

LXXIII Московская олимпиада школьников по химии
Экспериментальный тур **2017 год**

10 класс
Вариант 1

В полученных Вами пронумерованных пробирках находятся органические вещества (или их растворы) следующих классов: кетон, карбоновая кислота, углевод, фенол, алкиламин, алкен.

Задание:

1. Определите, к какому классу органических соединений относится вещество в каждой из пробирок. Для этого используйте реактивы, список которых приведён ниже.
2. Результаты определений занесите в таблицу:

№ пробирки	Использованный реактив и наблюдения	Класс соединения
1		
2		
3		
4		
5		
6		

3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых Вы определили класс вещества.
4. После того, как Вам сообщат конкретные формулы веществ, вычислите массовую долю С, О, Н (или С, Н, N) в этих веществах.

Реактивы: насыщенный водный раствор гидрокарбоната натрия, аммиачный раствор оксида серебра, 1%-й водный раствор хлорида железа(III), 3%-й водный раствор сульфата меди, 5%-й водный раствор гидроксида натрия, раствор брома в воде, 1%-й водный раствор перманганата калия, универсальная индикаторная бумага, медная проволока.

Оборудование: штатив с пробирками, газовая горелка, электрическая плитка, водяная баня, стеклянные палочки, пипетки.

Рекомендации к решению

1. Отнесение вещества в пробирке к определённом классу органических соединений возможно с помощью одного реактива из числа предложенных Вам.
2. В каком порядке определять вещества в пробирках, каждый участник олимпиады решает сам.
3. Количество вещества в каждой из пробирок (10 мл) достаточно для проведения всех необходимых опытов.
4. На все вопросы, связанные с проведением эксперимента, участник олимпиады может получить ответ у преподавателя или лаборанта.

Рекомендации к оцениванию

1. Правильно определённые вещества в 5 или 6 пробирках – оценка «5», в 4 – «4», в 3 – «3», в 2 – «2», в 1 – «1». Максимальная оценка 5 баллов.

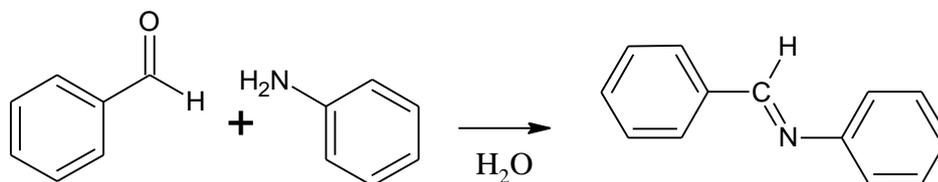
2. В представленных рефератах оценивается соответствие текста предложенной теме, качество изложения и оформления, грамотность, умение правильно составить библиографический список. Максимальная оценка 5 баллов.

3. При собеседовании учитывается знание темы, эрудиция, умение чётко отвечать на заданные вопросы. Максимальная оценка 5 баллов.

Итого: 15 баллов

10 класс

Синтез бензальанилина



Реактивы:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1. Анилин | 4,7 г (0,05 моль) |
| 2. Бензальдегид | 5,3 г (0,05 моль) |
| 3. Изопропиловый спирт | 20 мл |

Лабораторная посуда и оборудование:

Синтез: фарфоровый стакан объемом 150-200 мл, стеклянная палочка.

Выделение и очистка: колба Бунзена, воронка Бюхнера

Методика синтеза и выделения:

В фарфоровый стакан помещают бензальдегид (5,3 г), анилин (4,7 г) и энергично перемешивают стеклянной палочкой до тех пор, пока смесь не загустеет. К полученной смеси добавляют изопропиловый спирт (5 мл) и перемешивают стеклянной палочкой до образования однородной массы. Осадок отфильтровывают на воронке Бюхнера, тщательно отжимая осадок. Осадок промывают на воронке Бюхнера 10 мл изопропилового спирта и сушат на воздухе. Выход – около 6 г. (66 %) бензальанилина в виде кристаллического порошка с желтовато-розовым оттенком, т.пл. 50-52°C. Литературные данные: т.пл. 51-52°C.

Рекомендации к решению:

- Для ускорения выделения продукта можно внести небольшое количество кристаллов готового бензальанилина.
- Для более полного переноса реакционной массы из стакана на фильтр используют полученный фильтрат и при необходимости небольшое количество изопропилового спирта.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-------|
| - Полное выполнение синтеза с представлением продукта – | 5б. |
| - Указание основной и побочных реакций | – 2б. |
| - Расчет синтеза | – 1б. |
| - Наличие наблюдений | – 1б. |
| - Характеристика полученного соединения | – 1б. |
| - Реферат | 5 б. |

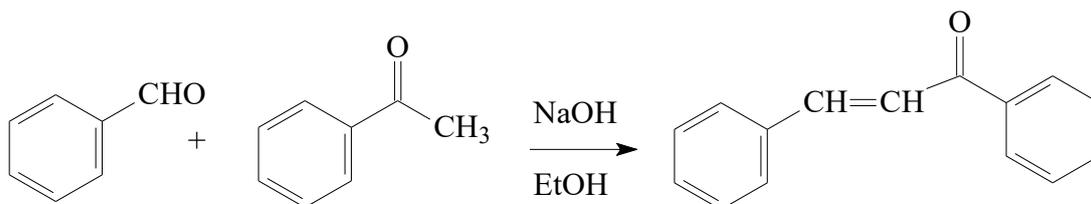
Итого: 15 баллов

11-й класс

Задание. Провести синтез органического вещества. Определить выход.

