

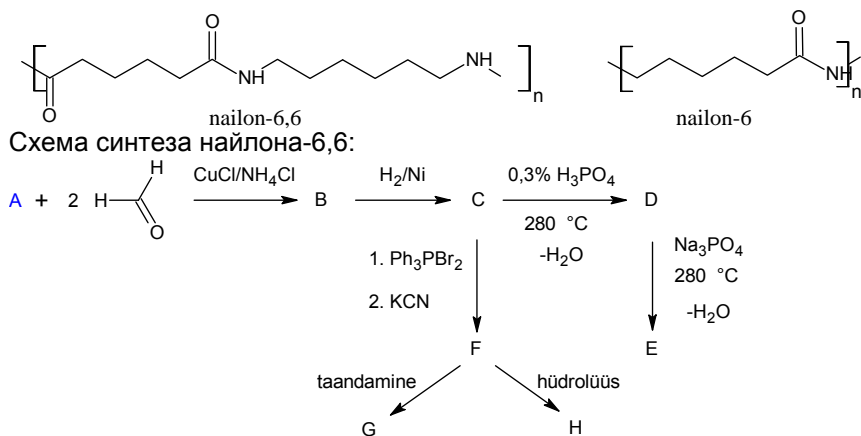
Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2012/2013 уч.г. 12 класс

1. В масс-спектрометрии измеряют отношение массы исследуемого иона к заряду. В случае хорошего разрешения спектра можно различить ионы с различным изотопным составом. При использовании метода электронной ионизации электрон покидает молекулу бромбензола, образуя ион $C_6H_5Br^+$. Природные изотопные составы брома, углерода и водорода: Br: 50,7% ^{79}Br и 49,3% ^{81}Br ; C: 98,9% ^{12}C и 1,1% ^{13}C ; H: 99,99% 1H и 0,01% 2H .

a) Сколько ионов с различным изотопным составом может образоваться при ионизации бромбензола (различные геометрические положения не учитывать)?

b) Четыре иона с каким изотопным составом образуются в наибольшем количестве, если распределение изотопов во взятом для анализа бромбензоле соответствует природному?

2. Из волоконных полимеров наиболее распространены нейлоны:



При реакции поликонденсации соединений **G** и **H** образуется нейлон-6,6. Из соединения **C** можно получить циклический сложный эфир **D**, часто используемый в качестве растворителя. Соединение **E** является исходным веществом для синтеза каучука. Также известно, что при тримеризации соединения **A** образуется бензол. Раствор 2,00 г соединения **C** в 100 г воды замерзает при температуре $-0,413^\circ\text{C}$ ($K_{kr}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K}^*\text{кг/моль}$). Содержание углерода и водорода по массе в соединении **C** 53,3% и 11,2% соответственно, содержание углерода в соединении **F** 66,7%. Ph_3PBr_2 – бромлирующий агент.

a) Найдите с помощью расчетов бруттоформулу соединения **C**.

b) Нарисуйте структурные формулы соединений **A** – **H**.

Найлон-6 можно получить при реакции полимеризации **J**. Соединение **J** получают при обработке циклогексанона гидроксиламином, в результате чего образуется соединение **I** ($C_6H_{11}NO$). При обработке **I** в олеуме образуется лактам **J** ($C_6H_{11}NO$).

c) Нарисуйте структурные формулы веществ **I** и **J**.

d) Нарисуйте структурные формулы осадков, которые образуются при реакции вещества **E** с бромом в тетрахлорметане.

3. Думая о приближающемся лыжном марафоне Юку решил посчитать, как будет наиболее целесообразно распределить запасы энергии по дистанции 63 км.

a) i) Рассчитайте энтальпию горения (МДж/кг) углеводов (глюкоза), ii) жиров (гексадекановая, или пальмитиновая, кислота) и iii) белков (аланин):

Гексадекановая кислота: $\Delta H_f^0 = -848 \text{ кДж/моль}$ и $S^0 = 452 \text{ Дж/(моль}^*\text{K)}$;

Глюкоза: $\Delta H_f^0 = -1271 \text{ кДж/моль}$ и $S^0 = 209 \text{ Дж/(моль}^*\text{K)}$;

Аланин ($C_3H_7NO_2$): $\Delta H_f^0 = -560 \text{ кДж/моль}$ и $S^0 = 119 \text{ Дж/(моль}^*\text{K)}$;

CO_2 : $\Delta H_f^0(\text{CO}_2) = -394 \text{ кДж/моль}$ и $S^0 = 214 \text{ Дж/(моль}^*\text{K)}$;

