

Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.

8 класс

1. Юстус Либих родился в 1803 г. в Германии. Его исключили из школы за интерес к пиротехнике, после чего он устроился помощником аптекаря. После взрыва [1], которым сорвало крышу мансарды, ему пришлось уйти и из аптеки. Несмотря на это, он поступил в университет изучать химию и уже в 21 год стал профессором. Одним из первых он основал хорошо оснащенную химическую лабораторию, в которой изобрел [2] Либиха. В его лаборатории работал Эрленмайер, чьим именем названа применяемая для титрования [3]. В лаборатории среди других учился Кекуле, открывший структуру [4]. Совместно с Велером Либих написал статью, в которой впервые описывается получение синтетическим способом органического вещества [5]. Хотя Либих и открыл снотворные хлораль и хлороформ, сам он спал мало и успел заложить основы научной агрохимии, согласно которой растениям для лучшего роста требуются [6]. Его первые опыты, в которых он растениям давал [7], не увенчались успехом, т.к. он использовал нерастворимый в воде фосфат кальция [8], надеясь этим уменьшить потери удобрения.

В настоящее время в качестве фосфорных удобрений используют дигидрофосфат кальция [9] (суперфосфат) и гидрофосфат кальция [10] (преципитат), в качестве калийных удобрений - карбонат калия [11], хлорид калия [12] и сульфат калия [13], в качестве азотных удобрений - карбамид [14], сульфат аммония [15] и нитрат натрия [16].

В тексте пропущены слова и формулы:

бензол, фосфорное удобрение, холодильник, карбамид, коническая колба, минеральное удобрение, ртутная соль гремучей кислоты; CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, KCl , K_2CO_3 , K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 .

В порядке возрастания номеров написать, каким словом или формулой нужно заменить цифры в тексте. **8 б**

2. Мировой океан образован непрерывным слоем воды, объем которого 1,34 миллиарда кубических километров. Его средняя соленость равна 3,50%, на основе чего среднюю плотность можно принять равной 1030 кг/м^3 . В одной тонне воды содержится от 100 до 500 микрограммов ($1 \mu\text{г} = 10^{-6} \text{ г}$ или $10^6 \mu\text{г} = 1 \text{ г}$) золота, на основании чего можно заключить, что ровно в одной тонне морской воды в среднем 300 $\mu\text{г}$ золота.

- а) Рассчитать массу мирового океана в тоннах. (4)
б) Рассчитать массу находящегося в мировом океане золота в килограммах. (4)
в) Рассчитать, сколько килограммов золота из мирового океана приходится на каждого человека, если на Земле проживает 6,50 миллиарда человек. (2) **10 б**

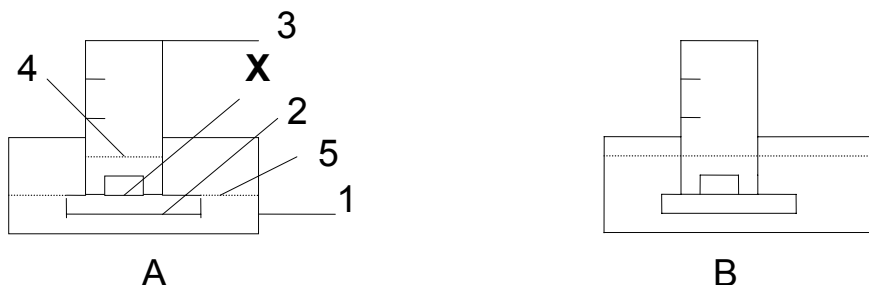
3. Содержащийся в сене кумарин является душистым веществом и приправой. Ниже приводится его плоскостная структурная формула:



- а) Написать брутто-формулу молекулы кумарина $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ (найти индексы **x**, **y** и **z**). (2)
б) Рассчитать молекулярную массу кумарина [$M_r(\text{кумарин})$], если атомные массы углерода, водорода и кислорода соответственно равны 12,01; 1,008 и 16,00. (4)
в) Рассчитать процентное содержание кислорода (по массе) в кумарине. (2) **8 б**

4. Опыт выполняется с приспособлениями, изображенными на рисунке. Сосуд 1 заполнен водой. На плавающий в воде брусок 2 устанавливают на негорючей пластинке твердый неметалл X, который поджигают. Брусок накрывается перевернутым сосудом 3, имеющим деления от 2 до 8. Дно сосуда соответствует делению 0 и край сосуда - делению 10. Цифрами 4 и 5 обозначен уровень жидкости.

Неметалл X в периодической системе находится в V главной подгруппе. Он дает оксид X_4O_{10} . Оксид является твердым веществом, которое при реакции с водой образует раствор кислоты H_3XO_4 .



