

## ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

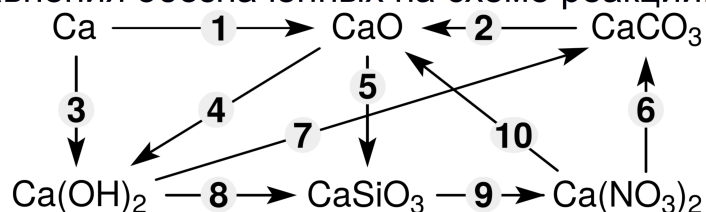
Младшая группа (9 и 10 класс)

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

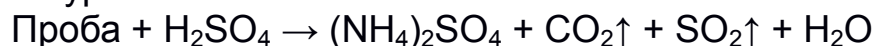
5 ноября 2016 г.

1. Напишите уравнения обозначенных на схеме реакций.

10 б



2. Одним из наиболее простых методов для определения содержания белков в еде является метод Кьельдаля. Согласно этому методу пробу нагревают в серной кислоте для полного окисления органических соединений согласно уравнению:



В полученную смесь добавляют NaOH (1). Выделившийся газообразный NH<sub>3</sub> перенаправляют в новый раствор серной кислоты (2). Непрореагировавшую кислоту затем титруют раствором NaOH (3).

а) Напишите уравнения реакций 1–3.

б) Назовите по крайней мере два возможных источника ошибок метода Кьельдаля.

Недобросовестный производитель еды для детей добавил в молочную смесь меламина (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>), чтобы увеличить «видимую» концентрацию белков. Анализ смеси провели методом Кьельдаля. Газообразный NH<sub>3</sub>, выделившийся из 1,00 г молочной смеси, перегнали в 10,00 см<sup>3</sup> раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,2016 моль/дм<sup>3</sup>). На титрование полученного раствора ушло 11,98 см<sup>3</sup> раствора NaOH (0,2364 моль/дм<sup>3</sup>). Более точный спектральный анализ показал, что 10% азота в пробе было из меламина.

с) Сколько граммов азота было в 1,00 г молочной смеси?

д) Превысило ли содержание меламина допустимую предельную норму (1 мг на кг молочной смеси)?

10 б

3. Витамин D регулирует многие биологические процессы и поэтому необходим для нормальной работы организма. В среднем человек ежедневно нуждается примерно в 10 мкг витамина D, которые можно получить из еды или посредством синтеза D<sub>3</sub> в коже под воздействием УФ-Б-излучения. Интенсивность солнечного излучения равна 1000 Дж/(с·м<sup>2</sup>), из которого 3% составляет УФ, из которого в свою очередь 5% составляет УФ-Б-излучение; к тому же, примерно 90% от всего излучения рассеивается в атмосфере. Из 1 Дж УФ-Б-излучения образуется примерно 2 мкг D<sub>3</sub>.

а) Рассчитайте, сколько минут требуется на синтез 10 мкг витамина D<sub>3</sub> человеку, лицо и руки которого (100 см<sup>2</sup> кожи) находятся под солнечными лучами.

Свиное мясо, молоко с витамином D, яйца и солёный лосось содержат на 100 г массы соответственно 0,57 мкг, 0,8 мкг, 2,9 мкг и 5,9 мкг витамина D.

**b)** Рассчитайте, **i)** сколько кг свиного мяса, **ii)** сколько литров молока (1,03 кг/дм<sup>3</sup>), **iii)** сколько яиц (50 г) и **iv)** сколько кусков филе лосося (200 г) содержат 10 мкг витамина D.

**c)** Почему витамина D больше в засоленном филе лосося, чем в обжаренном с маслом.

В отсутствие обычных источников, советуется во избежание дефицита витамина D принимать капли, содержащие 230 мг/дм<sup>3</sup> D<sub>3</sub>. V(капля) = 0,05 см<sup>3</sup>.

**d)** Рассчитайте, сколько капель содержат 10 мкг витамина D<sub>3</sub>. **10 б**

**4.** Соль **A** содержит три элемента: цинк (3 моль на 1 моль соли, 50,80% по массе), элемент **B** (16,05%), а также элемент **C** (33,15%). Элемент **B** получил своё название из-за аллотропной модификации, которая светится в темноте. При реакции **B**<sub>4</sub> с простым веществом **C**<sub>2</sub> образуется гигроскопичное соединение **D**. В реакции **D** с водой образуется соединение **E**, в растворе которого pH < 7.

