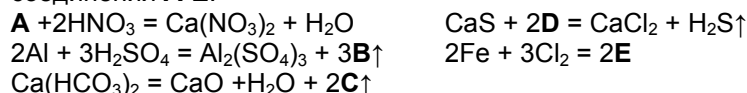


**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2010/2011 г.  
8 класс**

1. а) Преобразуйте единицы: i) 2 т = ... мг, ii) 9000 с = ... ч,  
iii) 60 кг/моль = ... г/ммоль, iv) 17 400 см<sup>3</sup> = ... м<sup>3</sup>.  
б) Какие из перечисленных явлений - химические, а какие - физические:  
сквашивание огурцов, радуга, окрашивание листвы на деревьях  
осенью, грозовая молния, падение яблока с дерева, повреждение  
скульптур от кислотного дождя.  
в) Рассчитайте процентное содержание атомов азота в веществах:  
i) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и ii) [Ru(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>(N<sub>2</sub>)]Cl<sub>2</sub>. **10 б**

2. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций:  
а) SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → SO<sub>3</sub>      д) ZnO + NaOH + H<sub>2</sub>O → Na<sub>2</sub>[Zn(OH)<sub>4</sub>]  
б) Na<sub>2</sub>O + HCl → NaCl + H<sub>2</sub>O      е) Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + KOH → Fe(OH)<sub>3</sub>↓ + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
в) Al + O<sub>2</sub> → Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>      ф) NaOH + CuCl<sub>2</sub> → NaCl + Cu(OH)<sub>2</sub>↓ **9 б**

3. Ниже приводятся уравнения реакций с расставленными коэффициентами. Исходя из закона сохранения массы, определите соединения **A-E**.



Какие из веществ **A-E** являются газами, выделяющимися из реакционной смеси?

Какие из простых веществ в приведенных уравнениях являются металлами, какие - неметаллами? **8 б**

4. Число нейтронов в элементах **A** и **B** равно 14. В атоме **B** имеется 14 электронов и его латинское название *Silicium*. У элементов **C** и **D** тоже одинаковое число нейтронов, причем у элемента **C** число электронов равно 5, а заряды ядер **C** и **D** отличаются на единицу. Элемент **E** является важнейшим компонентом состава костной ткани; человек получает его из молочных продуктов. Число электронов у элемента **E** в четыре раза больше, чем у элемента **C**. Заряд иона **F** равен 2+ и заряд его ядра 20. Заполните приведенную внизу таблицу для частиц **A-F** (это самые стабильные изотопы). Какие из частиц являются между собой изобарами (частицами с одинаковым массовым числом) и какие - изотонами (частицами с одинаковым числом нейтронов)? **11 б**

Частица	Символ	Число протонов	Число нейтронов	Число электронов	Z (атомный номер)	A (массовое число)
<b>A</b>	...	...	...	...	...	...

5. В таблице приводятся растворимости трех солей при разных температурах.

T / °C	0	10	20	30	40	56	60	100
Растворимость - максимальная масса вещества в граммах, которая растворяется ровно в 100 г воды.								
NaCl	34						38	41
KCl	27						46	58
KNO <sub>3</sub>	12	20	30	44	65	100		

- а) Постройте зависимость растворимости приведенных солей от температуры на одном графике (ось x: 10°C соответствует 1 см; ось y: 10 г/100 г воды соответствует 1 см).  
На основе графика (таблицы) ответьте на вопросы.  
б) Что происходит с растворимостью данных солей по мере уменьшения температуры (не изменяется, растет или падает)?  
в) Растворимость какой соли зависит от температуры i) меньше всего, ii) больше всего?  
д) Расположите соли в порядке увеличения растворимости при температуре кипения и при температуре замерзания воды.  
е) Чему равны растворимости трех солей при температуре 50°C?  
ф) При какой температуре растворимости KCl и NaCl равны?  
г) К 50 г воды при 10°C прибавили 28 г порошка KCl при 10°C.  
i) Растворилось ли вещество в воде полностью? ii) Если да, то сколько соли еще нужно добавить для получения насыщенного раствора? Если нет, то сколько граммов соли осталось в осадке? **11 б**

6. Порядковый номер элемента **A** равен 26; он образует с кислородом несколько разных оксидов. В оксиде **K** степень окисления элемента (ст.ок.) равна II и в оксиде **L** ст.ок. равна III. При нагревании простого вещества **A** в присутствии кислорода образуется магнетит **M**, который представляет собой "смесь" оксидов **K** и **L**; в его суммарной формуле три атома элемента **A** и четыре атома кислорода.

