

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.

8 класс

1. а) Преобразуйте единицы: **i)** 235 кг = ... т, **ii)** 0,2 л = ... дм³, **iii)** 1500 кг/м³ = ... г/см³ и **iv)** 6 час = ... мин. (2)
- б) Расположите вещества N₂, CO₂, H₂, HBr в порядке возрастания их молекулярной массы. (1,5)
- в) Каким методом можно отделить **i)** воду от гравия, **ii)** поваренную соль из ее раствора, **iii)** этанол из водки и **iv)** масло из смеси воды и масла. (2)
- д) Даны следующие пары веществ: вода и кислород; угарный газ и вода; алмаз и графит. Какие из приведенных пар веществ являются **i)** аллотропами, **ii)** простыми веществами, **iii)** сложными веществами? (1,5) **7 б**

2. Учитель записал на доске следующие уравнения реакций:

- i)** ...CO + ...O₂ = ...CO₂ **vi)** A + O₂ = CO₂
ii) ...FeSO₄ + ...H₂O = ...FeSO₄·7H₂O **vii)** Na₂O + B = Na₂CO₃
iii) ...Ca(OH)₂ + ...H₃PO₄ = ...Ca₃(PO₄)₂ + ...H₂O **viii)** 2Na + 2H₂O = 2NaOH + C↑
iv) ...Na₂O + ...H₂O = ...NaOH **ix)** CuSO₄ + 5H₂O = D
v) ...K₂Cr₂O₇ = ...K₂CrO₄ + ...Cr₂O₃ + ...O₂↑ **x)** 2E + CO₂ = K₂CO₃ + H₂O
- а) Уравняйте предложенные реакции **i)-v)**. (5)
- б) Какие три из приведенных в уравнениях **i)-v)** веществ при комнатной температуре являются газообразными? (1,5)
- в) Допишите формулы недостающих веществ **A-E** в уравнениях реакций **vi)-x)**. (2,5) **9 б**

3. Март получил задание изучить растворимость поваренной соли (NaCl) в воде. Он определил экспериментально, что при 20 °С растворяется 35,9 г и при 100 °С 39,8 г в 100 г воды.

- а) Сестра Марта простудилась, и врач попросил Марта приготовить для полоскания горла насыщенный раствор NaCl из 250 см³ воды (1,00 г/см³, 20 °С). Сколько ложек NaCl нужно растворить в воде, если масса соли в одной ложке равна 6,0 г? (3)
- б) Март нагрел полученный в пункте **а)** раствор до 100 °С. **i)** Сколько граммов воды нужно выпарить из этого раствора, чтобы он стал насыщенным при 100 °С? **ii)** Какой еще есть способ превратить исходный раствор в насыщенный при 100 °С? (3)
- в) Сколько граммов соли выпадет в осадок, если полученный в пункте **б) i)** насыщенный при 100 °С раствор охладить до 20 °С? (2)
- д) Рассчитайте процентное содержание NaCl в насыщенном при 20 °С растворе. (2) **10 б**

4. При разложении одной молекулы соединения **A** образуется по одной молекуле соединений **B** и **C** (оба состоят из двух элементов, один из них - кислород). Соединение **B** - газ (1,96 г/дм³), в котором содержится один атом элемента **X** на два атома кислорода. Соединение **C** содержит 71,5 % (по массе) элемента **Y**, причем число атомов элемента **Y** составляет 50 % от всего числа атомов, содержащихся в молекуле вещества **C**.

- а) Зная, что в 22,4 дм³ (норм. усл.) любого газа содержится 6,02·10²³ молекул и 1 а.е.м. = 0,166·10⁻²³ г, найдите молекулярную массу **B** и расчетами определите элемент **X**. (5)
- б) Найдите молекулярную массу **C** и расчетами определите элемент **Y**. (3)
- в) Напишите уравнение реакции разложения вещества **A**. (1)
- д) Напишите формулы веществ **A**, **B** и **C**. (3) **12 б**

5. В море бросили стакан (250 см³) сахара. Через какое-то время весь сахар растворился и равномерно распределился в мировом океане. Рассчитайте, сколько молекул сахара попало бы в стакан, если после этого зачерпнуть из моря стакан воды. Предположите, что морская вода содержит только брошенный туда сахар, который за это время не разлагается. Сахар состоит из сахарозы (C₁₂H₂₂O₁₁), плотность которой равна 850 кг/м³. Средняя глубина мирового океана равна 4,0 км (l) и мировой океан покрывает 70 % земной поверхности. Радиус земного шара равен 6400 км (r).