- a) i) Назвать, какую лабораторную посуду можно применять в качестве сосудов 1 и 3. ii) Из какого материала должен быть изготовлен брусок 2? (1,5)
 b) Написать символ и название неметалла X. (1)
 c) До какого деления поднимется уровень воды 4 в сосуде 3? Обосновать. (1,5)
 d) Написать уравнения реакций i) $X + O_2 \rightarrow X_4O_{10}$ и ii) $X_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3XO_4$. (4)
 e) На рисунке B приведен тот же опыт, однако уровни воды в сосудах 1 и 3 совпадают. Одинаков ли в обоих случаях объем газа в сосуде 3? Обосновать. (2) 106

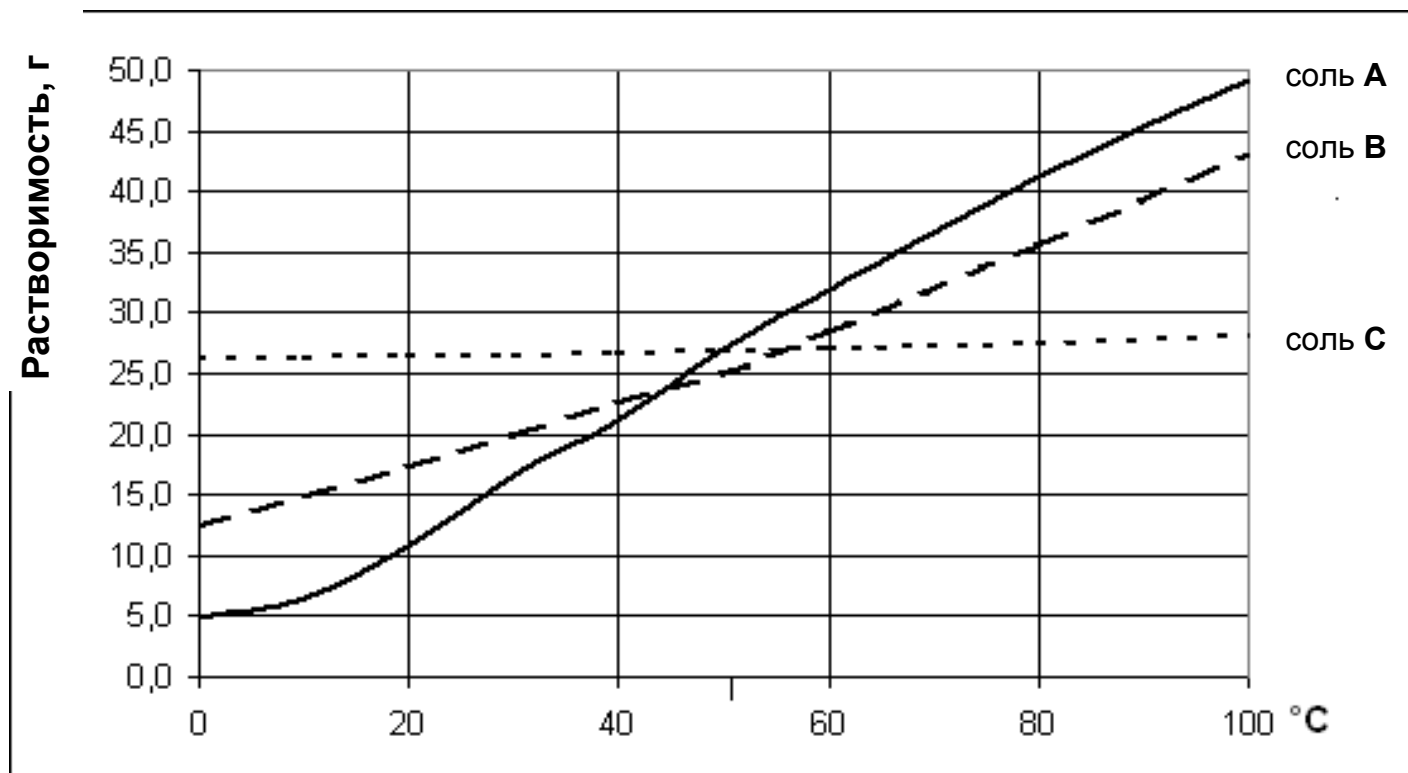
5. На рисунке (на дополнительном листе!) на оси y приведена растворимость (максимальная масса вещества в граммах, которая растворяется ровно в 100 граммах воды) и на оси x – температура раствора ($^{\circ}C$).

- a) Растворимость какого вещества i) меньше всего и ii) больше всего зависит от температуры? (2)
 b) Написать (с точностью до нескольких градусов и граммов), при каких температурах и для каких веществ растворимости одинаковы. Привести значения этих растворимостей. (6)
 c) В химический стакан налили 100 граммов воды и растворили в ней 30 граммов соли A при $80^{\circ}C$. Сколько граммов соли выкристаллизуется и сколько граммов соли останется в растворе при $20^{\circ}C$? (4) 126

6. Вещества A, B и C - газы, которые легче газообразного кислорода; их молекулы состоят только из атомов элементов X и Y. Молекулярная масса вещества B равна молекулярной массе газообразного азота Z. Один из элементов образует простое вещество G, являющееся самым легким газом. По второму элементу дают атомные массы всех химических элементов. В атомах одного элемента одинаковое число протонов, нейтронов и электронов. В атоме элемента X отсутствует одна из перечисленных элементарных частиц. В веществе A, B и C одинаковое число атомов более тяжелого элемента, но его степень окисления разная (соответственно -III, -II и -I). Степень окисления более легкого элемента во всех соединениях I.