Методики:

Халкон ((2*E,Z*)-1,3-дифенил-2-пропен-1-он)



В стакане емкостью 250 мл, охлаждаемом снаружи льдом, снабженном мешалкой и термометром, готовят раствор 2.18 г NaOH в 19.6 мл воды. Затем прибавляют 12.3 мл 96 % спирта, охлаждают, и при температуре +10°C добавляют 5.2 г ацетофенона. Понижают температуру до +5°C и вносят в один прием 5 г бензальдегида. Во время реакции необходимо энергичное перемешивание. Температуру следует поддерживать в интервале 15-30°C, иначе снижается выход. Через 2 часа смесь сильно охлаждают, фильтруют холодной, осадок промывают 3 мл холодного (0°C) этанола. Остаток сушат на воздухе и перекристаллизовывают из этанола (4 г спирта на 1 г халкона).

Выход ~90 %. Температура плавления - 55-57°C.

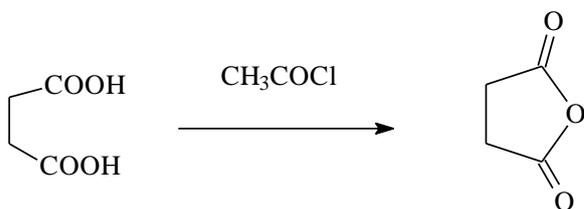
Оксим циклогексанона



В 3-х горлую круглодонную колбу емкостью 100 мл, снабженную обратным холодильником, капельной воронкой и термометром, помещают 5,2 г (0,075 моль) гидрохлорида гидросиламина и 4,9 г (0,06 моль) ацетата натрия в 30 мл воды. Реакционную смесь нагревают до 60°C. При перемешивании (магнитная мешалка!) прибавляют 4,9 г (0,05 моль, 5 мл) циклогексанона. После прибавления всего циклогексанона реакционную смесь перемешивают еще 30 минут при этой температуре. Реакционную смесь охлаждают до 0°C (лед с водой) и отфильтровывают выпавшие кристаллы оксима на стеклянном фильтре. Сырой оксим циклогексанона

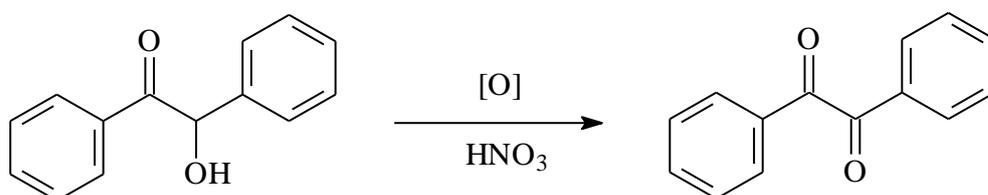
перекристаллизовывают из смеси этанол-вода (1:1) и сушат в эксикаторе, т.пл. 90°C. Выход 4 г. (70% от теоретического).

Ангидрид янтарной кислоты



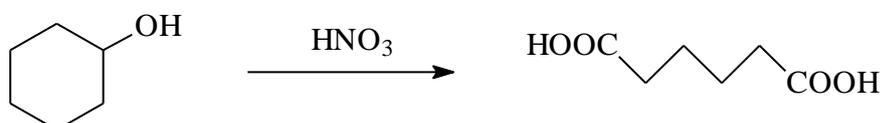
В одностороннюю круглодонную колбу емкостью 100 мл помещают 6 г янтарной кислоты и 12 мл хлористого ацетила. Реакционную смесь нагревают на водяной бане до полного растворения кислоты (примерно один час). Колбу охлаждают в бане со льдом, осадок ангидрида янтарной кислоты отфильтровывают на стеклянном фильтре, промывают сухим эфиром (два раза по 5мл) и высушивают в эксикаторе. Получают 4,5 г (93% от теоретического) ангидрида янтарной кислоты в виде блестящих игл, т.пл. 118-119°C.

