

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

В десяти пронумерованных пробирках находятся водные растворы муравьиной кислоты, пропионовой кислоты, щавелевой кислоты, ацетона, циклогексанона, уксусного альдегида, трихлоруксусного альдегида (хлоральгидрата), n-пропилового спирта, этилового спирта и глицерина.

Задание:

1. Предложите план определения указанных веществ с использованием только тех реактивов, которые имеются на рабочем столе.
2. Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите вещества в пробирках. Опишите ход определения. Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение каждого вещества.

Реактивы: 10% водные растворы KOH и CuSO₄, 1% водный раствор KMnO₄, водный раствор I₂ в KI.

Оборудование: штатив с пробирками (10 шт.), капельницы с растворами реактивов (4 шт.), водяная баня.

Решение

Для решения поставленной задачи можно использовать не только предложенные реактивы, но и их смеси. Так, смешав растворы CuSO₄ и KOH можно приготовить осадок гидроксида меди, который позволит обнаружить альдегиды, многоатомные спирты и кислоты. Смесь иода и щелочи – это реагент для проведения галоформной реакции.

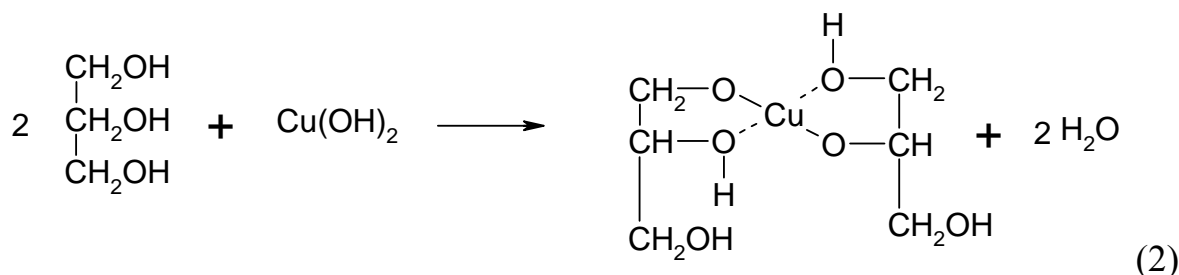
Предлагаем одну из возможных последовательностей определения.

1. Начать определение веществ можно реакцией со щелочью. Только **хлоральгидрат** дает видимое изменение при добавлении KOH. Наблюдается сначала помутнение, затем расслоение и хлороформ собирается на дне пробирки.

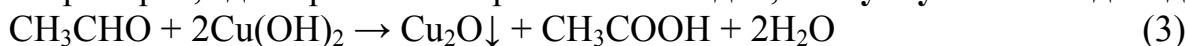


2. При добавлении исследуемых веществ к свежеприготовленному осадку Cu(OH)₂ в двух пробирках наблюдается растворение осадка с образованием голубого раствора, в одной пробирке выпадает белый осадок, еще в одной пробирке осадок растворяется и образуется яркий сине-фиолетовый раствор (реакция на многоатомные спирты). При нагревании остальных пробирок в одной из них появляется оранжево-красный осадок Cu₂O (реакция на альдегиды), в остальных пробирках наблюдается образование черного осадка CuO (при нагревании гидроксид меди Cu(OH)₂ теряет воду). Из наблюдений можно сделать следующие выводы:

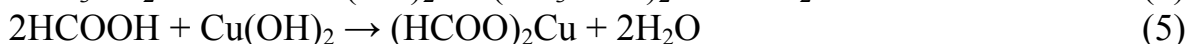
В пробирке, где образовался сине-фиолетовый раствор, был **глицерин**.



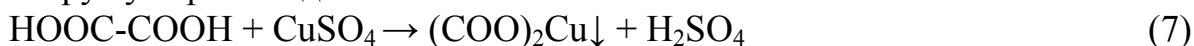
В пробирке, где образовался оранжевый осадок, был **уксусный альдегид**.



Так как со щелочью могут реагировать кислоты, можно предположить, что именно они растворяют $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Белый осадок – это осадок оксалата меди.