- a) Написать символы и названия элементов X и Y. (2)
 b) i) Нарисовать строение атомов элементов X и Y. ii) Написать, из каких и из скольких элементарных частиц состоят атомы элементов X и Y. (4)
 c) Написать формулы веществ A, B, C, Z и G; указать степени окисления элементов в молекулах этих веществ. (5)
 d) Расположить газы A, B, C и G в порядке возрастания молекулярной массы. (1) 126

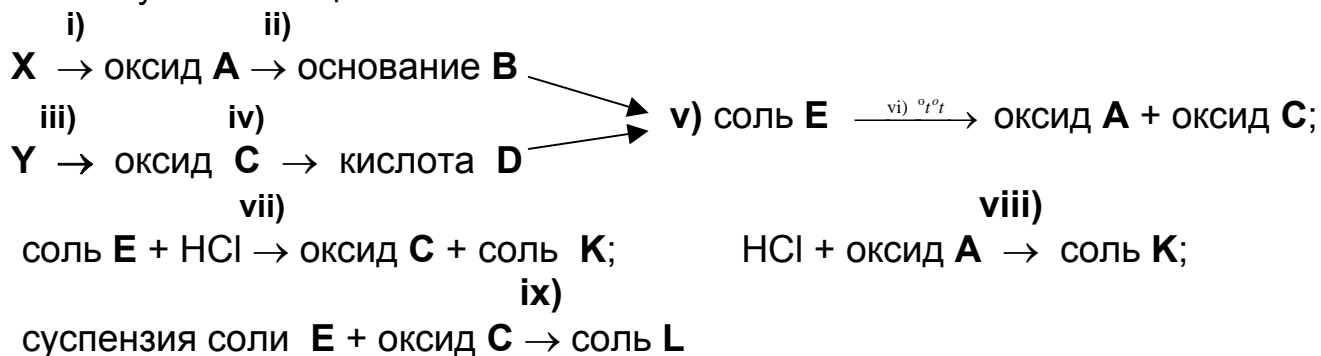
Приложение к 5 задаче 8 класса



Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.

9 класс

1. Подберите металл **X** и неметалл **Y**, которые удовлетворяют следующей схеме получения веществ:



В схемах реакций не указаны кислород и вещество **F**. В реакции **ix)** оксид **C** реагирует с суспензией соли **E**, в результате чего образуется растворимая кислая соль **L**, которая вызывает временную жесткость воды.

a) Написать формулы и названия веществ **X**, **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **K** и **L**. (5)

b) Написать уравнения реакций **i) – ix)**. (9) **14 б**

2. Молекулы **A** находятся в «заточении». Их движению препятствуют молекулы **B**, которые давят на них. Некоторые из молекул **A** вынуждены соединяться с молекулами **B** в соотношении 1 : 1, в результате чего образуется соединение **C**. Соединение **C** очень нестабильно. «В заточении» молекула **A** встречается и со своей дальней органической родней, некоторые из которых делают все вокруг таким оранжевым, что **A** не замечает приближения молекулы **D**. 45-атомная молекула-гигант **D** совсем не интересуется молекулой **A** и при столкновении с ней ограничивается сильным толчком.

Вдруг давление со стороны молекул **B** резко уменьшается. Ощущая свободу перемещения, молекулы **A** начинают собираться и образуют пузырьки. Эти пузырьки начинают быстро передвигаться на свободу. Освободившись, молекулы **A** продолжают летать и по сей день, если только некоторые из них не участвовали в фотосинтезе.

Залежи известной строительной горной породы в Эстонии - это кальциево-магниевая двойная средняя соль **E**, образованная соединением **C**.

a) i) Какой популярный среди молодежи напиток и **ii)** какой этап его потребления описывает данный текст? (1)

b) Привести формулы и названия веществ **A**, **B**, **C** и **D**. (4)

c) Привести **i)** формулу и название соли **E**; **ii)** название строительной горной породы. (2) **7 б**

3. Фосфорными удобрениями являются суперфосфат **A** [смесь, состоящая из дигидрофосфата кальция (234 г/моль) и сульфата кальция (136 г/моль); в соотношении молекул 1 : 1]; двойной суперфосфат **B** (дигидрофосфат кальция) и преципитат **C** [гидрофосфат кальция (138 г/моль)]. Для оценки их эффективности в удобрениях рассчитывают содержание дифосфорпентаоксида (действующего вещества).

- a) Написать формулы удобрений **i) А; ii) В** и **iii) С**. (1,5)
 b) Рассчитать процентное содержание действующего вещества в удобрениях **i) А; ii) В** и **iii) С**. (6)
 c) Рассчитать массу фосфорных удобрений **i) А; ii) В** и **iii) С**, в которой содержится по 1,00 кг действующего вещества. (1,5) **9 Б**

4. Предсказанный Менделеевым химический элемент **X** широко используется в качестве полупроводящего материала. Элемент **X** образует с хлором соединение **A**, в котором 66,17% хлора [$A_r(\text{Cl}) = 35,45$]. Масса определенного объема паров соединения **A** (кипит при 83 °С) тяжелее массы такого же объема находящегося в этих же условиях простого вещества водорода [$A_r(\text{H})=1,008$] в 106,35 раза. Соединение **A** получают при «сгорании» элемента **X** в хлоре. Оксид **B** с такой же степенью окисления получают при сильном нагревании элемента **X** в атмосфере кислорода. При обработке оксида **B** концентрированным раствором соляной кислоты получают соединение **A**.