- а) Рассчитайте массу сахара, помещающегося в стакан. (3)
- б) Рассчитайте молекулярную массу C₁₂H₂₂O₁₁, массу одной молекулы C₁₂H₂₂O₁₁ (1 а.е.м. = 0,166·10⁻²³ г) и число молекул сахара в стакане. (3)
- в) Найдите объем мирового океана в кубических метрах (V), если V ≈ 4·π·r²·l. (2)
- д) Найдите число молекул сахарозы в одном кубическом метре и в одном стакане морской воды. (3) **11 б**

6. Минеральная вода "Вярска" содержит многие необходимые организму соли. Соли в минеральной воде распадаются на положительно заряженные (катионы) и отрицательно заряженные ионы (анионы). "Вярска" содержит ионы Cl⁻, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻ и PO₄³⁻.

- а) Сколько протонов, нейтронов и электронов содержится в ионах Mg²⁺ (A_r = 24) и Cl⁻ (A_r = 35)? (3)
- б) Напишите электронные схемы ионов Cl⁻, Na⁺ и Mg²⁺. (3)
- в) В солях сумма зарядов анионов и катионов равна нулю. Ca₃(PO₄)₂ (заряд 0) содержит три иона Ca²⁺ (заряд 3·(+2)=+6) и два иона PO₄³⁻ (заряд -6). Напишите формулы солей, которые ионы Na⁺ и Mg²⁺ образуют с содержащимися в минеральной воде "Вярска" ионами. (3)
- д) Рассчитайте, сколько ионов Na⁺ содержится в электронейтральном растворе, содержащем 4 миллиона ионов K⁺ и 25 миллионов ионов Cl⁻ (2) **11 б**

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.
9 класс**

- 1. а)** Найдите степени окисления (ст.ок.) всех элементов: **i)** NH_4TcO_4 , **ii)** H_2SiF_6 , **iii)** $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ и **iv)** $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, если ст. ок. Н равна I и ст. ок. О –II. (2)
- б)** Среди соединений: H_2S , S, H_2SO_4 , H_2 и O_2 найдите **i)** только окислители (2 шт.), **ii)** только восстановители (2 шт.) и **iii)** вещество, которое может быть как окислителем, так и восстановителем. (1,5)
- в)** Сплавляли 5 г Au и 95 г Ag. Найдите процентное содержание Ag в сплаве. (1)
- д)** Напишите два уравнения реакций, где ст. ок. углерода в соединениях изменяется следующим образом **i)** $\text{C}(\text{O}) \rightarrow \text{C}(\text{II})$ и **ii)** $\text{C}(\text{II}) \rightarrow \text{C}(\text{IV})$. (2)
- е)** Найдите объем 1 моль песчинок (средний объем 1 мм^3), выраженный в кубических километрах. (2,5) **9 6**

- 2.** В лабораторию для анализа принесли железный брусок, который содержит примесь меди. Лаборант получил навеску 762,3 мг опилок данного бруска. Он поместил их в колбу объемом 100,00 см^3 , в которую предварительно налили 23,00 см^3 (1,066 $\text{г}/\text{см}^3$) 10,00 % раствора серной кислоты. Колбу оставили на некоторое время стоять до прекращения реакции (степень окисления Fe изменилась на два). Затем раствор разбавили до 100 см^3 и от полученного раствора взяли 10,00 см^3 раствора, на нейтрализацию которого израсходовалось 23,23 см^3 раствора NaOH (1,00 $\text{г}/\text{см}^3$). Раствор NaOH приготовили растворением 0,412 г NaOH в 100,0 см^3 воды (1,00 $\text{г}/\text{см}^3$).
- а)** Напишите уравнения реакций **i)** Fe + разбавл. $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; **ii)** $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$ (2)
- б)** Рассчитайте процентное содержание NaOH в приготовленном растворе. (1)
- в)** Рассчитайте число моль H_2SO_4 **i)** до и **ii)** после реакции с навеской. (5)
- д)** Найдите процентное содержание примеси в железе. (2) **10 6**

- 3.** Серебристый порошок металла **A** (применяется в сплаве с магнием для изготовления корпусов самолетов) смешали с желтым порошком простого вещества **B**. Полученную смесь подожгли в пламени горелки. Смесь горела на воздухе интенсивным белым искристым пламенем, выделился газ **C** с резким запахом. После сгорания образовалась рыхлая сероватая смесь, состоящая из веществ **D** и **E**. Из сероватой смеси под действием влаги выделяется газ **F** с запахом тухлого яйца и образуется гидроксид **G**. При горении газа **F** образуется газ **C**, а также вода. При дальнейшем окислении газа **C** на Pt-катализаторе получают вещество **H**, которое при реакции с водой образует известную сильную кислоту **I**, концентрированный раствор которой обугливает сахар.
- а)** Напишите формулы и названия веществ **A-I**. (4,5)
- б)** Напишите уравнения реакций: **i)** $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$, **ii)** $\text{A} + \text{O}_2 \rightarrow \text{E}$, **iii)** $\text{B} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}$, **iv)** $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{F} + \text{G}$, **v)** $\text{F} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$, **vi)** $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \text{H}$; **vii)** $\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}$. (7,5) **12 6**

- 4.** Воздух содержит (по объему) 78,08 % N_2 , 20,95 % O_2 , 0,935 % Ar, 0,035 % CO_2 .
- а)** Рассчитайте массу 1,00 дм^3 воздуха, если молярный объем газа (при н.у.)