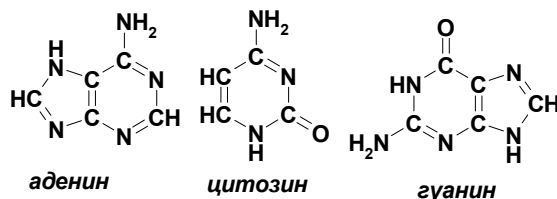
- а) Напишите символ и название элемента **A**.  
б) Напишите формулы оксидов **K**, **L** и **M** и укажите средние степени окисления всех элементов.  
в) Напишите уравнения реакций превращения оксидов, расставьте коэффициенты:  
 $\mathbf{A} + \text{O}_2 \rightarrow \mathbf{K}$      $\mathbf{K} + \text{O}_2 \rightarrow \mathbf{L}$      $\mathbf{K} + \text{O}_2 \rightarrow \mathbf{M}$   
д) На основе расчетов расположите оксиды **K**, **L** и **M** в порядке возрастания в них процентного содержания (по массе) элемента **A**.  
Простое вещество **A** можно получить восстановлением соответствующего оксида монооксидом углерода (CO), который окисляется до углекислого газа (CO<sub>2</sub>).  
е) Ответьте, исходя из результатов пункта д): какой оксид целесообразнее всего брать для получения простого вещества **A**?  
ф) Напишите уравнение реакции получения простого вещества **A** из оксида **L**. **11 б**

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2010/2011 г.

9 класс

1. а) Распределите следующие соединения по классам соединений (кислота, соль, основание, оксид):  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{CuOH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- б) Напишите названия и формулы трех веществ, относящихся к разным классам соединений, в которых степень окисления (ст. ок.) азота равна **i) V** и **ii) III**.
- в) Напишите уравнения реакций взаимодействия фосфорной кислоты с произвольно выбранными четырьмя разными щелочами (расставьте коэффициенты), чтобы в образующейся соли молярное отношение аниона и катиона было бы равно **i) 1 : 3**, **ii) 2 : 3**, **iii) 1 : 2** и **iv) 2 : 1**. **10 б**

2. На рисунке приводятся широко распространенные в живых организмах азотсодержащие основания.



- а) Напишите суммарные формулы трех приведенных соединений.
- б) Покажите расчетами, в каком основании содержание азота (по массе) наибольшее.
- в) Определите средние степени окисления элементов в аденине, если в нем ст. ок. N такая же, что и в аммиаке, и ст. ок. H такая же, что и в хлористом водороде. **9 б**

3. В таблице приводятся плотности водных растворов с разным процентным содержанием  $\text{HNO}_3$  и  $\text{NaOH}$  ( $\text{г/см}^3$ ).

	1,0%	5,0%	10,0%	16,0%	20,0%	26,0%	30,0%	36,0%	40,0%
$\text{HNO}_3$	1,004	1,026	1,054	1,090	1,115	1,153	1,180	1,221	1,246
$\text{NaOH}$	1,010	1,054	1,109	1,175	1,219	1,285	1,328	1,390	1,430

- а) Нанесите на один график для обоих растворов зависимости плотности от процентного состава (ось  $x$ : %-ое содержание (0-40%, наименьший интервал 5%); ось  $y$ : плотность раствора ( $1-1,5 \text{ г/см}^3$ , наименьший интервал  $0,05 \text{ г/см}^3$ ).
- б) Как изменяются плотности растворов с ростом процентного содержания соединения в растворах? В каком растворе плотность больше зависит от процентного содержания? Найдите на графике точку, в которой плотности растворов равны. Почему плотности в данной точке равны?