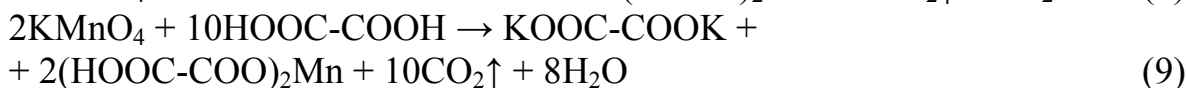
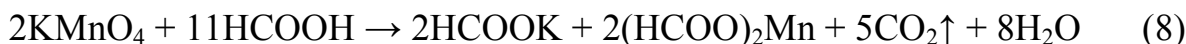


Такой же белый осадок выпадает при добавлении **щавелевой кислоты** к раствору сульфата меди.

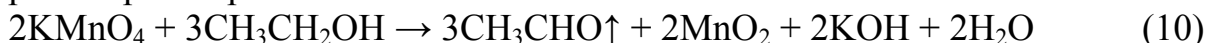


Различить пропионовую и муравьиную кислоту можно реакцией с KMnO_4 .

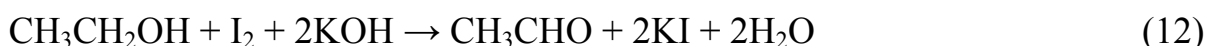
Пропионовая кислота не окисляется перманганатом калия, **Муравьиная кислота** и **щавелевая кислота** медленно обесцвечивают раствор перманганата калия при комнатной температуре, при нагревании реакция идет быстрее. Если кислоты взяты в избытке к перманганату калия, то Mn^{+7} восстанавливается до Mn^{+2} .

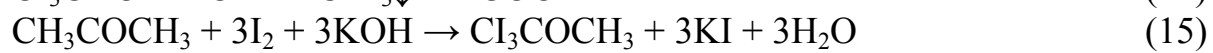
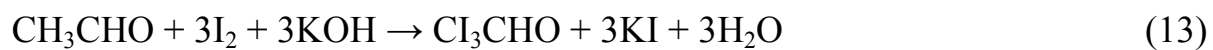


3. Оставшиеся четыре вещества можно различить используя реакцию с перманганатом калия и иодоформную реакцию. Спирты медленно реагируют с раствором KMnO_4 при комнатной температуре, при нагревании окисление спиртов идет быстро. Образующиеся при окислении альдегиды улетают из горячего раствора.



Кетоны не окисляются раствором перманганата калия. Галоформная реакция – это качественная реакция на метилкетоны и спирты, которые при окислении дают метилкетоны или уксусный альдегид. Следовательно, в двух пробирках, в которых при добавлении иода и щелочи наблюдалось выделение желтоватого осадка иодоформа, находятся ацетон и этиловый спирт, в двух других пробирках – циклогексанон и пропиловый спирт. Таким образом можно различить **ацетон, циклогексанон, пропанол-1** и **этанол**.





Реагенты	KOH	CuSO ₄	Cu(OH) ₂	Cu(OH) ₂ нагрев.	KMnO ₄	KMnO ₄ нагрев.	I ₂ +KOH
Пропионовая кислота	-	-	голубой раствор р-ция 4	-	-	-	
Муравьиная кислота	-	-	голубой раствор р-ция 5	-	медленно обесцв.	быстро обесцв. р-ция 8	
Щавелевая кислота	-	белый осадок Cu(COO) ₂ р-ция 7	белый осадок Cu(COO) ₂ р-ция 6	-	медленно обесцв.	быстро обесцв. р-ция 9	
Ацетон	-		-	черный осадок CuO	-	-	выпадение осадка иодоформа р-ции 15-16
Циклогексанон	-		-	черный осадок CuO	-	-	-
Ацетальдегид	-		-	оранж. осадок Cu ₂ O р-ция 3			
Хлоральгидрат	выделение хлороформа р-ция 1						
Пропанол-1	-		-	черный осадок CuO	медленно бурет, хлопья MnO ₂	быстро бурет, хлопья MnO ₂ р-ция 11	
Этанол	-		-	черный осадок CuO	медленно бурет, хлопья MnO ₂	быстро бурет, хлопья MnO ₂ р-ция 10	выпадение осадка иодоформа р-ции 12-14
Глицерин	-		фиолет. раствор р-ция 2				

Система оценивания

За план определения 10 баллов.

За определение каждого вещества с уравнениями реакций, подтверждающими определение, по 4 балла (без уравнений реакций половина баллов), всего 40 баллов.

Итого: 50 баллов