- a) Рассчитать молярную массу соединения **A**. (1)
 b) Рассчитать: **i)** сколько молей атомов хлора в одном моле соединения **A** (с точности до одной значащей цифры); **ii)** атомную массу элемента **X**.
iii) Привести символ и название элемента **X**. **iv)** Сколько электронов у атома элемента **X** на внешнем слое? **v)** Сколько нейтронов в атоме элемента **X**? (5)
 c) Написать уравнения реакций: **i) X + Cl₂ →;** **ii) X + O₂ →;** **iii) B → A.** (3) **9 Б**

5. Небольшой кусочек металла **X** полностью прореагировал с раствором соляной кислоты. Выделилось 9,77 дм³ газа. Кусочек того же металла той же массы прореагировал полностью и с водным раствором NaOH, в результате чего масса раствора увеличилась на 6,97 грамма.

- a) **i)** Рассчитать количество вещества выделившегося газа. **ii)** Какой газ выделился? (2)
 b) Рассчитать массу металла, взятую для реакции. (3)
 c) **i)** Какой металл реагирует с водными растворами как кислот, так и оснований? **ii)** Рассчитать на основе приведенных в задаче данных молярную массу металла **X**. (3)
 d) Написать уравнения реакций: **i) X + соляная кислота;** **ii) X + водный раствор NaOH.** Одним из продуктов реакции является Na₃[X(OH)₆]. (3) **11 Б**

6. Для обнаружения утечки газа на каждую 1,00 тонну сжиженного газа прибавляется 20,0 г сильнопахнущего вещества этантиола или этилмеркаптана (C₂H₅SH). При горении данного вещества образуется ядовитое вещество SO₂, но концентрация его ничтожно мала. Один баллон содержит 21,0 кг сжиженного газа, которым является пропан (вместе с добавками). В воздухе содержится 21,0%(объемных) кислорода и молярный объем газа при данных условиях – 24,0 дм³/моль.

- a) Написать уравнение реакции горения **i)** пропана и **ii)** этилмеркаптана. (3)
 b) Рассчитать **i)** массу содержащегося в баллоне этилмеркаптана; **ii)** объем образовавшегося при горении SO₂. (3)
 c) Рассчитать объемный процент образовавшегося SO₂ относительно объема воздуха, израсходованного для сгорания 1 баллона сжиженного газа. (4) **10Б**

Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.

10 класс

1. Молекула **A** на своем пути встречает разные молекулы, но больше всего молекулы **B**. Молекула **B** состоит из двух одинаковых атомов, соединенных тремя связями. Молекула **A** летает довольно хаотично, пока ее не «проглатывает» лист одуванчика. После этого молекулу **A** захватывают большие молекулы, которые теребят и рвут ее до тех пор, пока молекула **A** не попадает в состав намного большей молекулы **C**. Сначала она испытывает чувство гордости, но скоро теряет способность двигаться даже в воде. Однажды **C** чувствует, что ее давят и рвут. “Ну и свинство...” успевает подумать **C**. “Сама такая”, ржет лошадь и проглатывает **C**. **C** попадает в жидкую среду, где ее рвут на части и где разная живность ее разрушает. После разных превращений она чувствует себя как никогда легкой, так как она превратилась в молекулу **D**, которая выделяется из жидкой среды и парит над ней. Какое-то давление гонит молекулы **D** дальше по туннелю, пока они с шумом не вырываются на свободу. Если молекулы **D** и состоящие из двух одинаковых атомов молекулы **E** возбудить, то молекулы **E** набрасываются на молекулы **D**. Драка сопровождается синей вспышкой, удаляются две молекулы **F** и остается молекула **A**. “Ну и жизнь пошла!”, подумала **A** и абсорбировалась на свежоштукатуренной стенке, прореагировав там с соединением **G** с образованием соединения **H**. Соединение **F** может присутствовать в атмосфере в твердом, жидком и газообразном состоянии.

а) Дать названия и формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** и **H**. (8)

б) Написать уравнения реакций: i) $D + E \rightarrow$; ii) $A + G \rightarrow$. (2) 10 б

2. В химической лаборатории стоит плотно закрытая банка с темным порошком. При открывании этой банки просыпался порошок **X**, образовав «дождь» из искр. Из описания получения порошка **X** следует, что он образовался при осторожном нагревании кристаллогидрата $A \cdot 2H_2O$. Соль **A** образуется в результате реакции водных растворов соли **C** и оксалата калия ($K_2C_2O_4$), где кроме этого образуется и соль **B**. Соль **C** получают при реакции вещества **X** с разбавленной серной кислотой. При осторожном упаривании образовавшегося раствора выделяются бледно-зеленые кристаллы $C \cdot 7H_2O$. Водный раствор соли **C** с красной кровяной солью дает окрашенный в интенсивно-синий цвет раствор (турнбулеву синь). При реакции вещества **X** с разбавленной серной кислотой в определенных условиях может образоваться раствор соли **D**, который при реакции с желтой кровяной солью образует раствор интенсивно-синего цвета (берлинскую лазурь).