равен 22,4 $\text{дм}^3/\text{моль}$. (3)

- б)** Исходя из массы 1 л воздуха, рассчитайте его **i)** молярную массу и **ii)** плотность в $\text{г}/\text{л}$ (н.у.). (1)

в) **i)** Исходя из молярной массы CO_2 и молярного объема газа, рассчитайте плотность CO_2 . **ii)** Где в закрытом помещении собирается CO_2 ? Ответ обосновать. (1)

5%-ное (по объему) содержание CO_2 в воздухе считается опасным для жизни человека. Человек выдыхает в течение 2,0 минут 1,0 г CO_2 .

д) Геолог оказался после обвала породы в западне в пещере объемом 15 м^3 . Сколько часов имеется у спасателей для того, чтобы проделать проход в пещеру (н.у.)? Предположить, что в пещере нет газообмена с внешней средой. (3) **8 6**

5. Если представить мир веществ как некую волшебную страну, то класс соединений **A** - это элегантные дамы с едким характером и кислым выражением лица. Они носят легчайшие «сумочки» (у некоторых их больше одной одновременно) и вечно пытаются их вручить всем жителям страны. Класс веществ **B** – очаровательные джентльмены с твёрдым характером. Они ездят на прекрасных «машинах», которых тоже может быть несколько в зависимости от возможностей. Джентльмены всегда хотят помочь дамам, но как только «сумочки» попадают в «машины», превращаются в волшебную жидкость **C**, а дамы и мужчины становятся существами очень разной структуры и цвета (класс веществ **D**). Ещё в этой стране есть маленькие девочки **E**, которые могут быть летучими, напоминать жидкость или камень, каждая из них мечтает стать дамой. Живут там и маленькие мальчики **F** с твёрдым характером, они мечтают стать джентльменами. Чтобы осуществились мечты детей, им необходимо только окунуться в источник с жидкостью **C**.

а) Напишите названия классов **A, B, D, E** и **F**, а также формулу и название **C**. Приведите по примеру для каждого класса веществ (формулу и название). (8)

б) Используя примеры веществ из пункта **а)** напишите уравнения реакций:

i) $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D} + \text{C}$, **ii)** $\text{E} + \text{C} \rightarrow \text{A}$, **iii)** $\text{F} + \text{C} \rightarrow \text{B}$ и **iv)** $\text{E} + \text{F} \rightarrow \text{D}$. (2)

* „Сумочка“ и „машина“ - характерные особенности классов веществ. **10 6**

6. Раствором иод-глицерола дезинфицируют слизистую оболочку. Аптекарь получил заказ приготовить 50,0 см^3 препарата. В рецепте указано, что в 1,00 г раствора глицерола (85,0 % раствор глицерола, 1221 $\text{кг}/\text{м}^3$) нужно растворить 10 мг иода и 20 мг иодида калия.

а) Нужно приготовить 85,0 % раствор глицерола. Рассчитайте, сколько см^3 надо взять **i)** чистого глицерола (1261 $\text{кг}/\text{м}^3$) и воды (1000 $\text{кг}/\text{м}^3$), **ii)** 90,0 % водного раствора глицерола (1235 $\text{кг}/\text{м}^3$) и воды для приготовления раствора. (5)

б) Сколько граммов **i)** иода и **ii)** иодида калия нужно растворить в 85% растворе глицерола? (3)

в) **i)** Рассчитайте процентное содержание иода (I_2) в препарате. **ii)** Чему равно содержание иода, если три капли препарата (1 капля = 0,03 см^3) растворить в стакане воды (250 см^3)? (3) **11 6**

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.
10 класс**

- 1. а)** Какой тип химической связи в молекулах веществ **i)** O_2 ; **ii)** H_2O ; **iii)** Na_2O ? (1,5)
б) Определите степени окисления (ст. ок.) атомов азота и углерода в соединениях: CO , N_2O_5 , CH_3CHO , NH_4NO_2 . (1,5)
в) Какие из приведенных оснований являются **i)** сильными; **ii)** какие слабыми: $Al(OH)_3$, $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $NH_3 \cdot H_2O$, $TiOH$, $Mg(OH)_2$? (3)
г) Радиус какого из катионов в приведенной паре больше: **i)** Al^{3+} и Mg^{2+} , **ii)** Mg^{2+} и Ca^{2+} , **iii)** Fe^{2+} и Fe^{3+} ; **iv)** Na^+ и Ca^{2+} ? (2)
е) Преобразуйте 546 К в значение по шкале Цельсия. (0,5)
ф) Смешивают 50 г 25% раствора и 75 г 50% раствора. Чему равно процентное содержание вещества в полученном растворе? (1,5) **10 б**

