



# 温州医科大学

WENZHOU MEDICAL UNIVERSITY

## 本科毕业论文(设计)手册

(2020 届)

**提醒 1: 请勿删除各部分的分节符或分页符, 否则将会导致页眉错误!**

题目: \_\_\_\_\_

学院: \_\_\_\_\_

专业: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

姓名: \_\_\_\_\_

指导老师: \_\_\_\_\_ 职称: \_\_\_\_\_

合作老师: \_\_\_\_\_ 职称: \_\_\_\_\_

**说明 A: (手册封面说明)**

1. 手册中需要填写之处的汉字都使用**宋体**, 英文和数字用**Times New Roman**, 特殊符号除外;
2. 所有页面全部使用 A4 纸, 单面打印, 上、下、右边距均为 2.54cm, 左边距为 3.0 cm, 右边距为 2.5cm;
3. 题目长度为一行的, 请删除第二行空白行; 题目长度为两行的, 请注意断句位置, 下划线左对齐编排; 尽量不超出三行。手册中出现论文题目填写之处都按要求填好;
4. 本页填写内容字号小三号加**粗**; 除题目项外, 其他各项内容都要居于下划线中央;
5. 无合作老师的同学请删除“合作老师”行;
6. **样版文本框或标注框在正式论文手册中都应删除。**

温州医科大学教务处制

# 学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在指导老师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

**手册中所有  
签名都要手写  
呢！还要真迹！！**

声明人：

年 月 日

# 手册目录

**说明 B: (页码)**

本页格式固定，只需把“?”换成具体页码。后文相同处理。

一、本科毕业论文(设计)正文.....?	?
二、本科毕业论文(设计)文献综述.....?	?
三、本科毕业论文(设计)外文翻译.....?	?
四、本科毕业论文(设计)过程资料.....?	?
(一)本科毕业论文(设计)任务书.....?	?
(二)本科毕业论文(设计)开题报告.....?	?
(三)本科毕业论文(设计)中期检查表.....?	?
(四)本科毕业论文(设计)指导记录.....?	?
(五)本科毕业论文(设计)答辩资格审查表.....?	?
(六)本科毕业论文(设计)答辩记录.....?	?
五、本科毕业论文(设计)成绩评定书.....?	?

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXX

**提醒 2:**

**A、切忌“抄袭”，如全文语句和段落与已有文献数据库中不同文章比较检索有 25%相同，就属于“抄袭”；一旦发现，将直接影响答辩和学位授予，最终影响毕业。请同学们先自查好，学校将委托图书馆进行查实。**

**B、毕业论文正文内容，从摘要页到参考文献最后页，总页数不少于 10 页或字数 5000 左右。**

专    业： \_\_\_\_\_

姓    名： \_\_\_\_\_

指导老师： \_\_\_\_\_

合作老师： \_\_\_\_\_

提交日期： \_\_\_\_\_

**说明 C: (题目)**

1. 论文题目宋体二号加粗，居中，尽量不超过 20 汉字，论文题目在手册中所有出现地方都完全相同；
2. 题目与文章内容要相符。力求简明、具体、确切，概括文章的要旨。应避免使用缩略词、字符、代号，尽量不使用标点符号；
3. 无合作老师的请删除“合作老师：”行。

# 目 录

一级标题

摘要.....?	
Abstract.....?	
引言.....?	
1. 计算方法.....?	二级标题
2. 结果与讨论.....?	
2.1 各反应合成途径的几何结构.....?	
2.2 各途径中的焓、熵、热力学能和吉布斯自由能.....?	
2.3 热力学函数比较分析.....?	
3. 结论.....?	
参考文献.....?	
致谢.....?	

## 说明 D: (正文目录)

1. 目录前后各空一行，“目录”二字宋体二号加粗，两字间插入两个中文空格；
2. 仅列出一级标题和二级标题的页码；
3. 一级标题宋体四号加粗，二级标题均缩进两个字符，宋体小四号；
4. 行距为 1.5 倍；
5. “？”用具体页码代替；
6. 页码正确，格式分散对齐。

# 扑热息痛合成途径的热力学计算研究

XXX<sup>1</sup>

指导老师: XXX<sup>2</sup> 合作老师: XXX<sup>3</sup>

(1. 温州医科大学药学院, 浙江 温州, 325035; 2. 温州医科大学仁济学院, 浙江 温州, 325035;  
3. 温州医科大学附属眼视光医院, 浙江 温州, 325035)

## 摘要

**目的:** 通过比较扑热息痛不同合成途径, 分析其热力学数据, 了解其能量变化, 寻找最优合成路径。

**方法:** 采用 B3LYP/6-31+G\*\*方法, 对气相中对乙酰氨基酚进行了几何全优化, 并计算它们的总能量、焓、熵以及吉布斯自由能。

**结果:** 扑热息痛的合成路径不同, 热力学数据如总能量、焓、熵以及吉布斯自由能也会发生不同的改变。

**结论:** 合成途径 10 在热力学上是最有利的, 而途径 18 则是能耗最高的。

**关键词:** 扑热息痛; 合成途径; 焓变; 吉布斯自由能

### 说明 E: (题目、作者和单位)

1. 题目前后各空一行, 题目为宋体二号加粗, 居中, 后空一行。如排两行, 注意断句位置。如有副标题则另起一行, 前加破折号, 副标题文字宋体小二号加粗, 居中排列;
2. 无合作老师, 请删除“合作老师: XXX”及单位。学生和指导老师单位不同, 分别用右上标数字区分; 单位相同, 无需数字标示; 作者和指导老师宋体四号加粗;
3. 单位地址写在小括号内, 用宋体五号和 Times New Roman 五号; 不同单位用数字标明依次列出; 如均为“温州医科大学药学院”, 就不用数字标示, 只写一个即可;
4. 题目、作者、单位间行距为 1.5 倍行距。