а) i) Дать формулу и название вещества **X**. ii) Написать три возможных уравнения реакций, которыми обусловлен «дождь» из искр. (3,5)

б) Написать уравнения реакций: i) $X \rightarrow C$; ii) $C \rightarrow A$; iii) $A \cdot 2H_2O \rightarrow X$. (3)

в) Дать формулы и названия веществ: i) $A \cdot 2H_2O$; ii) $C \cdot 7H_2O$ и iii) **B**. (1,5)

г) Написать структурную формулу соли **A**. (1)

д) i) Описать метод и ii) написать уравнение реакции, как под действием кислоты из вещества **X** получить раствор соли **D**. iii) Почему вещество **X** является самовоспламеняющимся (пирофорным)? (2) 11 б

3. Масса смеси оксида, гидроксида и карбоната двухвалентного металла **X** была равной 60,9 г. Оксида было 17,9 г; суммарное количество всех веществ в смеси было 0,351 моль. При сильном нагревании смеси масса уменьшилась на 7,25 г. При обработке смеси соляной кислотой выделилось $2,62 \text{ дм}^3$ газа.

а) Рассчитать, сколько в смеси было молей i) карбоната; ii) гидроксида; iii) оксида. (4,5)

б) Рассчитать молярную массу металла **X** и определите металл **X**. (2)

в) Рассчитать, сколько в смеси было граммов i) гидроксида и ii) карбоната. (2)

d) Написать уравнения протекавших реакций **i)** при действии на смесь соляной кислоты и **ii)** при сильном нагревании смеси. (2,5) **11 б**

4. Оксид **A** содержит 43,66% элемента **X** и переходит непосредственно из твердого в газообразное состояние при высокой температуре. Плотность паров оксида **A** относительно воздуха (29,0 г/моль) равна 9,79.

a) По приведенным данным расчетами определить химический элемент **X**. (4)

b) Написать формулу оксида **A** и дать его название. (1)

c) 5,00 г оксида **A** растворили в 100 граммах воды и затем кипятили в течение длительного времени в закрытом сосуде.

i) Написать уравнение реакции.

ii) Рассчитать процентное содержание растворенного вещества в образовавшемся растворе; **iii)** Дать название полученного раствора. (4) **9 б**

5. В веществах **X**, **Y** и **Z** число атомов в молекуле и содержание водорода (12,5% по массе) одинаковы. Вещество **X** - газ, **Y** - жидкость и **Z** затвердевает при +1,4 °С. Смесь, которая состоит из равных количеств веществ **X**, **Y** и **Z** (по 0,10 моль), а также эквивалентного количества кислорода, поджигают в закрытом сосуде. Образуется смесь, состоящая из равных количеств двух газов. Плотность смеси газов равна при нормальных условиях 1,6 г/дм³. Кроме того образуется 16,8 граммов суспензии, при высушивании которой получают 6,0 граммов вещества **A** (это не основание и не кислота).

a) Сделать обобщение, какие основные продукты образуются при полном сгорании веществ. (1)

b) Рассчитать **i)** количество атомов водорода в молекулах соединений **X**, **Y** и **Z** и **ii)** молекулярную массу этих соединений. (2)

c) Найти: **i)** формулу и название вещества **A**; **ii)** при сгорании какого из веществ образуется вещество **A**. (2)

d) i) Рассчитать, из каких газов состоит смесь, плотность которой 1,6 г/дм³.

ii) Найти, при сгорании каких перечисленных веществ (**X**, **Y** или **Z**) образуются газы, плотность которых 1,6 г/дм³. (3)

e) Написать формулы и названия веществ **X**, **Y** и **Z**. (2) **10 б**

6. Пекарский порошок содержит 40,0% крахмала, 35,0% соли **A** и 25,0% соли **B**. Соли **A** и **B** взяты в эквивалентном соотношении (обе взяты точно в количествах, необходимых для реакции между собой). **A** и **B** - кислые соли, одним из элементов в которых является натрий. При нагревании соли **A** образуется средняя соль, выделяется вода и газ. Как из соли **A**, так и из образовавшейся из нее средней соли можно очень легко с помощью кислой среды получить газ.

