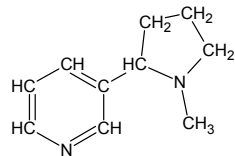


**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2011/2012 г.
8 класс**

1. Никотин является растительным ядом, присутствующим в табаке. Его структурная формула приводится справа.



- a) Напишите брутто-формулу молекулы никотина в виде $C_xH_yN_z$.
- b) Рассчитайте молекулярную массу никотина.
- c) Рассчитайте процентное содержание азота (по массе) в никотине.
- d) Напишите уравнение реакции полного сгорания никотина, расставьте коэффициенты. (8)

2. Напишите следующие уравнение реакций, подобрав химически правильные индексы (коэффициенты уже расставлены):

- a) $N_ + 3H_ \rightarrow 2NH_$
- b) $C_H_O_ + 6O_ \rightarrow 6CO_ + 6H_O$
- c) $CuSO_ + Ca(OH)_ \rightarrow CaSO_ + Cu(OH)_$
- d) $5K_SO_ + 2KMnO_ + 3H_SO_ \rightarrow 6K_SO_ + 2MnSO_ + 3H_O$ (8)

3. Тест.

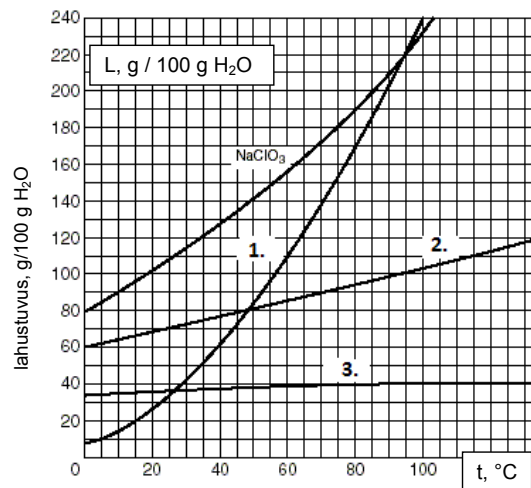
- a) Какой из приведенных элементов занимает второе место по распространенности во Вселенной: H, He, O, N, Si.
- b) Какой из приведенных элементов занимает второе место по распространенности в земной коре: H, He, O, N, Si.
- c) Каждой химической формуле вещества выберите соответствующее тривиальное название из приведенных.
Химические формулы: NaCl, NaHCO₃, K₂CO₃, Ca(OH)₂, N₂O, CO.
Тривиальные названия: поташ, угарный газ, пищевая сода, поваренная соль, веселящий газ, гашеная известь.
- d) X - элемент с самой низкой молярной массой, атом которого для заполнения внешней оболочки должен присоединить 2 электрона. Определите i) элемент X, ii) номер группы и периода элемента X в периодической таблице. iii) Сколько электронов содержится в ионе, образовавшемся из атома X?
- e) Преобразуйте: i) 30 г = кг, ii) 50 г/см³ = т/дм³, iii) 365 суток = мин, iv) 0,4 г/ммоль = кг/моль. (13,5)

4. Приводятся графики растворимости четырех солей. На оси x дана температура и на оси y - растворимость соли в 100 г растворителя (в данном случае это вода). Ответьте на вопросы, используя график.

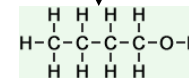
- a) На графике приводятся кривые растворимости трех неизвестных солей. Укажите, какой соли соответствует какая кривая, с учетом следующей информации:
растворимость хлорида натрия (NaCl) с ростом температуры практически не меняется;

растворимость бромида калия (KBr) при 70°C ниже, чем растворимость нитрата калия (KNO₃) при той же температуре.

- b) Сколько граммов нитрата калия можно растворить в 200 г воды при 70°C?
- c) Если к 100 граммам воды при 50°C прибавить 100 г бромида калия, то растворится ли вся соль или часть останется в осадке? Если часть соли не растворится, то на сколько градусов надо повысить температуру раствора, чтобы вся соль растворилась? (10)



5. Спирты - органические соединения, в которых имеются гидроксильные группы (-OH). Спирт с четырьмя атомами углерода называют бутанолом (C₄H₉-OH), с пятью - пентанолом (C₅H₁₁-OH), с шестью - гексанолом и семью - гептанолом.



