легко обгоняющий любую из кукол на своих деревянных ногах. «Скорость бывает самая разная, – вмешался в их диалог зануда Пьеро. – Например, скорость подачи газа можно измерять как в пузырьках, так и в объемах газа, в числе его молекул или атомов, в граммах, и даже в молях газа, прошедших через трубку в единицу времени».

1. Помогите Пьеро вразумить Буратино, вычислите скорость прохождения углекислого газа через трубку в других единицах: а) миллилитрах в секунду; б) молекулах в секунду; в) атомах в минуту; г) граммах в час; д) молях газа в сутки.

Примечание: диаметр пузырька примите равным 0,5 см, условия эксперимента $p = 1$ атм, $t = 20$ °С.

1. Один моль любого газа в условиях эксперимента занимает объем $V = nRT/P = 24,0$ л.

а) Объем трех пузырьков составляет $3 \cdot 4/3 \cdot 3,14 \cdot (0,5/2)^3 = 0,19625 \approx 0,2$ см³ = 0,2 мл. То есть, скорость подачи газа в этих единицах составляет 0,2 мл/с;

б) За секунду через трубку проходит $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / 24 = 5,02 \cdot 10^{18}$ молекул;

в) В минуту через трубку пройдет $60 \cdot 3 \cdot 5,02 \cdot 10^{18} = 9,04 \cdot 10^{20}$ атомов;

г) В час через трубку пройдет $44 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 5,02 \cdot 10^{18} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,32$ г газа ($44 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / 24 = 1,32$ г);

д) в сутки через трубку пройдет $24 \cdot 1,32 / 44 = 0,72$ моль газа.

1. Каждый верный расчет скорости в нужных единицах по 1 б. (1*5 = 5 баллов).

Пока друзья спорили, Мальвина взяла сухую коническую колбу с пробкой общим объемом 0,36 л и взвесила ее. Вынула стеклянную трубку из воды, тщательно высушила ее полотенцем и опустила на дно колбы, начав пропускать в нее газ из баллона. «А что, Буратино, – загадочно улыбнулась Мальвина, – сможешь посчитать, сколько времени я собралась пропускать газ в эту колбу»? Буратино обиженно засопел и засел за расчеты, потратив на них неоправданно много времени. Каково же было его удивление, когда он оторвал голову от записей и увидел, что газ по-прежнему пропускают в колбу, несмотря на то, что времени прошло даже больше, чем получилось в его расчетах. Мальвина проверила расчеты и похвалила Буратино, но нудный Пьеро отказался прекращать эксперимент. Он аккуратно вынул трубку, закрыл колбу пробкой и взвесил ее. Записав массу, он снова опустил трубку в колбу и продолжил пропускать газ, каждые 3-4 мин вынимая трубку, закрывая колбу пробкой и снова взвешивая ее. Буратино даже проснулся, когда Пьеро громко и радостно закричал: «Вот, теперь достаточно!»!

2. Вычислите минимальное время, за которое колба может полностью заполниться углекислым газом. Почему на практике эксперимент проводят заметно дольше и сколько раз взвешивают колбу с газом? Почему не обходятся одним взвешиванием?

2. Минимальное время $360/0,2 = 1800$ с или $1800/60 = 30$ мин. Эксперимент проводят заметно дольше, поскольку часть углекислого газа уходит в окружающую среду и не получается количественно вытеснить воздух из колбы рассчитанным объемом углекислого газа. Взвешивания проводят до тех пор, пока почти не совпадут результаты двух-трех последних взвешиваний (если они отличаются всего на 1-2 цифры в последнем знаке). Среднее из этих значений массы обычно берут в качестве истинного.

Одним взвешиванием обойтись нельзя, поскольку в этом случае нет никакой уверенности в том, что в колбе уже нет воздуха, а есть только углекислый газ.

