

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2013/2014 г.  
8 класс**

**1. Тест**

- a)** О каком элементе идет речь? Во время его открытия это был самый дорогой металл – Наполеон устраивал банкеты, на которых только королевская семья использовала столовые приборы из этого металла, а гостям попроще подавались обычные для императорского двора серебряные и золотые столовые приборы. Это самый распространенный в земной коре металл.
- b)** Название какого элемента происходит от греческого слова, означающего «зловоние»? Это единственный жидкий в обычных условиях неметалл.
- c)** Какие из приведенных явлений физические и какие - химические?  
**i)** ржавление железного гвоздя; **ii)** взбивание яиц; **iii)** растворение сахарозы; **iv)** горение бутана; **v)** разбивание пробирки; **vi)** загорание на солнце.
- d)** Какая лабораторная посуда подойдет для: **i)** нагревания веществ при очень высокой температуре, даже на открытом пламени; **ii)** для сжижения газов, выделяющихся при дистилляции или синтезе; **iii)** измельчения веществ; **iv)** добавления точного объема раствора при титровании?
- e)** У которой частицы радиус больше: **i)** K или K<sup>+</sup>; **ii)** F или Cl; **iii)** Na или S; **iv)** Br<sup>-</sup> или Br?
- f)** Химик смешал 10 мл 0,1 мол/дм<sup>3</sup> раствора HCl (это сильная кислота, которая вызывает сильные химические ожоги) и 10 мл раствора NaOH такой же концентрации (это щелочь, которая тоже вызывает сильные ожоги). Колба с образовавшимся раствором разбилась, и раствор попал на кожу химика. Чем объяснить тот факт, что химик нисколько не пострадал? **(10)**

**2. Расставьте коэффициенты в уравнениях:**

- a)**  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$
- b)**  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- c)**  $\text{BaCl}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{AlCl}_3$
- d)**  $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
- e)**  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$
- f)**  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
- g)**  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- h)**  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{O}_2$  **(8)**

**3. Элемент X** является самым распространенным элементом во Вселенной. В атоме элемента **Z** на 2 протона больше, чем в атоме элемента **Y**, и атомная масса элемента **Y** в 12 раз больше атомной массы элемента **X**.

- a)** Напишите названия и символы элементов **X**, **Y** и **Z**.
- b)** Сколько протонов, нейтронов и электронов имеется в наиболее распространенных изотопах элементов **X**, **Y** и **Z**?
- c)** Напишите формулы соединений **YZ**, **YZ<sub>2</sub>**, **YX<sub>4</sub>** и **X<sub>2</sub>Z**, приведите их тривиальные и номенклатурные названия. **(10)**

**4. Кока-кола** была изобретена в 19 веке Джоном Пембертоном и сначала использовалась как лекарственное средство. В одном литре напитка содержится в среднем 108 г углеводов.

- a)** Если суточная потребность энергии для Миши составляет 2000 ккал, из которых 60% должны приходиться на углеводы, то каким объемом Кока-колы

(в литрах) он покрыл бы суточную потребность в углеводах? Предположим, что 1,0 г углеводов дает 4,0 ккал энергии.

- b)** Выпив 2,155 литра Пепси-колы, Миша покрыл бы половину суточной потребности в энергии. Чему равно содержание углеводов в одном литре Пепси-колы?
- c)** При открывании газированных напитков из-под крышки слышится шипение. Чем это вызвано? Приведите два способа, как уменьшить количество растворенного газа в жидкости.
- d)** Как можно получить перенасыщенные растворы? **(11)**

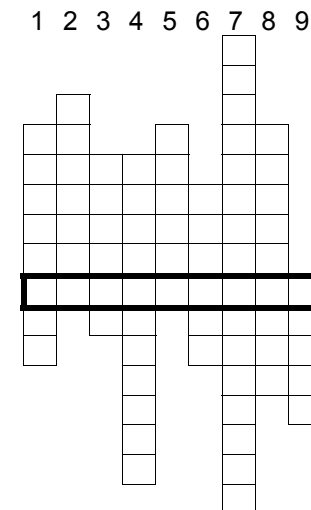
**5. Обычный сахар (сахароза)** хорошо растворяется в воде. В таблице приводятся плотности ( $\rho$ ) растворов с разным содержанием сахара.