### 说明 F: (摘要)

1. “摘要”二字前后各空一行, 为宋体四号加粗, 两字间隔两个空格, 内容一般 300 字以内, 最好不超过一页;
2. 摘要内容部分按照“目的”、“方法”、“结果”、“结论”四部分各为一段, 这四个词语宋体小四号加粗, 后接中文冒号, 再写内容; 内容为宋体和新罗马小四号;
3. “关键词”宋体小四号加粗, 与摘要内容段间空一行, 列三至五个关键词, 词间用分号隔开, 最后一个关键词后无标点;
4. 中文摘要单独一页, 行距为 1.5 倍。

# Thermodynamic Calculation on the Various Paracetamol Synthesis Paths

XXX<sup>1</sup>

Supervisor: XXX<sup>2</sup> Associate Supervisor: XXX<sup>3</sup>

(1. School of Pharmaceutical Sciences, Wenzhou Medical University, Wenzhou, Zhejiang, 325035; 2. Wenzhou Medical University Renji College, Wenzhou, Zhejiang, 325035; 3. The Affiliated Ophthalmology & Optometry Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou, Zhejiang, 325035)

## ABSTRACT

**Objective:** In order to analyze the thermodynamic data for the energy change, and to find the optimal route of synthesis.

**Methods:** Acetaminophen and its composites were calculated by the B3LYP/6-31+G\*\* method in the gas phase with full geometry optimization. The total energy, standard enthalpy, standard entropy, and standard free energy were obtained.

**Results:** The different synthesis paths of paracetamol, thermodynamic data such as.....

**Conclusion:** The 10<sup>th</sup> pat

**Key words:** Paracetamol

### 说明 G: (英文摘要部分)

1. 题目前后各空一行, 英文的标题、副标题、作者、指导老师、摘要、关键词等全部用 **Times New Roman(特殊符号例外)** 字体, 字体大小、段前段后行距等要求, 都与中文格式完全一致。注意英文标点符号后均有英文空格;
2. 英文题目中第一个单词的第一个字母和所有实词的第一个字母都大写, 同样注意断句断词处理;
3. 摘要内容与中文意思一致, 切忌逐字逐句一一对照翻译;
4. 姓名拼音书写, 姓前名后, 姓和名的首字母都大写, 具体参阅《中国人名字拼音字母拼写法》规定;
5. 英文摘要内容超过一页时, 正文部分则另起一页。

## 引言

热力学主要是从能量转化的观点来研究物质的热性质，它揭示了能量从一种形式转换为另一种形式时遵从的宏观规律和相互作用。因此它是一种唯象的宏观理论，不涉及物质的微观结构和微观规律。热力学三大定律是热力学的基本理论，具有高度的可靠性和普遍性。

.....

本文通过对扑热息痛药物几条合成途径的热力学计算分析，分析其热力学数据，了解其能量变化，寻找最佳合成途径。

## 1 计算方法

### 1.1 基组选择

根据文献报道<sup>[8-13]</sup>.....

### 1.2 方法选择

密度泛函理论是本世纪理论化学式详见后页说明；中文不少于 15 篇文献，外文至少 3 篇；

## 2 结果与讨论

### 2.1 反应中的焓、熵、自由能

#### 2.1.1 不同方法计算比较

## 3 结论

通过对乙酰氨基酚的 15 种不同合成路径的密度泛函理论的计算，从能量学方面分析表明：(1).....

## 参考文献

- [1] 陈蕴佳, 高歌, 鲍一明, 等. SARS 冠状病毒全基因组序列初步分析[J]. 遗传学报, 2003, 30(6): 494-500.

### 说明 H: (正文总体)

1. 汉字都用宋体，数字、英文用 Times New Roman(特殊符号例外)；

2. 正文行距为 1.5 倍行间距；

3. 一级标题宋体小三加粗，除“引言”二字居中，不用数字编号，中空二空格，前加一空行，其他一级标题都是左对齐排列，从数字 1、2、3 开始编号，与前一段空一行，编号数字与文字间空两字符；

4. 二级标题四号加粗，如 1.1、1.2 等，另起一行，缩进两个字符；三级标题小四加粗，如 1.1.1、1.2.1 等其后一个字符，续接内容；正文小四号宋体；

5. 图、表、公式连续编号，如图 1、图 2、表 1、表 2、公式 1、公式 2 等等；图题、表题用五号宋体加粗，图表与上下文内容间空一行，格式详见下页说明；图表在文中位置随内容和排版而定，图表内容没有超出一页的在一页内显示完整，一般居中排列；

6. 引用文献依次编号，用右上标方括号中数字，如<sup>[1-5]</sup>，格式详见后页说明；中文不少于 15 篇文献，外文至少 3 篇；

7. 文献著录遵循后文说明和实例的格式规范；

8. 物理量与单位，请依国标 GB3100~3102.93 量和单位的规定使用；

9. 致谢部分，另起一页，真心实话，致谢人签字。



- [2] 朱正美, 刘辉. 简明免疫学技术[M]. 北京: 科学出版社, **2002**: 27-31.
- [3] Marra MA, Jones SJ, Astell CR, et al. The Genome Sequence of the SARS –Associated Coronavirus[J]. *Science*, **2003**, 300(5624): 1399-1404.
- [4] Zhao XS, Ugliengo P. Cataluminescence Performance on Catalysts of Graphene Supported Platinum. In *Structure and Reactivity of Surfaces*, Proceedings of the European Conference, Trieste, Italy, Sept 13–20, **2008**; Zecchina G, Cost P, Morterra D, Eds.; Elsevier: Amsterdam, **2009**.
- [5] 李雪辉, 耿卫国, 潘微平, 等. 1-双酯基-3-烷基咪唑离子液体及其制备方法[P]. 中国, ZL200510032669. **2005-01-04**.