Смешали  $50,0 \text{ см}^3$  10,0% раствора  $\text{NaOH}$  и  $25,0 \text{ см}^3$  30,0% раствора  $\text{NaOH}$ .

- в) Рассчитайте процентный состав полученного раствора и по графику найдите его плотность.

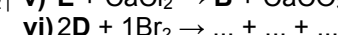
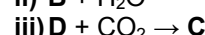
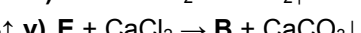
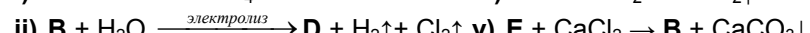
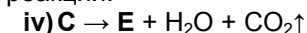
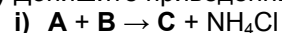
Смешали равные объемы 1% и 30% растворов  $\text{HNO}_3$  и равные объемы 10% и 20% растворов  $\text{HNO}_3$ .

- д) Покажите расчетами, в каком случае получен раствор с большей плотностью. **12 б**

4. Вещества **B**, **C** и **E** являются солями (ст. ок. (**X**) = I), в состав которых входит металл **X**. Электроны простого вещества **X** ( $\rho(\text{X}) = 0,97 \text{ г/см}^3$ ) в неокисленной форме расположены в трех электронных слоях и число электронов в 2,09 раза меньше, чем его атомная масса. В природе вещество **B** распространено в виде каменной соли. Соль **C** используют для нейтрализации кислотных растворов. Раствор вещества **D** окрашивает лакмусовую бумагу в синий цвет. При реакции вещества **D** с бромом происходит реакция диспропорционирования, в ходе которой образуются вода и две содержащие бром соли: в одной ст. ок. Br равна -I, в другой I. Одна из солей содержит кислород. Соль **E** используется в огнетушителях как источник получения углекислого газа.

- а) Напишите формулы и названия веществ **X**, **A-E**.

- б) Допишите приведенные уравнения реакций:

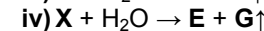
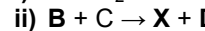
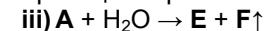
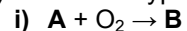


**8 б**

5. Химик задумал синтезировать щелочноземельный металл **A**, который содержится в костях и окрашивает пламя горелки в кирпично-красный цвет. Для этого он попытался восстановить углеродом оксид этого металла **B**. Продуктами реакции были трехатомное бинарное соединение **X** и ядовитый оксид углерода **D**. Известно, что из одного моля **B** образуется один моль вещества **X** и из 10,00 г оксида **B** получается 11,43 г соединения **X**. При реакции с водой как вещества **X**, так и металла **A** образуется малорастворимый гидроксид **E** и выделяется газ. Кроме того, при реакции **A** с водой выделяется самый легкий газ **F**, а при реакции вещества **X** с водой - газ **G**. Отношение молярных масс газов **G** и **F** равно 13 : 1. Газ **G** в промышленности получают в больших количествах под названием ацетилен. Его используют для сварочных работ и его эмпирическая формула  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

- а) Напишите формулы веществ **A-F** и найдите расчетами формулы **X** и **G**.

- б) Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты.



**10 б**

6. Малле собирается выращивать розы. Из интернета она узнала, что в почве для выращивания роз содержание атомарного азота N, пентаоксида дифосфора  $\text{P}_2\text{O}_5$  и оксида калия  $\text{K}_2\text{O}$  должно быть в соотношении 2 : 3 : 1 (по массе). Кроме того она узнала, что для достижения нужного эффекта не обязательно добавлять в почву азот, оксид фосфора(V) и оксид калия. Почву можно обработать какими угодно азотными, фосфорными и калийными удобрениями.

- а) В каком массовом соотношении почва должна содержать чистый азот N, фосфор P и калий K, чтобы были соблюдены оптимальные условия роста роз? Ответ дайте с точностью до трех значащих цифр.