- a) По аналогии с бутанолом, нарисуйте гексанол и гептанол с прямыми (неразветвленными) цепями.
- b) Рассчитайте процентное содержание (по массе) кислорода в молекулах бутанола, пентанола, гексанола и гептанола.
- c) Нарисуйте график растворимости четырех приведенных спиртов (ось y) в зависимости от содержания в них кислорода (ось x). Какой вывод можно сделать о растворимости спиртов с еще более длинной углеродной цепью (8 и более углеродов).

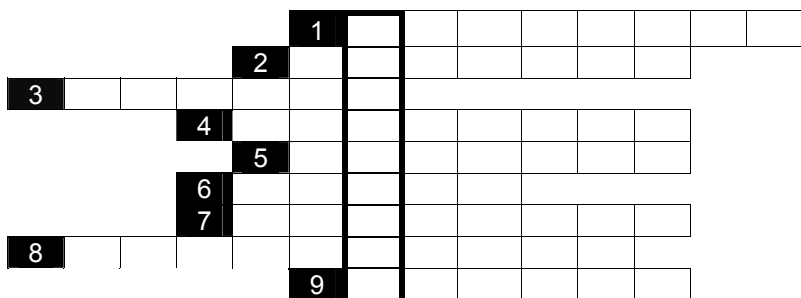
	бутанол	пентанол	гексанол	гептанол
Растворимость, г/л H ₂ O	63,2	22,0	5,9	0,35

(10,5)

6. Напишите названия химической посуды 1...13 в соответствующие строки в кроссворде. Если название состоит из нескольких слов, то их следует писать слитно. В вертикальном столбце, отмеченном стрелкой, должен получиться ответ на вопрос: «К какому разделу наук относится химия?»

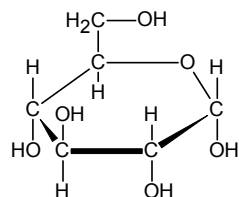
Задачи регионального тура олимпиады по химии 2011/2012 г.
9 класс

1. Решите кроссворд, записав ответы справа от цифр.



1. Наименьшая частица вещества, которая сохраняет свойства данного химического соединения; состоит из атомов.
2. Химический процесс, в ходе которого из молекул одного вещества образуются новые вещества.
3. C_3H_8 - алкан, содержащийся в природном газе.
4. Химическая реакция, протекающая между водой и ионами, образовавшимися в ходе диссоциации соли.
5. Химические элементы, выступающие в химических реакциях только в качестве восстановителей.
6. Биополимер, состоящий из аминокислот.
7. Элементарная частица, имеющая отрицательный заряд.
8. ...оксид – оксид, которому характерны как кислотные, так и основные свойства.
9. ^{83}Bi

2. Глюкоза, структурная формула которой приводится на рисунке, является непосредственным источником энергии в организме человека. В среднем у человека 5 литров крови, в которой концентрация глюкозы равна 5,5 мМ.



- а) Напишите брутто-формулу глюкозы и рассчитайте ее молярную массу.
- б) Найдите процентное содержание (по массе) всех элементов, входящих в состав молекулы глюкозы.
- в) Определите степени окисления атомов углерода в глюкозе.
- д) Рассчитайте среднее значение массы глюкозы, содержащейся в крови человека.

14,5 б

8,5 б

3. Для определения молярной массы легколетучей жидкости провели следующий опыт. Пробирку полностью заполнили парами изучаемой жидкости. Пробирку закрыли фольгой, охладили до конденсации паров и взвесили, получив массу 7,5356 г. Суммарный вес пустой пробирки и

фольги был 7,5228 г. Для определения объема пробирки ее заполнили водой и взвесили – получили 16,1228 г (вместе с фольгой). Известно, что $pV = nRT$, где $R = 0,08206 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$.

- а) Определите объем пробирки (при условии, что $\rho_{\text{вода}} = 1,000 \text{ г/см}^3$).
- б) Найдите, сколько молей паров легколетучей жидкости содержалось в пробирке. Рассчитайте молярную массу жидкости. Предположите, что температура паров равнялась температуре кипения соответствующей жидкости (42 °С) и атмосферное давление было 750 торр.