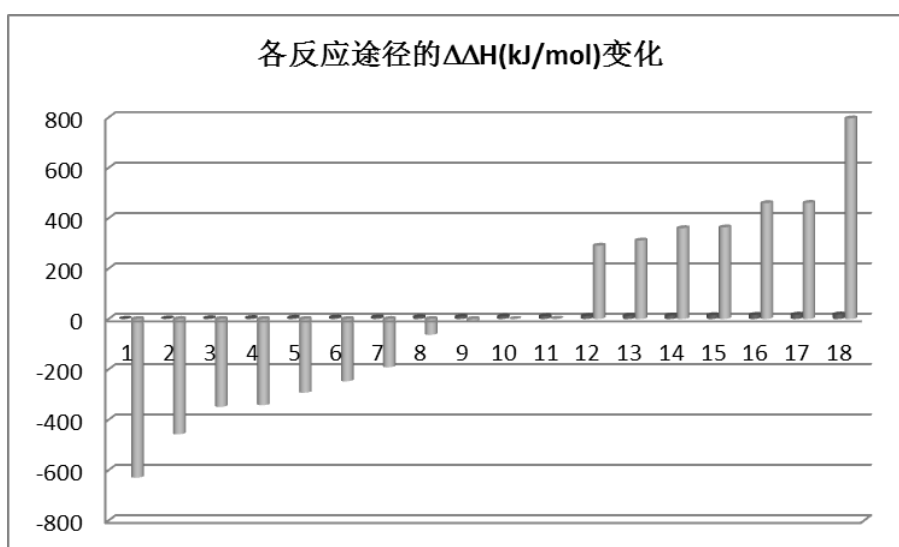
.....

**说明 I: (图表格式)**

1. 凡用文字能说明的问题不要使用表和图，已使用表和图，则文中不需要重复其数据，只需强调和摘述其主要发现。图和表要编序号，即使只有 1 个图、表也要标明为“图 1”或“表 1”字样，与后面图题和表题间两空格；
2. 表题和图题用中文宋体五号，与图和表间的行距为 1.25 倍；表内行距为单倍行距。表题在表上方，图题一般在图下方，居中；图题根据排版需要也可在左右两侧；
3. **表格采用三线表**，两端开口，一般不用纵线，第一线和第三线线宽为 1 磅，第二线为 0.5 磅宽。如有统计学处理结果，一般在表底线下面注明，统一用 <sup>a</sup> $P < 0.05$ , <sup>b</sup> $P < 0.01$ ，表内相应数据右上方也标明字母， $P > 0.05$  者一律省略不用字母注明。编辑时根据内容选择自动调整或是内容或是窗口大小而定；
4. 病理照片图要求有良好的清晰度和对比度，**照片要求注明染色方法和放大倍数**。图片尽量小(裁剪精华部分)；
5. 表中内容字号为小五号或六号，表项加粗，行高至少 0.6cm，图表要美观、清晰；
6. 多个图，调整比例大小，依次用 a、b、c 字母编号，可用插入在表格单元格中，从而编排整齐，隐去表格边框。

**表 1 B3LYP/6-31+G\*\*计算所得各反应途径中的热力学数据**

Paths	$\Delta(\Delta H)KJ/mol$	$\Delta(\Delta U)KJ/mol$	$\Delta(\Delta G)KJ/mol$	$\Delta S (Cal/Mol-Kelvin)$
1	-630.1	-630.1	-606.5	-15.3
2	-457.9	-457.9	-463	-12.4
3	-349.2	-349.2	-443.7	-24.4
4	-342.3	-342.3	-301.5	-14.7
5	-292.7	-292.7	-259.9	-8.1

**图 1 B3LYP/6-31+G\*\*计算所得各反应途径中的焓变**

公式：(必须用 word 中公式编辑器编辑)

$$L_0 = \frac{\sqrt{N_1 N_2}}{2N^2 M}$$

XXXXXX 可表示为:

**说明 J: (公式)**

公式编号均采用公式 1、公式 2 等全文连续编号，五号字。

(公式 1)

**说明 K: (参考文献)**

必须引用亲自阅读过的近年公开发表的文献。按文中出现顺序用右上角标注序号，在文末“参考文献”中逐一列出。被引用文献作者不足 3 人者，请将作者名全部列出，超过 3 人时，只列前 3 人后加等(中文)、et al(英文)。外文期刊名称用缩写(具体网络 isiknowledge.com/jcr 上都可查)，中文期刊用全名。每条参考文献均须著录起始和终止页码。每条参考文献的文题或书名后宜标识文献的类型(专著 M、期刊文章 J、学位论文 D、报告 R、专利 P)。

文献编号请用 word 中的项目编号库来实现，标点符号都用 Times New Roman 加空格，**年加粗**，英文期刊名用斜体。英文文献的文题第一个单词和后续所有实词第一个字母都大写；中文期刊名不用斜体。