Под действием 20,0 граммов пекарского порошка объем теста увеличился на 200 см³. Предполагается, что 90,0% газа улетучивается и тесто поднимается при комнатной температуре (молярный объем газа равен 24,0 дм³/моль)

a) Написать уравнение реакции: **A** → средняя соль. (1)

b) i) Почему начинает выделяться газ, когда пекарский порошок добавляют в тесто?
ii) Дать формулу и название выделяющегося газа. (2)

c) На основе данных задачи рассчитать **i)** молярную массу вещества **A**; **ii)** молярную массу вещества **B** и привести формулы и названия этих веществ. (3)

d) Написать уравнение реакции в тесте, где вещества **A** и **B** даны **i)** формулами; **ii)** ионами (ионное уравнение). (2)

e) i) Почему реакция **d)** протекает только в тесте? **ii)** Какое свойство крахмала сохраняет качество пекарского порошка? (1) **9 б**

Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.
11 класс

1. К 0,500 литрам 5,00% раствора ($1,012 \text{ г/см}^3$) метаната натрия ($68,0 \text{ г/моль}$) прибавили 1,20 литров 1,00% раствора соляной кислоты ($1,003 \text{ г/см}^3$). Константа диссоциации органической кислоты равна $1,80 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3$.

- a) Рассчитать i) количества и ii) молярные концентрации находящихся в исходных растворах веществ. (3)
- b) Рассчитать количества растворенных веществ в конечном растворе. (1)
- c) Для слабого электролита i) написать уравнение диссоциации и ii) выразить константу диссоциации K_a . (1)
- d) Для полученного раствора i) выразить и ii) рассчитать равновесную концентрацию ионов водорода. Замените [анион] = $C_{\text{соль}}$ и [кислота] = $C_{\text{кислота}}$. (2)
- e) Рассчитать значение pH в полученном растворе. (1) **8 б**

2. Газ **A** получили при реакции $75,0 \text{ см}^3$ 30,0% соляной кислоты ($1,150 \text{ г/см}^3$) с избытком MnO_2 . В кислой среде марганец восстанавливается до степени окисления II и выход реакции составляет 80,0%. Образовавшийся газ **A** пропустили сквозь 5,00% водный раствор соединения **B**. Соединение **B** является бинарной солью калия. В реакции выделился бурый газ, который сконденсировался в коричневую жидкость **C**. Газ **A** и соединение **B** были в эквивалентных количествах и они прореагировали полностью.

- a) i) Написать уравнение реакции между соляной кислотой и диоксидом марганца. ii) Рассчитать количество выделившегося газа **A**. (2)
- b) i) Написать уравнение реакции между соединением **B** и газом **A**.
ii) Написать формулы и названия веществ **A**, **B** и **C**. (2)
- c) Рассчитать количество i) жидкости **C** и ii) соединения **B**. (2)
- d) Рассчитать массу воды, содержащейся в растворе соединения **B**. (2)
- Газ **A** реагирует с водой, образуя два новых соединения.
- e) i) Написать уравнение реакции между водой и газом **A**. ii) Написать формулы и названия продуктов реакции газа **A** с водой. (1)
- f) Рассчитать суммарное процентное содержание растворенных веществ после растворения газа **A** в чистой воде, если при данных условиях в 100 граммах воды растворяется 0,015 моль газа **A**. (3) **12 б**

3. В органическом соединении **A** одинаковое количество атомов углерода и кислорода и их сумма равна числу атомов водорода. В соединении **A** две гидроксильные группы и одна двойная связь. Соединение **A** реагирует с гидроксидом натрия в мольном соотношении 1 : 1. Молекулы **A** могут димеризоваться (конденсироваться), образуя соединение **B** и выделяя две молекулы вещества **D**. Последнее является оксидом и ведет себя как амфолит. В молекуле **B** ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$) имеется гетероцикл и две двойные связи. Молекулу **B** можно рассматривать как соединение, в котором имеется две характерные для сложного эфира функциональные группы. При восстановлении соединения **B** строение скелета гетероцикла не меняется, но молекулярная масса соединения увеличивается на четыре единицы.

- a) Для соединения **A** нарисовать i) упрощенную и ii) плоскостную структурную формулы; дать его номенклатурное название. (2)
- b) Написать уравнение реакции получения вещества **B** из вещества **A**. Молекулы

в исходном веществе нарисовать в том порядке относительно друг друга, как они находятся в продукте **B**. (2,5)

с) Обвести в соединении **B** характерные для сложного эфира функциональные группы. (1)

d) Написать уравнение реакции восстановления соединения **B**. (2)

e) Написать уравнение диссоциации соединения **D**. (0,5) **8 б**

4. Раствор сульфата меди(II) (160 г/моль) при температуре **A** является насыщенным. При повышении температуры дополнительно растворили $2,00 \text{ г CuSO}_4$. Раствор охладили до температуры **A**. Равновесие установилось, когда выпало в осадок $3,82 \text{ г}$ медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 250 г/моль). При температуре **B** растворимость CuSO_4 (точно в 100 г воды) $17,5 \text{ г}$.

a) Для температуры **A** рассчитать содержащуюся в выпавшем в осадок медном купоросе i) массу CuSO_4 и ii) массу H_2O . (2)

b) Рассчитать растворимость CuSO_4 при температуре **A**. (2)

с) Рассчитать, сколько граммов $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ нужно растворить в $75,0 \text{ г}$ $10,0\%$ раствора CuSO_4 , чтобы получить насыщенный раствор при температуре **B** (4) **8 б**