7 б

4. Для определения процентного содержания металлов **A** и **B** в мессинге к 5,000 г измельченного сплава прибавили соляной кислоты. В реакции выделилось 0,616 л (н.у.) двухатомного горючего газа **C**. Нерастворившийся металл **B** отделили и взвесили (3,200 г), к нему прибавили разбавленной азотной кислоты и нагрели. Выделился трехатомный негорючий бурый газ **D** и раствор окрасился в синий цвет.

- а) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **C** и **D**.
- б) Закончите уравнения реакций:
 - i) $A + HCl \rightarrow C + \dots$
 - ii) $B + HNO_3 \xrightarrow{t} D + \dots + \dots$
- в) Рассчитайте процентное содержание металлов в сплаве.

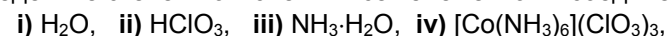
12 б

5. Паула получила задание синтезировать 5,00 г соединения YAG ($Y_3Al_5O_{12}$). Для этого нужно было смешать в правильном соотношении порошки Y_2O_3 и Al_2O_3 и нагреть смесь в печи. Паула знала, что потери порошка на разных этапах синтеза составляют 20,0% (например, часть останется на стенках посуды).

- а) Паула ошибочно решила, что приведенные в формуле YAG молярные соотношения Y^{3+} и Al^{3+} (3:5) являются отношениями массы и использовала их в расчетах массы оксидов. Определите, сколько граммов каждого оксида взвесила Паула. Имейте в виду, что учитывая потери в 20%, Паула взвесила оксидов больше, чтобы в ходе синтеза получить 5,00 г YAG.
- б) К счастью, Паула обнаружила свою ошибку еще до нагревания смеси порошков. Который из оксидов и сколько граммов его Паула должна дополнительно взвесить, чтобы получить стехиометрическую смесь для приготовления YAG?
- в) Сколько граммов порошка YAG получила Паула, если она использовала полученную стехиометрическую смесь для синтеза порошка YAG (учтите потери)?

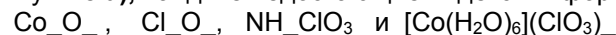
10 б

6. а) Определите степени окисления всех элементов в соединениях:



если каждый элемент имеет только одну определенную степень окисления.

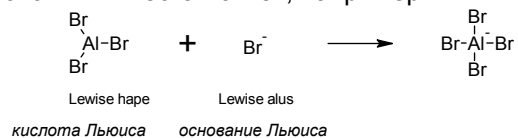
- б) При условии, что степени окисления элементов такие же, что и в пункте а), найдите недостающие индексы в формулах:



8 б

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2011/2012 г.
10 класс**

1. Кислоты и основания обычно рассматриваются как соответственно доноры и акцепторы протонов. В 1923 г. Гилберт Ньютон Льюис предложил альтернативную теорию, по которой кислота - химическое соединение, имеющее свободную орбиталь и выступающее акцептором электронной пары, а основание является донором электронной пары. В реакции кислоты и основания Льюиса за счет свободной электронной пары и орбитали образуется новая химическая связь, например:

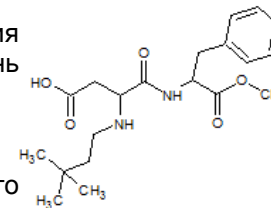


- a) Исходя из теории Льюиса, какие из приведенных соединений являются кислотами и какие основаниями?
 i) $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}^+$ ii) NH_3 iii) H^+ iv) BH_3 v) H_2O vi) OH^- vii) NH_4^+
- b) Какая реакция происходит при полной диссоциации MgCl_2 в водном растворе (координационное число магния равно 6)? Что происходит при добавлении в данный раствор нашатырного спирта? Напишите уравнения реакций.
- c) Кислоты Льюиса используются в органической химии в качестве катализаторов, напр. в реакции алкилирования Фриделя-Крафтса. Какая реакция происходит между CH_3Cl и AlCl_3 ? Почему AlCl_3 ускоряет дальнейшую реакцию? (7)
2. Соединение **A** имеет сильный запах и при вдыхании стимулирует нервную систему, поэтому его используют при обмороках. При употреблении вовнутрь оно вызывает воспаление гортани и пищевода. При горении соединения **A** в чистом кислороде образуются соединения **B** и **C** (реакция 1). Если реакция горения проходит в присутствии Pt-катализатора (реакция 2), то вместо **B** образуется бинарный газ **D**, который в 15 раз плотнее H_2 ; абсолютные значения степеней окисления образующих его элементов равны. Лакмусовая бумага окрашивается в синий цвет под воздействием соединения **A**. При реакции **A** с углекислотой образуется в зависимости от соотношения исходных веществ соль **E** (реакция 3) или соль **F** (реакция 4). Водный раствор соли **F** более кислотный, чем раствор соли **E**. Соединение **A** может реагировать и с органическими кислотами, например с уксусной (этановой) кислотой, образуя соединение **G** (реакция 5).
- a) Напишите формулы и названия соединений **A-G**.
 b) Напишите уравнения описанных реакций (5 шт.), расставив коэффициенты. (8,5)
3. Раствор соединения **X** по каплям прибавляли к разбавленному раствору серной кислоты до прекращения реакции. Продуктами реакции были бесцветный газ **Y** и почти бесцветный водный раствор соединения **Z** (реакция 1). При 25 °C и 1013 гПа объем **Y** равен 0,211 л и масса - 0,38 г.

Раствор соединения **Z** разбавили дистиллированной водой до 100 мл. На титрование полученного раствора израсходовалось 43,15 мл 0,020 М раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой (реакция 2). К раствору соединения **Z** прибавили подкисленный раствор перекиси водорода, в результате окраска раствора стала желтой (реакция 3). В образовавшемся растворе можно доказать наличие ионов металла, прибавив к нему раствор желтой кровяной соли – в результате образуется синий раствор (реакция 4).

- a) Расчетами определите молярную массу газа **Y**.
 b) Напишите формулы соединений **X-Z** и уравнения проходивших реакций.
 c) Рассчитайте массу **X**. (12,5)

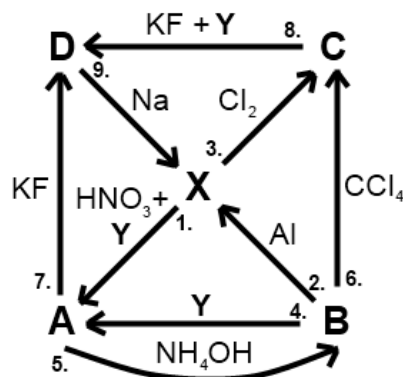
4. На рисунке приводится формула соединения неотама (E961) - заменителя сахара с очень интенсивным сладким вкусом.



- a) Найдите брутто-формулу неотама.
 b) Рассчитайте молярную массу неотама.
 c) Для получения такого же сладкого прохладительного напитка, в котором содержание сахара (сахарозы) равно 100 г/л, нужно взять всего 0,044 мМ неотама. Во сколько раз меньшую массу неотама по сравнению с сахаром нужно взять для приготовления напитка, такого же по интенсивности сладости?
 d) На сколько кг снизилось бы потребление сахара человеком в год, если в прохладительных напитках сахар был бы заменен на неотам? Предположите, что человек в день потребляет 0,50 л прохладительного напитка.
 e) Соответствует ли приведенная на рисунке структурная формула только одному соединению или нескольким разным соединениям? (7)
5. К потоку воздуха, имеющему скорость A м³/час и содержащему 330 ppm CO_2 , прибавляют чистый CO_2 со скоростью 10 кг/час. 10 литров образовавшейся газовой смеси пропускают через 20 см³ ($\rho=1,02$ г/см³) 5% раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$, при этом образуется 0,40 г белого осадка.
- a) Приведите формулу и название образовавшегося осадка; напишите уравнение протекавшей реакции.
 b) Рассчитайте содержание CO_2 в образовавшейся смеси (%объемн) при н.у. (молярный объем газов равен 22,4 л/моль).
 c) Чему равна скорость потока воздуха A (м³/час)? (13)
6. Напишите уравнения реакций, где:
- a) в реакции двух водных растворов выделяется газ,
 b) в реакции водного раствора с газом образуется осадок,
 c) в реакции жидкого вещества с твердым выделяется газ,
 d) в реакции газообразных веществ образуется твердое вещество,
 e) исходные вещества и продукты находятся в газообразном состоянии,
 f) в реакции разложения твердого вещества не остается твердого остатка,
 g) в реакции твердого вещества с газом не остается твердого остатка,
 h) при сливании двух водных растворов образуются осадки двух веществ.
 Состояния веществ даны при комнатной температуре и нормальном давлении, но реакции могут проходить и в других условиях. (12)

