

Одиннадцатый класс

Задание 1. Качественное определение лекарственных препаратов.

В семи пронумерованных пробирках находятся без этикеток семь органических соединений, которые широко применяются в медицине в качестве лекарственных препаратов: салициловая кислота (2-гидроксibenзойная кислота), парацетамол (N-ацетил-4-аминофенол, N-(4-гидроксифенил)ацетамид), витамин PP (никотиновая кислота, пиридин-3-карбоновая кислота), никотинамид (амид пиридин-3-карбоновой кислоты), хинозол (8-гидроксихинолин), хлоральгидрат (гидрат трихлоруксусного альдегида) и уротропин (гексаметилентетрамин, 1,3,5,7-тетраазатрицикло[3.3.1.1^{3,7}]декан).

1. Напишите структурные формулы предлагаемых органических соединений.
2. Предложите способ идентификации органических соединений, с использованием предлагаемых реактивов и оборудования. Напишите уравнения реакций, с помощью которых определяются вещества.
3. Осуществите экспериментальную идентификацию на основании предложенной Вами методики.

Реактивы: 10% растворы карбоната натрия, гидроксида натрия и серной кислоты.

Оборудование: штатив с пробирками, электрическая плитка или газовая горелка.

Задание 2. Количественное определение фенола.

Используя предлагаемые реактивы, оборудование и методику, определите содержание фенола в граммах в выданной навеске. Напишите уравнения протекающих реакций.

Реактивы: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,5 М), KBrO_3 (0,1 М), KBr (10 %), KI (20 %), H_2SO_4 (50 %), крахмал (2%).

Оборудование: мерная колба на 100 мл, пипетка на 25 мл, мерный цилиндр на 25 мл, стакан на 250 мл, часовое стекло, бюретка на 50 мл.

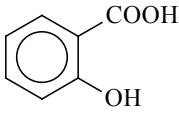
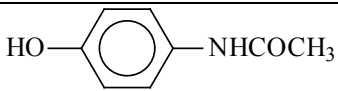
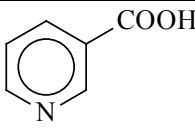
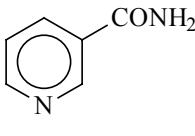
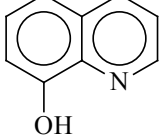
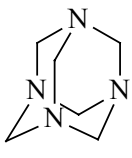
Методика

Выданный образец известной массы, растворяют в воде, переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводят водой до метки. Отмеряют пипеткой 25 мл этого раствора, переносят его в стакан для бромирования вместимостью 200-250 мл, прибавляют 10 мл раствора KBrO_3 , 10 мл раствора KBr и 5 мл раствора H_2SO_4 . Жидкость в стакане тщательно перемешивают круговыми движениями и оставляют на 15 минут, закрыв часовым стеклом. Затем к образовавшейся смеси прибавляют 5 мл раствора KI , сильно взбалтывают и оставляют на 10 мин, также накрыв стакан часовым стеклом. После этого выделившийся иод титруют 0,5 М раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до бледно-желтой окраски раствора. Добавляют 1-2 мл раствора крахмала и продолжают титровать при энергичном перемешивании до исчезновения синей окраски раствора. Объем затраченного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ обозначают через V_1 .

Затем повторяют те же операции в отсутствие фенола (при этом 25 мл раствора фенола заменяют 25 мл воды), обозначая объем затраченного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ через V_2 .

Решение

Задание 1.

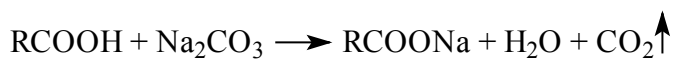
Соединение	H ₂ O		Na ₂ CO ₃	H ₂ SO ₄		NaOH	
	без нагрева	нагрев		без нагрева	нагрев	без нагрева	нагрев
	н	р	р, CO ₂ ↑	н	р	р	
	н	р	н	н	р	р	
	н	р	р, CO ₂ ↑	р		р	
	р		р	р		р	NH ₃ ↑
	н	р	н	р		р	
Cl ₃ C-CH(OH) ₂	р		р	р		муть CHCl ₃ ↓	
	р		р	р	запах CH ₂ O↑	р	

н – не растворяется

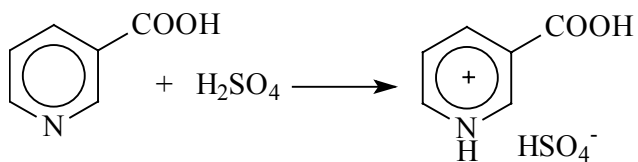
р – растворяется

1. Растворение веществ в воде показывает, что три вещества хорошо растворимы в воде при комнатной температуре, остальные четыре – при нагревании.