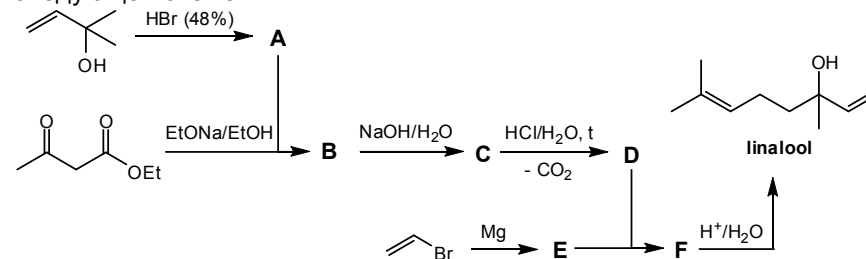
H_2O : $\Delta H_f^0 = -286 \text{ кДж/моль}$ и $S^0 = 189 \text{ Дж/(моль}^*\text{K)}$.

b) i) Сколько было затрачено энергии, если в течение 5,5 часов бега Юку вырабатывал мощность 200 Вт (КПД = 24%)? Сколько пришлось бы взять с собой ii) буханок хлеба (320 г, 60% углеводов), iii) сала или iv) мяса? Предположите, что углеводы – это исключительно глюкоза, жир – гексадекановая кислота и мясо – аланин.

“Быть или не быть” – подумал Юку после марафона и посчитал изменение стандартной энтропии ΔS^0 и константу равновесия K своего полного окисления.

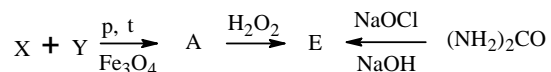
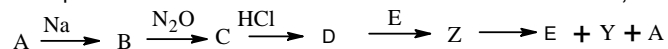
c) Посчитайте i) ΔS^0 , ii) ΔH^0 , iii) ΔG^0 и iv) K реакции Юку + $\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, если Юку весит 75 кг и содержит примерно 12% жира, 20% белков и 0,4% углеводов. v) Почему Юку не горит спонтанно? $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = -RT \ln K$

4. Линалол – это природный терпен, который можно найти в лимоне, винограде и апельсиновом масле. Линалол широко используют для изготовления парфюмерных изделий. Вещество можно синтезировать по следующей схеме:



- a) Нарисуйте структурные формулы соединений **A - F**.
 b) Напишите механизм образования **A**.
 c) В честь какого известного химика назван класс соединений, к которому принадлежит **E**?

5. Решите цепочки приведенных реакций. Известно, что при разложении 1,00 моль вещества **Z** образуется 35,5 л (н.у.) газообразного вещества **Y**. Вещества **A** и **E** являются слабыми основаниями, **X** и **Y** – простые вещества.



- a) Напишите формулы и названия соединений **A – E, X, Y, Z**.
 b) Напишите уравнения всех реакций.

6. Один студент в Германии изучал реакции, катализируемые переходными металлами. Поскольку переходные металлы дороги, ему пришлось синтезировать их самому. Для этого он взял металл **X** жёлтого цвета, который не растворяется в обычных кислотах. Поэтому он растворил металл в смеси HCl и HNO_3 , в следствие этого образовалось соединение **A** и выделился двухатомный газ **B**. **X** реагирует с газом **C** (относительная плотность по воздуху 2,45) в растворе HCl , также образуя соединение **A**. При реакции **A** с двумя молекулами диметилсульфида в присутствии воды (степень окисления одного атома серы увеличивается на 2) образуется соединение **D** (степень окисления одного атома серы увеличивается на 2), комплексный катион которого содержит как серу так и 76,06% металла **X**. К тому же на 1 моль **A** образуется 1 моль известного в органической химии растворителя и 3 моль одной распространенной неорганической кислоты. Соединение **D** – наиболее распространенное исходное вещество для синтеза комплексных соединений металла **X**, так как реакции замещения лигандов происходят очень быстро. Чтобы получить необходимое комплексное соединение **E**, студенту надо было еще осуществить реакцию с трифенилфосфином $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}$. Однако студент был уставшим и решил отложить эту реакцию на следующий день, оставив вещество **D** в растворе на ночь. Утром он обнаружил, что в растворе **D** образовался желтый осадок и ему придется провести все реакции заново.

- a) Рассчитайте молярную массу **C**, напишите его формулу и название.
 b) Напишите названия металла **X** и газа **B**.
 c) Напишите уравнения описанных реакций (5).