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2011/2012 г.
11 класс

1. На рисунке приводится схема реакций элемента **X** и его соединений. Переходный металл **X** очень устойчив по отношению к кислотам и их смесям. Единственной кислотой, которая реагирует с данным простым веществом, является минеральная кислота **Y**. Соединение **B** содержит 81,9 % (по массе) элемента **X**. **A** – комплексная кислота; **D** – соль данной кислоты. Во всех соединениях у элемента **X** одна и та же степень окисления. В реакции 1. HNO_3 восстанавливается до NO . В реакции 6. образуется планарное соединение углерода.



- a) Определите элемент **X** и соединение **Y**.
 b) Напишите уравнения реакций 1-9 и расставьте коэффициенты. (11)

2. Ионными жидкостями называют соли, находящиеся в жидком состоянии. Низкотемпературные ионные жидкости часто состоят из органического катиона и комплексного аниона. Ионные жидкости являются альтернативой обычным полярным и неполярным растворителям. В ионных жидкостях можно проводить различные реакции, их можно использовать в качестве электролита в аккумуляторах и для хранения опасных газов в промышленности.

Молярная масса одной распространенной ионной жидкости равна 284 г/моль. Брутто-формула его катиона $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{N}_2^+$, анионом является однозарядное бинарное комплексное соединение, центральный атом которого располагается в VA группе. В катионе ионной жидкости две неразветвленные насыщенные алкильные группы связаны с двумя атомами азотами, расположенными в пятичленном цикле.

a) Напишите все возможные графические структуры катиона и определите формулу аниона. Какие структуры подходят при условии, что положительный заряд из-за конъюгационного эффекта «размазан» между тремя атомами.

Из-за гигроскопичности и гидролиза аниона данную ионную жидкость невозможно хранить в стеклянной посуде.

b) Напишите уравнение гидролиза аниона по первой ступени и реакции взаимодействия продукта гидролиза со стеклом (SiO_2).

В составе стекла содержится достаточно много одного очень распространенного оксида металла. Данный оксид быстро реагирует с комплексным продуктом предыдущей реакции. Соединения данного металла окрашивают пламя газовой горелки в оранжевый цвет.

c) Напишите уравнения последней реакции и название продукта реакции. (11)

3. Содержание хлора в монохлоралкане равно 33,26 % (по массе).

- a) Определите рачетами брутто-формулу хлоралкана.
 b) Нарисуйте все структурные изомеры хлоралкана и обозначьте в них центры асимметрии.
 c) Приведите название изомера, в котором центр асимметрии наиболее удален от гетероатома. (8)

4. Металл **X** горит ослепительным пламенем; раньше этим пользовались для освещения при фотосъёмках. При горении **X** образуется основной оксид **A**. Порошок **X** при нагревании медленно реагирует с водой, образуя самый легкий газ **B** и двухосновный гидроксид **C**.

Металл **X** может также реагировать с алкилгалогенидами, образуя реактив Гриньяра.

Гидрокарбонаты металла **X** и металла **D** вызывают временную жесткость воды. В соединениях металл **D** обычно имеет степень окисления +II и реагирует с водой аналогично металлу **X**. Атомные массы металлов отличаются на 16 а.е.м. При кипячении раствора гидрокарбоната металла **D** (вещество **E**) жесткость воды уменьшается за счет образования осадка соли **F**. Данную реакцию используют для пропитки досок и бревен. При нагревании **D** с азотом образуется вещество **G**, которое в реакции с водой дает резко пахнущий газ **H**, входящий в состав нашатырного спирта.