В магазине Малле увидела следующие удобрения: нитрат калия  $\text{KNO}_3$ , гидрофосфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  и нитрат кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

- б) Малле купила 500 г нитрата калия. Сколько граммов гидрофосфата аммония и нитрата кальция должна купить Малле вдобавок к купленному, чтобы были соблюдены оптимальные условия выращивания роз? **11 б**

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2010/2011 г.  
10 класс**

1. a) Какие из перечисленных веществ придают водному раствору основную реакцию:  $\text{Cl}_2$ , Fe, CO,  $\text{Cs}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ , NaOH?
- b) Переведите температуру, данную по шкале Цельсия, в температуру по шкале Кельвина:  $-78^\circ\text{C}$  и  $20^\circ\text{C}$ .
- c) Если один ярд равен трем футам, один фут равен двенадцати дюймам и один дюйм равен 2,54 см, то сколько ярдов i) в  $1 \text{ \AA}$  ( $= 0,1 \text{ нм}$ ) и ii) в одном световом годе (скорость света равна  $300\,000 \text{ км/с}$ , средняя продолжительность одного года 365,25 дня).
- d) Сколько граммов  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и воды нужно смешать для приготовления 250 г 6,00 % раствора хлорида кальция?
- e) В магазине продается нитрат лития в виде кристаллогидрата, в котором содержание кислорода (по массе) равно 71,8%. Установить расчетами формулу кристаллогидрата. **10 б**
2. Шла Красная Шапочка по лесу, устала и решила отдохнуть. У нее упал сахар в крови до концентрации  $4,1 \text{ ммоль/дм}^3$  (т.е. в  $1 \text{ дм}^3$  крови содержалось  $4,1 \text{ ммоль}$  глюкозы). Чтобы повысить сахар крови, она решила съесть один пирожок с капустой (70 г). Пирожок с капустой содержал сахарозу ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) в количестве  $2,59 \text{ г/100 г}$  пирожка и глюкозу ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )  $0,794 \text{ г/100 г}$  пирожка. В процессе переваривания пищи из одного моля сахарозы образуется один моль глюкозы.
- a) Предположив, что весь сахар из пирожка всасывается в кровь (объем крови 5,0 литров), рассчитайте уровень сахара в крови ( $\text{ммоль/дм}^3$ ) после еды.
- b) Сколько пирожков еще может съесть Красная Шапочка, чтобы сахар крови не поднялся до критического уровня (т.е. до уровня гипергликемической комы, при которой сахар крови выше  $40 \text{ ммоль/дм}^3$ )?
- c) В 100 г пирожков содержится 35,2 г углеводов, 4,82 г жиров и 6,46 г белков. Из одного грамма белков и углеводов организм получает 4 ккал энергии и из одного грамма жира 9 ккал. Сколько энергии даст Красной Шапочке один съеденный пирожок? Сколько минут она сможет пройти за счет этой энергии, если за час ходьбы тратится 240 ккал? **12 б**
3. Юный химик захотел испытать новые пиротехнические смеси. Однако закончились исходные вещества для изготовления смеси: сульфид меди(II) и нитрат лития. Он решил сам их синтезировать.
- a) Каким образом можно синтезировать чистый сульфид меди(II), если имеются железо, хлорид меди(II), сера, хлористоводородная кислота и дистиллированная вода? Напишите уравнения протекавших реакций, расставьте коэффициенты.
- b) Каким образом можно синтезировать чистый нитрат лития, если имеются хлористоводородная кислота, сульфат лития, карбонат бария и нитрат серебра? Возможны по крайней мере две схемы синтеза. Напишите уравнения проводимых реакций для двух разных схем синтеза.

c) Которое из синтезируемых веществ (сульфид меди(II) или нитрат лития) можно использовать в качестве окислителя в пиротехнических смесях? Какую вторую важную роль в пиротехнической смеси играет вещество, используемое в качестве окислителя? **11 б**