**a)** Подтвердите расчётами формулы **i)** элемента **B**, **ii)** элемента **C** и **iii)** соли **A**.

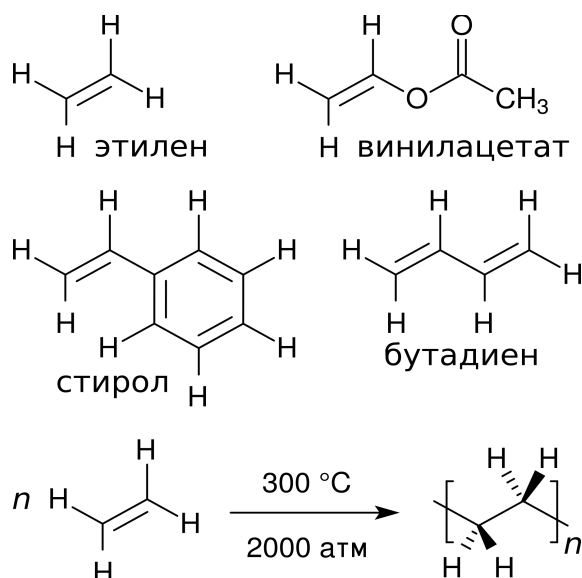
**b)** Нарисуйте структурные формулы соединений **D** и **E**.

**c)** Напишите и уравняйте следующие реакции: **i)** **B**<sub>4</sub> + **C**<sub>2</sub> → **D**; **ii)** **D** + H<sub>2</sub>O → **E**; **iii)** **E** + Zn(OH)<sub>2</sub> → ...; **iv)** **E** + Zn → ...; **v)** **B**<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → **E** + NO; **vi)** **B**<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → **E** + H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>. **11 б**

**5.** Главными компонентами жевательной резинки являются различные синтетические полимеры, которые обеспечивают резиноподобную текстуру жвачки.

Наиболее распространёнными из них являются (1) полиэтилен, (2) поливинилацетат и (3) сополимер стирола и бутадиена, в цепи которого перемежаются фрагменты стирола и бутадиена.

Названные полимеры – длинные цепи из повторяющихся звеньев – получают путём реакции присоединения мономеров (этилена, винилацетата, стирола и бутадиена).



**a)** Рассчитайте максимальную длину цепи полиэтилена, состоящей из 101 атома углерода, если длина связи C–C равна 0,153 нанометра (нм) и угол между связями равен 114°?

**b)** Рассчитайте, сколько грамм сополимера можно получить в стехиометрической реакции между 4,00 г стирола и 4,00 г бутадиена.

Чем длиннее цепи полимеров, используемых в составе жевательной резинки, тем более они эластичны и тем крупнее получаются выдуваемые пузыри. Предположим, что в 1,00 г полиэтилена содержится 0,111 ммоль молекул полиэтилена, а в 6,00 г поливинилацетата содержится 0,333 ммоль молекул поливинилацетата.

с) Покажите с помощью расчётов, какая из жвачек лучше для выдувания пузырей – на основе полиэтилена или поливинилацетата? **8 б**

**6.** Почти все химические элементы образуют с кислородом оксиды. В зависимости от элемента эмпирические формулы оксидов могут быть очень разными:  $\text{EO}$ ,  $\text{EO}_2$ ,  $\text{EO}_3$ ,  $\text{EO}_4$ ,  $\text{E}_2\text{O}$ ,  $\text{E}_2\text{O}_2$ ,  $\text{E}_2\text{O}_3$ ,  $\text{E}_2\text{O}_5$ ,  $\text{E}_2\text{O}_7$ . Один и тот же элемент может давать оксиды с разной степенью окисления (с.о.).

а) Напишите формулы и названия **i)** восьми оксидов металлов и **ii)** семи оксидов неметаллов с различными степенями окисления.

б) Какая из формул отвечает **i)** пероксиду, а какая **ii)** надпероксиду (супероксиду) и какова степень окисления кислорода в этих оксидах?

с) Элементам какой группы периодической системы характерны пероксиды и надпероксиды?

**11 б**