文献各条目用**五号字**，**1.5 倍行距**，两端对齐，其书写格式如下：

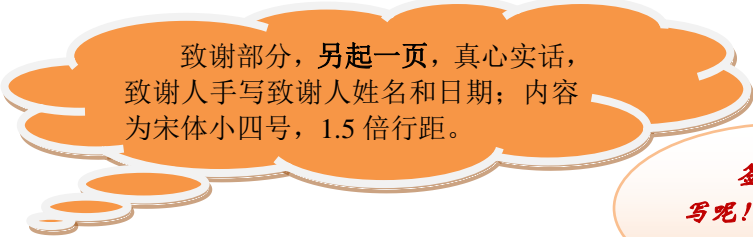
- (1) **期刊**: [序号]作者名(前三位). 文题[J]. 期刊名, **年**, 卷(期): 起始和终止页码.
- (2) **书籍**: [序号]作者名. 书名[M]. 版次. 出版地: 出版单位, **年**: 参考的起始和终止页码.
- (3) **会议论文**: [序号]正式出版物会议文集方能列为参考文献. 须按“著者. 题名. In 文集名, 会议名, 会址, **开会时间**. 编者, Eds. 出版者: 出版地, **出版年**.”
- (4) **专利**: [序号]著者. 专利题名[P]. 专利国, 专利号, 公告日期或公开日期.
- (5) **学位论文**: [序号]著者. 题名[D]. 授予单位所在地: 授予单位名称, **授予时间**.
- (6) **网页文献**: [序号]作者. 题名. 获取或访问路径 (访问日期).
- (7) **软件**: [序号]著者. 软件名, 版本. 出版者: 出版地, **出版年**.

举例如下:

- [1] 陈蕴佳, 高歌, 鲍一明, 等. SARS 冠状病毒全基因组序列初步分析[J]. 遗传学报, **2003**, 30(6): 494-500.(中文期刊文献格式)
- [2] 朱正美, 刘辉. 简明免疫学技术[M]. 北京: 科学出版社, **2002**: 27-31. (专著格式)
- [3] Marra MA, Jones SJ, Astell CR, et al. The Genome Sequence of the SARS –Associated Coronavirus[J]. *Science*, **2003**, 300(5624): 1399-1404. (英文期刊文献格式)
- [4] Zhao XS, Ugliengo P. Cataluminescence Performance on Catalysts of Graphene Supported Platinum. In *Structure and Reactivity of Surfaces*, Proceedings of the European Conference, Trieste, Italy, Sept 13–20, **2008**. Zecchina G, Cost P, Morterra D, Eds. Elsevier: Amsterdam, **2009**.(会议论文)
- [5] 李雪辉, 耿卫国, 潘微平, 等. 1-双酯基-3-烷基咪唑离子液体及其制备方法[P]. 中国, ZL200510032669, **2005-01-04**.(专利引用)
- [6] 廖玮. 新型蛋白质芯片及基于全反射红外的生物传感器的研究[D]. 北京: 北京大学, **2005**.(学位论文引用)
- [7] Welcome to Acta Phys Chim Sin. <http://www.whxb.pku.edu.cn/EN/volumn/current.shtml> (accessed Oct 27, **2010**).(网页文献)
- [8] Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, et al. *Gaussian 03*, Revision A.01. Gaussian Inc.: Pittsburgh, PA, **2003**.(软件引用)

## 致 谢

.....



致谢部分，另起一页，真心实话，  
致谢人手写致谢人姓名和日期；内容  
为宋体小四号，1.5倍行距。



**签名都要手  
写呢！还要真迹！！**

致谢人：

日 期：

# 扑热息痛的合成进展

XXX<sup>1</sup>

指导老师: XXX<sup>2</sup>

- (1. 温州医科大学药学院, 浙江 温州, 325035;  
2. 温州医科大学仁济学院, 浙江 温州, 325035;  
3. 温州医科大学附属眼视光医院, 浙江 温州, 325035)

**摘要:** 扑热息痛是常用的解热镇痛, 化学名为N-(4-羟基苯基)乙酰胺, 其研究有着非常广阔的前景。本文分析了近年来不同起始原料合成扑热息痛的方法, ……。

**关键词:** 扑热息痛; 对乙酰氨基酚; 合成

## 引言

对乙酰氨基酚的化学名为N-(4-羟基苯基)乙酰胺(acetamide), 对乙酰氨基酚为白色结晶或结晶性粉末, 易溶于丙酮中溶解, 几乎不溶于冷水和石油醚。扑热息痛对乙酰氨基酚是常用的解热镇痛药, 解热作用持久且刺激性小, 很少有过敏反应<sup>[2]</sup>, ……

## 1 扑热息痛

对乙酰氨基酚[paracetamol, N-acetyl-P-aminophenol, N-(4-羟基苯基)乙酰胺], 商品名为扑热息痛, 简称 APAP, 是一种解热镇痛药物, 其解热作用持久而缓慢, 和阿司匹林相比, 具有刺激性小, 作用持久, 极少有过敏反应等突出的优点, 若过量服用则会导致面色苍白、恶心、呕吐、厌食和腹痛等症状, 严重者可致肝昏迷及死亡; 对乙酰氨基酚为白色或微红色的结晶性粉末, 无臭, 味微苦, 易溶于乙醇, 丙酮, 略溶

