

## ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Старшая группа (11 и 12 класс)

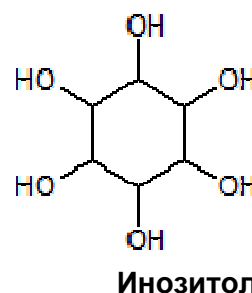
Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве

10 ноября 2012

1. 75,0 г смеси  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$  с неизвестным содержанием влаги прореагировало с раствором  $\text{HCl}$ , в результате чего образовалось 19,7 л  $\text{CO}_2$  (1,00 атм,  $25^\circ\text{C}$ ). При выпаривании образовавшегося раствора получили 56,72 г сухого осадка.

- Напишите систематические и тривиальные названия  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCl}$  и  $\text{CO}_2$ , а также уравнения происходящих реакций.
- Какого цвета твердый осадок?
- Рассчитайте i) сколько молей  $\text{CO}_2$  образовалось и ii) соотношение масс  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в полученной смеси. iii) Каково содержание влаги в исходной смеси?
- В каком соотношении необходимо смешать сухие  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , чтобы масса сухого осадка, полученного данным способом была равна массе исходной смеси. (14)

2. Юку слышал об опасностях отравления оловом и решил сделать себе нариевую соль родизоновой кислоты, вещество, которое криминалисты используют для определения олова. Из интернета он запросто нашел описание приготовления инозитола (витамина В). К сожалению, в руководстве не было написано какой стереоизомер инозитола использовать для синтеза и поэтому Юку решил нарисовать структуры всех 9 изомеров.



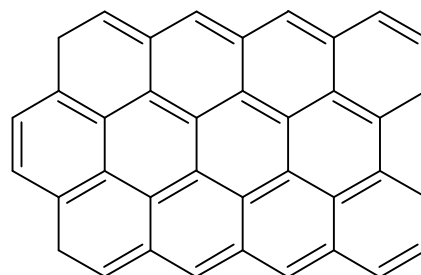
- Нарисуйте формулы всех **9 изомеров**. Подсказка: почему при наличии 6 оптических центров в молекуле она имеет только 9 изомеров и какую роль в этом играет симметрия?
- Приведите формулу родизоновой кислоты, принимая во внимание то, что все изомеры инозитола дают одинаковый конечный продукт. Родизоновая кислота – ароматическое соединение, в котором только 2 гидроксильные группы у соседних атомов углерода.
- Напишите реакцию между натриевой солью родизоновой кислоты и ионами олова. (7)

3. Химик Марина работала в лаборатории с органической кислотой **A**, содержание азота в которой было важно для эксперимента, но Марина забыла и название и структуру вещества. Она помнила, что молярная масса вещества **A 212 г/моль**, вещество стабильно и электронейтрально и содержание азота в нем между **5%** и **25%**.

- a) Найдите в каком промежутке (в атомных единицах массы) находится масса всех атомов азота в 1 молекуле вещества **A**.
- b) Сколько атомов азота в одной молекуле вещества **A**. Обоснуйте ответ, если вещество **A** содержит только атомы **O**, **C**, **H** и **N**.
- c) Известно, что pH раствора органической кислоты можно рассчитать из уравнения  $a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ , где  $x$  – концентрация ионов водорода в полученном растворе. Сделав необходимые упрощения, рассчитайте pH раствора с точностью до десятых, если известно, что  $a_3 = 25500$ ;  $a_2 = 5000$ ;  $a_1 = 15$ ;  $a_0 = -0,00155$ .
- d) В воде растворили **1,00** грамма кислоты **A** и чтобы кислота полностью растворилась объем раствора довели до **1,00** литра. pH полученного раствора был **2,677**. Найдите константу диссоциации  $K_a$  для кислоты **A**. (8)

4. Физические свойства аллотропов углерода в большой мере определяются кристаллической структурой и плотностью упаковки\* данного аллотропа. Алмаз – самый плотный из известных аллотропов углерода.

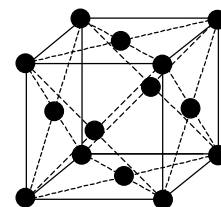
- a) Рассчитайте плотность упаковки в алмазе, если плотность алмаза **3,50** г/см<sup>3</sup> и наименьшее расстояние между атомами углерода **0,150** нм.



- b) В графите (наиболее стабильный аллотроп углерода) плоские слои графена располагаются друг над другом и удерживаются вместе Ван дер Ваальсовским притяжением. Определите расстояние между слоями графена в графите, если плотность графита **2,20** г/см<sup>3</sup> и наименьшее расстояние между атомами углерода **0,142** нм.

Графен

Стеклоуглерод – это аллотроп углерода, который получают прокаливанием органических веществ в атмосфере инертного газа. Также как в графите, все атомы в стеклоуглероде в  $sp^2$  гибридизации, но отсутствует трехмерная упорядоченность слоев, свойственная графиту.



