

ВСЕРОССИЙСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Четвертый (зональный) этап

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

Рязань, Курск, Йошкар-Ола, Иркутск

23-28 марта 1998 г.

Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

9 класс

В восьми пробирках находятся индивидуальные вещества: сульфат марганца, сульфат цинка, ацетат свинца, сульфат аммония, карбонат аммония, фосфат цинка, фосфат кальция и тиосульфат натрия.

Пользуясь водой, растворами гидроксида натрия и минеральной кислоты, а также индикаторами метиловым оранжевым и фенолфталеином определите:

1. Какую минеральную кислоту Вам выдали
2. Какое вещество находится в каждой из пробирок.

Приведите уравнения реакций, которые при этом протекают. Укажите, какими эффектами они сопровождаются.

Реагенты:

Титрованные растворы NaOH и минеральной кислоты, вода.

Индикаторы: фенолфталеин ΔpH 8,0-10,0;

метиловый оранжевый ΔpH 3,1-4,4.

Оборудование:

Штатив с пробирками, buretka 25 мл, пипетка Мора 10 мл, колбы конические 100 мл — 2 шт., воронка, резиновая груша, шпатель, водяная баня.

Решение первого задания

Устанавливают молярную массу эквивалента определяемой кислоты, титруя 10 мл раствора кислоты раствором щелочи в присутствии индикатора фенолфталеина до бледно-розовой окраски и такой же объем кислоты в присутствии индикатора метилового оранжевого до изменения окраски индикатора до желтого. Убеждаются, что объемы щелочи, затраченные на титрование с разными индикаторами приблизительно равны.

Рассчитывают молярную массу эквивалента по формуле:

$$\frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{1000} = \frac{C_{k-tms} \cdot V_{k-tms}}{M(f_{k-tms})}$$

Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

$$M(f_{k\text{-}ты}) = \frac{C_{k\text{-ты}} \cdot V_{k\text{-ты}} \cdot 1000}{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}$$

где $M(f_{k\text{-ты}})$ — молярная масса эквивалента кислоты,

$f_{k\text{-ты}}$ — фактор эквивалентности кислоты,

C_{NaOH} — концентрация $NaOH$ моль/л,

$C_{k\text{-ты}}$ — концентрация кислоты г/мл, $V_{k\text{-ты}}$ равен 10 мл,

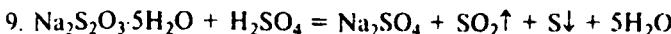
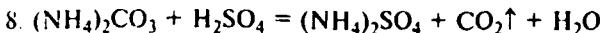
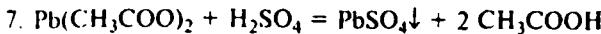
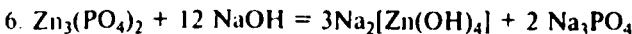
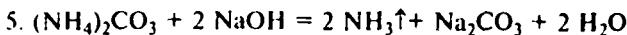
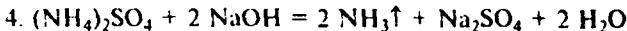
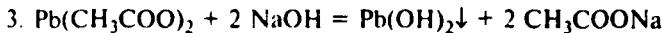
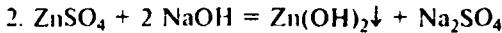
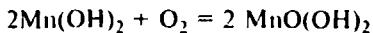
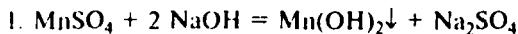
V_{NaOH} — объем щелочи, мл, израсходованный на титрование кислоты.

Установив $M(f_{k\text{-ты}})$, находят формулу кислоты. Выдана H_2SO_4 .

Решение второго задания

	$MnSO_4$	$ZnSO_4$	$Pb(CH_3COO)_2$	$(NH_4)_2SO_4$	$(NH_4)_2CO_3$	$Zn_3(PO_4)_2$	$CaHPO_4$ или $Ca_3(PO_4)_2$	$Na_2S_2O_3$
H_2O	р	р	р	р	р	н	н	р
$NaOH$	↓белый бурые раств. в изб.	↓белый раств. в изб.	↓белый раств. в изб.	↑ NH_3	↑ NH_3	↓белый раств. в изб.	—	—
H_2SO_4	—	—	↓белый	—	↑ CO_2	р	—	↓желтоват

Примечание: р — соль растворяется, н — соль не растворяется.



Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

10 класс

Задание

Методом перегонки разделить смесь двух жидкостей (хлороформ-толуол), построить кривую разгонки в координатах: температура кипения — объем жидкости, определить температуры кипения компонентов смеси и их количественное соотношение, измерить показатель преломления n_D^{20} полученных дистиллятов. Предложить методики качественного определения примесей в полученных фракциях и провести данное определение.