% (сахар)	2,0	4,0	8,0	16,0	24,0
$\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	1,005	1,012	1,027	1,060	1,096

- a)** На основе данных таблицы составьте график, на оси **x** которого отложен процентный состав и на оси **y** – плотность соответствующего раствора, на оси **y** наименьшее значение 1,000 г/см<sup>3</sup>.
- b)** Как изменяется плотность раствора с ростом содержания сахара?
- c)** Определите по графику плотность 10%-ного раствора сахара и рассчитайте, сколько граммов сахара содержится в 120 см<sup>3</sup> 10%-ного раствора.
- d)** Смешали 100 г 4,0%-ного и 65 г 24%-ного раствора. **i)** Чему равно процентное содержание сахара в полученном растворе? **ii)** Определите по графику его плотность. **iii)** Рассчитайте с помощью данного значения плотности объем полученного раствора. **(11)**

**6. Решите кроссворд!**

- Общее название элементов VIIA группы.
- Элемент, с которым связано определение единицы атомной массы.
- Лабораторная принадлежность, используется вместе с пестиком.
- Метод отделения жидкости от смеси или раствора путем испарения и последующей за ним конденсации.
- Сверхтяжелый водород.
- Сплав меди и олова
- Средство для приблизительного определения pH раствора (два слова, без пробела)
- Минерал, состоящий в основном из карбоната кальция.
- Металл, жидкий при комнатной температуре. «Ключ» кроссворда состоит из двух слов, без пробела. Дополнительный вопрос: приведите номенклатурное название вещества, приведенного в качестве «ключа».

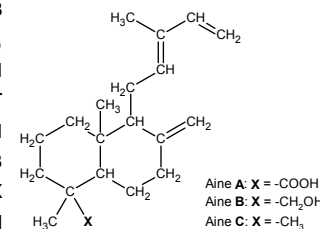


**(10)**

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2013/2014 г.  
9 класс**

1. Тест.
- a) Определите степени окисления всех элементов в следующих соединениях (у каждого элемента только одна определенная ст.окисл.). К классам каких соединений относятся данные соединения?  
i)  $\text{HClO}_4$ , ii)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , iii)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ja iv)  $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$ . (6)
- b) Какая среда образуется (основная, кислотная или нейтральная), если растворить в воде:  
i)  $\text{SO}_3$ , ii)  $\text{NO}$ , iii)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , iv)  $\text{K}$ , v)  $\text{HCl}$ , vi)  $\text{K}_2\text{S}$ ? (3)
- c) В каких из приведенных веществ ( $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_3$ ) сера может вести себя i) только как восстановитель, ii) только как окислитель iii) как восстановитель, так и окислитель? (2)(11)
2. К 2000 м<sup>3</sup> воды в бассейне для дезинфекции прибавили  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , что сделало воду слишком основной для плавания. Приемлемое значение pH равно 7,4; для достижения этого значения решили добавить серной кислоты. Из бассейна взяли 10,0 мл воды, к которым для достижения pH = 7,4 потребовалось прибавить 2,24 мл 1,00 · 10<sup>-4</sup> М раствора серной кислоты.
- a) Рассчитать количество молей серной кислоты, прибавленных к 10,0 мл воды. (2)
- b) Рассчитать количество молей серной кислоты, необходимых для приведения значения pH до 7,4 во всем бассейне (2000 м<sup>3</sup>). (3)
- c) Рассчитайте, сколько литров 36,0% серной кислоты (1,27 кг/л) требуется для приведения значения pH всей воды в бассейне до 7,4. (3) (8)
3. Студенту нужно определить содержание меди в сплаве меди с цинком. Для этого он взвесил 32,7 г сплава и тщательно его измельчил. К полученному порошку он прибавил в избытке 0,1М раствора соляной кислоты. Выделившийся во время реакции газ был собран в воздушный шарик. Объем шарика при нормальных условиях равен 4,9 дм<sup>3</sup> (предположить, что давление и температура в шарике такие же, как и в окружающей среде).
- a) Напишите уравнения всех проходивших реакций, расставив коэффициенты. (2)
- b) Рассчитайте процентное содержание меди в сплаве. (5)
- c) Поясните, почему нужно было измельчить сплав? (1)(8)
4. Широко используемый сплав золотистого цвета состоит в среднем на 35% из металла **A** и на 65% из металла **B**. **A** ( $\rho = 7,1 \text{ г/см}^3$ ) является амфотерным металлом серебристо-серого цвета, который относится к металлам средней активности (в ряду напряжения металлов стоит левее водорода). **B** является очень хорошим проводником электричества и относится к цветным металлам. **A** и **B** расположены рядом в периодической системе.
- a) Назовите приведенный сплав. (1)
- b) Назовите металлы **A** и **B**. (2)
- c) Напишите уравнения реакций металлов **A** и **B** с разбавленной  $\text{HCl}$ . (2)
- Евромонеты номиналом 10, 20 и 50 центов изготавливаются из схожего сплава с названием *Nordic Gold*, который, кроме **A** (5%) и **B** (89%), содержит