- a) Определите вещества **X**, **A-H**.
 b) Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты:
 i) горение металла **X**; ii) $\text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C} + \text{B}$; iii) $\text{RCl} + \text{X} \rightarrow$ реактив Гриньяра;
 iv) $\text{E} \rightarrow \text{F}$; v) $\text{D} + \text{N}_2 \rightarrow \text{G}$; vi) $\text{G} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}$ (9)

5. Студент получил задание синтезировать соль **A**. Для этого он взял простые вещества элементов **X** и **Y**, осторожно их смешал и нагрел до расплавления смеси. При охлаждении смеси образовался сплав, на поверхности среза которого были видны фиолетовые звездочки. Если кусочек данного сплава поместить в воду, то происходит энергичная реакция и над сосудом образуется фиолетовый газ **B** (раствор вещества **B** в этаноле используют как дезинфицирующий). В растворе остается вещество **C**; если данный раствор оставить стоять на воздухе, то его pH уменьшится из-за образования вещества **D**. При сжигании кусочка сплава образуется смесь веществ **E** и **F** (в веществе **F** содержание элемента **X** 74,2%) и вещество **B**. При растворении полученной смеси в воде снова образуется раствор вещества **C** и бесцветный газ **G**. Соль **A** можно получить и в реакции вещества **C** с бинарным соединением **H**.

- a) Определите расчетами формулу вещества **F**, идентифицируйте элемент **X**.
 b) Напишите формулы и названия веществ **A-H** и элемента **Y**.
 c) Напишите уравнения всех приведенных реакций.
 d) Что произойдет, если исходную смесь нагреть выше 150 °С? (8)

6. 7,50 г ненасыщенного углеводорода **A**, который содержал не реагирующие примеси, прореагировало с бромной водой до обесцвечивания. Образовавшееся в реакции соединение **B** полностью гидролизовали раствором NaOH . В результате образовалось 10,4 г гликоля (вещество **C**), в котором 30,77% (по массе) кислорода. Гликоли – спирты, содержащие две гидроксильные группы.

- a) Определите расчетами брутто-формулу вещества **C**. Напишите брутто-формулы и названия веществ **A-C**.
 b) Нарисуйте структурные формулы изомеров, соответствующих веществу **A**.
 c) Для одного изомера напишите уравнения происходивших реакций (2 шт).
 d) Рассчитайте, сколько процентов примесей содержалось в изучаемом углеводороде, если выход приведенных реакций равен 100%. (13)

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2011/2012 г.
12 класс

1. Силикаты - это соли кремниевой кислоты, которые образуют примерно 90% земной коры. Существование более 800 разных минералов возможно благодаря разнообразию различных комбинаций из фрагментов SiO_4 .



Силикаты различают по структуре анионов:

A - островные силикаты (тетраэдры) – $[\text{SiO}_4]^{4-}$, {оливин};

B - гантелевидные силикаты (сдвоенные тетраэдры) – $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ {эпидот};

C - кольцевые силикаты (циклические) – $[\text{Si}_n\text{O}_{3n}]^{6-}$, {берилл};

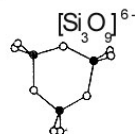
D - цепочечные силикаты (обособленная цепочка) – $[\text{Si}_n\text{O}_{3n}]^{4-}$, {пироксены};

E - цепочечные силикаты (сдвоенная цепочка) – $[\text{Si}_{4n}\text{O}_{11n}]^{8-}$, {амфиболы};

F - листовые силикаты (слоистые) – $[\text{Si}_2n\text{O}_{5n}]^{4-}$, {слюды};

G - каркасные силикаты (трехмерные каркасы) – $[\text{Al}_n\text{Si}_m\text{O}_{2(n+m)}]^{6-}$, {кварц, полевой шпат, цеолиты}.

В силикатах степень окисления кремния равна **+IV**, кислорода **-II**; каждый атом кремния окружен четырьмя тетраэдрически расположенными атомами кислорода. На рисунке приводятся структуры одного каркасного и одного кольцевого силикатов.