Реагенты:

1. Смесь хлороформа с толуолом
2. Медная проволока
3. Алюминий хлористый безводный.

Оборудование:

Прибор для перегонки: колба круглодонная на 100 мл, дефлэгматор, прямой холодильник, аллонж, термометр, цилиндр на 25-30 мл — 2 шт., колба плоскодонная на 50 мл — 3 шт., горелка газовая, штатив с лапками, кольцами, муфтами, сетками асбестовыми — 2 шт., кипелки, пробирка, шпатель.

Методика

При выполнении данной работы учащийся получает 60 мл смеси хлороформа и толуола. Учащийся должен собрать прибор для перегонки, разделить полученную смесь перегонкой и определить количественное соотношение веществ в смеси (в объемн. %), измерить показатели преломления (n_D^{20}) полученных дистиллятов.

Собрать прибор согласно рисунку. В прибор поместить разгоняемую смесь. В качестве приемника использовать мерный цилиндр объемом 25-30 мл.

Когда начнется отгонка жидкости, а температура установится постоянной, производится построение кривой разгонки в координатах:

Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

объем отгона — температура. Температуру кипения записывают после сбора каждого 2 мл дистиллята. Нормальная скорость перегонки — одна капля за две секунды.

В ходе разгонки собирают три фракции: первая фракция — от начала перегонки до момента, когда температура кипения начнет быстро повышаться (быстрое повышение означает подъем температуры на 5-7 °С в течении 20-30 секунд.) Собранные фракции после измерения ее объема переливают в плоскодонную колбу. Вторая фракция (промежуточная) собирается во время быстрого повышения температуры отходящих паров; третья фракция — с момента прекращения быстрого роста температуры до конца перегонки, оставив в колбе 1-2 мл жидкости.

Температуры кипения компонентов определяются по ординатам горизонтальных участков полученной кривой разгонки. Количественное соотношение компонентов в смеси определяется по количествам отгонянных фракций (в объемн. %). В общем материальном балансе должны указываться и неизбежные при разгонке потери. Измерить показатель преломления фракций. Провести качественное определение наличия примесей в полученных фракциях.

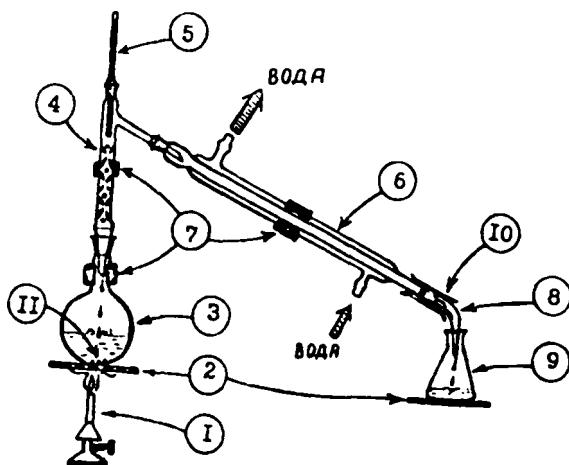


Рис. Прибор для перегонки при атмосферном давлении.

Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

ПОЯСНЕНИЯ

Сборку прибора начинают с нагревательного устройства (на данном рисунке — горелка 1; может использоваться электроплитка с закрытой спиралью, водяная или песчаная баня).

Перегонную колбу 3, дефлектиор 4 и нисходящий холодильник 6 необходимо закрепить в лапках штатива 7.

Перегонная колба 3 и приемник 9 должны стоять на асбестовой сетке, положенной на закрепленное в штативе кольцо. При использовании электроплитки колбу следует поставить на кольцо, закрепленное в штативе.

Дефлектиор 4 должен быть закреплен строго вертикально; при наклонном положении дефлектиора эффективность разделения резко падает.

Термометр 5 необходимо подбирать так, чтобы его шарик находится на 0,5 см ниже бокового отвода дефлектиора.

Алонж 8 нужно зафиксировать на холодильнике 6 при помощи резиновых колец, небольших пружинок или специальных зажимов 10.

Воду в холодильник следует подавать снизу.

ПЕРЕД НАЧАЛОМ ПЕРЕГОНКИ НЕ ЗАБЫТЬ ПОМЕСТИТЬ В КОЛБУ КИПЯТИЛЬНИКИ 11 (небольшие кусочки битого фарфора)!!! Нельзя бросать кипятильники в нагретую жидкость! Если перегонка была прервана, необходимо внести свежие кипятильники.

Качественное определение примесей в полученных фракциях:

1. Примесь хлороформа в толуоле определяется пробой Бейльштейна. Для этого свежепрокаленную мерную проволоку погружают в колбу с толуольной фракцией и затем вносят проволоку в пламя горелки.

* Зеленое окрашивание пламени свидетельствует о наличии галогена в смеси (хлороформа).