Кубическая плотнейшая упаковка

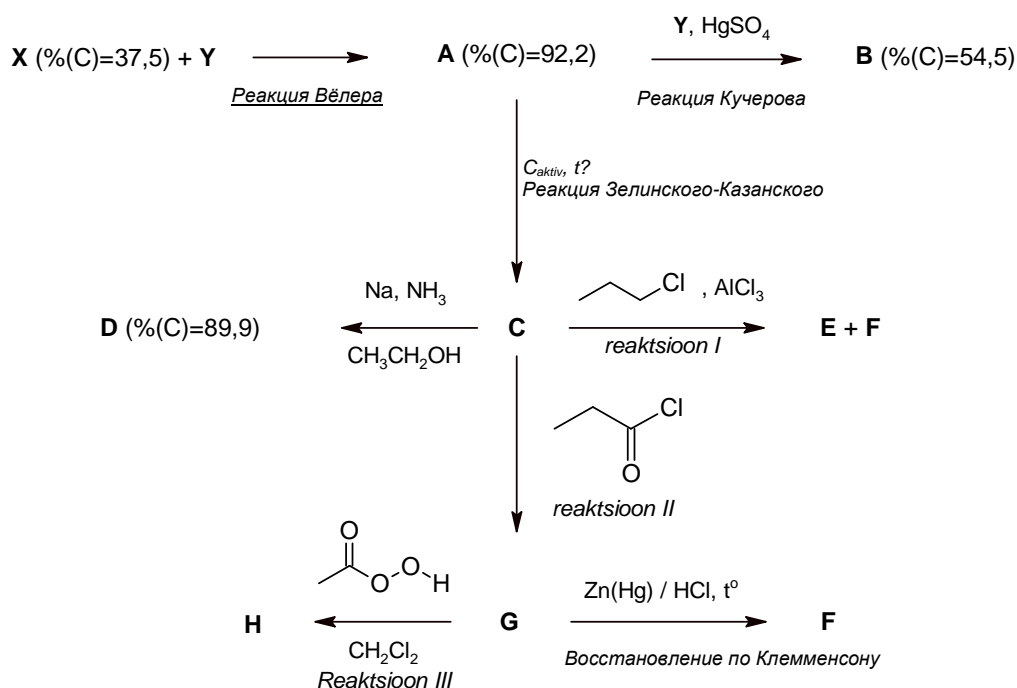
- c) Рассчитайте плотность упаковки в стеклоуглероде, если его плотность **1,45** г/см<sup>3</sup> и расстояние между атомами такое же как в графите.
- d) Основываясь на собственных знаниях и учитывая данные приведенные в задаче, обоснуйте, какие из вышеприведенных аллотропов углерода хорошо проводят тепло, электричество или и тепло и электричество?

Самый распространенный фуллерен  $C_{60}$  образует кристаллическую решетку, в которой молекулы  $C_{60}$  располагаются в узлах гранцентрированной кубической решетки.

е) Определите плотность упаковки углерода в кристалле фуллерена и в молекуле фуллерена, учитывая, что плотность кристалла  $1,65 \text{ г/см}^3$  и расстояние между атомами такое же как в графите.

\*Плотность упаковки показывает эффективность упаковки материи в пространстве. Например, для шара, помещенного в куб, длина грани которого равна диаметру шара, плотность упаковки 52%. **(10)**

## 5. Именные реакции



Известно, что **A** – углеводород и **X** и **Y** – неорганические вещества. Вещество **C** образуется в результате тримеризации, а в реакции с перокси кислотой происходит включение кислорода в связь C-C.

а) С помощью расчетов найдите формулы веществ **A**, **B**, **D** и **X**.

б) Напишите структурные формулы веществ **C**, **E** – **H**, **Y** (**E + F** – это смесь изомеров).

в) Напишите названия реакций **I** - **III**. **(12)**

6. О веществах которые участвуют в нижеприведенных реакциях известно, что **W**, **X**, **Y**, **Z** – простые вещества, **Y**, **W** – газы. В веществах содержатся только атомы первых 3 периодов и молекулярная масса **D** 184,28.

- 1)  $X + 4Y = 4A$
- 2)  $A + Y = B$
- 3)  $2[(CH_3)_3Si]_2NLi + B = \{[(CH_3)_3Si]_2N\}_2S + 2G$

4)  $8A + nX = 8C$  ( $n$  – натуральное число)

5)  $W + Y = 2F$

6)  $2Z + 2F = 2G + W$

7)  $2Z + 2NH_3 = 2H + W$

8)  $F + NH_3 = E$

9)  $24B + 64NH_3 = 4D + X + 48E$

10)  $4E + 6A = D + 16F + X$

11)  $H + 2F = G + E$

12)  $4NH_3 + 3Y = I + 3E$

a) Напишите формулы веществ **A- I, W, X, Y, Z.**

**(9)**