

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 12 класс

#### 1. Тест:

- a)** В свинцовом аккумуляторе электродами служат пористый свинец и пористый диоксид свинца. В результате реакции на обоих электродах образуется сульфат свинца(II).  
**i)** Какой электрод имеет знак (+) и какой (-)? Какой процесс (катодный или анодный) протекает на (-) и какой на (+) электроде **ii)** при разрядке и **iii)** зарядке аккумулятора? (3)
- b)** Написать уравнение окислительно-восстановительной реакции  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ . (2)
- c)** Какое количество электричества (в числах Фарадея – F) расходуется для получения 3 молей  $\text{O}_2$  электролизом воды? (1)
- d)** Написать уравнение реакции получения диэтилового эфира. (2)
- e)** На весах в воздухе находятся в равновесии один килограмм Al и один килограмм ртути. Обосновать, равны ли их массы. (1)
- f)** Исходя из закона **сохранения массы и энергии** обосновать, в какой реакции ( $\Delta H < 0$  или  $\Delta H > 0$ ) масса продуктов реакции больше, чем исходных веществ (эта разница настолько мала, что ее невозможно измерить). (1)
- g)** Дано 75 кг гигроскопичного сырья с содержанием влаги 98%; затем влажность в сырье возрастает до 99%. Найти массу сырья при более высоком содержании влаги. (2) **12 б**

**2.** Этаналь получают реакцией сложных веществ **A** и **B** в присутствии  $\text{HgO}$  (реакция Кучерова). Этаналь также можно получить при реакции сложных веществ **C** и **B** в присутствии соли  $\text{XCl}_2$  металла **X**. Чтобы снова получить соль  $\text{XCl}_2$  используют раствор  $\text{CuCl}_2$ , который в данном процессе сам частично восстанавливается, образуя вещество **D**. На воздухе соединение **D** снова окисляется до хлорида меди(II). Соединение **C** можно получить реакцией между соединением **A** и газом **E** в присутствии металлического катализатора **Y**. Металлы **X** и **Y** в периодической системе расположены в одной группе; в ядре атома металла **Y** число нейтронов в 1,95 раза больше, чем у металла **X**. Фильтровальная бумага, пропитанная раствором соли  $\text{XCl}_2$ , темнеет под действием  $\text{CO}$ . Как в этой реакции, так и при синтезе этанала образуются одни и те же продукты из элементов, образующих соль  $\text{XCl}_2$ .

- a)** Написать **i)** символы и названия **X** и **Y**; **ii)** формулы и названия веществ **A** – **E**. (3,5)
- b)** Написать уравнения реакций **i)**  $\text{A} + \text{B} \xrightarrow{\text{HgO}}$  этаналь; **ii)**  $\text{C} + \text{B} + \text{XCl}_2 \rightarrow$  этаналь, **iii)** вновь получение (регенерация) соли  $\text{XCl}_2$ ; **iv)** регенерация  $\text{CuCl}_2$ ; **v)**  $\text{A} + \text{E} \xrightarrow{\text{Y}}$ ; **vi)**  $\text{CO} + \text{XCl}_2 \rightarrow$  (5)
- c)** Используя соотношение числа нейтронов, доказать, какие металлы **X** и **Y**. (1,5) **10 б**

**3.** Рассмотрим шесть углеводородов с одной и той же брутто-формулой. В них углерода 85,6% и плотность по азоту равна 2,00. Часть из этих углеводородов реагирует с бромной водой (в мольном соотношении 1 : 1), образуя бромпроизводные.

- a)** Для углеводорода рассчитать **i)** молярную массу и **ii)** брутто-формулу. (1,5)
- b)** Написать уравнение реакции бромирования (брутто-формулами). (0,5)
- c)** Нарисовать графические формулы 6 возможных изомеров углеводородов с данной брутто-формулой (также и *цис-транс*) и дать их названия. (3)
- d)** Нарисовать графические формулы 6 возможных изомеров бромпроизводных с данной брутто-формулой, дать названия и отметить хиральный углерод звездочкой \* (4)
- e)** Нарисовать R-, S-изомеры 1,2-бромпроизводного. (2) **11 б**