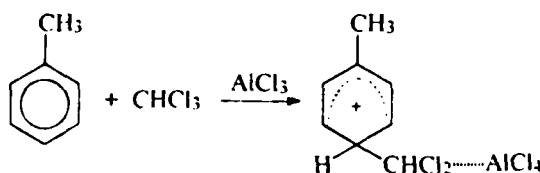
Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

2. В пробирку, содержащую ~1 мл фракции хлороформа, внести на кончике шпателя безводный хлористый алюминий.

* Появление оранжевой окраски свидетельствует об образовании σ -комплекса, который дает производное бензола при реакции алкилирования



Реактивы на 1 учащегося

Хлороформ — 30 мл, толуол — 30 мл, AlCl_3 безводный — 2 г на всех учащихся, медная проволока — 10-15 см

Оборудование

Прибор для перегонки* (колба круглодонная 100 мл, дефлегматор, термометр, холодильник Либиха, алонж)

цилиндр 25-30 мл 2 шт.

колба плоскодонная 50 мл 3 шт.

горелка газовая 1 шт.

штатив с лапками, муфтами, кольцами, сстками 2 шт.

кипелки

пробирка 1 шт.

шпатель 1 шт.

Рефрактометр — 1 на всю группу

* Прибор можно собрать из посуды на стандартных шлифах или на пробках.

Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

Четвертый этап

Экспериментальный тур

11 класс

Задание

В десяти пробирках находятся следующие соединения: фенол, п-метиланилин (п-толуидин), бензойная к-та, п-аминофенол, салициловая (о-гидроксибензоевая) к-та, антракарбоновая (о-аминобензоевая) к-та, бензамид, п-N,N-диметиламинобензальдегид, ацетофенон (метилфенилкетон), п-гидроксибензальдегид.

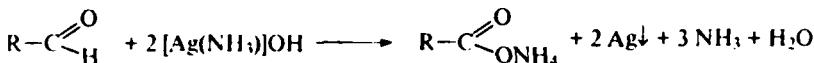
Используя приведенные ниже реагенты, определить вещества, находящиеся в пробирках.

Реагенты: $\text{FeCl}_3 \approx 3\%$, $\text{NaOH} 10\%$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 - 0,5 \text{ л}$, $\text{HCl} 10\%$, 2,4-динитрофенилгидразин в этаноле.

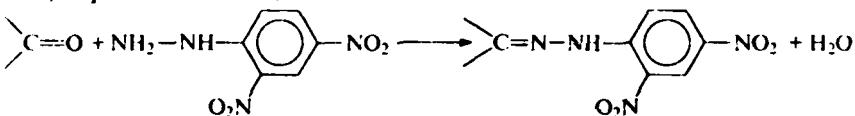
Оборудование: пробирки, газовая горелка, шпатель.

Решение

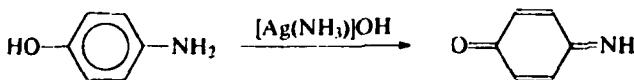
1) альдегиды:



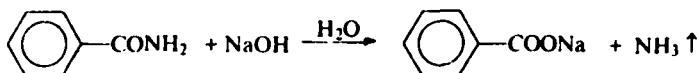
2) карбонильные соединения:



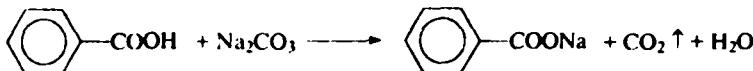
3) п-аминофенол:



4) амид:



5) карбоновая кислота:



Всероссийская Олимпиада школьников по химии-1998

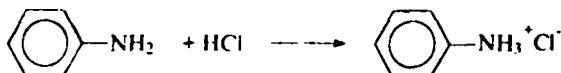
Четвертый этап

Экспериментальный тур

6) фенол:



7) анилин:



	фенол	п-толуидин	бензойная к-та	п-амино-фенол	антраниловая к-та
2,4-ДНФГ	—	—	—	—	—
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$	—	—	—	+	—
FeCl_3	+	—	+	+	+
HCl	—	+	—	+	+
нагрев	—		—		
NaOH	+	—	+	+	+
нагрев		—			
Na_2CO_3	—	—	$+\text{CO}_2 \uparrow$	—	$+\text{CO}_2 \uparrow$

	салациловая к-та	бензамид	п-N,N-диметиламино-бензальдегид	ацетофенон	п-гидрокси-бензальдегид
2,4-ДНФГ	—	—	+	+	+
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$	—	—	+		+
FeCl_3	+	—	—	—	+
HCl	—	—	+	—	—
нагрев	—	+		—	—
NaOH	+	—	—	—	+
нагрев		$+\text{NH}_3 \uparrow$	—	—	
Na_2CO_3	$+\text{CO}_2 \uparrow$	—	—	—	—

