

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

### 11 класс

#### 1. Тест.

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

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

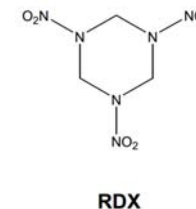
- a) Найдите суммарную формулу соединения **A** и напишите ее структурную формулу и название.
- b) Приведите названия и структурные формулы функциональных групп **B** и **C**, а также связи **D**. Напишите уравнение разрыва связи **D** в реакции **E**. **(8)**

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

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

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

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



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