4. Ученик поместил 3,59 г яичной скорлупы в  $25,00 \text{ см}^3$  раствора 10,0% соляной кислоты (плотность  $1,048 \text{ г/см}^3$ ), чтобы определить содержание карбоната кальция в яичной скорлупе. После окончания реакции ученик оттитровал непрореагировавшую соляную кислоту  $0,203 \text{ М}$  раствором гидроксида натрия, которого израсходовалось  $18,70 \text{ см}^3$ .
- a) Напишите уравнения протекавших реакции.
- b) Рассчитайте молярную концентрацию 10,0% соляной кислоты.
- c) Рассчитайте по данным титрования процентное содержание карбоната кальция в яичной скорлупе. **9 б**
5. Гидроксидапатит (ГидАп) представляет собой минерал, который является основным компонентом зубной эмали и отвечает за прочность зубов. Твердость по шкале Мооса для ГидАп равна пяти. ГидАп - основная соль, молярная масса (единичной ячейки) которой равна  $1004 \text{ г/моль}$  и формула которой выражается в виде  $\text{X}_{2n}\text{A}_{2x}(\text{OH})_2$ . Анион **A** пятиатомный; он содержится в физиологической буферной системе. Катион **X** важный "строительный материал" в составе скелета человека.
- a) Найдите коэффициенты  $n$  и  $x$  и напишите формулу гидроксидапатита.
- b) Напишите ионное уравнение реакции растворения ГидАп в кислоте  $\text{ГидАп} + \text{H}^+ \rightarrow$ , если к каждому аниону присоединяется только один ион водорода.
- c) Напишите уравнение реакции термического разложения ГидАп, если образуются оксиды.
- d) Рассчитайте плотность ГидАп ( $\text{кг/м}^3$ ) в предположении, что единичная ячейка имеет форму куба с длиной ребра  $8,15 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ . **7 б**
6. Серные бактерии развиваются в насыщенной кислородом воде в присутствии сероводорода. Они окисляют сульфид, что описывается двумя уравнениями реакций. На первом этапе образуется свободная сера, которая в дальнейшем окисляется до серной кислоты. Окислителем служит растворенный в воде кислород. Устранить сероводород из питьевой воды можно хлорированием и озонированием, при этом в обоих случаях сера окисляется до сульфата.
- a) Напишите уравнения реакций окисления\* сероводорода кислородом воздуха (оба этапа) и хлором.
- b) Напишите уравнение реакции\* сероводорода с озоном, если окислителем является только один из атомов, содержащихся в молекуле.
- c) Для полного окисления содержащегося в одном литре воды сероводорода расходуется  $2,68 \text{ мл}$  хлора (н.у.). Рассчитайте массу сероводорода в воде (в мг). **11 б**
- \* Укажите уравнения перехода электронов.

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2010/2011 г.**  
**11 класс**

**Оксиды металлов и углеводороды**

1. а) Какие из перечисленных оксидов железа могут встречаться в природе?  
 i) FeO, ii) Fe<sub>2,05</sub>O<sub>3</sub>, iii) Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, iv) Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, v) Fe<sub>2</sub>O<sub>3,04</sub>, vi) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 б) Какие из перечисленных простых веществ реагируют до конца с концентрированной азотной кислотой? i) Кислород, ii) золото, iii) углерод, iv) железо, v) кальций, vi) барий, vii) хром, viii) натрий.  
 в) Нарисуйте и назовите все возможные изомеры C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.  
 г) Какие из перечисленных в предыдущем пункте соединений в реакции с бромоводородом образуют хиральное соединение? Нарисуйте соответствующие соединения. **11 б**

**Медный купорос**

2. Медный купорос (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) - кристаллическая соль голубого цвета плотностью 2,3 г/см<sup>3</sup>. При комнатной температуре в 1,00 дм<sup>3</sup> воды (1,00 г/см<sup>3</sup>) растворяется 320 г медного купороса.  
 а) Какой процент от массы медного купороса составляют CuSO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O?  
 б) i) Чему равно процентное содержание CuSO<sub>4</sub> в растворе, полученном растворением 18,0 г медного купороса в 65,0 см<sup>3</sup> воды?  
 ii) Какую минимальную массу (в граммах) медного купороса нужно добавить к этому раствору для получения насыщенного раствора?  
 в) Отмерили N стаканов медного купороса. Сколько стаканов воды нужно прибавить к этому количеству соли, чтобы получить насыщенный раствор без осадка? **8 б**