- 2.** Глауберова соль встречается в природе в виде минерала мирабилита $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (плотность 1,49 г/см³). Более редок в природе безводный Na_2SO_4 – минерал тенардит, распространённый в местах с засушливыми пустынными зонами. Редкая особенность сульфата натрия – у него наблюдается максимальная растворимость в воде при 32,4 °С (49,8 г Na_2SO_4 точно в 100 г воды). Ниже и выше этой температуры растворимость падает: 4,5 г при 0°С и 42,3 г при 100°С. Ученику в кабинете географии попали в руки образец мирабилита объёмом 20,0 см³ (5,00% примесей по массе) и 7,5 г тенардита (3,5% примесей).
а) Сколько граммов чистого $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ содержится в найденном образце мирабилита? (1)
б) Сколько граммов чистого Na_2SO_4 содержится в обоих минералах вместе? (1,5)
в) Рассчитайте процентное содержание Na_2SO_4 в насыщенном растворе **i)** при 0°С, **ii)** при 32,4°С, **iii)** при 100°С. (1,5)
г) Сколько граммов воды необходимо для приготовления насыщенного раствора из найденного **i)** тенардита, **ii)** мирабилита при 32,4°С? (4) **8 б**

- 3.** Анализируемая проба состоит из смеси бинарных соединений **A** и **B**. Как вещество **A**, так и вещество **B** содержит металл **X**, входящий в состав хлорофилла; при реакции обоих веществ с разбавленной серной кислотой образуется вещество **C** (%**X**) = 20,2). Для определения элемента **X** к пробе, растворенной в серной кислоте, прибавили растворы гидрофосфата натрия, гидрата аммиака и хлорида аммония, в результате чего выпала белая двойная кристаллическая соль **D** (%**X**) = 17,7) и в растворе остался Na_2SO_4 . При гидролизе пробы вещество **B** разлагается на вещество **E** и гидроксид **F**. Количество вещества **E** определили титрованием перманганатом калия в присутствии серной кислоты, в ходе которого образовались сульфаты и кислород.
а) **i)** Найти расчетами символ элемента **X**. **ii)** Напишите формулы и названия веществ **A-F**. (5)
б) Напишите уравнения реакций: **i)** гидролиз **B**, **ii)** $1C + 1Na_2HPO_4 + 1NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$, **iii)** $E + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$. (3)
в) Рассчитайте содержание вещества **B** в 0,2050 г пробы, если на титрование вещества **E** израсходовалось 18,2 см³ 0,0200 М (или моль/дм³) раствора перманганата калия. (3) **11 б**

- 4.** Смесь дигидрата хлорида бария и хлорида калия массой 15,74 г растворили в воде и подвергли электролизу до полного разложения солей. К полученному

раствору прибавили 52,2 см³ раствора серной кислоты (19,6 %, 1,15 г/см³). Для полной нейтрализации полученного раствора израсходовалось 45,7 см³ 1,75 М раствора гидроксида натрия.

- а)** Какие газы и на каких электродах образуются при электролизе данного раствора? (1)
б) Напишите общие уравнения электролиза обеих солей. (2)
в) Рассчитайте **i)** количество серной кислоты (в моль), прореагировавшей с продуктами электролиза; **ii)** процентное содержание солей в смеси. (5) **8 б**

5. Учитель решил продемонстрировать опыт школьникам по теме Ох-Red реакции с использованием окислителя **A** и сахара (катализатором служила серная кислота). Готовясь к уроку, учитель узнал, что окислитель **A** разлагается под действием концентрированной серной кислоты на бинарную соль **B** (%галоген) = 47,55) и газ **C**, отвечающий за дыхание человека. При 500°С вещество **A** разлагается на вещество **B** и соль **D** (ст. ок. галогена = VII), которая при этой температуре может разложиться на вещество **B** и газ **C**. В расплавленном виде соль **A** окисляет даже простое вещество **E** до газа **F**, который выделяется при дыхании, и простое вещество **G** до газа **H**, который выделяется при извержении вулканов. В бинарных продуктах (**F** и **H**) ст. ок. элементов **E** и **G** равны IV.