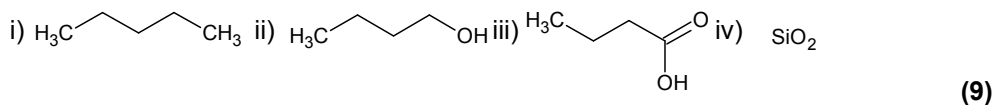
- также 5% металла **C** и 1,0% олова. **C** – легкий ( $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ ) серебристо-белый металл, который химически активен – например реагирует с галогенами уже при комнатной температуре.
- d) Назовите металл **C**. (1)
- e) Напишите уравнение реакции металла **C** с хлором. (1)
- f) Определите, сколько молей олова содержит одна 20-центовая монета ( $m = 5,74 \text{ г}$ ). (2)(9)
5. Химический элемент (**X**) получил свое название в конце 18 века; тогда считали, что данный элемент содержится во всех кислотах. Элемент **X** входит в состав двух простых веществ - **A** и **B**, причем молекула **B** в полтора раза тяжелее молекулы **A**. В реакции вещества **B** с иодидом калия образуются кроме  $\text{KOH}$  два простых вещества, **A** и **C**. При нагревании до 300-450°C пары вещества **C** обратимо реагируют с водородом, образуя газ **D**. В лабораторных условиях вещество **A** получают нагреванием перманганата калия.
- a) Приведите названия и формулы веществ **X**, **A-D**. (5)
- b) Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты:  
I.  $\text{KI}$  (раствор) + **B** →  $\text{KOH}$  + **C** + **A**  
II.  $\text{H}_2$  + **C** ↔ **D**  
III.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{A}$   
IV. **D** + **B** →  $\text{H}_2\text{O}$  + **C** + **A**  
V. **D** +  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}$  + **S** +  $\text{H}_2\text{O}$  (5)
- c) В реакциях **IV** и **V** определите восстановитель и окислитель. (1)(11)
6. Балтийский янтарь состоит из застывшей в аморфном состоянии смолы хвойных деревьев, росших десятки миллионов лет назад. С точки зрения химического состава янтарь представляет собой смесь нескольких полимеров. Эти полимеры в свою очередь образованы в основном из трех веществ, структуры которых приводятся на рисунке. Кроме того, балтийский янтарь содержит примерно 5% сукциновой кислоты (бутандиовая кислота), полезное воздействие которой на организм человека изучал еще Гиппократ.
- a) Объясните понятия: аморфное твердое тело, смесь, полимер. (1,5)
- b) К классам каких органических соединений относятся вещества **A**, **B**, **C**? (1,5)
- c) Определите брутто-формулы и молекулярные массы данных веществ. (3)
- d) Какой вывод о плотности янтаря можно сделать, исходя из свойств органических молекул: плотность янтаря намного больше, меньше или практически равна плотности воды? Как в домашних условиях отличить натуральный янтарь от искусственного, который сделан из стекла? (2)
- e) Исходя из известных свойств органических полимеров и янтаря, объясните, что произойдет с кусочком янтаря i) при нагревании до 150-200 °C, ii) при погружении в воду, iii) при погружении в диэтиловый эфир, этанол или хлороформ. (3)
- f) Нарисуйте структуру сукциновой кислоты и найдите ее молекулярную массу. (2)(13)



Задачи регионального тура олимпиады по химии 2013/2014 г.  
10 класс

1. Тест:

- Назовите основные продукты реакции полного сгорания органического вещества. Приведите пример реакции.
- Растения накапливают крахмал про запас, а для растительоядных животных он является важным источником энергии. В ходе полимеризации какого органического соединения образуется крахмал?
- Приведите два соединения, в первом из которых углерод находится в максимальной, а во втором – в минимальной степени окисления.
- Которое соединение из предыдущего пункта горит?
- Определите степени окисления всех элементов в следующих соединениях: i)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ii)  $\text{OF}_2$  iii)  $\text{MgH}_2$ .
- Расположите элементы в порядке роста их металлических свойств:  
i) Be ii) Sr iii) Na iv) B
- Расположите соединения в порядке изменения их растворимости в воде (первым укажите соединение с наибольшей растворимостью):



2. Карстовые пещеры образуются при разложении содержащегося в почве известняка под воздействием растворенного в воде  $\text{CO}_2$  (**реакция I**). Вместо известняка в почве образуются поверхностные борозды и воронки или подземные пещеры. В результате растворения образуется растворимая в воде соль, которая вызывает жесткость воды. Одно из вредных последствий жесткости воды – образование известкового налета в бойлерах, стиральных машинах и электрокипяльниках (**реакция II**). Жесткость воды можно устранить, прибавив стиральной соды (**реакция III**). В результате этой реакции образуется соединение, которое является также основным компонентом известняка. При нагревании известняка выше  $825^\circ\text{C}$  образуется негашеная известь (**реакция IV**). С водой негашеная известь реагирует экзотермически (**реакция V**), поэтому ее можно использовать в саморазогревающихся грелках.