**Реакции ненасыщенных углеводородов**

3. Под действием бромной воды на ненасыщенный углеводород X образуется тетрабромпроизводное (содержит четыре брома), в котором содержание брома 75,8 % (по массе). Известно, что углеводород содержит цикл, в котором кратные связи расположены через одну связь по всему циклу, т.е. связи конъюгированы. Под воздействием бромной воды насыщаются кратные связи, не принадлежащие циклу. При окислении углеводорода X под действием KMnO<sub>4</sub> в кислой среде образуется бензойная кислота, причем цикл не окисляется.  
 а) Рассчитайте молекулярную массу соединения X и напишите ее суммарную формулу.  
 б) Нарисуйте структурную формулу соединения X.  
 в) В приведенной реакции найдите средние степени окисления у элементов, изменяющих степени окисления. Определите окислитель и восстановитель. Расставьте коэффициенты в уравнении.  
 $X + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5COOH + CO_2 \uparrow + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$  **13 б**

**Анализ железной руды**

4. Минерал гематит - важная железная руда, содержащая оксид железа (III). Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в руде определяют методом окислительно-восстановительного титрования, основанного на окислении ионов Fe<sup>2+</sup> дихроматом калия. Для этого кусочек руды массой 0,400 г измельчили и обработали концентрированной соляной кислотой. Нерастворимые примеси

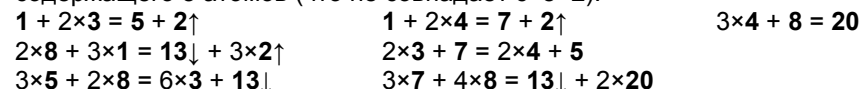
отделили фильтрованием и к фильтрату стали добавлять раствор SnCl<sub>2</sub> до тех пор, пока не исчез характерный желтый цвет ионов Fe<sup>3+</sup>. Степень окисления олова изменилась до другой стабильной ст. ок. (IV). Далее полученный раствор титровали раствором K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (титрант) в присутствии индикатора дифениламина, все металлы при этом превратились в соответствующие хлориды. На титрование ушло 37,3 см<sup>3</sup> титранта, приготовленного растворением 0,650 г дихромата калия в 250 см<sup>3</sup> воды.

- а) Напишите уравнения трех описанных реакций и расставьте коэффициенты.  
 б) Рассчитайте процентное содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (по массе) в гематите. **8 б**

**Закон сохранения массы**

5. В приведённых ниже уравнениях реакций каждому выделенному **жирным шрифтом** числу соответствует только одно химическое вещество, причем это число равно числу всех атомов в молекуле данного вещества. Например вещество **4** содержит 4 атома.

Знак умножения и число перед ним означают коэффициент перед веществом в данном уравнении реакции. Например: 2×8 – две молекулы вещества, содержащего 8 атомов (что не совпадает с 8×2).

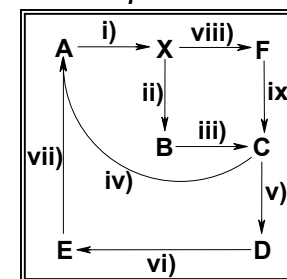


Известно, что вещество **2** не бинарное; при растворении газа **4** в воде образуется основание; вещество **8** - кислота. Элемент **1** - металл, имеющий в соединениях только одну степень окисления, его процентное содержание в веществе **5** равно 41,7% и в веществе **13** - 27,7%.

Напишите формулы и названия веществ **1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 20**. **9 б**

6. Элемент X широко применяется в электротехнике. В лаборатории элемент X получают взаимодействием вещества A с магнием. Для очистки полученного X от примесей его промывают сначала соляной кислотой - растворяется образовавшийся в реакции i) второй продукт, затем фтористоводородной кислотой - растворяется оставшееся непрореагировавшим исходное вещество.  
 а) Напишите уравнения реакций, протекающих при получении X (i) и его очистке (всего 3 шт).