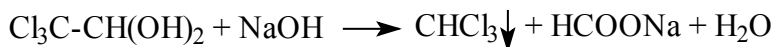
2. Для обнаружения карбонильной группы добавляем к твердым веществам раствор соды. В двух пробирках наблюдается выделение углекислого газа. Это – салициловая и никотиновая кислоты.



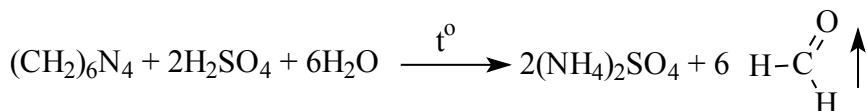
3. Для того, чтобы различить салициловую и никотиновую кислоты, надо добавить серной кислоты к этим веществам. Никотиновая кислота растворяется в серной.



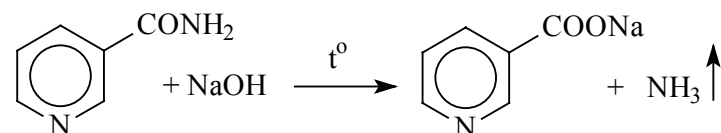
4. Хлоральгидрат обнаруживается при добавлении к раствору щелочи. В результате галоформной реакции образуется хлороформ, который не растворим в воде.



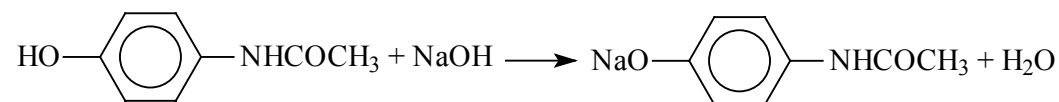
5. Уротропин обнаруживается при добавлении кислоты. При нагревании раствора наблюдается резкий запах формальдегида



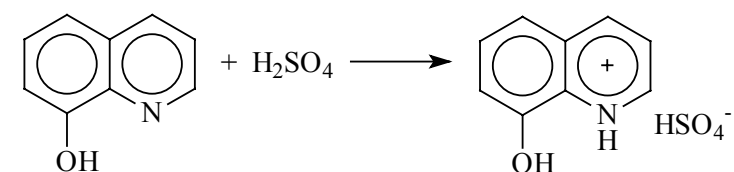
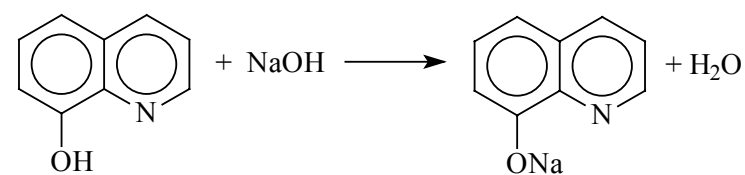
6. Никотинамид обнаруживается при добавлении к раствору щелочи. При нагревании раствора в результате щелочного гидролиза образуется аммиак, который идентифицируется по запаху.



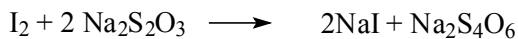
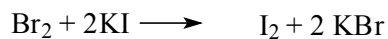
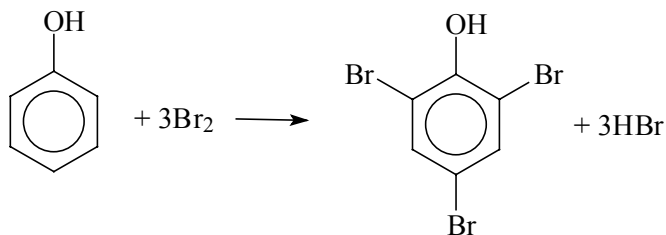
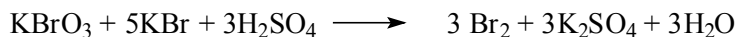
7. Для того чтобы различить парацетамол и хинозол, необходимо сравнить их поведение в реакциях с кислотой и щелочью. Парацетамол растворим в холодном растворе щелочи, но не растворим в серной кислоте на холоду.



Хинозол растворим и в щелочи и в кислоте.



Задание 2.



На титрование фенола израсходовано $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = V_2 - V_1$ мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

В первом титровании раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ расходуется на реакцию с иодом, выделившимся в результате реакции KI с неизрасходовавшимся на бромирование фенола Br_2 . Во втором титровании раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ расходуется на реакцию с иодом, выделившимся в результате реакции KI со всем образовавшимся Br_2 . Разница этих объемов ($V_2 - V_1$) представляет собой объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ который прореагировал бы с иодом выделившимся в результате реакции KI с израсходованным на бромирование фенола Br_2 ($V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$).

Исходя из стехиометрии реакций титрования и, учитывая объем анализируемого раствора (25 мл), получаем, что масса фенола в навеске:

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{1}{6} \cdot \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{1000} \cdot 4$$

Массовая доля фенола в препарате:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{m_{\text{препарата}}}$$