2. Расчет времени 1 б., потери газа (диффузия, конвекция, перемешивание и т.п.) 1 б., до совпадения 2-3 взвешиваний 1 б. (просто ответ 2-3 раза 0,5 б.), иначе нет контроля 1 б. (1*4 = 4 балла).

3. Рассчитайте массу колбы с пробкой, полностью заполненной углекислым газом, если известно, что пустая колба с воздухом, закрытая пробкой, весит 412,555 г.

3. В колбе объемом 0,36 л в условиях эксперимента содержится $0,36/24 = 0,015$ моль любого газа. Это количество углекислого газа весит $0,015 \cdot 44 = 0,66$ г. Однако, прежде чем сложить это значение с массой колбы, приведенной в задаче, из последней надо вычесть массу находящегося в ней воздуха. Среднее значение молярной массы воздуха 29 г/моль (из условия), масса воздуха в колбе $29 \cdot 0,015 = 0,435$ г. Масса колбы с пробкой, полностью заполненной углекислым газом, составит $412,555 - 0,435 + 0,66 = 412,78$ г.

3. Расчет массы колбы с CO_2 4 б. (масса CO_2 2 б., мысль об учете массы воздуха 1 б., расчет массы воздуха 1 б.) (4 балла).

После того, как Пьеро, наконец, оторвался от колбы, Мальвина зажгла свечу, поднесла к ней колбу, вынула пробку и перевернула колбу над свечой. «Ух, ты», – оживился Буратино.

4. Что наблюдали друзья в этом опыте и какова причина этого эффекта?

4. При переворачивании колбы углекислый газ «выливается» из нее, поскольку он тяжелее воздуха. Горящая свеча гаснет, поскольку углекислый газ вытесняет воздух (и, соответственно, кислород) из зоны горения, а сам он горение не поддерживает.

4. Погасла 1 б., не поддерживает горение (изолирует от O_2) 1 б. (1*2 = 2 балла).

Затем Артемон опустил трубку от баллона с газом в небольшую стеклянную колбочку, содержащую 100 мл известковой воды. «Стало совсем интересно», – удивился Буратино и подошел поближе к колбе, чтобы внимательно наблюдать за происходящим внутри нее чудом. Решив совсем заинтриговать его, лукавый Пьеро отвлек Буратино, предложив закончить уравнение реакции гидроксида кальция с углекислым газом. Несчастный Буратино лишь недоуменно таращился на набор непонятных символов, обозначающих реагенты. «А, может, ты и не видел ничего»? – расхохотался Артемон, возвращая внимание Буратино к реакционной колбе с известковой водой, в которой происходило что-то уж совсем непонятное. Дождавшись окончания превращений, восторженный Буратино сказал, что он тоже хочет ощущать себя волшебником, поэтому обязательно начнет изучать химию. В ответ его друзья добродушно улыбнулись и пообещали помочь ему с этим делом (а также с математикой, физикой и другими науками, без которых изучение химии определенно невозможно).

5. Какие эффекты Буратино наблюдал в колбе с известковой водой в процессе длительного пропускания через нее углекислого газа? Напишите уравнения происходивших реакций.

5. Буратино увидел, что при пропускании углекислого газа через прозрачную бесцветную известковую воду наблюдается ее помутнение (выпадает осадок, жидкость белеет и т. п.):

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$. После того, как Буратино отвлекся и снова посмотрел на колбу, он увидел, что количество мути стало уменьшаться (осадок стал растворяться, жидкость снова стала светлеть и т. п.), поскольку при избытке CO_2 карбонат кальция растворяется, вновь давая прозрачный бесцветный раствор: $\text{CaCO}_3_{\text{тв.}} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2_{\text{р-р}}$

5. Осадок (помутнение) и его последующее растворение по 0,5 б., уравнения реакций по 1 б. (0,5*2+1*2 = 3 балла).

6. В 1 л известковой воды содержится 1,6 г гашеной извести. Сколько времени Артемону надо было пропускать углекислый газ в колбочку для максимального проявления первого эффекта? Какое минимальное время потребуется, чтобы увидеть окончание второго эффекта?