- а) Запишите числом или выразите через значение n заряды анионов **A–G**.
 б) Нарисуйте структуры анионов **A–F** или структурные фрагменты, если $n = 4$ (только для **E** $n = 2$). Подсказка: силикаты **C–F** - неорганические полимеры.
 в) Определите, к какому типу (или к каким типам) силикатов относятся:
 i) $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, ii) $\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7$, iii) Na_2SiO_3 , iv) Na_4SiO_4 , v) $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

(12 б)

2. Растворы, которые могут поддерживать постоянное значение pH при добавлении небольших количеств оснований или кислот, называются буферными. Буферная емкость выражает количество кислоты или основания, которое нужно прибавить к буферному раствору для изменения значения pH на одну единицу. Буферная емкость крови человека и внеклеточной жидкости равна соответственно **39** и **16 ммоль/л**; значение pH в них равно **7,4**. Общий объем крови у Пети составляет **5** литров, внеклеточной жидкости **15** литров. Ионы водорода беспрепятственно движутся между этими жидкостями.

- а) Пете нравится огуречный рассол со значением **pH=3**, но он опасается, что потребление рассола сделает его кровь более кислой. i) Какой объем огуречного рассола должен Петя выпить, чтобы значение pH в его крови изменилось на **0,1** единиц pH? Предположите, что вся кислота впиталась через желудок. ii) Сколько ионов H^+ и OH^- содержится в рассчитанном объеме огуречного рассола?

- б) Чему равнялось бы значение pH крови Пети после выпитого объема рассола, если бы кровь и внеклеточная жидкость не обладали бы буферными свойствами? Предположите, что кислотность распределяется равномерно по всем жидкостям. Диссоциацию воды не учитывать.

- в) Буферная способность крови обусловлена в основном карбонатной буферной системой с компонентами: (растворенный) $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$. Объясните, как изменяется дыхание человека, если кровь становится более кислой: ускоряется или замедляется. (8)

3. Хлорид фениламмония можно синтезировать, исходя только из неорганических исходных веществ. Для этого нагревают вещество **A**, являющееся основным компонентом алмаза, и вещество **B**, которое можно получить нагреванием известняка до **800 °C**. Полученное вещество **C** содержит **37,5%** углерода. Прибавив к веществу **C** воды, получим газ **D**, который является простейшим алкином. При тримеризации вещества **D** образуется жидкость **E**, которая в реакции электрофильного замещения взаимодействует с сильной минеральной кислотой **F**, образуя вещество **G**. Центральный атом сильной минеральной кислоты имеет степень окисления **V**. При восстановлении **G** атомарным водородом получают вещество **H**. **H** образует с хлороводородной кислотой соль, которая и является хлоридом фениламмония.

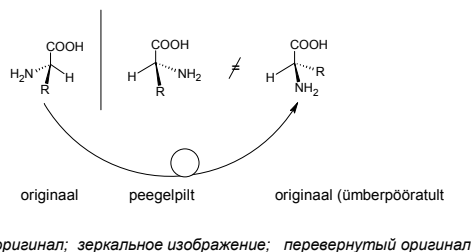
- а) Напишите формулы и названия соединений **A–H**.
 б) Напишите: i) уравнение реакции образования вещества **B** из известняка и ii) схему реакций **A** → хлорид фениламмония, указав условия реакций.
 в) Как можно получить атомарный водород, необходимый для реакции **G** → **H**? (8)

4. В электромобилях используют литий-ионные аккумуляторы. Для того, чтобы аккумулятор можно было многократно перезаряжать, (-)электродом служит графит, в который проникает при зарядке максимально один атом лития на каждые шесть атомов углерода. Большое количество углерода является балластом и от этого хотят избавиться. Недавно было открыто, что вместо графита можно использовать кремний, с которым литий образует соединение Li_4Si .

