

**ХИМИЯ****Автор:****Евтушенко Анастасия Сергеевна**

ученица 11 «А» класса

**Руководитель:****Давыденко Любовь Владимировна**

педагог дополнительного образования

ГБОУ СОШ № 302

г. Санкт-Петербург

**ОКИСЛЕНИЕ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ  
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРМАНГНАТОМ КАЛИЯ**

**Аннотация:** в статье рассмотрено окисление алкенов, алкинов и аренов перманганатом калия, показана зависимость получения продуктов реакции от среды раствора и строения исходных веществ; приведены полуреакции окисления и восстановления реагирующих веществ.

**Ключевые слова:** окисление, перманганат калия, восстановители, алкены, алкины, арены.

Среди химических реакций, протекающих в природе, быту и технике, большую роль играют окислительно-восстановительные реакции. В качестве примеров можно привести реакции фотосинтеза у растений, процессы дыхания и реакции обмена веществ в живых организмах. К технически важным окислительно-восстановительным реакциям относятся процессы сжигания органического топлива, которые позволяют удовлетворить энергетические потребности человечества.

В школе на уроках химии огромное внимание отводится изучению неорганических окислительно-восстановительных реакций, при этом вопрос изучения окисления органических веществ освещен слабо. В связи с этим *целью работы*

является: приобретение навыков составления органических окислительно-восстановительных реакций методом электронно-ионного баланса, предсказание продуктов окисления углеводородов перманганатом калия в зависимости от среды раствора и строения исходного вещества.

### 1. Перманганат калия – сильнейший окислитель

Перманганат калия ( $KMnO_4$ ) представляет собой темно-фиолетовые кристаллы. Сильный окислитель в растворе и при спекании. Концентрированные растворы перманганата калия окрашены в интенсивно-фиолетовый цвет, а разбавленные – в розовый [1]. Реагирует с типичными восстановителями. В зависимости от кислотности среды может восстанавливаться до различной степени окисления.

Продукты реакции перманганата калия в зависимости от среды [2]:

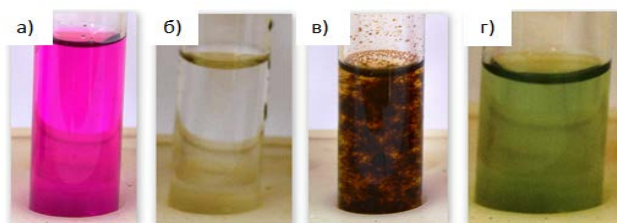
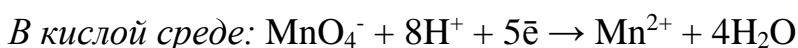
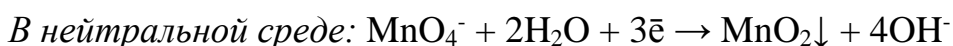


Рис. 1. а) розовый раствор  $MnO_4^-$ ; б) бесцветный раствор  $Mn^{2+}$ ; в) бурый осадок  $MnO_2$ ; г) зеленый раствор  $MnO_4^{2-}$

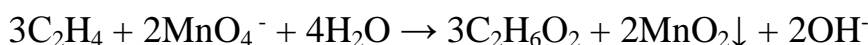
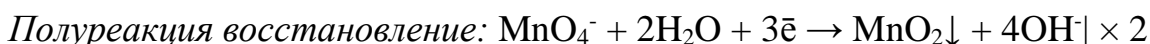
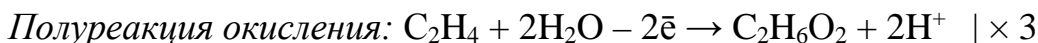
## 2. Органические вещества – восстановители

### 2.1. Окисление алкенов

Алкены легко окисляются многими окислителями. При мягком окислении разрывается  $\pi$ -связь, при глубоком – и  $\pi$ - и  $\sigma$ -связи. В результате образуются новые связи с кислородом [3].

