

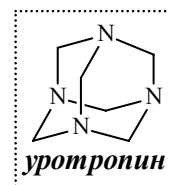
## 11 КЛАСС

*Глубокоуважаемый Юный химик!*

*Вам предстоит работа с едкими и ядовитыми веществами – будьте осторожны и внимательны! Склянки с аммиаком и формалином держите закрытыми, если Вы их не используете. Если Вам что-либо будет непонятно, обращайтесь к члену жюри или лаборанту. Ни в коем случае нельзя определять вкус веществ! Соблюдайте правила техники безопасности!*

*Чтобы не терять время, во время упаривания растворов и охлаждения их до комнатной температуры Вы можете отвечать на поставленные (стр. 2) теоретические вопросы (однако помните, что нельзя допускать перегрева и разбрызгивания реакционной массы).*

Гексаметиленetetрамин (уротропин) – белые кристаллы сладкого вкуса, одно из очень немногих синтетических лекарственных средств, используемых в настоящее время, с более чем 100-летней историей: его начали применять ещё в 1884 г., и сейчас это вещество можно приобрести в любой аптеке (например, в смеси с хлоридом кальция под названием «кальцекс»).



Другое замечательное свойство уротропина – способность сгорать без образования золы. Таблетки или брикеты «сухого горючего» состоят именно из уротропина с небольшой добавкой парафина. Хотя сухое горючее почти всегда можно купить в хозяйственном магазине или там, где торгуют туристическим снаряжением, в небольшом количестве можно изготовить его и в лаборатории. Впервые синтез уротропина осуществил 150 лет назад (1860 г.) Александр Михайлович Бутлеров.

Сегодня Вам предлагается получить уротропин из предложенных реактивов и проделать некоторые характерные для этого вещества реакции.

### Методика получения уротропина

Отмерьте с помощью мерной пипетки 1 мл 25 %-ного водного раствора аммиака, перенесите отмеренный объём в стакан и добавьте 1 каплю фенолфталеина. Отмерьте с помощью мерного цилиндра 12 мл формалина (40 %-ного водного раствора формальдегида), прилейте его к полученному в стакане малиновому раствору и тщательно перемешайте реакционную смесь стеклянной палочкой. Если спустя 1–2 мин. раствор в стакане не обесцветился, добавьте с помощью пипетки ещё 1–2 мл формалина и вновь перемешайте стеклянной палочкой.

Осторожно упарьте содержимое стакана до появления первых кристаллов уротропина (нельзя допускать перегрева, поскольку происходит сильное разбрызгивание реакционной

массы). Охладите содержимое стакана до комнатной температуры, добавьте 5 мл этилового спирта, отмеренного с помощью мерного цилиндра. Перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой, тщательно смывая остатки уротропина со стенок. Полученный раствор аккуратно перелейте в фарфоровую чашку и упарьте на водяной бане досуха. Охладите чашку с полученными кристаллами уротропина до комнатной температуры.

Полученный уротропин аккуратно перенесите (с помощью выданного Вам шпателя) на предварительно взвешенную кальку и определите массу (запишите её!) полученного уротропина.

#### Теоретические вопросы

1. Почему при добавлении фенолфталеина к раствору аммиака появилась малиновая окраска, а при добавлении формалина она исчезла?
2. Напишите уравнение реакции, с помощью которой Вы получили уротропин.
3. К какому типу реакций относится эта реакция (выберите ответ (или ответы))?  
а) разложения; б) присоединения – отщепления; в) обмена; г) изомеризации; д) конденсации.
4. Приведите все формулы для нахождения выхода полученного уротропина в расчёте на введённое количество аммиака, считая плотность 25 %-ного водного раствора аммиака  $0,91 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте выход продукта реакции.

#### Изучение некоторых свойств уротропина

а) С помощью шпателя отберите немного (около  $\frac{1}{3}$  полученного Вами вещества) уротропина, поместите его на несгораемую подложку и подожгите.

Напишите уравнение реакции горения уротропина.

б) Небольшое количество уротропина с помощью шпателя поместите в пробирку, добавьте ~1 мл раствора серной кислоты и слегка подогрейте на водяной бане. Понюхайте (*осторожно!*) выделяющиеся пары.

Приведите уравнение реакции гидролиза уротропина в кислой среде. Предложите реактивы, с помощью которых можно было бы идентифицировать образовавшиеся продукты гидролиза. Напишите уравнения соответствующих реакций идентификации и укажите наблюдаемые при этом эффекты.

в) Поместите в пробирку немного (3–4 кристаллика) твёрдого гексагидрата хлорида кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и примерно столько же твёрдого уротропина. Тщательно перетрите содержимое пробирки с помощью *сухой* стеклянной палочки (следите за тем, чтобы палочка не разбила пробирку). Что наблюдаете?

Объясните появление голубой окраски твёрдой смеси в пробирке. Напишите уравнение реакции, поясняющее Ваш ответ.