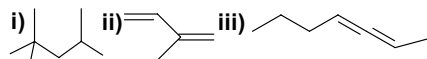
- а)** Напишите формулы веществ **A-H**, тривиальное название **A** и названия **B, C, E-H**. (4)
б) Напишите уравнения реакций разложения соли **A**: **i)** $A \xrightarrow{\text{конц. } H_2SO_4} \dots$, **ii)** $A \xrightarrow{500^\circ C} D + \dots$; **iii)** $D \xrightarrow{500^\circ C} \dots$. (3)
в) Напишите уравнения реакций с простыми веществами **i)** $A + E \rightarrow$ и **ii)** $A + G \rightarrow$; и уравнения: **iii)** горения сахара ($C_{12}H_{22}O_{11}$) **iv)** окисления сахара солью **A**. (4) **11 б**

6. Драгоценные камни изумруд, аквамарин и гелиодор являются представителями минерала **A**; их окраска зависит от примесей металлов. Его отшлифованные кристаллы в античные времена применялись в качестве стекол в очках. В его состав входят кислород, алюминий, металл **B** IIA группы и неметалл **C**, являющийся одним из основных компонентов стекла. **B** реагирует с водными парами только при высокой температуре, в результате выделяется легкий газ **D** и образуется вещество **E**, молярная масса которого в 2,775 раза больше молярной массы **B**. Как **B**, так и **C** реагируют с сильным окислителем **F** (простое вещество, газ); в первом случае образуется соль **G**, во втором – бесцветный бинарный газ **H** (плотность относительно N_2 – 3,71). В реакции **G** с серной кислотой образуется соль **I** и выделяется ядовитое вещество **J**. В реакции **H** с **J** образуется 9-атомная сильная кислота **K** (содержит элемент **C** – 19,49%). У элемента **C** в соединениях **H** и **K** максимальная степень окисления.

- а)** **i)** Определите расчетами металл **B**. **ii)** Напишите формулы веществ **C-K**. (6)
б) Напишите уравнения реакций: **i)** $B + H_2O = D + E$, **ii)** $B + F = G$, **iii)** $C + F = H$, **iv)** $G + H_2SO_4 = I + J$; **iv)** $H + J = K$. (2,5)
в) Найдите в формуле минерала **A** ($B_3Al_2C_xO_{18}$) неизвестный индекс, если все элементы проявляют типичную степень окисления. (1)
г) Самый большой аквамарин, найденный в Бразилии в 1910 г, весил 110 кг. Предположив, что 2 % атомов Al в минерале **A** ($B_3Al_2C_xO_{18}$) замещены на атомы Fe, рассчитайте, сколько кг сульфида железа(II) можно получить из железа, содержащегося в 110 кг аквамарина. $M(A) = 538$ г/моль. (2,5) **12 б**

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.
11 класс

1. а) Нарисуйте возможные валентные состояния атома углерода в органических молекулах. (1,5)



б) Напишите названия соединений: (1,5)
 в) Нарисуйте структурные формулы всех возможных продуктов реакции: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH} + \text{конц. HCl} \rightarrow$. (1,5)
 г) Какое соединение образуется в реакции: **i)** пропана (1 моль) с хлором (1 моль), **ii)** пропена с хлором, **iii)** NaOCH_3 с $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$. (1,5) **6 б**

2. Металл **X** и неметалл **Y** счастливо жили вместе в бинарном соединении **A**. Но их благополучной жизни пришел конец, когда ветром соединение **A** случайно закинуло в раствор разбавленной H_2SO_4 . Металл **X** образовал растворимое ионное соединение **B**, а неметалл **Y** в виде газа **C** улетел из раствора. Новые соседи неметаллу **Y** не понравились, и он решил от них быстро избавиться, слегка окислившись кислородом воздуха в находящейся неподалеку печке. Охладившись, **Y** выбрался оттуда в виде простого твердого вещества. У металла **X** в это время были свои приключения. К подкисленному серной кислотой раствору **B** зашел в гости KMnO_4 и тут же окислил **B** до соединения **D** [степень окисления (ст. ок.) **X** повысилась на единицу]. В гости пригласили KSCN , с которым **D** образовал ярко-красный раствор соединения **E**. Металл **X** захотел найти своего прежнего друга и пожаловался находящемуся в соседней банке гидроксиду натрия. Поймав нужное направление ветра, NaOH вскоре оказался в растворе и вступил в реакцию с соединением **E**, в результате чего образовался бурый осадок **F**. Когда юный химик уронил колбу, **X** выбрался из злополучного раствора. В составе вещества **F** **X** запрыгнул в печку, где **F** разложился на два оксида. Теперь в составе оксида **G** металл **X** встретил в печке старого знакомого CO и попросил восстановить его соединение **G** до простого металла. Наконец, на краю печки он увидел неметалл **Y**, с которым с радостью на горячих кирпичках образовал соединение **A**. Впредь давние друзья решили жить подальше от кислот.

