

# КАРБОНИЛЬНАЯ ГРУППА. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Органическая функциональная группа  $C=O$  носит название "карбонильная группа", она состоит из двойной связи углерод-кислород и является основой для таких соединений, как альдегиды, кетоны, сложные эфиры, амины и карбоновые кислоты.

## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Слово альдегид было придумано как сокращение латинского alcohol dehydrogenatus — дегидрированный спирт, самый популярный альдегид - формальдегид, из него делают смолы, синтезируют лекарства и как консервант. Формула альдегида -  $R-CHO$ , соединение, в котором карбонильная группа соединена с водородом и радикалом.

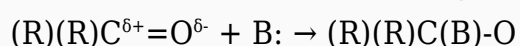
Слово кетон произошло от слова ацетон, младшего соединения из семейства кетонов. Кетоны используются как растворители, лекарства и для синтеза полимеров. Формула кетона -  $R-C(O)-R$ , соединение, в котором карбонильная группа соединена с двумя радикалами.

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КАРБОНИЛЬНОЙ ГРУППЫ

Карбонильная группа основана на связи атома углерода и атома кислорода посредством  $\alpha$ - и  $\pi$ -связей. Резонансная структура группы определяет высокую полярность соединения и электронное облако сдвинуто в сторону кислорода:  $C^{\delta+}=O^{\delta-}$ . Введение электроотрицательных элементов уменьшает полярность связи, повышая положительный заряд молекулы. Нуклеофильные заместители увеличивают отрицательный заряд кислорода.

Атом углерода в карбонильной группе является сильным электрофилом (присоединяет электроны), поэтому большинство реакций альдегидов и кетонов осуществляется нуклеофильными реактивами (основания Льюиса). Логично, атом кислорода является сильным нуклеофилом, и реакции с атомом кислорода возможны с применением электрофилов (кислот Льюиса).

### **Реакция карбонильной группы с основанием Льюиса**



**Реакция карбонильной группы с кислотой Льюиса**

В дополнение, неразделённые электроны кислорода наделяют его слабыми свойствами основания, поэтому те альдегиды и кетоны, которые не растворяются в воде, растворяются в концентрированной серной кислоте.

**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБОНИЛЬНОЙ ГРУППЫ**

Высокая полярность связи C=O образует высокий дипольный момент, из-за чего носители карбоксильной группы имеют более высокую температуру кипения, по сравнению с углеводородами.

Неразделённые электроны в атоме кислорода образуют водородную связь с молекулами воды, поэтому, начиная с пяти атомов углерода в радикалах, альдегиды и кетоны плохо растворяются в воде или не растворяются вовсе.

Альдегиды и кетоны, имеющие до 12 атомов углерода - жидкости. Алифатические соединения с карбонильной группой имеют плотность примерно 0.8, поэтому плавают на поверхности воды, циклогексанон имеет плотность около единицы, ароматические альдегиды и кетоны имеют плотность чуть больше, чем плотность воды.

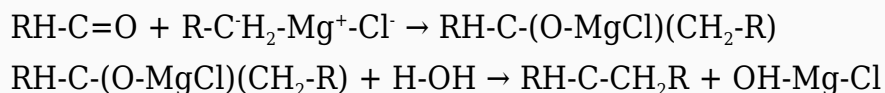
**РЕАКЦИИ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ****| ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВОДЫ**

В процессе реакции воды с альдегидами и кетонами образуются диолы (гликоли, двухатомные спирты). Реакция протекает с использованием катализатора - кислотой или основанием и является двусторонней:

**| ПРИСОЕДИНЕНИЕ НУКЛЕОФИЛЬНЫХ УГЛЕРОДОВ**

Важные нуклеофильные соединения, реагирующие с альдегидами и кетонами - металлорганические соединения (органические соединения, в молекулах которых существует связь атома металла с атомом/атомами углерода). Одни