- Напишите уравнения реакций **I-V** и расставьте коэффициенты.
  - Найдите и определите во всех реакциях те реагирующие и конечные вещества или частицы, которые присоединяют протоны и являются основаниями или отдают протоны и являются кислотами по теории Бренстеда-Лоури.
- (9)

3. Этот диалкилэфир иногда называют плюс-минус простым эфиром из-за его структурной формулы. Он широко применяется как в промышленности, так и в лабораториях. Во-первых, этот эфир используют в качестве присадки для повышения октанового числа топлива вместо тетраэтилсвинца. Во-

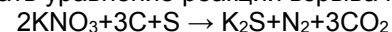
вторых, этот эфир является широко используемым растворителем, так как в отличие от многих других эфиров практически не образует перекисей. Известно, что при сгорании этого эфира отношение объемов образовавшихся диоксида углерода и воды равно 5:6.

- Рассчитайте брутто-формулу данного простого эфира.
  - Нарисуйте структурные формулы всех пространственных изомеров для полученной брутто-формулы.
  - Нарисуйте структурную формулу данного простого эфира.
- (9,5)

4. Соли можно получить очень разными способами. Самый известный – реакция взаимодействия кислоты с основанием. Кроме этой реакции существует целый ряд других, продуктом которых тоже является соль. Например, в реакции взаимодействия двух жидких простых веществ **A** и **B** образуется единственный продукт – соль **C**, в которой содержится 44,3% элемента **X**. Используемая при выпечке соль **D** при высокой температуре разлагается, образуя соль **E**, трехатомный газ **F** и трехатомную жидкость **G**. Соль **E** реагирует с водным раствором двухатомного газа **H** (**H** содержит элемент **X**, также как и жидкость **B** и соль **C**), при этом выделяются снова газ **F** и вещество **G** и образуется соль **I**. В реакции газа **F** с гидроксидом **J** (молярная масса 40,0 г/моль) образуются соль **E** и вещество **G**.

- Приведите названия и формулы веществ **A – J**.
  - Напишите следующие уравнения реакций, расставьте коэффициенты:  
i) кислота + основание → соль + ...; ii)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ ; iii)  $\text{E} + \text{H} \rightarrow \text{I} + \text{G} + \text{F}$ ;  
iv)  $\text{F} + \text{J} \rightarrow \text{E} + \text{G}$
  - Приведите пример реакции между газообразными веществами, где в нормальных условиях образуется соль.
- (10)

5. Черный порох состоит из трех компонентов:  $\text{KNO}_3$ , углерод и сера. Можно упрощенно записать уравнение реакции взрыва пороха:



- Определите агрегатное состояние исходных веществ и продуктов данной реакции в обычных условиях.
  - Приведите номенклатурное и тривиальное название соли, находящейся в составе пороха.
  - Какие элементы окисляются и какие восстанавливаются?
  - Миша хотел приготовить 100 г пороха таким образом, чтобы после взрыва все вещества прореагировали. Сколько **граммов** каждого из веществ Миша должен был купить в магазине химтоваров?
  - Сколько **молей** газообразных веществ образовалось при взрыве приготовленной Мишей пороховой смеси?
- (10)

6. Вещество **A**, которое используется как пищевой консервант, имеет резкий запах. В кислой среде вещество **A** реагирует с веществом **B** (i), образуя воду и соединение **C**, которое имеет приятный сладкий запах. Соединение **B** образуется при брожении сахара (ii); **A** образуется из **B** в присутствии кислорода (iii). Вещество **A** образует с органическими веществами

определенной группы (к этой группе относится и **В**) продукты реакции, которые имеют приятный фруктовый или ягодный запах. Вещества **Д**, **Е** и **Ф**, являющиеся высшими гомологами вещества **В** с неразветвленной углеродной цепью, с веществом **А** образуют соответственно соединения **Г** (запах груши), **Н** (запах банана) и **И** (запах апельсина). **А** реагирует с веществом **Ж** (его получают восстановлением бензойной кислоты (**iv**)) с образованием вещества **К**, которое широко применяется в косметике и парфюмерии из-за его приятного запаха жасмина.