**说明 L: (综述总体)** XX<sup>3</sup>

1. 主题与论文相关, 不少于 3000 字;
2. 题目前后各空一行, 综述题目、作者、单位格式同正文部分;
3. 综述摘要部分不单独成页, 仅为一段, 一般为中文; 左右两侧各缩进两个中文字符进行编辑; “摘要”二字加粗, 中空二英文字符, 后接冒号, 再续写内容。宋体五号, 1.25 倍行距;
4. **关键词**与摘要内容段间空一行, 宋体五号; 列三到五个关键词;
5. “引言”二字不居中, 宋体小三, 加粗, 靠左侧, 中空二英文字符, 与前面内容间隔一行;
6. 综述中的图、表、公式格式与正文部分相同;
7. 文献著录与正文相同; 在热水或乙醇中溶解, 几乎不溶于冷水和石油醚。
8. 综述是一篇文章, 同样具有层次和逻辑结构; 在大量文献基础之上概括分析撰写而成; 扑热息痛效果与非那西丁相仿, 其解热作用较阿司匹林持久且刺激性小, 很少有过敏反应<sup>[2]</sup>, ……
9. **切忌“抄袭”, 如全文语句和段落与已有文献数据库中不同文章比较检索有 25% 相同, 就属于“抄袭”; 一旦发现, 将直接影响答辩和学位授予, 最终影响毕业。**

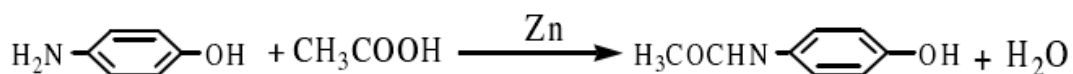
于热水,微溶于氯仿,几乎不溶于冷水的晶体。其分子式为  $C_8H_9NO_2$ , 分子量为 151.16, CAS 号为 103-90-2, 熔点 168-172°C, 结构式见图 1。

图 1 对乙酰氨基酚的结构示意图

## 2 扑热息痛合成方法

### 2.1 以对氨基苯酚为原料

#### 2.1.1 反应原理



(1)将对氨基苯酚、冰醋酸以一定的质量比混合,加入锌粉作为催化剂和还原剂,在温度为130°C~160°C、常压的条件下反应一段时间。

.....

## 3 扑热息痛的研究现状与展望

对乙酰氨基苯酚是国内常用的解热镇痛药,也是中国出口量较大的药物之一,近年来,随着 APAP 新用途的开发,其需求量相应的增加,原有的生产工艺和生产规模已经不能满足当前的需要。因此开发新的工艺提高其产量,减少环境污染成为亟待解决的问题。其合成方法主要分为: 二步法和一步法。

## 参考文献

- [1] 徐小微. 对乙酰氨基酚及复方制剂[J]. 中国药房, 2011, 12(2): 123-124.  
 [2] 陈光勇, 陈旭冰, 刘光明. 对乙酰氨基酚的合成进展[J]. 西南国防医药, 2007, 17(1): 114-117.

.....

# 扑热息痛稀溶液的辐解

**摘要:** 使用辐射分解实验被证明是能有效力羟基自由基 ( $\text{OH}\cdot$ )(高级氧化技术中主要反应产生)。羟基—环己二烯基在进一步反应中可能转化为苯二烯基和乙酰胺。在缺乏溶解氧情况下, 最低氧的情况下, 芳香环被辐解的效率却高出 2-3 倍, 生成环化物的辐解反应过程中是生成了过氧化氢。低毒性的溶液剂应该增加射线剂量, 然后高毒性的其他化合物比扑热息痛具有更高的毒性。射剂量的控制。然而, 这些药物, 对于辐射

**关键词:** 扑热息痛; 对乙酰氨基酚; 高级氧化技术

## 1 简介

高级氧化技术(AOP)是(UV/VU 分解法,  $\text{TiO}_2$  光催化氧化法, 超声波分解法等)使用激进的激进分子攻击顽固的水体中有机污染物。经辐射的水溶液再通过电离辐射还会产生多种活性自由基, 包括它们中间的  $\text{OH}\cdot$ , 为我们提供了一个完美的工具去利用自由基反应来整治水体的污染。同时, 试验工厂和具有工业规模的.....

## 2 实验

扑热息痛合成获得来自 Sigma-Aldrich。其他所有化学品购买来自 Spectrum-3D 或 Carlo Erba。实验是由具有  $1.5 \text{ kGy h}^{-1}$  放射剂量率的  $^{60}\text{Co}\gamma$  射线的设施在室温下进行的。对样品进行评估可以通过具有 1 厘米样品室的 JASCO 550 紫外可见分光光度计或高效液相色谱法进行分离(采用 Nucleosil 100C185 mm,  $15 \times 0.4 \text{ cm}^2$  色谱柱, Technokroma)和通过 JASCO MD-2015Plus 二极管阵列检测器进行检测。流速为  $1 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  和进样量为  $20 \text{ mm}^3$ 。用 5% 乙腈水洗脱剂进行等度洗脱法进行洗脱分离。此外, Agilent Technologies Quad 4610 HP/MS 系统也在使用 0-5% 乙腈水洗脱剂梯度洗脱法进行洗脱分离.....