а) Напишите формулы и названия простых веществ **X**, **Y** и соединений **A-G**. (4,5)
 б) Напишите уравнения реакций: **i)** $\text{A} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{B} + \text{C}$, **ii)** $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Y} + \dots$, **iii)** $\text{B} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{D} + \dots + \dots + \dots$, **iv)** $\text{D} + \text{KSCN} \rightarrow \text{E} + \dots$, **v)** $\text{E} + \text{NaOH} \rightarrow \text{F} + \dots$,
vi) $\text{F} \rightarrow \text{G} + \dots$; **vii)** $\text{G} + \text{CO} \rightarrow \text{X} + \dots$; **viii)** $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{A}$. (6,5) **11 б**

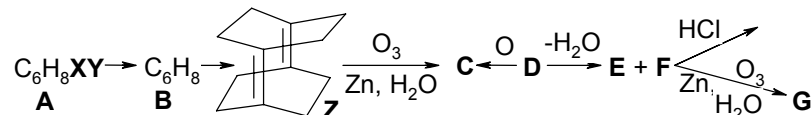
3. Для получения газа **X** в лаборатории применяют в основном два метода. Первый из них заключается в гидролизе веществ **A** или **B**, при этом кроме газа **X** образуется соединения **C** или **D** соответственно. Соединение **A** - трехатомное соединение металла **Y** с углеродом (%C) = 40). Вещество **B** - семиатомное соединение металла **Z** с углеродом (%C) = 25). **A** и **B** - кристаллические вещества, содержащие атомы металла и углерода (ст. ок. C = -IV). Второй способ получения газа **X** - реакция восьмиатомного соединения натрия **E** ($M_r = 82,0$) с NaOH , в которой образуются газ **X** и сода.

а) **i)** Определите расчетами металлы **Y** и **Z**, дайте их названия. **ii)** Напишите формулы и названия веществ **X**, **A-E**. (5)
 б) Напишите уравнения реакций: **i)** $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{X} + \text{C}$, **ii)** $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{X} + \text{D}$; **iii)** $\text{E} + \text{NaOH} \rightarrow \text{X} + \text{сода}$. (3) **8 б**

4. Содержание кислорода в воде определяется иодометрически методом Винклера. Сначала в пробу воды добавляют ионы Mn^{2+} , которые в присутствии щелочи окисляются растворенным в воде кислородом, образуя соединение $\text{MnO}(\text{OH})_2$. Далее полученное соединение в присутствии кислоты реагирует с избытком ионов Mn^{2+} , образуя ионы Mn^{3+} . Затем добавляют иодид-ионы, которые окисляются ионами Mn^{3+} до иода. Образовавшийся иод оттитровывают раствором тиосульфата, в результате чего образуются пероксодисульфат-ионы (ст. ок. S = 2,5). Студент взял из Эмайыги пробу воды объемом 150 см^3 . По методу Винклера на титрование израсходовалось $12,10 \text{ см}^3$ раствора тиосульфата. Для стандартизации используемого раствора предварительно оттитровали $10,00 \text{ см}^3$ подкисленного раствора тиосульфата натрия $11,20 \text{ см}^3$ раствора KJO_3 (380,2 мг/л), при этом образуются ионы I^- и $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$.

а) Напишите уравнения ионных реакций **i)** $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2$, **ii)** $\text{MnO}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mn}^{3+}$, **iii)** $\text{Mn}^{3+} \rightarrow \text{I}_2$, **iv)** $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow$, **v)** стандартизация $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. (5)
 б) Рассчитайте **i)** молярную концентрацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ммоль/дм³) и **ii)** концентрацию растворенного в воде Эмайыги кислорода (мг/дм³). (6) **11 б**

5. Электрохимическим восстановлением соединения **A** (%X) = 18, %Y) = 41), содержащего два одинаковых по размерам цикла, получают соединение **B**, в котором между циклами имеется двойная связь. У соединения **B** имеется уникальное свойство конденсироваться при комнатной температуре в соединение **Z**. Озонолизом **Z** получают соединение **C**, которое образуется также и при окислении **D**. Дегидратацией соединения **D** получают два изомера **E** и **F**. При озонолизе **F** образуется одно, а при озонолизе **E** - два разных органических соединения.