**Интересный элемент**



В реакции ii) X реагирует с молекулярным хлором. В реакции iii) вещество B восстанавливают LiAlH<sub>4</sub>. Если вещество B (%X) = 16,5) - окислитель, то вещество C используют как восстановитель. Вещество C на воздухе медленно "горит", превращаясь в вещество A. При реакции с раствором щелочи из вещества C получается вещество D, которое при прибавлении раствора соляной кислоты превращается в кислоту E (%X) = 36,0). При нагревании вещество E разлагается с образованием снова вещества A.

- б) Напишите уравнения реакций ii)–vii).

X может реагировать с металлическим кальцием с образованием вещества F. При взаимодействии F с соляной кислотой получают в соотношении 4:3 вещество C и его гомолог, который содержит два атома X вместо одного.

- в) Напишите уравнения реакций viii) и ix).

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2010/2011 г.  
12 класс**

1. а) Какие из перечисленных ионов могут быть восстановителями, какие окислителями и какие как восстановителями, так и окислителями?  
 $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HO}^-$ ,  $\text{HOO}^-$ ,  $\text{C}_2^{2-}$
- б) Какие из перечисленных веществ реагируют со щелочами?  
 $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Sn}$
- в) Расположите следующие основания в порядке возрастания их силы (по степени диссоциации):  
 $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- д) Какие из перечисленных веществ хорошо растворяются в воде при 25 °С ( $\geq 1 \text{ г}/100 \text{ г H}_2\text{O}$ )?  
 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ ,  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  
 $\text{HCOOCH}_3$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{HCl}$

**10 б**

2. Жидкий металл **A** попал в опалу из-за своей ядовитости. Поэтому в современных термометрах его заменяют сплавом **B**, в состав которого входят металлы **C**, **D** и **E**. **C** плавится на ладони, а **D** используют для покрытия консервных банок. Металл **D** в соединениях проявляет две стабильные степени окисления. Сплав **B** растворяет металл **F**, в результате чего поверхность **F** становится растворимой в воде – в реакции с водой выделяются белые хлопья, которые растворяются в щелочах и кислотах. Металлы **C**, **E** и **F** расположены в одной подгруппе. Сплав **G**, состоящий из металлов **H** и **I**, используется в качестве теплоносителя в ядерном реакторе определенного типа. При соприкосновении с водой 1,00 г сплава **G** происходит сильный взрыв, среда становится основной и выделяется водород (до 0,332 дм<sup>3</sup> при н.у.). Мощное средство, в состав которого входит металл **H**, является самым дешевым среди соединений подобного типа.

а) Определите металлы и сплавы **A-I** и б) рассчитайте состав сплава **G**. **10 б**

3. Убытки от коррозии ежегодно составляют 2-4% от ВВП. Скорость коррозии железа в воде прямо пропорциональна концентрации растворенного в воде  $\text{O}_2$ . С ростом температуры на 10 °С скорость коррозии изменяется в три раза ( $v = v_0 \cdot 3^{\Delta T/10}$ ). При 15 °С содержание  $\text{O}_2$  в воде равно 0,00100% (по массе) и этому соответствует скорость коррозии  $1,40 \cdot 10^{-4}$  мм/сутки.

а) Рассчитайте молярную концентрацию кислорода (М) в воде\* при 15 °С.

б) Рассчитайте толщину коррозионного слоя у листа железа, который образуется в течение **i**) осени\* (средняя температура 5 °С); **ii**) весны\* (10 °С); **iii**) лета\* (20 °С) и **iv**) целого года. Зимой\* коррозия практически не происходит.