### 说明 M: (翻译总体)

1. 翻译内容与论文主题相关, 相对完整的一篇文章; 不少于 2000 中文字的文章;
2. 题目前后空一行, 题目翻译时, 固定专业术语无中文对应则可不翻译; 原作者及单位省略(严格也要翻译的);
3. 翻译文章组成各部分遵照原文顺序;
4. 翻译文章排版编辑遵循前面综述各项要求; 例如: 文中图表公式可以直接从原文剪裁插入, 但图题、表题要翻译;
5. 参考文献在文中引用则同样著录, 而在文后则不用详细列出, 用“参考文献略”;
6. 翻译要语句通顺, 表述专业, 切忌用“软件和网络”翻译的拼凑而成;
7. 原文 PDF 格式, 完整截图(包括刊名、时间)插入文后。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 降解的扑热息痛

在水的辐解主要产生两个活性中间体：羟基自由基( $\cdot\text{OH}$ ,  $0.28 \text{ mmol J}^{-1}$ )和水合电子( $e_{\text{aq}}^-$ ,  $0.27 \text{ mmol J}^{-1}$ )。同时也产生少量的氢原子( $\text{H}\cdot$ ,  $0.055 \text{ mmol J}^{-1}$ ).....

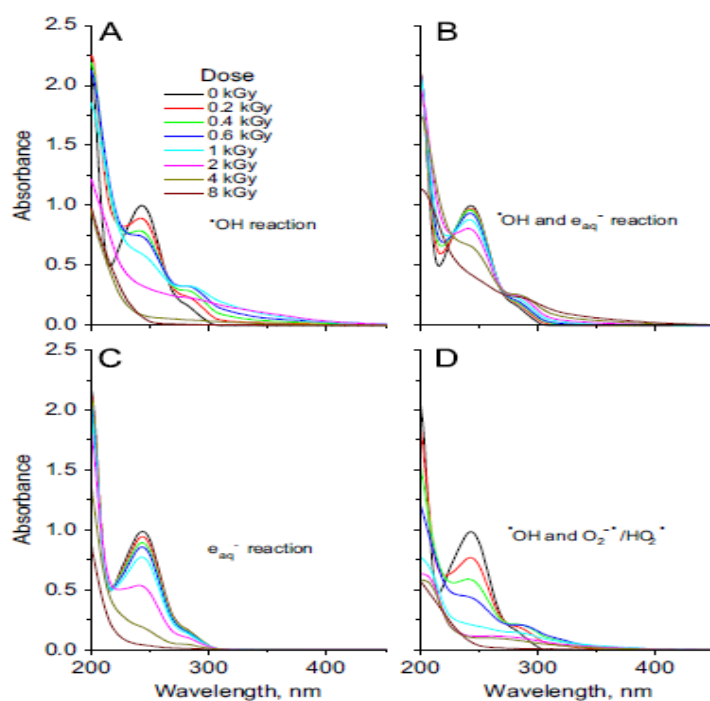


Fig. 1. Absorption spectra of  $1 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$  paracetamol solution irradiated with 0–8 kGy doses in  $\text{N}_2\text{O}$  saturated (A), in  $\text{N}_2$  saturated without (B) and with  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  *t*-butanol (C), and in air saturated solution (D).

图 1 乙酰氨基酚在不同环境中吸收谱图

### 4 结论

在稀溶液中，空气饱和溶液对乙酰氨基酚被相对低剂量辐射容易分解。在水溶液中，中等毒性的对乙酰氨基酚经辐射后生成具有较高的毒性的产物。然而，这些产品也很容易被辐射分解。因此，辐照技术可被用于含有对乙酰氨基酚的废水中治理。

### 参考文献略





Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

## Radiation Physics and Chemistry

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/radphyschem](http://www.elsevier.com/locate/radphyschem)

## Radiolysis of paracetamol in dilute aqueous solution

László Szabó<sup>a,b</sup>, Tünde Tóth<sup>b</sup>, Renáta Homlok<sup>a</sup>, Erzsébet Takács<sup>a,\*</sup>, László Wojnárovits<sup>a</sup><sup>a</sup> Institute of Isotopes, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary<sup>b</sup> Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 26 August 2011

Accepted 15 November 2011

Available online 26 November 2011

## Keywords:

Paracetamol

Acetaminophen

Advanced oxidation processes

Hydroxyl radical

Toxicity

## ABSTRACT

Using radiolytic experiments hydroxyl radical (main reactant in advanced oxidation processes) was shown to effectively destroy paracetamol molecules. The basic reaction is attachment to the ring. The hydroxy-cyclohexadienyl radical produced in the further reactions may transform to hydroxylated paracetamol derivatives or to quinone type molecules and acetamide. The initial efficiency of aromatic ring destruction in the absence of dissolved O<sub>2</sub> is c.a. 10%. The efficiency is 2–3 times higher in the presence of O<sub>2</sub> due to its reaction with intermediate hydroxy-cyclohexadienyl radical and the subsequent ring destruction reactions through peroxi radical. Upon irradiation the toxicity of solutions at low doses increases with the dose and then at higher doses it decreases. This is due to formation of compounds with higher toxicity than paracetamol (e.g. acetamide, hydroquinone). These products, however, are highly sensitive to irradiation and degrade easily.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

Advanced Oxidation Processes (AOP) (UV/VUV photolysis, TiO<sub>2</sub> photocatalysis, sonolysis, etc.) use aggressive radicals to destroy recalcitrant organic pollutants in water. Irradiation of aqueous solutions by ionizing radiation also produces several reactive radicals, among them <sup>•</sup>OH, giving an elegant tool to study radical reactions in water remediation. At the same time, pilot plant and industrial scale irradiation facilities demonstrated the applicability of radiation technology on large scale (IAEA, 2007).