**a)** Приведите уравнения реакций **i**, **ii**, **iii**, **iv**.

**b)** Нарисуйте структуры веществ **А-К** и приведите их названия (**В**, **Д** и **Е** являются тремя последующими гомологами; **Ф** содержит в 2 раза больше атомов углерода, чем **Е**). (9,5)

**7.** Полуметалл **Х** сыграл очень важную роль в достигнутых успехах в сфере высоких технологий за последние десятилетия. По распространенности (по массе) в земной коре элемент **Х** занимает второе место после кислорода, причем этот элемент в чистом виде на Земле встречается очень редко.

**Х** проявляет сходство периодических свойств с элементом **А**, входящим в состав всех органических соединений. Вещество **Г**, которое состоит из элементов **Х** и **А** в соотношении 1:1, представляет собой кристаллическое вещество и имеет схожие с алмазом свойства.

Соединение **Н**, в котором на каждый атом **Х** приходится два атома **В**, применяют среди прочего и для изготовления оптических кабелей и высококачественного стекла. Газ **И** состоит из двух атомов **В**. Вдыхание газа **Ж**, состоящего из трех атомов **В**, вреден для живых организмов, а находящийся в верхних слоях атмосферы газ **Ж** защищает живущее на Земле человечество от рака кожи. Газ **Ж** легко разлагается на газ **И**.

Простое вещество **К**, соответствующее галогену **С**, часто используют для химической очистки воды. **Х** реагирует с **К**, образуя тетраэдрическое соединение **Л**. Соединение **Л** в воде разлагается с образованием веществ **Н** и **М**, причем **М** – это вещество, присутствием которого обусловлено довольно низкое значение рН в желудке человека.

Соль **ДС**, образованная элементом **Д**, расположенным в IА группе, окрашивает пламя горелки в желтый цвет. **Х** реагирует с водным раствором основания **Н**, соответствующего элементу **Д**, с образованием в растворе комплексного аниона  $[XO_4]^{4-}$ .

**a)** Приведите обозначения элементов **Х** и **А-Д**, а также формулы и названия соединений **Г-Н**.

**b)** Приведите уравнения реакций **i) - v)**, расставьте в них коэффициенты. Предположите, что все реакции протекают в приведенных условиях:

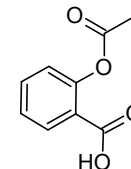
**i) X+I→... ii) A+I→... iii) J→I iv) L+H<sub>2</sub>O→H+M v) N+M→...+....**

**c)** Приведите уравнение реакции и расставьте коэффициенты:

**X+DОН→[XO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup>+...+....** (12,5)

**8.** Синтез аспирина можно начать с бромирования вещества **А** в присутствии катализатора FeBr<sub>3</sub>, продуктом реакции получаем вещество **В** (реакция **i**).

Сплавлением вещества **В** с NaOH при высокой температуре получают вещество **С** (реакция **ii**). В щелочной среде при высокой температуре и под давлением проводят реакцию вещества **С** с углекислым газом, в результате образуется вещество **Д** (реакция **iii**). Кислотным катализом в реакции



*Аспирин*

между веществом **Д** и уксусным ангидридом получают вещество **Е** или аспирин (реакция **iv**).

**a)** Приведите уравнения реакций **1-4** и номенклатурные названия веществ **А-Д**.

**b)** Приведите уравнение реакции кислотно-каталитического гидролиза вещества **Е**, в результате которого в организме образуется действующее вещество – салициловая кислота.

**c)** Приведите уравнение реакции получения душистого вещества метилсалицилата путем эстерификации салициловой кислоты. (12)

**9.** Бинарными называют соединения, которые состоят из атомов двух разных химических элементов. Известными бинарными соединениями являются, например, оксиды, в которых химический элемент связан с одним или несколькими атомами кислорода.

**a)** Выберите из приведенных оксидов соединение с самой низкой температурой плавления: SiO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, MgO.

**Объясните**, почему у двух остальных оксидов температура плавления выше.

**b)** Какой оксид имеет наименьшую молекулярную массу? Напишите его формулу. Температура кипения данного оксида выше или ниже, чем у диоксида азота? Ответ **обоснуйте**.

**c)** У которого соединения наиболее низкая температура кипения: у оксида с самой низкой молекулярной массой или у хлорида с самой низкой молекулярной массой (хлорид - бинарное соединение, в котором химический элемент связан с одним или несколькими атомами хлора)? Ответ **обоснуйте**.