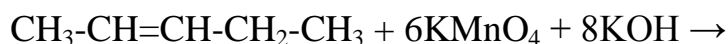
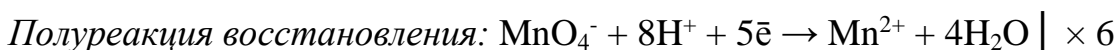
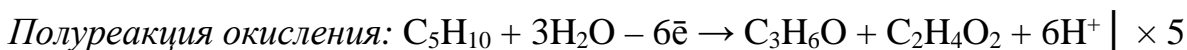
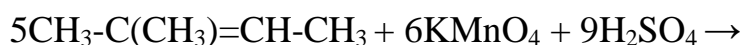
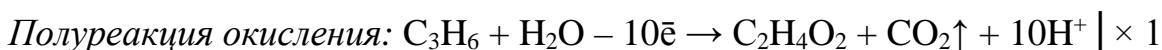
#### 2.1.1. Гидроксилирование (мягкое окисление по Вагнеру)

Алкены легко окисляются раствором перманганата калия на холоду в нейтральной или слабощелочной среде [3].

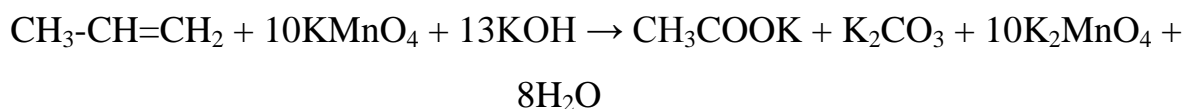
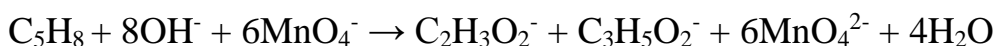
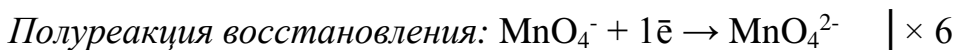
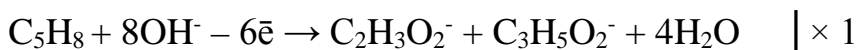


### 2.1.2. Жесткое окисление алкенов

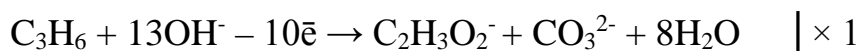
Двойные углерод-углеродные связи расщепляются под действием сильных окислителей при нагревании. Концевая метиленовая группа  $\text{CH}_2=$  окисляется в  $\text{CO}_2$ , третичные атомы углерода кратной связи окисляются в карбонильную группу  $\text{C}=\text{O}$  [3]:



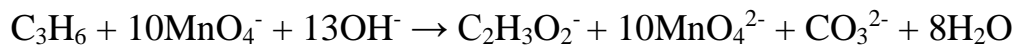
*Полуреакция окисления:*



*Полуреакция окисления:*



*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 1\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} \quad | \times 10$



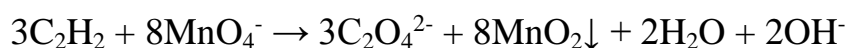
## 2.2. Окисление алкинов

Ацетилен может быть окислен перманганатом калия в нейтральной среде до оксалата калия [3]:



*Полуреакция окисления:*  $\text{C}_2\text{H}_2 + 4\text{H}_2\text{O} - 8\bar{e} \rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 10\text{H}^+ \quad | \times 3$

*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + 4\text{OH}^- \quad | \times 8$

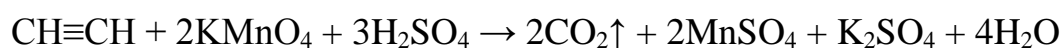
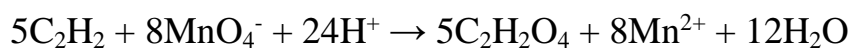


В кислотной среде окисление идет до щавелевой кислоты или углекислого газа:



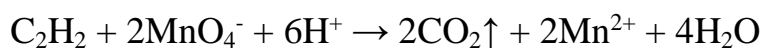
*Полуреакция окисления:*  $\text{C}_2\text{H}_2 + 4\text{H}_2\text{O} - 8\bar{e} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \quad | \times 5$