Among the various organic pollutants that are considered to cause environmental hazard phenolic compounds occupy a prominent position. Many of the widely used drugs, pesticides, dyes contain a phenolic part. As a model compound we have chosen paracetamol, also known as acetaminophen (*N*-(4-hydroxyphenyl)acetamide). Paracetamol is heavily used as an analgesic and antipyretic drug; it is regularly detected in the surface waters in μmol dm<sup>-3</sup> concentration (Vogna et al., 2002; Kim et al., 2007; Yang et al., 2009).

Here we study the degradation mechanism of paracetamol during decoloration and mineralization using radiation chemical methods. The degradation of paracetamol has already been tested in several AOPs, e.g. in TiO<sub>2</sub>/UV reaction (Dalmázio et al., 2008; Yang et al., 2008, 2009), in UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reaction (Vogna et al. 2002; Andreozzi et al., 2003), in electrochemical oxidation (Brillas et al., 2005; Sirés et al., 2006; Waterston et al., 2006) or in ozonization (Andreozzi et al., 2003). Bisby and Tabassum (1988) studied the high energy initiated reactions using the pulse radiolysis method.

## 2. Experimental

Paracetamol was obtained from Sigma-Aldrich. All other chemicals were purchased from Spectrum-3D or Carlo Erba. Irradiation was carried out at room temperature by a <sup>60</sup>Co γ-facility with 1.5 kGy h<sup>-1</sup> dose rate. The samples were evaluated either by a JASCO 550 UV–vis spectrophotometer with 1 cm cell or by HPLC separation (using Nucleosil 100C18 5 μm, 15 × 0.4 cm<sup>2</sup> column, Technokroma<sup>®</sup>) and by detection with a Jasco MD-2015Plus diode array detector. The flow rate was 1 cm<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> and injection volume 20 mm<sup>3</sup>. The eluent was 5% acetonitrile in water at isocratic elution. In identifications Agilent Technologies Quad 4610 HP/MS system was also used at gradient elution with 0–5% acetonitrile in water.

The COD values were measured according to the ISO Standard no. 6060:1989 by a Behrotest TRS 200 COD system, while in the Total Organic Carbon (TOC) investigations Shimadzu TOC-VCSN equipment was used. The acute toxicity of solutions was determined by Microtox, a luminescent bacteria test (Gunatilleka and People, 1999; Ferré et al., 2001; Zona and Solar, 2003) applying a LANGE LUMISTox 300 equipment.

Pulse radiolysis experiments were carried out with a microsecond system as described previously (Pálfi et al., 2010). All experiments were carried out at room temperature.

## 3. Results and discussion

## 3.1. Degradation of paracetamol

In water radiolysis there are two main reactive intermediates, hydroxyl radical (<sup>•</sup>OH, 0.28 μmol J<sup>-1</sup>) and hydrated electron

\* Corresponding author. Tel./fax: +36 1 392 2548.

E-mail address: [takacs@iki.kfki.hu](mailto:takacs@iki.kfki.hu) (E. Takács).

## (一) 本科毕业论文(设计)任务书

指导老师		职 称	
合作老师		职 称	
论文题目			

填写这三行为宋体小四号，居中。

### 一、课题的内容和任务要求

#### 1. 课题内容

#### 2. 任务要求

### 二、进度安排(起止时间： 年 月 日 ~ 年 月 日)

根据学院进度安排，填写一致。

### 三、主要参考资料(信息来源和种类)

#### 说明 N: (表格总体)

1. 各项表格尽量布满一页，内容不足一页，回车加空行布满一页，各项内容(一)至(六)的表与表间不共页；
2. 表中一级标题宋体小四号加粗；二级标题缩进两个字符，宋体五号加粗，均另起一行；
3. 内容填写宋体五号或 Times New Roman 五号，行距 1.25 倍；
4. 各表格中各项内容，按时按要求填写，需要老师签名的一定让老师签名，**严禁自签或同学互签。**

签名都要手写呢！还要真迹！！

签名栏：

学生：\_\_\_\_\_ 指导老师：\_\_\_\_\_ 学院领导：\_\_\_\_\_

## (二)本科毕业论文(设计)开题报告

参加开题报告会的主要人员			
姓名	职称	姓名	职称

开题报告会要有至少两位老师参加，多名同学出席，填满表格哦！这四行，宋体小四号，居中排列。

### 一、选题依据和目标

#### 1. 研究题目、目的及意义

#### 2. 简述国内外研究现状及发展趋势

### 二、课题关键问题及难点

#### 1. 关键问题

#### 2. 难点

1. 表中一级标题宋体小四号加粗；二级标题缩进两个字符，宋体五号加粗，均另起一行；
2. 内容填写宋体五号或 Times New Roman 五号，行距 1.25 倍；
3. 表格中各项内容，按时按要求填写，需要老师、同学签名的一定他们亲自签名，严禁自签。

### 三、完成该课题研究已具备的条件

#### 四、研究方案

##### 1. 拟采取的研究方法或试验方法及主要技术路线

##### 2. 研究进度安排

#### 五、参考资料

##### 说明 O: (表中文献)

1. 所有参考资料按照教材、专著、期刊文献、网络资源等归类列出,至少 25 条;外文资料至少 5 条;
2. 此处参考资料比正文、综述中的参考文献都多,格式与毕业论文正文中一致;
3. 内容填写宋体五号或 Times New Roman 五号,行距 1.25 倍。