а) **i)** Определите расчетами **X** и **Y**. **ii)** Напишите плоскостные структурные формулы веществ **A-G** и приведите названия веществ **D-F**. (9)
 б) Напишите плоскостные структурные формулы и названия изомеров положения, образующихся при реакции вещества **F** с HCl . (2) **11 б**

6. Кривая титрования - это кривая зависимости pH ($\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$) от объема прибавленной щелочи. При титровании 10 см^3 раствора соляной кислоты $0,1024 \text{ M}$ раствором NaOH получили следующие результаты:

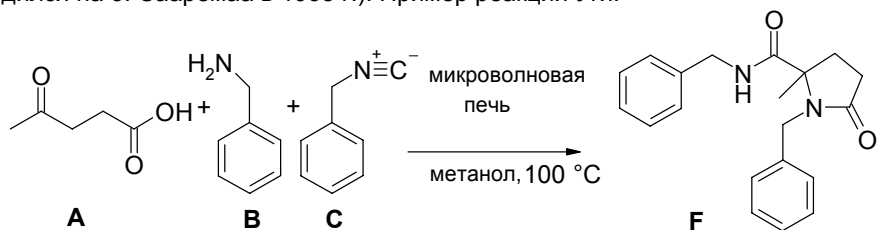
$V(\text{NaOH}) / \text{см}^3$	(i) ...	3,00	7,00	9,50	11,00	11,50	12,00	12,20
pH	0,9024	1,14	1,50	(ii) ...	2,22	2,46	2,98	3,91
$V(\text{NaOH}) / \text{см}^3$	12,23	12,30	12,50	(iii) ...	13,50	15,00	17,00	20,00
pH	7,00	10,53	11,09	11,54	11,74	12,06	(iv) ...	12,42

а) Рассчитайте: **i)** молярную концентрацию кислоты; **ii)** рассчитайте $[\text{OH}^-]$, если $\text{pH} = 7$ и $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}$; **iii)** рассчитайте значения в таблице **(i)-(iv)**. (8,5)
 б) **i)** Нарисуйте кривую титрования (масштаб: 1 единица pH - 1 см, 2 см^3 - 1 см).
ii) Обозначьте на рисунке области (точку), соответствующие кислотной, щелочной и нейтральной среде. (4,5) **13 б**

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.
12 класс

1. **a)** Назовите вещества, которые содержат **i)** карбоксильную группу и аминогруппу, **ii)** аминогруппу и кетогруппу у одного и того же атома углерода. (1)
b) Какие газы выделяются при электролизе водного раствора KOH на катоде и аноде? Приведите уравнения реакций. (2)
c) Какой объем займет газ (н.у.), если 1,0 дм³ жидкого азота (0,81 г/см³) станет газообразным? (1,5)
d) Содержание влаги в 100 кг сырья выросло с 99,00 процентов до 99,75 процентов. Чему равна конечная масса сырья? (1)
e) Дайте название соединения CH₃CH=CHCHClCH₂OH и нарисуйте все его возможные стереоизомеры (4 шт.). (2,5) **8 б**

2. Одним из эффективных методов синтеза биоактивных соединений являются мультикомпонентные реакции, первооткрывателем которых является Ивар Уги (родился на о. Сааремаа в 1935 г.). Пример реакции Уги:



- На первом этапе соединение **B** реагирует с карбонильной группой соединения **A**, образуя воду и продукт **D**, карбоксильная и иминная ($\text{C}=\text{N}^-\text{R}$) группы которого в реакции с соединением **C** образуют соединение **E**. В состав соединения **E** входит шестичленный цикл, одним из атомов которого является кислород. В результате перегруппировки из соединения **E** образуется соединение **F**: разрывается связь C-O, возникает связь C-N и шестичленный цикл превращается в пятичленный.
- a)** Напишите названия соединений **A** и **B**. (2)
b) Какой из атомов углерода соединения **A** (карбонильный или карбоксильный) является карбонильным углеродом в пятичленном цикле соединения **F**? (1)
c) Нарисуйте графические структурные формулы соединений **D** и **E**. (4) **7 б**

3. Число случаев заражения ВИЧ значительно выше в районах Африки с низким содержанием элемента **A** в почве. В организме человека неметалл **A** незаменим для функционирования некоторых важнейших ферментов. Неметалл **A** получают из отходов производства меди, в которых содержится Cu**A**. При обжиге Cu**A** с содой в избытке кислорода образуется черный оксид **B**, газ **C** (способствует возникновению парникового эффекта) и соединение **D**. Соединение **D** является солью двухпротонной оксокислоты **E**. В соли **D** центральным атомом является **A** и его степень окисления (ст.ок.) равна IV. Содержание элемента **A** по массе в кислоте **E** на 5,8 % больше, чем в Cu**A**. В отсутствие соды при обжиге Cu**A** образуются оксид **B** и бинарное вещество **F**, которое является оксидом, соответствующим кислоте **E**. Кислота **E** образуется при обработке соли **D** раствором H₂SO₄. При пропускании SO₂ через раствор **E** осаждается красный порошок чистого простого вещества **A**. При окислении кислоты **E** 30% раствором H₂O₂ образуется сильная двухпротонная кислота **G** (ст.ок. **A** = VI).
- a)** **i)** Нарисуйте плоскостную структурную формулу кислоты **E** и **ii)** определите расчетами элемент **A**. (3)