6. В 1 л известковой воды содержится 1,6 г гашеной извести, то есть $1,6/74 = 0,0216 = 2,16 \cdot 10^{-2}$ моль, в 0,1 л – $2,16 \cdot 10^{-3}$ моль. Для максимального проявления первого эффекта (максимальное количество мути) углекислого газа также потребуется $2,16 \cdot 10^{-3}$ моль. Такое количество газа проходит через трубку за $2,16 \cdot 10^{-3} / 0,72 = 3 \cdot 10^{-3}$ суток или $60 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 4,32$ мин или 259,2 с. Чтобы увидеть окончание второго эффекта (растворился весь карбонат кальция), нужно как минимум еще столько же CO_2 , т. е. еще столько же времени. Всего потребуется $2 \cdot 4,32 = 8,64$ мин или 518,4 с.

6. Расчет времени первого эффекта 2 б., второго 1 б. (за ответ, что времени потребуется еще столько же, ставится 1 б.) (2+1 = 3 балла).

Пора уже Вам продемонстрировать Буратино и Ваш высокий класс. Попробуйте самостоятельно выполнить пункты 7 и 8 задания, не дожидаясь подсказок от наших героев.

7. Из перечисленного списка веществ: оксид бария, уголь (при нагревании), соляная кислота, оксид азота(II), хлор, аммиак (водный раствор), оксид натрия, оксид меди(II), хлорид кальция (водный раствор), металлический магний (при нагревании), гидроксид цезия, сера (при нагревании): Выберите и укажите вещества, с которыми углекислый газ реагирует, и напишите уравнения реакций.

7. С углекислым газом не реагируют: соляная кислота, оксид азота(II), хлор, оксид меди(II), хлорид кальция (водный раствор), сера. С углекислым газом реагируют: оксид бария, уголь (при нагревании), аммиак (водный раствор), оксид натрия, металлический магний (при нагревании), гидроксид цезия.

Уравнения реакций: $\text{BaO} + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3$; $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{CO}$;

$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (NH_4HCO_3); $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$;

$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{MgO} + \text{C} (\text{CO})$; $2\text{CsOH} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{Cs}_2\text{CO}_3$ (CsHCO_3).

7. Верный выбор «реагирует» по 0,5 б. (неверный – штраф минус 0,5 б., но в целом за п. 7 не меньше 0 б.), верные уравнения реакций по 0,5 б., неверные не оцениваются. Если выбор в явном виде не указан, но написано уравнение реакции (даже неверное), считаем, что выбрано «реагирует»». ((0,5+0,5)*6 = 6 баллов).

Всего **27 баллов.**

Задача 2. «Комбинаторика в химии». (24 балла).

В Вашем распоряжении имеются символы следующих химических элементов: К, Н, О, S.

1. Пользуясь только этими символами (в любом сочетании) и любыми цифрами, составьте двенадцать химических формул реально существующих соединений калия.

2. Дайте названия соединениям, формулы которых Вы составили.

1-2. Не сильно увлекаясь соединениями, выходящими далеко за рамки базовой программы, можно выбрать 12 соединений из следующего списка (первые 12 выглядят наиболее очевидными):

K_2O – оксид (окись) калия; K_2S – сульфид калия, сернистый калий; KOH – гидроксид (гидроокись) калия, калиевая щелочь; K_2SO_3 – сульфит калия, сернистокислый калий; K_2SO_4 – сульфат калия, сернокислый калий; KHSO_4 – гидросульфат калия, кислый сернокислый калий; KHSO_3 – гидросульфит калия, кислый сернистокислый калий; K_2O_2 – пероксид (перекись) калия; KH – гидрид калия; KHS – гидросульфид калия; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ – дисульфит (пиросульфит) калия; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ – дисульфат (пиросульфат) калия;

$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосульфат калия; KO_2 – надпероксид калия; KO_3 – озонид калия; K_2S_2 – дисульфид калия; K_2S_n – полисульфид калия; $\text{K}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$ – трисульфат калия; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ – пероксодисульфат (пер-

сульфат) калия; $K_2S_2O_4$ – дитионит калия; $K_2S_2O_6$ – дитионат калия; $K_2S_4O_6$ – тетра тионат калия; $K_2S_3O_6$ – тритионат калия.