**d)** Приведите уравнение реакции между одним из оксидов из пункта **a)** и оксидом с наименьшей молекулярной массой, расставьте коэффициенты. (10)

## Задачи регионального тура олимпиады по химии 2013/2014 г.

### 11 класс

#### 1. Тест.

- a) Расположите следующие соединения в порядке возрастания в них степени окисления углерода, начиная с наименьшей степени окисления: метановая кислота,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , метаналь,  $\text{CH}_4$ , метанол.
- b) Назовите три самых сильных кислоты из приведенных: HF, HBr,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ .
- c) Сколько граммов  $\text{V}_2\text{O}_5$  нужно взять, чтобы в нем содержался миллиард атомов кислорода?
- d) В каких из перечисленных соединений все атомы углерода пространственно расположены в одной плоскости: бензол, пропан, бутандиовая кислота, бут-2-ен, метилэтанат, этилэтанат, *N,N*-диметилэтанамид [ $\text{H}_3\text{CCON}(\text{CH}_3)_2$ ]?
- e) Расставьте коэффициенты в следующем уравнении:  
 $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2$   
**NB!** В вопросах **b)** и **d)** каждый неверный ответ дает -0,5 б и верный +0,5 б. **(9,5)**

2. Нейлон был первым синтетическим полимером, пригодным для изготовления тканей и одежды – прочный, износостойкий и химически устойчивый при комнатной температуре. Он не растворяется ни в бензине, ни в масле, но растворяется в веществе **A** ( $M(A) = 58$  г/моль,  $C = 62\%$ ,  $H = 10,4\%$ ,  $O = 28\%$ ), которое широко применяется в быту как растворитель. Для получения нейлонообразного полимера необходимо, чтобы органическая молекула содержала функциональные группы **B** и **C**. Образующаяся при полимеризации связь с названием **D** характерна белкам. Нейлон характеризуется низкой устойчивостью к нагреванию, уже при  $70^\circ$  в условиях щелочного катализа (**реакция E**) связь **D** разрывается.

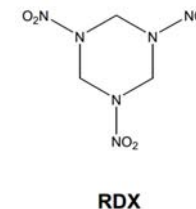
- a) Найдите суммарную формулу соединения **A** и напишите ее структурную формулу и название.
- b) Приведите названия и структурные формулы функциональных групп **B** и **C**, а также связи **D**. Напишите уравнение разрыва связи **D** в реакции **E**. **(8)**

3. У жуков-бомбардиров в задней части тела расположена камера, в которой кроме других компонентов смешиваются  $\text{H}_2\text{O}_2$  и катализирующий ее разложение энзим каталаза. В ходе реакции выделяется кислород, смесь нагревается, и под действием повышенного давления насекомое «выстреливает» смесь во врага. Активность энзимов характеризуется числом оборотов фермента ( $k_{\text{кат}}$ ), которое показывает, сколько молекул исходного вещества одна молекула данного энзима может превратить в течение 1 секунды в конечный продукт.

- a) Напишите уравнение реакции разложения перекиси водорода под действием каталазы. Какой элемент восстанавливается, какой - окисляется?
- b) Рассчитайте число оборотов каталазы, если в реакционной смеси, насыщенной  $\text{H}_2\text{O}_2$ , концентрация энзима равна  $10^{-9}$  М и из 1 мл реакционной смеси выделилось в течение 1 минуты 27 мл  $\text{O}_2$  (н.у.). Предположите, что скорость реакции в период измерений оставалась постоянной.
- c) Сколько времени в среднем занимает реакция одной молекулы  $\text{H}_2\text{O}_2$ ?
- d) Перекись водорода может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Расставьте коэффициенты:  
 i)  $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 ii)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  **(10)**

4. Двум студентам нравилось задавать друг другу сложные химические задачи. Один из них дал другому мерную колбу объемом 50 мл со смесью, сказав, что растворил в очень чистой воде **26,56 г** смеси нитратов меди(II), калия и кальция. Он попросил друга найти содержание калия в растворе. Друг перенес раствор в мерную колбу объемом 100 мл и заполнил ее до метки дистиллированной водой. От полученного раствора он отмерил 10 мл, прибавил  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и отфильтровал полученный осадок, который после высушивания весил 2,0 г. После этого он провел спектроскопический анализ еще 10 мл раствора, предварительно составив калибровочный график для нитрата меди(II) с функцией  $y = 38x + 0,060$ , где **x** означает концентрацию раствора (г/мл) и **y** – соответствующие показания колориметра. Значение для анализируемого раствора равнялось 0,63. К остаткам раствора он прибавил  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , снова отфильтровал и высушил осадок, который весил 9,404 г.
- a) Рассчитайте концентрации всех металлов (г/мл) в растворе, приготовленном первым студентом, обоснуйте ход решения. **(11)**

5. Общая формула многих взрывчатых веществ -  $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d$ . Кислородный баланс взрывчатого вещества – это разность масс кислорода, содержащегося во взрывчатке и необходимого для полного взрыва, которая поделена на молярную массу взрывчатки, эту величину выражают в процентах. Положительный кислородный баланс означает, что во взрывчатке избыток кислорода, отрицательный – кислород в недостатке. Если во взрывчатке недостаток кислорода, происходит неполный взрыв, при котором часть углерода окисляется только до CO.