- b)** Напишите формулы и названия соединений **B–G**. (6)
c) Напишите уравнения реакций **i)** Cu**A** + сода + O₂ → **B** + **C** + **D**, **ii)** Cu**A** + O₂ → **B** + **F**, **iii)** **D** + H₂SO₄ → **E**, **iv)** **E** + SO₂ + H₂O → **A** + H₂SO₄, **v)** **E** + H₂O₂ → **G** + H₂O. (5) **14б**

4. Для украшения большого зала Хогвартса к Новому году Гарри Поттеру поручили приготовить «золотой дождь». Спустившись в лабораторию, Гарри достал из шкафа бинарную соль **G** металла **A** I группы [%(**A**) по массе = 23,5]. Металл **A** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет. Кроме этого он взял органическую соль **H** металла **C**, которую получают реакцией (i) оксида I металла **C** (%(**C**) = 92,83) с раствором кислоты **J**, использовавшейся на кухне в Хогвартсе. Смешав между собой растворы солей **G** и **H**, юный маг получил в колбе «золотой дождь» **K** (ii). В это время сзади показался Малфой. Он выхватил у Гарри колбу и бросился бежать. Малфой бросил Поттеру под ноги наполненные черным веществом **L** пластиковые шарики, издававшие при ударе о каменный пол громкий хлопок, выделялся двухатомный газ **D₂ (плотность по воздуху 0,97), и показались фиолетовые пары вещества **B₂ (iii). Раствор **B₂ продают в аптеках. Показавшаяся в лаборатории Гермиона сразу поняла, что случилось: она выхватила колбу у Малфоя и, взмахнув волшебной палочкой, выпустила сноп капелек легколетучего бинарного жидкого вещества **M**, образовавшего в воздухе искусственный туман. Часть тумана, гидролизуясь (iv) в сыром помещении подземелья, образовало твердый оксид **N** металла **E** (%(**E**) = 59,95) и двухатомную кислоту **O**. В другую часть тумана Гарри направил из волшебной палочки поток газа **P**, являющегося характерным продуктом реакции (v) **A** с водой. В результате (vi) получилось **O** и четырехатомное фиолетовое вещество **F** (%(**E**) = 31). Вещества **M** и **F** имеют одинаковый качественный состав, но отличаются степенью окисления.******

a) Найдите расчетами формулы веществ **A**, **B₂, **C**, **D₂, **E** и **F–P**; дайте их названия. (7)
b) Напишите уравнения реакций **i)–vi)**. (6) **13 б******

5. Болезнь Паркинсона - нарушение нейромоторики, которое связывают с недостатком дофамина (**DA**) в черном веществе мозга. Исходным веществом для получения **DA** (4-(2-аминоэтил)бензен-1,2-диол) является аминокислота тирозин (**Y**), из которой в организме человека в ходе двухэтапного энзимокаталитического синтеза образуется **DA**. На первом этапе катализатором является энзим гидроксилаза тирозина и на втором - **DOPA** декарбоксилаза.
- a)** Напишите схему: $\text{Y} \xrightarrow{\text{гидроксилаза тирозина}} \text{L} - \text{DOPA} \xrightarrow{\text{DOPA декарбоксилаза}} \text{DA}$ соответствующими структурными формулами и приведите номенклатурные названия **Y** и **L-DOPA**. (5)
b) Нарисуйте стереоформулы S-изомеров всех имеющих хиральный центр веществ. (3) **8б**

6. Гидросульфид аммония является неустойчивым соединением и при умеренном нагревании разлагается: $\text{NH}_4\text{HS(тв)} \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{S}(\text{г})$. Энтальпии образования NH₄HS(тв), NH₃(г) и H₂S(г) соответственно равны: -157,0, -45,9 и -20,4 кДж/моль.
- a)** Уменьшается ли доля NH₄HS(тв) в равновесной смеси **i)** при повышении общего давления, **ii)** при прибавлении NH₃? (2)
b) **i)** Найдите энтальпию реакции. **ii)** Как изменением температуры можно подавить разложение NH₄HS? (2)
c) 50,0 г NH₄HS медленно нагрели до 40 °С в замкнутом сосуде объемом 15 л (предварительно вакуумированном). Для установившегося в системе равновесия рассчитать **i)** общее давление газа и **ii)** массу неразложившейся твердой соли. $K_p = p(\text{NH}_3) \cdot p(\text{H}_2\text{S}) = 6,2 \cdot 10^9 \text{ Па}^2$ $pV = nRT$ [$R = 8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$] (6) **10 б**