

## КУРСОВАЯ РАБОТА № 5

### Исследование физических и химических свойств ароматических углеводородов производных бензола (бензол, толуол, кумол, ксилолы, стирол). Особенности их строения и реакционной способности

#### 1. Изучение физических свойств

##### 1.1. Определение плотности бензола, толуола, ксилола и стирола

**Реактивы:** Бензол, толуол, ксилол и стирол.

**Приборы и материалы:** Пикнометры объемом 5 мл, набор ареометров, пипетки, мерные цилиндры (100 мл), аналитические весы.

**Задание:** В ходе выполнения данной работы определите плотность бензола, толуола, ксилола и стирола двумя методами и сравните полученные результаты с табличными данными. Сравните плотности бензола, толуола, ксилола и стирола с плотностями воды, этилового спирта, толуола, уксусной кислоты (конц.).

#### Ход работы

Методика проведения анализа описана в лабораторной работе 5, часть 1.

#### 2. Изучение химических свойств

##### 2.1. Получение бензола

**Реактивы:** Бензойная кислота, гидроксид натрия (крист.), соляная кислота (конц.).

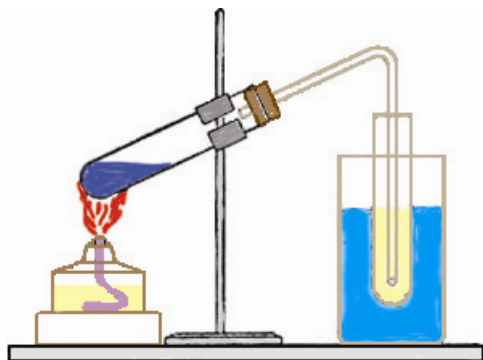
**Приборы и материалы:** Пробирки, пипетки, круглодонная колба (100 мл), газоотводная трубка, стаканы, спиртовка, штатив с лапками.

**Задание:** Проведите эксперимент. Объясните, почему бензол выпадает в приемнике в виде кристаллов. Напишите уравнения реакций.

#### Ход работы

Смешайте 2 г бензойной кислоты с 4 г щелочи. Заполните пробирку на четверть и закройте ее пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите в пробирку, погруженную в стакан с холодной водой со

льдом или в стакан со снегом. Пробирку со смесью нагрейте на спиртовке до образования прозрачного раствора (**рис. 17**).



**Рисунок 17.** Устройство для получения бензола

На дне пробирки-приемника должны оседать кристаллы бензола. Нагрев прекратите, когда в пробирке-приемнике не будет наблюдаться образование кристаллов. Пробирку-приемник **осторожно** охладите, и разберите систему. В пробирку со щелочью добавьте 1-2 капли соляной кислоты. Бензол в пробирке-приемнике разделите на три пробирки и используйте их для проведения *опытов 2.2, 2.3 и 2.4*.

## **2.2. Взаимодействие ароматических соединений с хлоридом алюминия**

**Реактивы:** Бензол, толуол, стирол, хлорид алюминия (безв.).

**Приборы и материалы:** Пробирки, пипетки, водяная баня, шпатели.

**Задание:** Проведите реакцию. Установите, взаимодействуют ли ароматические соединения с хлоридом алюминия. Объясните появление окраски. Напишите уравнение реакции. Можно ли рассматривать это взаимодействие как качественную реакцию на ароматичность?

### **Ход работы**

В раствор ароматического углеводорода добавьте несколько кристалликов безводного хлорида алюминия и нагрейте содержимое на водяной бане. При нагревании раствора должна появиться характерная красная окраска.

### **2.3. Реакция нитрования ароматических соединений**

**Реактивы:** Толуол, бензол, орто-ксилол, серная кислота (конц.), азотная кислота (конц.).

**Приборы и материалы:** Пробирки, пипетки, плоскодонная коническая колба (25 мл), водяная баня, химические стаканы.

**Задание:** Проведите реакцию. Установите, взаимодействуют ли бензол и толуол с азотной кислотой. Объясните роль серной кислоты. Напишите уравнения реакций. Напишите механизм реакции.

#### **Ход работы**

В плоскодонной колбе (или стакане) осторожно при охлаждении в холодной бане смешайте 3 мл концентрированной азотной кислоты с 4.5 мл концентрированной серной кислоты. Охлажденную смесь разделите на три пробирки. При перемешивании по каплям добавьте 1.5 мл бензола в первую пробирку, 1.5 мл толуола во вторую пробирку, 1.5 мл орто-ксилола в третью пробирку. Следите, чтобы температура реакционной смеси не превышала 50-60 °С. После добавления углеводорода смесь встряхивайте еще 3-5 минут. Полученные смеси перелейте в стаканы, содержащие 20 мл воды. Нитросоединения оседают в виде тяжелых маслянистых капель и имеют характерный запах. Нитросоединения ядовиты, поэтому после опыта их необходимо слить в специальные склянки.

**Внимание!** Опыт проводить в вытяжном шкафу.

### **2.4. Реакция окисление гомологов бензола**

**Реактивы:** Толуол, орто-ксилол, бензол, стирол, серная кислота (конц.), перманганат калия (0.1% раствор), гидроксид натрия (0.5М раствор).

**Приборы и материалы:** Пробирки, пипетки.

**Задание:** Проведите реакцию. Установите, реагирует ли толуол, орто-ксилол и стирол с перманганатом калия. Влияет ли кислотность среды на характер

протекание реакции. Объяснить, почему меняется цвет перманганата калия. Напишите уравнения реакций.

### **Ход работы**

В три пробирки налейте по 0.5 мл толуола, орто-ксилола и стирола. В каждую пробирку добавьте равное количество раствора перманганата калия, подкисленного каплей серной кислоты. Содержимое пробирок встряхивайте в течение 1-2 мин. Отметьте изменение цвета.

В пробирку прилейте 1 мл раствор перманганата калия и добавьте 1 каплю раствора гидроксида натрия. Прилейте 0.5 мл стирола. Отметьте изменение цвета.

### **2.3. Реакция сульфирования ксилола и толуола**

**Реактивы:** Толуол, ксилол (орто- или пара-), серная кислота  $H_2SO_4$  (конц.), дистиллированная вода.

**Приборы и материалы:** Пробирки, пипетки, плоскодонная коническая колба, химические стаканы, водяная баня, часы с секундной стрелкой.

**Задание:** Проведите реакцию. Установите, реагирует ли ксилол и толуол с серной кислотой. Сравните время, необходимое для полного растворения серной кислоты в толуоле и ксилоле. Сравните растворимость полученных соединений в воде. Напишите уравнения реакций. Напишите механизм реакции.

### **Ход работы**

Возьмите две пробирки. В первую пробирку налейте 1 мл толуола, а во вторую пробирку - 1 мл ксилола. Осторожно в пробирки прилейте 1 мл серной кислоты. Периодически встряхивая, пробирки нагрейте на водяной бане до полного растворения органических соединений. Зафиксируйте время полного растворения органического соединения. Содержимое пробирок охладите, и перелейте в стаканы с 25 мл ледяной воды.

### **Вопросы по работе**

1. Какие соединения называются ароматическими?

2. Сравните строение и химические свойства ароматических соединений с алкенами.
3. Какие существуют способы получения ароматических соединений?
4. Какие химические свойства характерны для ароматических соединений?
5. Напишите механизм реакции электрофильного замещения аренов на примере алкилирования бензола хлористым метилом.
6. Правила ориентации в бензольном кольце.