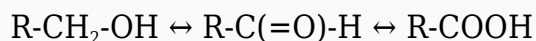
из представителей металлоорганических соединений - реактивы Гриньяра (общая формула -  $R-Mg-X$ ), в реакциях с альдегидами и кетонами образуют спирты:



## | ОКИСЛЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

При окислении, альдегиды находятся на промежуточном этапе между спиртами и карбоновыми кислотами:

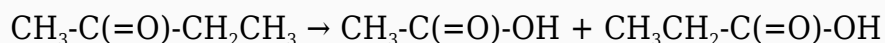
***В присутствии водорода и кислорода:***



Альдегиды легко окисляются, что позволяет использовать более мягкие окислители, чем простой кислород. Ароматические альдегиды подвергаются окислению легче, чем алифатические. Проблема окисления альдегидов - в образовании побочных продуктов.

Кетоны окисляются с трудом, для окисления кетонов необходимо использовать сильные окислители и большое количество тепла. В результате окисления разрывается связь C-C и образовывается кислота (есть исключение):

***В присутствии  $KMnO_4$ , H и большого количества тепла:***



Исключением является окисление диоксидом селена,  $SeO_2$ , метил-группа, следующая за карбонильной, окисляется, преобразовываясь в другую карбонильную группу. Например, метилэтилкетон окисляется в диацетил:

***Окисление метилэтилкетона в диацетил:***



Лёгкость, с которой окисляются альдегиды, позволяет легко отличить их от кетонов, для этого используются мягкие окислители, такие как: реактив Толленса (гидроксид диамминсеребра,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ), реактив Фелинга (алкалинный раствор ионов меди  $\text{Cu}$  в Сегнетовой соли  $\text{KNaC}_4\text{H}_6\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) и раствор Бенедикта (ионы меди с цитратом и карбонатом натрия). Ароматические альдегиды реагируют с реактивом Толленса, но не реагируют с реактивами Бенедикта и Фелинга, что используется для определения количества алифатических и ароматных альдегидов.

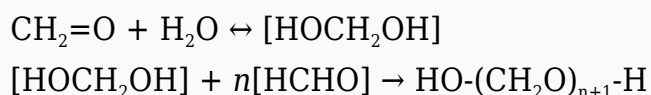
## ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АЛЬДЕГИДОВ

### | ПАРАЛЬДЕГИД

Ацетальдегид имеет температуру кипения  $20^\circ\text{C}$ , что затрудняет его хранение и применение. При обработке ацетальдегида кислотой при низкой температуре, ацетальдегид соединяется в цикличную тройную молекулу - паральдегид, с температурой кипения  $120^\circ\text{C}$ . Паральдегид при небольшом нагреве деполимеризуется, высвобождая три молекулы ацетальдегида.

### | ФОРМАЛЬДЕГИД

Для удобства транспортировки и хранения, формальдегид продаётся не в форме газа, а в виде формалина - водного раствора с содержанием 37-40% параформальдегида,  $\text{OH}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ , со средним значением  $n=30$ . Параформальдегид - белое аморфное вещество, твёрдое, получаемое медленным выпариванием формалина при низком давлении. Полимеризация происходит за счёт присоединения друг к другу молекул формальдегида:



Полимер Дерлин (полиоксиметилен) является хорошим линейным пластиком с высокой молекулярной массой, дерлин обладает отличными характеристиками прочности и эластичности.

**УДК: ГРНТИ:**

**Автор статьи:**

**Дата написания статьи:** 01.01.1970

**Адрес статьи в интернете:**

[http://k-tree.ru/articles/himiya/organicheskaya\\_himiya/karbonilnaya\\_gruppa](http://k-tree.ru/articles/himiya/organicheskaya_himiya/karbonilnaya_gruppa)

**Дата формирования документа:** 11.12.2017 05:13

---

*Все материалы данного файла являются объектами авторского права (в том числе дизайн).  
Запрещается копирование, распространение (в том числе путем копирования на другие сайты и  
ресурсы в Интернете) или любое иное использование информации и объектов без  
предварительного согласия правообладателя.*