1. **Формулы соединений по 0,5 б. (0,5*12 = 6 баллов).**

2. **Названия соединений по 0,5 б. (0,5*12 = 6 баллов).**

3. Предложите способы получения этих 12 соединений из простых веществ (уравнения реакций с указанием условий, если они не идут при стандартных условиях). Можно использовать нагрев, охлаждение, электрический ток, нужные Вам растворители и катализаторы (желательно указывать конкретно). Также можно использовать уже полученные Вами вещества, а также воду и любые другие реагенты, не содержащие калий и серу.

3. Способы получения: $2K + H_2 \xrightarrow{200-350\text{ }^\circ\text{C}} 2KH$; $K + O_2 \xrightarrow{\text{горение}} KO_2$;

$2KO_2 \xrightarrow{290\text{ }^\circ\text{C}, \text{ вакуум}} K_2O_2 + O_2 \uparrow$; $2K_2O_2 \xrightarrow{>500\text{ }^\circ\text{C}} 2K_2O + O_2 \uparrow$; $K_2O_2 + 2K \rightarrow 2K_2O$;

$KO_2 + O_3 \rightarrow KO_3 + O_2 \uparrow$; $2K + S \xrightarrow{100-200\text{ }^\circ\text{C}} K_2S$; $K_2S_{(p-p)} + S \xrightarrow{100\text{ }^\circ\text{C}} K_2S_2$;

$K_2S_{(p-p)} + (n-1)S \xrightarrow{100\text{ }^\circ\text{C}} K_2S_n$; $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2 \uparrow$;

Реакции получения соединений серы, необходимых далее: $K_2S + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2S \uparrow$;

$S + O_2 \xrightarrow{\text{горение}} SO_2$; $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{400-500\text{ }^\circ\text{C}, V_2O_5} 2SO_3$; $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$;

$K_2S_{(\text{насыщ. p-p})} + H_2S \rightarrow 2KHS$; $2KOH + SO_2 \rightarrow K_2SO_3 + H_2O$; $KOH_{(\text{спирт})} + SO_2 \rightarrow KHSO_3$;

$K_2SO_{3(\text{насыщ. p-p})} + SO_2 \rightarrow K_2S_2O_5$ или $2KHSO_{3(\text{насыщ. p-p})} \xrightarrow{SO_2} K_2S_2O_5 + H_2O$;

$K_2SO_{3(p-p)} + S \xrightarrow{100\text{ }^\circ\text{C}} K_2S_2O_3$; $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$; $K_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4$;

$2KHSO_4 \xrightarrow{200\text{ }^\circ\text{C}} K_2S_2O_7 + H_2O$; $2KHSO_{4(\text{насыщ. раствор})} \xrightarrow{\text{электролиз}} K_2S_2O_8_{(\text{анод})} + H_2 \uparrow$;

$K_2S_2O_7 + SO_3 \xrightarrow{50\text{ }^\circ\text{C}} K_2S_3O_{10}$; $Zn_{(\text{мель})} + 2SO_2 \xrightarrow{H_2O} ZnS_2O_4$;

$ZnS_2O_4 + 2KOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + K_2S_2O_4$ или

$2KHSO_{3(\text{насыщ. раствор})} \xrightarrow{\text{электролиз}} K_2S_2O_4_{(\text{катод})} + O_2 \uparrow$;

$MnO_2 + 2SO_2 \xrightarrow{H_2O} MnS_2O_6$; $MnS_2O_6 + 2KOH \rightarrow Mn(OH)_2 \downarrow + K_2S_2O_6$;

$2K_2S_2O_3_{(p-p)} + I_{2(p-p)} \rightarrow K_2S_4O_6 + 2KI$; $2K_2S_2O_3 + 4H_2O_2 \xrightarrow{\text{охлаждение}} K_2S_3O_6 + K_2SO_4 + 4H_2O$.