**4.** В химических свойствах элементов VI B группы есть как сходство, так и различие. Хром образует соль **A**, в которой степень окисления Cr равна VI. У вольфрама есть схожая соль **B** с такой же степенью окисления. Соль **A** образуется при реакции растворимого в воде оксида хрома **C** с раствором гидроксида калия. Соль **B** образуется при сплавлении оксида вольфрама **D** (нерастворим в воде) с гидроксидом калия. Оксид **C** получают из соли **A** в два этапа под действием чистой серной кислоты, оксид **D** - окислением вольфрама при высокой температуре в парах воды. Соль **B** можно получить

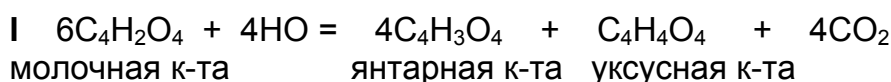
сплавлением вольфрама со следующими веществами : **i)**  $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$ ; **ii)**  $\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ ; **iii)**  $\text{KO}_2$ ; **iv)**  $\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl} + \text{K}_2\text{CO}_3$ ; **v)**  $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$ . Подсказка: сплавление вещества с  $\text{K}_2\text{CO}_3$  можно рассматривать как реакцию основного соединения с кислотным, которое является промежуточным продуктом реакции.

Из соли **A** под действием кислоты получают анион с двумя центральными атомами, который является и анионом соли **E**. Соль **E** разлагается при поджигании на одно простое вещество и на два разных оксида.

**a)** Идентифицировать вещества **A – E** и дать их названия. (2,5)

**b)** Написать уравнения реакций **i) – v)**; **vi)** получение оксида **C**; **vii)** получение оксида **D**; **viii)** разложение соли **E**. (8,5) **11 6**

**5.** В 50-х годах 19 века из природных исходных веществ был выделен ряд органических кислот. Возможные формулы кислот вывели по молекулярной массе (определяли в газовой фазе) и по образовавшимся при их горении воде и углекислому газу. Тогда еще не знали, что молекула водорода - двухатомная и молекула воды - трехатомная. Кроме этого не знали, что кислоты в газовой фазе могут димеризоваться и при испарении кислот могут образовываться ангидриды. В 1849 г. Либих описал реакцию, происходящую с молочной кислотой под действием пивных дрожжей (**I**), а также реакции, в которых бутановая кислота образуется из янтарной кислоты (**II**) и из молочной кислоты (**III**). В 1862 г. Фипсон описал окисление лимонной кислоты под действием  $\text{KMnO}_4$  (**IV**) и биологическое окисление лимонной кислоты под действием гнилой говядины (**V**).



Во всех уравнениях по приведенным выше причинам большинство формул неверные, но названия веществ - правильные. В **I** и **III** уравнении вода не участвует и в **I** уравнении вместо двуокиси углерода образуется простое вещество водород.

**a)** Написать брутто-формулы **i)** молочной, **ii)** янтарной, **iii)** уксусной, **iv)** бутановой, **v)** лимонной и **vi)** щавелевой кислот. (3)

**b)** Написать уравнения реакций **II – V**, если в этих уравнениях коэффициенты перед продуктами реакции, содержащими углерод, равны: **II** →2,4; **III**→1,2; **IV**→3 и **V** →2,4. (4)

**c)** Найти среднюю степень окисления углерода в соединениях, принимающих участие в **I** реакции. Написать уравнение реакции и доказать, что число отданных электронов равно числу полученных. (1)

**d)** Для уксусной кислоты написать плоскостные структурные формулы **i)** ее димера и **ii)** ее ангидрида. (2) **10 6**

**6.** Ошибочное мнение, что органические соединения можно синтезировать из веществ, образовавшихся под действием т.н. “жизненной силы”, было опровергнуто следующими синтезами.

**a)** Велер синтезировал **карбамид** из цианата свинца(II) и аммиака. (1)

**b)** Бутлеров синтезировал из метанала в присутствии гидроксида кальция **глюкозу**. (1)

**c)** Бертелло получил **i)** **ацетилен** дугой Вольта между углеродными электродами в атмосфере водорода, **ii)** **метан** в реакции между медью, дисульфидом углерода и сероводородом, причем образуется соединение меди(I). (2)

**d)** Эмиль Фишер синтезировал **полипептиды** из хлорангидрида хлорэтановой кислоты и из  $\alpha$ -аминокислоты в присутствии  $\text{NH}_3$  (реакция в два этапа). (2)

Написать уравнения реакций **a) - d)**. В реакции **d)** органические вещества написать плоскостными структурными формулами, в **b)** - упрощенными структурными. (2) **6 6**