5. При нагревании углерода с металлом **X** получают соединение **A**, формула которого X_4C_3 . Соединение **A** с водой образует газ **B** и соединение **D**. Соединение **D** дает растворимые соли в реакции с водными растворами как сильных кислот, так и сильных оснований. Газ **B** является органическим соединением с самой низкой молекулярной массой. При его пиролизе может образоваться газ **E**, плотность которого больше плотности газа **B** в $1,625$ раз. При гидрировании газа **E** образуются газы **F** и **G**, молярные массы которых соответственно на 2 и 4 грамма больше молярной массы газа **E**. При гидратации газа **E** можно получить альдегид, при гидратации газа **F** - спирт. При тримеризации газа **E** образуется арен **I**.

a) i) Определить вещества **X**, **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I** и дать их названия. ii) Показать связи между атомами в соединении **A**. (5)

b) Написать уравнения реакций: i) $\text{X} \rightarrow \text{A}$; ii) $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{D}$; iii) $\text{D} + \text{HCl} \rightarrow$; iv) $\text{D} + \text{NaOH} \rightarrow$; v) $\text{B} \rightarrow \text{E}$; vi) $\text{E} \rightarrow \text{F}$; vii) $\text{E} \rightarrow \text{G}$; viii) $\text{E} \rightarrow$ альдегид (название); ix) $\text{F} \rightarrow$ спирт (название); x) $\text{E} \rightarrow$ арен. (5)

с) Рассчитать из данных задачи молярные массы газов **B**, **E**, **F** и **G**. (2) **12 б**

6. Гей-Люссак изучал свойства однопротонной кислоты (**HA**). Он получил соли Hg(II) и Ag данной кислоты (соответственно **X** и **Y**). Нагревая одинаковые массы данных солей в разных чашках, он получил $2,00$ унции ртути и $2,03$ унции серебра. В обоих случаях выделялся незнакомый газ **B**, который он пропускал через раствор NaOH . В результате образовалось две соли **E** и **F**, молекулярные массы которых отличались на 16 единиц. Выделившийся газ в $1,182$ раз тяжелее углекислого газа и он имеет такой же качественный состав, что и анион **A**.

a) Рассчитать по массам металлов молекулярную массу аниона **A** [$A_r(\text{Hg}) - 200,6$; $A_r(\text{Ag}) - 107,9$. Из-за невысокой точности эксперимента молекулярная масса аниона **A** из этих данных получается примерно на пол-единицы больше]. (5)

b) Напишите формулы и названия i) кислоты **HA** и ii) газа **B**. (2)

с) Написать уравнения реакций: i) $\text{X} \xrightarrow{\text{от}}$; ii) $\text{Y} \xrightarrow{\text{от}}$; iii) $\text{B} \rightarrow \text{E} + \text{F}$ (3)

d) Написать уравнение реакции с каким-нибудь другим газом, который реагируя аналогично пункту c) iii) с раствором гидроксида натрия образует две соли, молярные массы которых отличаются на 16 единиц. (2) **12 б**

Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.
12 класс

1. Если на твердый перманганат калия накапать глицерина, смесь через несколько минут начинает дымить и может даже загореться. Продуктами реакции являются карбонат калия, оксид марганца(III), углекислый газ и вода.

- a) Нарисовать строение молекулы глицерина в проекции на плоскость. (1)
b) Определить степени окисления в глицерине i) углерода в брутто-формуле и ii) каждого атома углерода в отдельности. (2)
c) Написать для данной реакции i) уравнения перехода электронов ; ii) коэффициенты окислительно-восстановительной реакции. (3)
d) Сколько кубических сантиметров глицерина ($1,26 \text{ г/см}^3$; $92,0 \text{ г/моль}$) реагирует с $1,00$ граммом перманганата калия (158 г/моль)? (1,5)
e) Рассчитать объем выделившегося CO_2 при 20°C (по данным из пункта d) (1,5) **96**

2. В комплексном соединении центральным атомом является Fe^{3+} с координационным числом 6. В случае фторидного комплекса (бесцветного) лигандами являются только фторид-ионы. В тиоцианатном комплексе лигандами наравне с тиоцианат-ионами могут быть и нейтральные молекулы воды. С ионами серебра тиоцианат-ионы могут образовать как осадок, так и растворимое комплексное бесцветное соединение. В последнем координационное число центрального атома равно 2. Раствор **A** получают сливанием растворов нитрата железа(III) и тиоцианата калия.

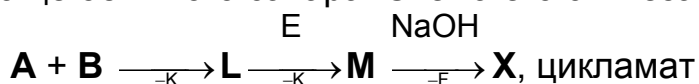
- a) i) Какого цвета раствор **A**? ii) Написать формулы содержащихся в растворе **A** шести окрашенных частиц (укажите заряд частиц). iii) Написать одно из возможных уравнений реакций. (5)
b) К раствору **A** прибавляют i) воду ; ii) раствор фторида калия; iii) раствор нитрата серебра; iv) раствор хлорида железа(III). Для каждого случая написать, усилится или ослабнет интенсивность окраски раствора **A** (обосновать). Написать уравнения реакций между ионами [для пункта iii) 2 уравнения]. (5) **10 6**

3. Спортсмен выпил перед тренировкой по нырянию 5 пачек прохладительного напитка (по 200 мл ; $1,017 \text{ г/см}^3$), в котором содержание тростникового сахара равно $3,05\%$. Предположим, что сначала происходит гидролиз сахара (342 г/моль), затем аэробный гликолиз с образованием двух молекул соединения **A**, которое имеет нехиральный углерод, и затем полное «сгорание» соединения **A**. При нырянии усвоение кислорода нарушено и включается анаэробный гликолиз (ацитоз). В молекуле моносахарида атомы перегруппировываются, образуя две молекулы вещества **B** с хиральным атомом углерода. При умеренном окислении вещества **B** образуется соединение **A**. Как соединение **A**, так и **B** способны отдавать протон.