3. **Способ получения каждого из 12 соединений с указанием условий по 1 б., без указания (где необходимо) штраф -0,5 б. (точного указания температуры не требуется, достаточно t°), если не получено или неверно получено нужное соединение серы штраф -0,5 б.**

1*12 = 12 баллов;

Всего 24 балла.

Задача 3. «Редкий, но очень важный элемент» (25 баллов).

Иод является одним из важнейших биогенных элементов. В организме человека содержится около 25 мг иода, причём примерно половина этой массы сосредоточена в щитовидной железе. Суточная потребность взрослого человека в иоде составляет всего 0,2 мг, однако недостаток иода в продуктах питания вызывает тяжёлые заболевания. Один из способов восполнения дефицита иода заключается в употреблении йодированной соли, т. е. поваренной соли с добавками иодида натрия, иодида калия или иодата калия. Содержание таких добавок в разных сортах соли колеблется от $2 \cdot 10^{-3}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ масс. %.

1. Приведите название и симптомы заболевания, возникновение которого в подавляющем большинстве случаев связано именно с хроническим дефицитом иода в организме человека.

1. **Хронический недостаток иода в организме приводит к развитию заболевания «эндемический зоб» (или просто зоб), симптомы которого заключаются в существенном увеличении размеров щитовидной железы, в особо запущенных случаях изменяющем форму шеи.**

1. **Название болезни (зоб) 1 б., симптом (железа или шея) 1 б. (1*2 = 2 балла).**

2. Посчитайте, обеспечивает ли полную суточную потребность в иоде употребление йодированной соли, содержащей $2 \cdot 10^{-3}$ масс. % йодида калия, если человек в среднем потребляет 11 г соли в сутки?

2. В 10 г поваренной соли содержится $2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 11 = 2,2 \cdot 10^{-4}$ г или 0,22 мг йодида калия KI.

В $39+127 = 166$ г KI содержится 127 г иода, значит, в 0,22 мг KI содержится $0,22 \cdot 127 / 166 = 0,17$ мг иода. Эта величина немного меньше, чем 0,2 мг, следовательно употребление 11 г соли с содержанием йодида калия $2 \cdot 10^{-3}$ масс. % не обеспечит полную суточную потребность организма в иоде.

2. Расчёт содержания иода в 12 г соли 2 б., вывод (не обеспечит) 1 б. (2+1 = 3 балла).

В Вашем распоряжении оказался кусочек простого вещества иода массой 10,16 г.

3. Вычислите, сколько в этом кусочке содержится (в штуках): а) молекул; б) атомов; в) протонов; г) нейтронов.

3. Молекула иода состоит из двух атомов. Молярная масса I_2 $2 \cdot 127 = 254$ г/моль. Количество иода в кусочке $\nu = 10,16 / 254 = 0,04$ моля. Ответы на вопросы:

а) количество молекул $n = \nu \cdot N_A = 0,04 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,4 \cdot 10^{22}$ штук;

б) количество атомов $2 \cdot n = 2 \cdot 2,4 \cdot 10^{22} = 4,8 \cdot 10^{22}$ штук;

в) количество протонов в одном атоме иода – это его порядковый номер 53. Умножаем на количество атомов и получаем $53 \cdot 4,8 \cdot 10^{22} = 2,54 \cdot 10^{24}$ штук;

г) количество нейтронов, приходящееся на один атом иода – это атомная масса без учета протонов: $127 - 53 = 74$. Умножаем на количество атомов и получаем $74 \cdot 4,8 \cdot 10^{22} = 3,55 \cdot 10^{24}$ штук.