Бензил



В круглодонной колбе емкостью 100мл смешивают 20 мл уксусной кислоты и 10 мл конц. азотной кислоты (уд.вес 1.40). К смеси добавляют 4,5 г бензоина, присоединяют к колбе обратный холодильник и кипятят 2 часа на водяной бане. В процессе окисления происходит выделение окислов азота, поэтому работа производится в вытяжном шкафу. Когда реакционная смесь охладится до комнатной температуры, ее выливают при перемешивании в стакан с 75 мл воды и помещают последний в ледяную баню. Выпавшие бледно-желтые кристаллы бензила отсасывают и перекристаллизовывают из этилового спирта. Выход 4,2 г (94% от теоретического), т.пл.92°C.

Адипиновая кислота (гександиовая кислота)



В круглодонную колбу емкостью 50 мл, снабженную двурогим фторштосом, обратным холодильником и капельной воронкой помещают 14 г азотной кислоты (удельный вес 1,42). Азотную кислоту нагревают до кипения (примечание) и при постоянном кипячении прибавляют по каплям 2,5 г (d 0,93) циклогексанола со скоростью 8-10 капель в минуту. Вначале реакция протекает очень бурно, поэтому циклогексанол следует прибавлять осторожно! После прибавления всего циклогексанола реакционную смесь кипятят еще 10-15 минут, выливают в стакан, охлаждают льдом и отфильтровывают выпавшую адипиновую кислоту. Хорошо отжимают ее на фильтре и промывают 10 мл эфира. Сушат на воздухе. Выход 1,5 г. (41% от теоретического). Сырую адипиновую кислоту перекристаллизовывают из воды, т.пл. 153⁰С.

Примечание: Азотная кислота должна быть нагрета до кипения для того, чтобы окисление началось с момента попадания первых капель циклогексанола в кислоту.

Рекомендации по оцениванию.

Реферат

Оформление работы	
Реферат в печатном виде	1
Формулы набраны в графическом редакторе	0,25
Структура работы: Введение, литературный обзор, заключение, список литературы	0,25
Кол-во страниц не меньше 10-15	0,5
Содержание работы	
обсуждение химических свойств в зависимости от строения	0,5
способы получения (4-5 примеров)	0,5
основные реакции (4-5 реакций)	1
Литературные ссылки	
Сквозная нумерация	0,25
Ссылки на книги и журналы	0,5
Кол-во ссылок не менее 10	0,25
	5

Собеседование по эксперименту

Пять вопросов по 1 баллу каждый, всего 5 баллов.

Выполнение синтеза

Выход продукта	> 70 % (5 баллов), 50 - 70 % (4 балла), 30 - 50 % (3 балла), 10 - 30 % (2 балла), 1 - 10 % (1 балл)
Аккуратность в работе: Если что-то разбил, разлил	из оценки вычитается 1 балл
Если продукт имеет стойкий запах уксусной кислоты	из оценки вычитается 0,5 балла

Итого: 15 баллов

10-11 классы

Задание: определить массу карбоната натрия в исследуемом растворе методом нейтрализации.

Методика:

1. Анализируемый раствор №___ количественно перенести в мерную колбу на 100 мл, довести объём раствора до отметки, добавляя дистиллированную воду. Приготовленный раствор перелить в химический стакан, перемешать стеклянной палочкой.
2. В коническую колбу мерной пипеткой отмерить 10 мл приготовленного раствора соды, прибавить 1-2 капли индикатора метилоранж.
3. Бюретку заполнить титрантом – раствором HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л.
4. Протитровать раствор соды в конической колбе соляной кислотой (при постоянном перемешивании) до изменения окраски титруемого раствора от жёлтой до оранжево-розовой от одной только лишней капли титранта. Результат титрования занести в протокол исследования: $V_{\text{HCl}} = \dots$ мл.
5. Титрование повторить ещё минимум два раза до получения трёх близких результатов, различающихся не более, чем на 0,2 мл. Каждое титрование должно начинаться от нулевой отметки на бюретке.
6. Рассчитать среднее арифметическое значение объёма соляной кислоты, идущее на титрование 10 мл раствора соды $\bar{V}(\text{HCl})$.
7. По результатам титрования рассчитать массу соды в анализируемом растворе:

$$n\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = n\left(\frac{1}{2}\text{HCl}\right)$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) \cdot V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCl}) \cdot \bar{V}(\text{HCl})$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) =$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) \cdot M\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) \cdot V_{\text{мерной колбы}} = \dots \dots (\text{г})$$

Вывод: в анализируемом растворе №___ содержалось г карбоната натрия.

Рекомендации к оцениванию результатов

- 1) Точность приготовления раствора заданного объёма (по пениску) – 2 балла;
- 2) Разброс результатов при титровании (не менее трех определений): если не более 0,2 мл то 1 балл за каждое измерение;
- 3) Техника выполнения работы – 2 балла;
- 4) Степень точности результата – 3 балла. (Результат дать с точностью до 0,01 г)
- 5) Реферат – максимум 5 баллов.

Итого: 15 баллов