- а) Напишите уравнения реакций, протекающих при разрядке Li-аккумулятора на (-) и (+) электродах, если (+)электрод состоит из соединения $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ (для упрощения предположите, что в заряженном аккумуляторе $x=1$) и что (-) электрод состоит из LiC_6 . Какой электрод является катодом и какой - анодом при разрядке и зарядке?
 б) Напишите уравнение реакции, протекающей на (-)электроде, если вместо графита берется кремний.
 в) Типичный **16 кВт**-ный аккумулятор электромобиля весит **200 кг**. Его **88** элементов суммарно дают напряжение **330 В**. i) Рассчитайте, сколько кг

электроактивного лития содержится в данном аккумуляторе (кроме того, ионы **Li** содержатся и в растворе) и **ii**) на сколько кг легче станет данный аккумулятор, если в нем графит заменить на кремний ($F=96485 \text{ Кл/моль}$). (7)

5. Паук-крестовик (*Araneus diadematus*), один из самых известных в Эстонии пауков, плетущих паутину, каждый день делает кругобразную сеть, в углу которой находится гнездо. До того, как сплести новую сеть, паук съедает старую, так как в паутине содержится фиброин, который нужно использовать. Фиброин - белок, в составе которого



много остатков двух аминокислот. Про них известно следующее: аминокислота **A** не является хиральной и молекулярная масса аминокислоты **B** на **14** больше, чем у **A**. Аминокислота является хиральной, если ее зеркальное изображение и оригинал не идентичны, а соотносятся, как правая и левая рука.

- Идентифицируйте аминокислоты **A** и **B**. Приведите их номенклатурные и биохимические названия.
- Нарисуйте планарные структурные формулы молекул **A** и **B**, а также их цвиттер-ионов.
- Сколько разных дипептидов можно образовать из данных аминокислот?
- Нарисуйте структурную формулу одного возможного дипептида и обозначьте в нем пептидную связь.

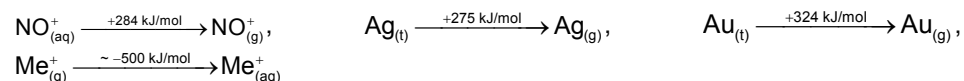
Предположим, что фиброин образует **75%** массы паутины и содержание в фиброине аминокислоты **A** равно **20%** (по массе), аминокислоты **B** - **40%**.

- Сколько времени требуется пауку для плетения **0,20 г** паутины, если "производство" аминокислоты **A** является самой медленной стадией ($4,27 \cdot 10^{-8} \text{ моль/с}$)? (6)

6. Растворение драгоценных металлов издавна интересовало химиков. В начале современной эпохи в Китае открыли метод растворения золота, свинца и серебра, в котором используется раствор селитры (KNO_3) и уксусной кислоты, реакцию проводили в бамбуковой трубке. При восстановлении селитры образуется нитрит-ион (NO_2^-), из которого образуется нитрозоний-катион (NO^+), имеющий сродство к электрону (EA) **894 кДж/моль**. Энергии ионизации золота и серебра (IE) соответственно равны **890** и **731 кДж/моль**.

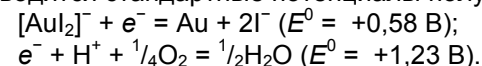
- Закончите уравнения реакций, расставив (целочисленные) коэффициенты: **i)** $\text{Ag} + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO} + \dots$; **ii)** $\text{Au} + \text{I}^- + \text{H}^+ + \text{O}_2 \rightarrow [\text{AuI}_2]^- + \dots$

b) Оцените энтальпию ($\Delta_r H$) реакции $\text{Ag(тв)} + \text{NO}^+(\text{p-p}) = \text{Ag}^+(\text{p-p}) + \text{NO(г)}$, если:



c) Какими из приведенных критериев можно объяснить возможность растворения серебра: **i)** выделением газа; **ii)** отрицательным значением разности энергий гидратации ионов Ag^+ и NO^+ ; **iii)** отрицательным значением разности сродства к электрону иона NO^+ и энергией ионизации Ag ; **iv)** высокой окислительной способностью KNO_3 .

По китайскому рецепту растворение золота возможно, если селитра содержит примеси соединений йода. Йодид-ионы образуют с золотом комплекс, благодаря чему золото может реагировать с кислородом. Приводятся стандартные потенциалы полуреакций:



- Рассчитайте свободную энергию $\Delta_r G^0$ для реакции золота с одним молем кислорода. $\Delta_r G^0 = -nF\Delta E^0$, где n - число электронов, принимающих участие в реакции и $F = 96485 \text{ Кл/моль}$. (9)