*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad | \times 8$

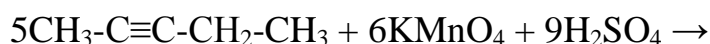


*Полуреакция окисления:*  $\text{C}_2\text{H}_2 + 4\text{H}_2\text{O} - 10\bar{e} \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 10\text{H}^+ \quad | \times 1$

*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad | \times 2$

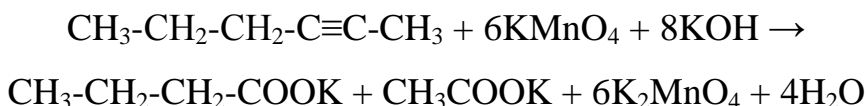


Алкины легко окисляются перманганатом калия в кислой или щелочной среде. При окислении тройная связь расщепляется и продуктами окисления являются карбоновые кислоты [3].

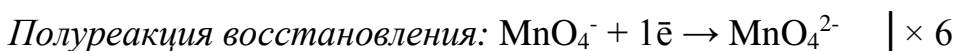
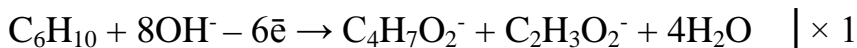


*Полуреакция окисления:*  $\text{C}_5\text{H}_8 + 4\text{H}_2\text{O} - 6\bar{e} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \quad | \times 5$

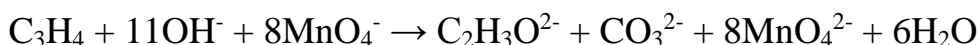
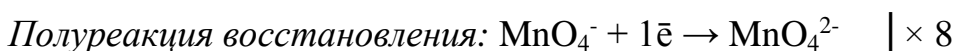
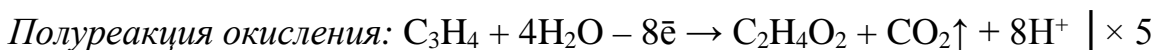
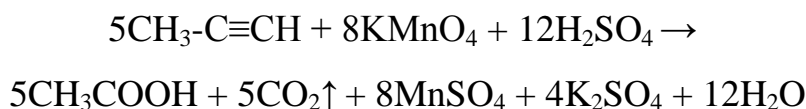
*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad | \times 6$



*Полуреакция окисления:*



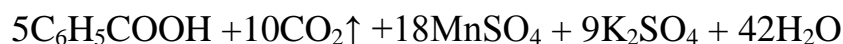
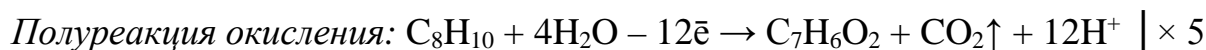
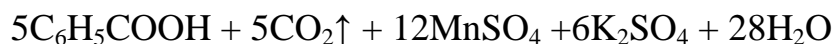
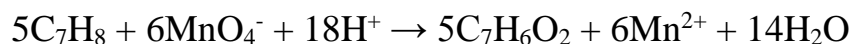
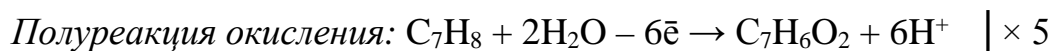
Первичный атом углерода в алкинах с концевой тройной связью окисляется в диоксид углерода.