- a) i) Написать уравнение реакции гидролиза тростникового сахара (брутто-формулами) и дать названия веществ. ii) Какая функциональная группа принадлежит какому моносахариду? (2)
b) Написать i) аэробные и ii) анаэробные реакции гликолиза для глюкозы и дать названия продуктов (органические продукты дать упрощенными структурными формулами). (2)
c) i) Брутто-формулами написать суммарное уравнение реакции полного «сгорания» тростникового сахара. ii) Рассчитать объем газа при 20°C , который образовался в результате обмена веществ спортсмена при «сгорании» употребленного сахара. (3)
d) С точки зрения химии организм человека - очень гетерогенная и сложная система. Сделать упрощенный расчет для значения pH, обусловленного полным

анаэробным гликолизом, если объем раствора 7,50 л и $K_a(\text{B}) = 1,38 \cdot 10^{-4}$. (4) 11 б

4. Цикламат **X** является синтетическим заменителем сахара, который в 30(!) раз слаще обычного сахара. Схема его синтеза следующая:



Газ **A** имеет резкий запах и хорошо растворяется в воде. Его получают нагреванием сильного основания и соли **D**. В молекуле органического соединения **B** один атом хлора (29,9%); между атомами углерода (60,8%) только σ -связи. Соединение **E** - хлорсульфоновая кислота, плотность паров которой относительно SO_3 (80,07 г/моль) равна 1,455. В соединении **E** содержание хлора, серы и кислорода равно соответственно 30,43%; 27,52% и 41,19%. Соединение **E** получают при пропускании кислоты **K** сквозь олеум. Кислота **K** является вторым продуктом реакции при получении как соединения **L**, так и **M**. Соединение **F** является вторым продуктом реакции при получении цикламата (**X**) из соединения **M**. С помощью соединения **F** можно получить из олеума серную кислоту. Сульфирования цикла не происходит.

- а) Рассчитать по приведенным данным (содержание по массе и др.) формулы соединений **i) B** и **ii) E** и дать их графическую структуру. (5)
- б) Написать уравнения реакций: **i) $\rightarrow \text{A}$** ; **ii) $\rightarrow \text{E}$** ; **iii) $\rightarrow \text{L}$** ; **iv) $\text{L} + \text{E} \rightarrow$** ; **v) $\text{M} \rightarrow \text{X}$** ; **vi) $\text{K} + \text{A} \rightarrow \text{D}$** ; **vii) $\text{SO}_3 + \text{F} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$** . (5)
- в) Дать формулы и названия соединений **A, D, K** и **F**. (2) 12 б

5. Рассчитать, сколько граммов 10,0% олеума и раствора 60,0% серной кислоты нужно смешать, чтобы получить 480 граммов 90,0% раствора серной кислоты. 6 б

6. Молярные массы аренов **B** и **C** больше молярной массы арена **A** соответственно на 14 и 16 граммов. Рассматриваемые арены образуют арилмоносульфоновые кислоты. Для получения последних аренов **A** нужно обработать олеумом; сульфирование аренов **B** и **C** происходит с серной кислотой, причем реакция с ареном **C** протекает быстрее. При нитровании арена **A** смесью азотной и концентрированной серной кислот получают максимально динитросоединение. При реакции той же нитрующей смеси с ареном **B** при низкой температуре получают мононитросоединение, при высокой температуре - ди- и тринитросоединение. Последнее известно как тротил. При нагревании аренов **C** дает даже с разбавленной азотной кислотой тринитросоединение - пикриновую кислоту. При прибавлении к сульфорирующей смеси вещества **D** уменьшается концентрация олеума и уничтожается халат химика.

- а) Написать активную **i) сульфорирующую** частицу; **ii) нитрующую** частицу и **iii) укажите, которая активней**. (1,5)
- б) Написать графические формулы и названия аренов **i) A**; **ii) B** и **iii) C**. (1,5)
- в) Написать (графически) **i) реакцию моносульфирования арена A** и формулы моносульфоновой кислоты аренов **ii) B** и **iii) C**. (3)
- д) Написать графические формулы **i) динитросоединения арена A** и **ii) тринитросоединения арена B**. (2)
- е) **i) Показать, где у аренов ortho-, meta-, para-положения**. Написать, какое(ие) положение(ия) преобладают **ii) при сульфировании арена B** и **iii) при получении динитросоединения арена A**. (3,5)
- ф) Идентифицировать вещество **D**. (0,5) 12 б