- a) Чему должно равняться (выразите в общем виде) число атомов кислорода в общей формуле взрывчатки для полного взрыва (продуктами являются только  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{N}_2$ )?
- b) i) Рассчитайте общий кислородный баланс взрывчатки. ii) Рассчитайте кислородный баланс RDX.
- c) Напишите уравнение реакции взрыва RDX, расставьте коэффициенты. Найдите массу RDX, при взрыве которой образуется 1,0 дм<sup>3</sup> газа ( $V_m = 24$  дм<sup>3</sup>/моль). Все продукты – газы. **(9)**
6. Элемент **X** широко распространен в природе в виде простого вещества **A**. Вещество **A** связывают процессом Габера, в ходе которого вещества **A** и **B** (самое легкое простое вещество) реагируют на железном катализаторе, образуется **C**, из которого при мягком окислении веществом **D** (соль Na, компонент отбеливателя) образуется **E**, которое используется в качестве ракетного топлива и для устранения из воды растворенного кислорода (образуется **A**). Вещество **C** используется для многоэтапного производства очень важной кислоты. Сначала **C** реагирует с кислородом и образуется бинарное вещество **F**, из которого при дальнейшем окислении образуется **G**. В реакции вещества **G** с водой происходит диспропорционирование и образуются вещества **H** и **F**. Вещество **A** можно связать и реакцией с магнием, в результате чего образуется **I**. При гидролизе **I** образуется **C**.
- a) Определите элемент **X**. Приведите формулы и названия веществ **A** – **I**.
- b) Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты: i)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$   
 ii)  $\text{C} + \text{D} \rightarrow \text{E}$  iii)  $\text{E} + \text{O}_2 \rightarrow \text{F}$  iv)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{F}$  v)  $\text{F} + \text{O}_2 \rightarrow \text{G}$  vi)  $\text{G} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} + \text{F}$   
 vii)  $\text{Mg} + \text{A} \rightarrow \text{I}$  viii) гидролиз **I**. **(12,5)**

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2013/2014 г.  
12 класс**

1. **a)** Расположите вещества в ряду убывания их летучести: этилацетат (один из компонентов лака для ногтей), уксусная кислота, пропан (бытовой газ).  
**b)** Перечислите межмолекулярные силы, действующие в воде, и сравните их прочность между собой.  
**c)** В замкнутой системе установилось равновесие гетерогенной реакции, в которой из угля и углекислого газа образуется угарный газ. Как можно сдвинуть равновесие в сторону образования исходных веществ (угля и углекислого газа)?  
**d)** Какие из перечисленных веществ при растворении в воде образуют **i)** кислую, **ii)** нейтральную, **iii)** щелочную среду:  $MnO_2$ ,  $CaO$ ,  $CH_3COOH$ ,  $CO_2$ ,  $KI$ ,  $Na_2S$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $NaCl$ ? **(11)**
2. Смесь массой 40,20 г, состоящую из  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$  и  $NH_4NO_3$ , разложили термически. При этом выделилась смесь газов, в составе которой  $CO_2$ ,  $H_2O$  и  $N_2O$  и объем которой при температуре 1000 К и давлении 1,00 бар равен 63,44 л. Смесь газов пропустили через раствор  $Ca(OH)_2$ , при этом она охладилась до 298 К. После этого объем смеси газов при давлении 1,00 бар равнялся 3,740 дм<sup>3</sup>. Предположите, что имеем дело с идеальными газами.  $pV=nRT$ ,  $R=0,08314$  бар·дм<sup>3</sup>·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>  
**a)** Напишите уравнения реакций разложения.  
**b)** Что происходит при пропускании смеси газов через раствор? При необходимости приведите соответствующие уравнения реакций.  
**c)** Рассчитайте массы веществ в первоначальной смеси. **(11)**
3. Для борьбы с кротами применяют шарики карбида кальция, которые при соприкосновении с влагой выделяют этин. Кроты не переносят запаха этина.  
**a)** Приведите уравнение реакции карбида кальция с водой.  
**b)** В норку крота положили 15,0 г карбида кальция. Рассчитайте тепловой эффект (изменение энтальпии) реакции данного количества карбида кальция с водой. Известны энтальпии образования участвующих в реакции соединений:  $H_f(CaC_2) = -59,8$  кДж/моль;  $H_f(Ca(OH)_2) = -986,1$  кДж/моль;  $H_f(C_2H_2) = 226,7$  кДж/моль;  $H_f(H_2O) = -285,8$  кДж/моль.  
**c)** Является ли реакция карбида кальция с водой экзотермической или эндотермической?  
**d)** Тепловой эффект сгорания одного моля этина равен -1256 кДж/моль. Чему равен тепловой эффект сгорания этина, образовавшегося при реакции 15,0 г карбида кальция?  
**e)** Которая реакция (образование этина из карбида кальция или горение этина) больше изменит температуру в норке крота (предположить, что норка крота – изолированная система)? Обоснуйте ответ. **(9)**
4. В фармацевтической промышленности часто изготавливают препараты на основе солей действующих веществ с органическими кислотами. Препараты на основе солей более стабильны. Малеиновая кислота является дикарбоновой кислотой,