3. Верные расчеты а-г по 1 б. (1*4 = 4 балла).

В быту мы можем встретить этот элемент в коричневой водно-спиртовой настойке, которой обрабатывают небольшие порезы и раны. Раствор Люголя, содержащий в 97 мл воды 1 г иода и 2 г йодида калия, используют для смазывания слизистой оболочки горла и полости рта при воспалениях (ангине, стоматите и др.). Детям для тех же целей рекомендуют менее раздражающий раствор Манделя (94 мл глицерина, 3 мл воды, 1 г иода и 2 г йодида калия).

4. Рассчитайте концентрации всех компонентов раствора Люголя (в моль/л). Для раствора Манделя вычислите массовые доли: а) простого вещества иода; б) элемента иода (ρ глицерина $1,261$ г/см³).

4. Объем раствора Люголя 97 мл. Концентрации: $I_2 - 1 / (254 \cdot 0,097) = 0,0406$ моль/л; KI – $2 / (166 \cdot 0,097) = 0,124$ моль/л; вода – $97 / (18 \cdot 0,097) = 55,6$ моль/л.

Общая масса раствора Манделя составит $94 \cdot 1,261 + 3 + 1 + 2 = 124,5$ г.

а) массовая доля вещества иода $1 / 124,5 = 0,008$ или 0,80 %;

б) в 2 г KI элемента иода содержится $2 \cdot 127 / 166 = 1,53$ г. Всего элемента иода в растворе $1,53 + 1 = 2,53$ г, общая массовая доля иода в растворе Манделя $2,53 / 124,5 = 0,0203$ или 2,03 %.

4. Верные расчеты по 1 б. (1*5 = 5 баллов).

Человек добывает иод либо из морской воды, содержащей йодид натрия, либо из нефтяных буровых вод, содержащих иодат натрия. Для получения иода морскую воду обрабатывают газообразным хлором, а нефтяные буровые воды – сернистым газом. Хлор получают на месте электролизом раствора хлорида натрия.

5. Напишите уравнения реакций, протекающих при производстве иода. Может ли образующийся иод реагировать в присутствии воды с избытком газообразного реагента? Если не может, то обязательно укажите это, если может, то приведите уравнение протекающей реакции.

5. Уравнения реакций: $2NaI_{(p-p)} + Cl_{2(газ)} = 2NaCl_{(p-p)} + I_2 \downarrow$;

$2NaIO_3 + 5SO_2 + 4H_2O = Na_2SO_4 + 4H_2SO_4 + I_2 \downarrow$; $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} H_2 \uparrow + 2NaOH + Cl_2 \uparrow$.

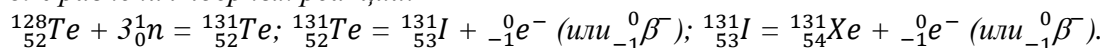
С избытком реагента иод будет реагировать в обоих случаях, в присутствии воды давая следующие продукты: $I_2 + 5Cl_2 + 6H_2O = 2HIO_3 + 10HCl$; $I_2 + SO_2 + 2H_2O = 2HI + H_2SO_4$.

5. Уравнения р-й по 1 б., ответы «может» или наличие р-ии по 0,5 б. (1*5+0,5*2 = 6 баллов).

Радиоактивный изотоп иода-131 применяется в медицине для терапии заболеваний щитовидной железы. Этот изотоп претерпевает β^- -распад с периодом полупревращения 8 суток. Основные количества иода-131 получают в ядерных реакторах путём облучения мишеней стабильного изотопа теллура-128 потоком тепловых нейтронов. При этом теллур превращается в теллур-131, который довольно быстро распадается сам ($\tau_{1/2} \approx 25$ мин), давая иод-131.