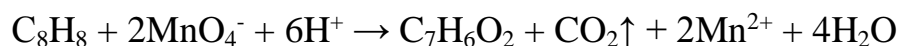
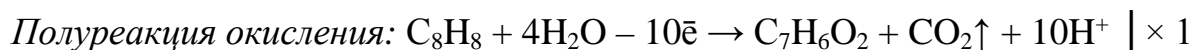
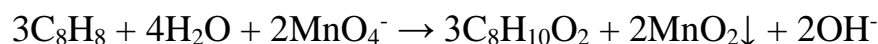
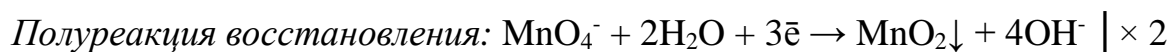
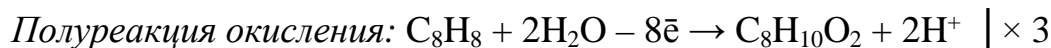
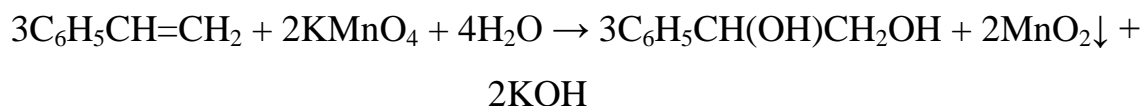
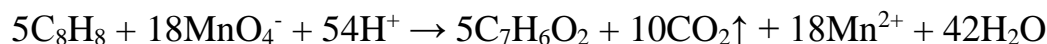
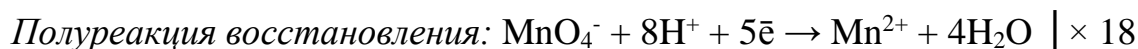
### 2.3. Окисление гомологов бензола

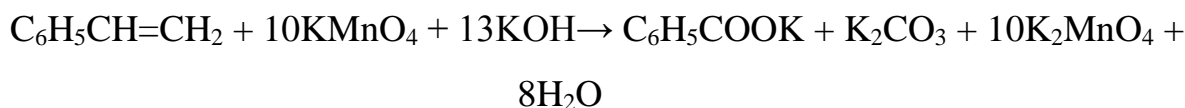
Бензол не окисляется водным раствором перманганата калия [4]. Алкилбензолы, в которых с бензольным кольцом связана первичная или вторичная алкильная группа, окисляются перманганатом калия в щелочной и кислой среде в соответствующие бензольные кислоты [3]. Тoluол не подвергается окислению перманганатом калия в нейтральной среде при температуре 0 – 20°C [4]. Независимо от длины и разветвленности боковой углеродной цепи окислению всегда подвергается α-атом углерода. Третичные алкильные группы, у которых нет атомов водорода, практически не окисляются в этих условиях [3].





*Полуреакция окисления:*





*Полуреакция окисления:*  $\text{C}_8\text{H}_8 + 13\text{OH}^- - 10\bar{e} \rightarrow \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^- + \text{CO}_3^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \quad | \times 1$

*Полуреакция восстановления:*  $\text{MnO}_4^- + 1\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} \quad | \times 10$



В ходе реакций окисления алкилбензолов, как правило, окисляется боковая цепь, а бензольное кольцо в продукте реакции остается незатронутым [4].

При прохождении химической реакции в растворе следует использовать метод электронно-ионного баланса, так как химические процессы зависят от характера среды, в которых они протекают. Для создания в растворе кислой среды обычно пользуются серной кислотой. Соляная и азотная кислоты применяются реже, так как первая способна окисляться, а вторая сама является сильным окислителем и поэтому может вызывать побочные процессы. Для создания щелочной среды применяют главным образом гидроксид натрия или калия [5].

### *Список литературы*

1. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ [Текст] / Под ред. Р.А. Лидина. – М.: Химия. – 2000. – 480 с.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия [Текст] / Н.С. Ахметов – М.: Высш. шк., Изд. центр «Академия». – 2001. – 743 с.
3. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия [Текст]: в 2-х томах: учебник / Под ред. Н.А. Тюкавкина. – М.: Дрофа. – 2003. – Т. 1: Основной курс. – 640 с.
4. Травень В.Ф. Органическая химия [Текст]: в 2-х томах: учебник / В.Ф. Травень. – М.: Академкнига. – 2004. – Т. 1: учебник для вузов. — 727 с.
5. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений [Текст] / А.А. Кудрявцев. - М.: Высш. шк. – 1968. – 359 с.