в которой содержание углерода равно **41,4 %**, кислорода - **55,1 %** и водорода - **3,5 %**. В фармакологической лаборатории попробовали кристаллизовать соль малеиновой кислоты из метанольного раствора. Однако продукт был загрязнен солью монометилмалеата. Анализ показал, что загрязнение произошло в метанольном растворе малеиновой кислоты до того, как действующее вещество было добавлено к смеси.

- a)** Рассчитайте брутто-формулу малеиновой кислоты.  
**b)** Приведите структуру и номенклатурное название малеиновой кислоты. Известно, что это менее стабильный пространственный изомер.  
**c)** Приведите механизм реакции образования монометилмалеата.  
**d)** Какая среда способствует ускорению реакции и почему? **(8)**
5. Свинцово-кислотные, натриево-серные ( $Na-S$ ) и цинк-бромные ( $Zn-Br_2$ ) аккумуляторы используют в качестве промышленных батарей. Изобретенный в 1859 г. Г. Планте свинцово-кислотный аккумулятор до сих пор используется как автомобильный. Изобретенный примерно на столетие позднее  $Na-S$ -аккумулятор только начинает находить применение как накопитель большого количества энергии. Преимуществом проточного  $Zn-Br_2$ -элемента является его длительный срок службы, а недостатком – громоздкие размеры по сравнению со свинцово-кислотным аккумулятором. Компоненты перечисленных аккумуляторов: алюминат натрия, углерод, свинец, натрий, серная кислота, водный раствор  $ZnBr_2$ ,  $PbO_2$ , цинк, сера, бром. При разрядке образуются сульфат свинца(II), сульфид натрия и бромид цинка(II).  
**a)** Какие вещества являются электроактивными на катоде и аноде, а также какие вещества используются в качестве электролита при разрядке **i)** свинцово-кислотного, **ii)**  $Na-S$ - и **iii)**  $Zn-Br_2$ -аккумулятора?  
**b)** Напишите уравнения реакций, протекающие на катоде и аноде при разрядке **i)** свинцово-кислотного, **ii)**  $Na-S$ - и **iii)**  $Zn-Br_2$ -аккумулятора.  
**c)** Исходя из молярных масс электроактивных веществ оцените, какой аккумулятор имеет наибольшую емкость. **(11)**
6. Коэффициент распределения системы октанол-вода ( $\log P$ ) используют для оценки гидрофильности-гидрофобности веществ; он численно равен десятичному логарифму отношения концентраций данного вещества в октанольном и водном растворах. Для определения коэффициента распределения системы октанол-вода средства защиты растений ТСП (2,4,6-трихлорфенол) в делительной воронке смешали 5,0 мл октанола ( $\rho = 0,824$  г/см<sup>3</sup>) с 5,0 мл воды и прибавили 461 мг вещества ТСП. Смесь взболтали, дали октанольной и водной фазам расслоиться и взяли 1,5 мл водной фазы для дальнейшего анализа. Нашли, что вызванное веществом ТСП поглощение света при длине волны 220 нм равно 0,832 единиц поглощения (AU) на 1 см слоя раствора. Известно, что для 1 М раствора ТСП поглощение при 220 нм равно 8736 (AU) на 1 см слоя раствора. Между поглощением света и концентрацией наблюдается линейная зависимость.  
**a)** Приведите структурную формулу ТСП.  
**b)** Найдите концентрацию ТСП в воде?  
**c)** Чему равна концентрация ТСП в октанол-воде?  
**d)** Чему равно более точное значение  $\log P$  для ТСП в системе октанол-вода?  
**e)** Для аспирина  $\log P$  в системе октанол-вода равен 1,19. Сколько промилле молекул аспирина находится в воде в случае равных объемов растворов? **(10)**