6. Запишите уравнения ядерных реакций получения изотопа теллура-131, его превращения в изотоп иода-131 в ядерных реакторах, а также последующего β^- -распада изотопа иода-131.

6. Уравнения ядерных реакций:



6. Уравнения ядерных реакций по 1 б. (1*3 = 3 балла).

Считается, что после снижения активности стандартной пилюли препарата иода-131 в 8 раз она становится безопасной для окружающих.

7. На какой минимальный срок пациент должен быть изолирован в медучреждении после приёма стандартной пилюли препарата иода-131?

7. Уравнение радиоактивного распада: $m/m_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau_{1/2}} = 1/8$, откуда $t/\tau_{1/2} = 3$.

Следовательно, $t = 3\tau_{1/2} = 3*8 = 24$ суток.

Можно получить тот же ответ, рассуждая следующим образом. За время, соответствующее 1-му периоду полураспада остается половина изотопов, 2-му – половина от половины (четверть), 3-му – половина от четверти (одна восьмая). Таким образом, для уменьшения активности в 8 раз требуется три периода полураспада, т.е. $3*8 = 24$ суток.

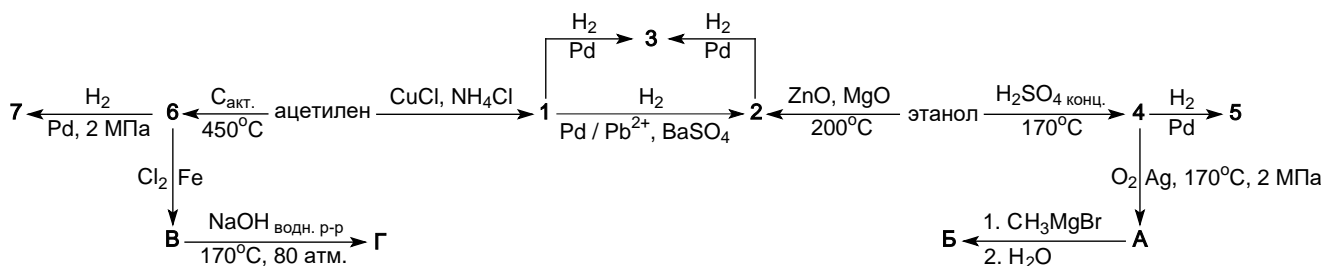
7. Верный расчет времени 2 б. (2 балла).

Всего 25 баллов.

Задача 4. «Классы углеводородов». (24 балла).

Среди огромного разнообразия органических соединений немалую их часть представляют углеводороды – соединения, молекулы которых состоят только из атомов С и Н. Эти соединения являются важнейшими компонентами нефти и природного газа, они широко используются в качестве топлива и сырья для получения многих химических продуктов.

Ниже Вашему вниманию предложена схема превращений, в которой встречаются различные классы углеводородов (углеводороды 1–7).



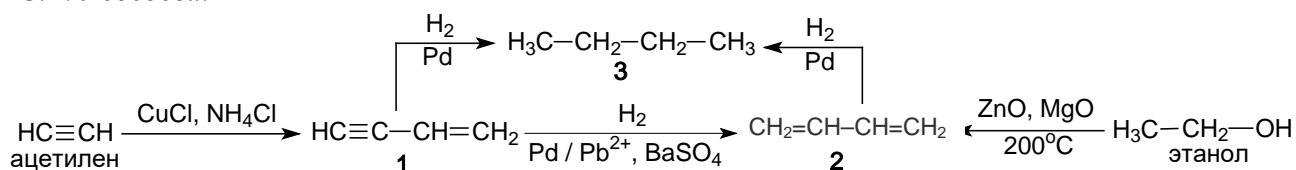
1. Приведите структурные формулы ацетилена, этанола, углеводородов 1–7 и органических веществ А–Г.

2. Укажите, к каким классам углеводородов относятся соединения 1–7.

