

# Tallinna XIX koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2018 / 2019 õ. a 10. detsembril 2018 kell 12.00 – 15.00

Перед началом работы на титульном листе чистовика заполните таблицу по образцу:

11. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Можно пользоваться таблицей периодической системы химических элементов, таблицей растворимости солей и калькулятором.

## 1. (10)

Одним из исходных веществ для промышленности основного органического синтеза является бензол, который получают в основном при каталитической переработке фракций нефти.

Далее описан синтез трех реагентов (**A**, **D**, **G**) и из них синтез других веществ, где бензол используется как исходное вещество.

Половина всего бензола алкилируют этеном, используя реакцию Фриделя – Крафтса, при этом получается вещество **A** (реакция i.). При каталитическом дегидрировании которого получается вещество **B** (реакция ii.). Вещество **B** (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>) было известно еще 1831 году, когда его получили из смолы *styrax* бальзамного дерева. Позже была открыта способность к полимеризации вещества **B** с получением вещества **C** (реакция iii.).

25 % бензола алкилируют пропенном в кумол (вещество **D**) (реакция iv.), который является вторым «многоатомным» веществом, синтезированным из бензола. При окислении изопропилбензола получают фенол (вещество **E**) и ацетон (вещество **F**) (реакция v.).

Часть бензола гидрируют для получения вещества **G** (реакция vi.), при окислении которого полученная дикарбоновая кислота **H** (реакция vii.) является одним из исходных веществ при производстве нейлона 6,6.

1. Напишите уравнения следующих реакций: i., ii., iii., iv., v., vi., vii. (3,5)

2. Напишите номенклатурные названия веществ: **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**. (4)

3. Напишите номенклатурные названия и структурные формулы веществ, используемых при производстве нейлона 6,6. (0,5)

Если при синтезе используются вещества, замещенные бензола, то необходимо следить за смещением электронной плотности в ядре бензола, которое направляет следующий заместитель в определенное положение по отношению к предыдущему заместителю.

Например, заместители-галоген и алкильная группа направляют в положение 2, 4, 6 (орто-, пара-), карбоксильная и нитрогруппа в положение 3 (мета-).

4. Составьте схему синтеза i) m-бромнитробензола, исходя из бензола (1) и ii) p-нитробензойной кислоты из толуола (1).



#### 4. (10)

Коэффициент экстрагирования **K** показывает распределение вещества между двумя фазами и характеризует эффективность экстрагирования.

Вычисление коэффициента экстрагирования вещества в системе ОРГАНИЧЕСКИЙ СЛОЙ/ВОДНЫЙ СЛОЙ происходит путём деления концентрации вещества в органическом слое (г/л) на концентрацию этого вещества (г/л) в водном слое:

$$K(\text{органический слой/водный слой}) = \frac{c(\text{ОРГАНИЧЕСКИЙ\_СЛОЙ}), \frac{\text{г}}{\text{л}}}{c(\text{ВОДНЫЙ\_СЛОЙ}), \frac{\text{г}}{\text{л}}}$$

В следующей таблице приведены растворимости бензойной кислоты в различных растворителях:

**Таблица растворимости бензойной кислоты в различных растворителях\***

Растворитель	Растворимость (г/л)
Вода	3,44
* Оливковое масло	4,22
** Диэтиловый эфир	222
Этанол	559

\*[https://en.wikipedia.org/wiki/Benzoic\\_acid](https://en.wikipedia.org/wiki/Benzoic_acid)

\*\*<https://ru.scribd.com/doc/252380517/Solubility-of-Benzoic-Acid-in-Organic-Solvents>

1. Нарисуйте структурную формулу бензойной кислоты **(0,5)** и объясните ее растворимость в воде при помощи водородных связей **(0,5)**.
2. Почему этанол не подходит для экстракции бензойной кислоты из водного раствора? **(1)**
3. Во сколько раз эффективность экстракции бензойной кислоты из водного раствора у диэтилового эфира выше по сравнению с оливковым маслом? **(1)**
4. К 2,00 л воды добавили 5,00 граммов бензойной кислоты. Какой раствор образовался: ненасыщенный, насыщенный, пересыщенный? **(1)**
5. К раствору в пункте 4 добавили 50,0 мл диэтилового эфира. Рассчитайте коэффициент экстрагирования бензойной кислоты **(1)** и определите, сколько процентов бензойной кислоты можно экстрагировать из водного раствора **(1)**.
6. После отделения слоя диэтилового эфира от раствора бензойной кислоты, из оставшегося водного раствора произвели вторую экстракцию тем же количеством диэтилового эфира. Вычислите суммарный процент извлечения бензойной кислоты из водного раствора после второго экстрагирования **(1)**.
7. Вычислите суммарный процент извлечения бензойной кислоты из водного раствора после третьего экстрагирования с использованием такого же количества диэтилового эфира **(1)**.
8. Вычислите процент извлечения бензойной кислоты из водного раствора, если из начального раствора производили экстракцию за один раз 150 мл диэтилового эфира. **(1)**
9. В каком случае можно извлечь больше бензойной кислоты из водного раствора, экстрагируя три раза диэтиловым эфиром по 50 мл или один раз 150 мл? **(1)**