T	содержание $\text{O}_2$
5 °С	0,000316 М
10 °С	0,000291 М
20 °С	0,000241 М

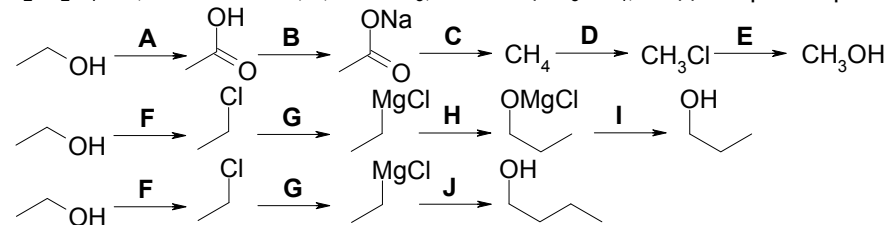
в) Какие из перечисленных металлов в контакте с железом **i**) ускоряют, **ii**) замедляют его электрохимическую коррозию:  
 $\text{Zn}$ ;  $\text{Mg}$ ;  $\text{Cu}$ ;  $\text{Sn}$ .

\* Одно время года длится 90 дней и плотности растворов равны 1,00 г/см<sup>3</sup>.

**10 б**

4. Из этанола можно синтезировать метанол, пропанол и 1-бутанол в соответствии с приведенными схемами. Определите реагенты **A-J**, выбрав их из следующего перечня:

$\text{NH}_3$ ;  $\text{SOCl}_2$ ;  $\text{NaCl}$ ;  $\text{Mg}(\text{тв})/\text{простой эфир}$ ;  $\text{Cl}_2/h\nu$  (на свету);  
 $(\text{CH}_2)_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;  $\text{CH}_2\text{O}$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{Fe}$ ;  
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ ;  $\text{NaOH}, t$ ;  $\text{AlCl}_3$ ; конц.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; водный раствор  $\text{NaOH}$



**10 б**

5. Гормон инсулин состоит из двух аминокислотных цепей, связанных между собой дисульфидными связями (S–S). Дисульфидные связи образует аминокислота цистеин (2-амино-3-меркаптопропановая кислота).

а) Нарисуйте полную структурную формулу цистеина (меркаптогруппа - это –SH) и обозначьте звездочкой ассиметричный (хиральный) углерод; очертите на рисунке кружок вокруг amino-, меркапто- и карбоксильной группы.

б) Начертите уравнение реакции образования дисульфидной связи в окисляющей среде между двумя молекулами цистеина.

Значения  $pK_a$  у amino-, меркапто- и карбоксильной группы в цистеине равны соответственно 10,7, 8,4 и 1,9.  $pK_a$  показывает значение pH, при котором отношение недиссоциированных и диссоциированных форм равно 1:1. При достижении  $pH < pK_a$  начинается быстрый рост доли недиссоциированных форм, если pH становится больше  $pK_a$ , то возрастает доля диссоциированных форм.

в) Обоснуйте, в какой форме существуют приведенные в пункте а) группы в молекуле цистеина при значении pH, характерного для организма (7,4).

д) Нарисуйте формулу цистеина в той степени протонированности, которая существует при pH = 7,4. **8 б**

6. С помощью  $\text{PtF}_6$  в 1962 г. синтезировали первое сложное вещество, содержащее элемент **X** – темно-оранжевое кристаллическое вещество **A** (формула содержит 8 атомов). При реакции вещества **A** с водой образуется газ **X**, простое вещество **B**, оксид **C** и состоящая из двухатомных молекул кислота **D**. Оксид **E**, содержащий элемент **X**, образуется при гидролизе семиатомного соединения **F** (%**X**) = 53,5; формула содержит 2 элемента). Намного труднее получить другой оксид элемента **X** – оксид **G**, в котором у элемента **X** высшая ст. окисления. Для этого соединения **F** гидролизуют при низкой температуре, в результате получают двухпротонную кислоту **H**, которая соответствует оксиду **E**. При реакции гидроксида бария с кислотой **H** образуется соль **I**, при диспропорционировании которой образуется соль **J** (ст. ок. элемента **X** максимальна), газ **X** и вещество **B** в отношении 1 : 1 : 1. Под действием серной кислоты на соль **J** образуется сульфат бария, оксид **G** и вода.

Напишите формулы веществ **A-J** и уравнения перечисленных реакций (7шт) **12 б**