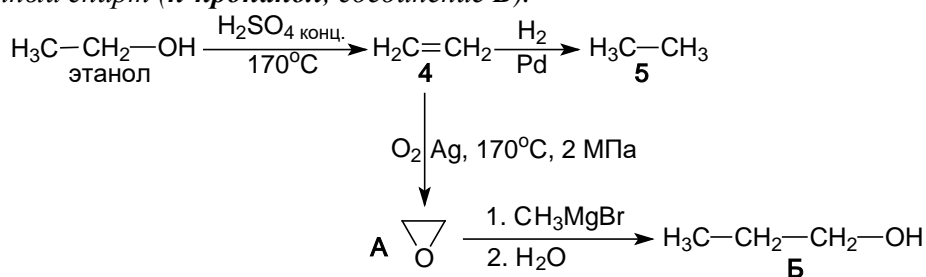
3. Приведите названия органических веществ А–Г.

1-3. При пропускании ацетилена через раствор, содержащий хлорид меди(I) и хлорид аммония происходит реакция димеризации и образуется винилацетилен (углеводород 1, относится к классу алкенинов). Гидрирование винилацетилена в зависимости от используемого катализатора может протекать с образованием различных продуктов: при использовании "отравленного" катализатора (Pd, нанесенный на сульфат бария в присутствии соединений свинца, т. н. катализатор Линдлара) происходит селективное восстановление связи $C\equiv C$ до связи $C=C$ и образуется бутадиев-1,3 (2, класс алкадиенов); использование металлического палладия приводит к

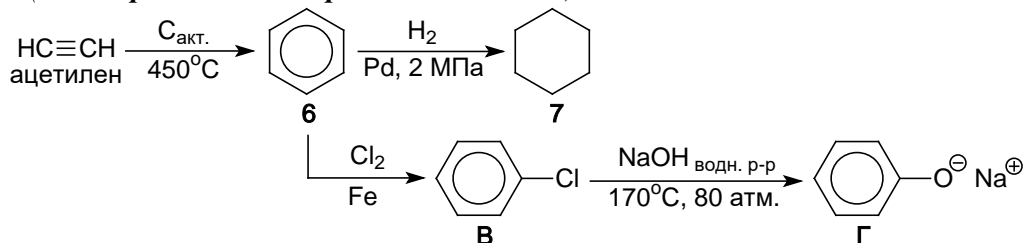
полному восстановлению с образованием насыщенного соединения – *n*-бутана (3, класс алканов). Образование бутадиена-1,3 из этанола – реакция дегидрирования-дегидратации – реакция С.В. Лебедева.



При нагревании этанола в присутствии серной кислоты до $\sim 170^\circ\text{C}$ образуется этилен (4, класс алкенов), гидрирование которого приводит к образованию этана (5, алкан). При каталитическом окислении этилена кислородом образуется **этиленоксид (А)**. Взаимодействие этиленоксида с реактивом Гриньяра (в данном случае метилмагнийбромидом) после гидролиза образуется первичный спирт (***n*-пропанол**, соединение **Б**).



При пропускании ацетилена через раскаленную трубку, содержащую активированный уголь можно получить бензол (6, ароматический углеводород (арен)). Его гидрирование приводит к образованию циклогексана (7, циклоалкан). Хлорирование бензола в присутствии кислоты Льюиса (в данном случае – FeCl_3 , который образуется при взаимодействии металлического железа и хлора) приводит к образованию **хлорбензола (В)**. Нагревание хлорбензола с водным раствором гидроксида натрия при повышенных давлении и температуре – один из старых способов получения фенола (в виде **фенолята натрия**, соединение **Г**).



1. Структурные формулы ацетилена, этанола, 1–7 и А–Г по 1 б. (1*13 = 13 баллов).
2. Классы углеводородов 1–7 по 1 б. (1*7 = 7 баллов).
3. Названия органических веществ А–Г (любые верные) по 1 б. (1*4 = 4 балла).

Всего 24 балла.

Итого 100 баллов.