六、开题报告提出的主要问题及回答情况：

记录的同学签名！

记录人：

年 月 日

七、指导老师意见

**说明 P: (导师工作)**

1. 对学生文献查阅、综述、翻译等工作进行评价；对选题的可行性做出判断；
2. 日期与学院安排进度一致。

指导老师签名！

指导老师签名：

年 月 日

八、学院意见

学院负责人签名：

年 月 日

### (三) 本科毕业论文(设计)中期检查表

论文题目	
论文计划完成时间	年 月 日
<p>一、现阶段任务落实情况和成效</p> <div style="float: right; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 60%; margin-left: auto;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 表中一级标题宋体小四号加粗；二级标题缩进两个字符，宋体五号加粗，均另起一行；</li> <li>2. 内容填写宋体五号或 Times New Roman 五号，行距 1.25 倍；</li> <li>3. 表格中各项内容，按时按要求填写，需要老师、同学签名的一定他们亲自签名，严禁自签。</li> </ol> </div>	
<p>二、后续工作计划、目标和途径</p> <div style="float: right; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 60%; margin-left: auto;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 表中一级标题宋体小四号加粗；二级标题缩进两个字符，宋体五号加粗，均另起一行；</li> <li>2. 内容填写宋体五号或 Times New Roman 五号，行距 1.25 倍；</li> <li>3. 表格中各项内容，按时按要求填写，需要老师、同学签名的一定他们亲自签名，严禁自签。</li> </ol> </div>	
<p>三、指导老师意见</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 60%; margin-left: auto;"> <p style="color: red; margin: 0;">是否按进度正常进行？ 有什么建议和要求？后续工作 需要注意的事项。</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p>指导老师签名： _____ 年 月 日</p> </div>	

### (四)本科毕业论文(设计)指导记录

时间	内容	老师签字
2014-9-16	对论文选题进行了讨论，确定研究...	
	<div data-bbox="443 593 1023 1025" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p><b>说明 Q: (具体指导)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据实际情况填写;</li> <li>2. 若行数不够,可增加;但须布满一页;</li> <li>3. 老师亲自签字;</li> <li>4. 填写内容,五号字,1.25倍行距。</li> </ol> </div>	

**(五) 本科毕业论文(设计)答辩资格审查表**

论文题目		
规范检查	毕业论文(设计)正文完成情况	
	开题报告	
	文献综述(3000 字以上)	
	外文翻译(2000 字以上)	
	中、外文摘要	
	参考资料(25 条以上)	

请老师检查后填写各项为“已完成”或“未完成”。

指导老师意见(说明论文及相关材料完成情况，是否可进行答辩):

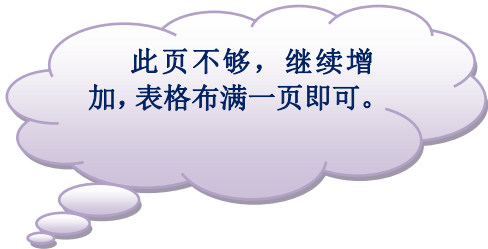
指导老师对学生进行全面评价，包括态度、基础和技能、完成情况；最后一定写明“**推荐答辩**”还是“**暂缓答辩**”。

指导老师签名：\_\_\_\_\_

年 月 日



## (六) 本科毕业论文(设计)答辩记录

论文题目			
答辩组成员签字			
组长		职称	
副组长		职称	
成员		职称	
成员		职称	
成员		职称	
成员		职称	
成员		职称	
成员		职称	
答辩秘书		职称	
答辩时间	年 月 日 时 分 ~ 时 分		
<p>陈述、提问及回答情况记录：</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  <p>此页不够，继续增加，表格布满一页即可。</p> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">答辩秘书签名：</p> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">年 月 日</p>			

## 本科毕业论文(设计)成绩评定书

姓名					专业				
学号					指导老师				
论文题目									
有、无成果(或实物作品)					指导老师 and 评阅老师: 请客观评分, 九十分以上要慎重!!!				
指标分值	选题 5分	教师 指导 10分	文献 综述 10分	外文 10分	学术水平 与动手能力 25分	技能的应用 20分	图表质量 10分	规范要求 10分	总分 100分
指导老师									
评阅老师									
答辩小组									
指导老师 评审 意见	评语:				评阅老师 评审 意见	评语:			
	<p>总体评价 学生毕业手册 各项内容完成 情况和知识、能 力状况。</p> <p>指导老师(签名)_____</p> <p>年 月 日</p>					<p>总体评价该生论文选 题、实验、数据、分析、结 论等情况;评价该生本手册 各部分完成情况;最后写明 “同意答辩”还是“暂缓答 辩”。</p> <p>评阅老师(签名)_____</p> <p>年 月 日</p>			
学院答 辩小组 意见	<p>评语:</p> <p>对学生答辩表现进行简要评 价, 写明是否通过答辩。</p> <p>答辩小组组长(签名)_____</p> <p>年 月 日</p>								
学院论 文工作 领导小 组意见	<p>综合成绩: _____ 等级: _____</p> <p>论文工作领导小组组长(签名): _____ 年 月 日</p>								

- 备注: 1. 综合成绩 = 指导老师成绩×10% + 评阅老师成绩×40% + 答辩小组成绩×50%。  
 2. 综合成绩分数换算成“优秀、良好、中等、及格、不及格”五级制(优秀: 100≥X≥90; 良好: 90>X≥80; 中等: 80>X≥70; 及格: 70>X≥60; 不及格: X<60), 按等级来填写。  
 3. 综合成绩由答辩小组确定, 等级一栏, 由学院盖章确定。