

# 广东省第四届高校青年 教师教学大赛

## 教学设计

汇编本

2018.07

# 目 录

《无机化学》教学大纲中基本教学内容共 9 章, 此次教学设计的 10 个节段分别选自第 1、2、3、4、6 等 5 章。

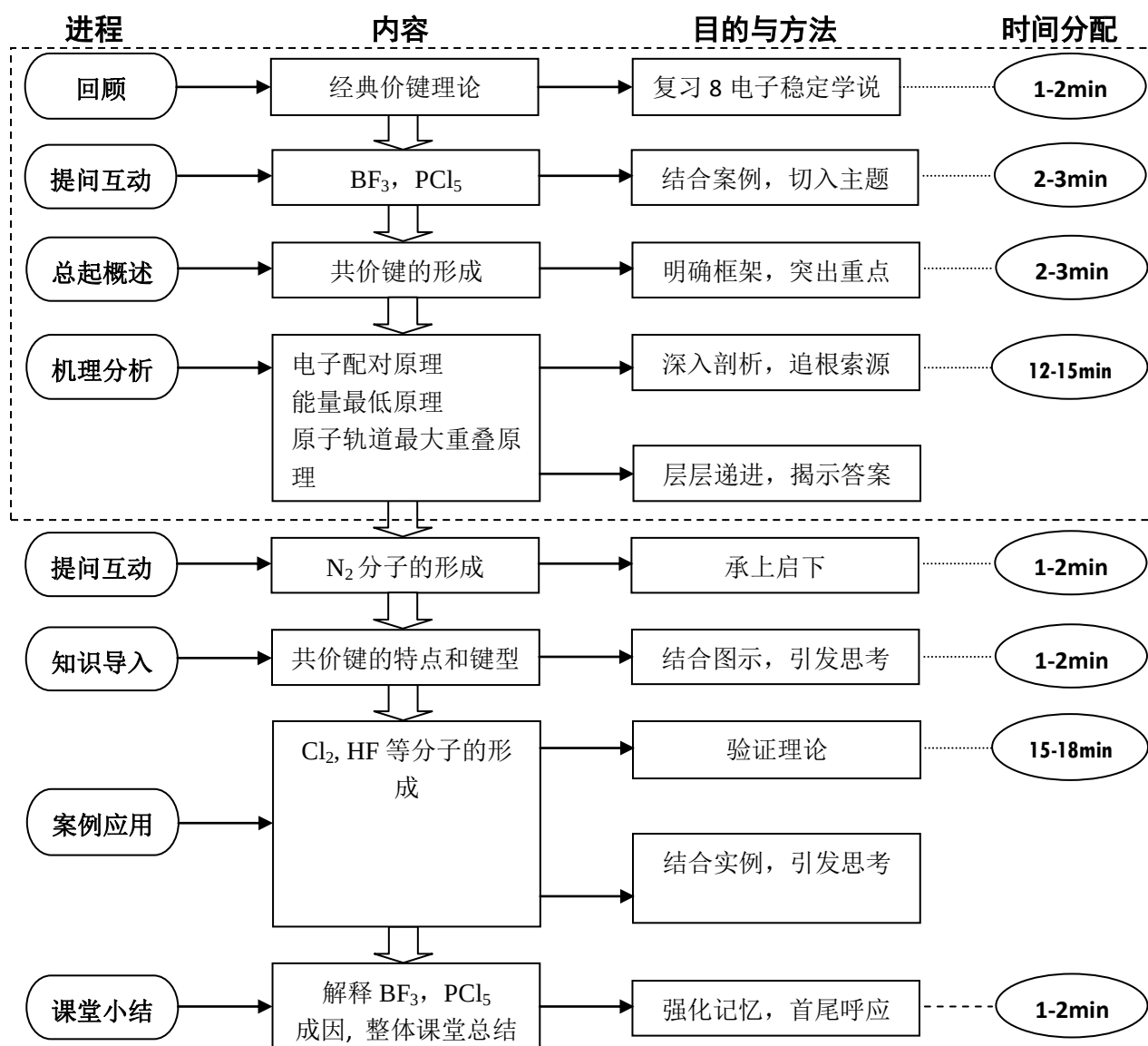
|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. 现代价键理论 .....                | 1  |
| 选自第二章: 分子结构/第二节: 现代价键理论        |    |
| 2. 杂化轨道理论 .....                | 41 |
| 选自第二章: 分子结构/第三节: 杂化轨道理论        |    |
| 3. 分子间作用力 .....                | 47 |
| 选自第二章: 分子结构/第四节: 分子间作用力        |    |
| 4. 沉淀-溶解平衡 .....               | 29 |
| 选自第三章: 沉淀与溶解/第二节: 沉淀-溶解平衡      |    |
| 5. 酸碱理论 .....                  | 19 |
| 选自第四章: 酸与碱/第一节: 近代酸碱理论         |    |
| 6. 缓冲溶液 .....                  | 24 |
| 选自第四章: 酸与碱/第四节: 缓冲溶液           |    |
| 7. 配位化合物 .....                 | 53 |
| 选自第六章: 配位化合物/第一节: 配位化合物基本概念    |    |
| 8. 溶液的蒸气压下降和沸点升高 .....         | 1  |
| 选自第一章: 溶液/第三节: 稀溶液的依数性         |    |
| 9. 溶液的渗透压 .....                | 7  |
| 选自第一章: 溶液/第三节: 稀溶液的依数性         |    |
| 10. 化学反应速率 .....               | 13 |
| 选自第三章: 化学反应速率/第二节: 影响化学反应速率的因素 |    |

## 现代价键理论

### 一、教学基本情况

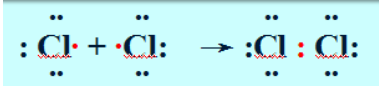
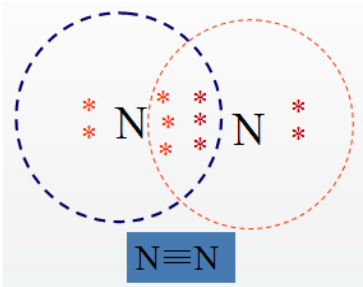
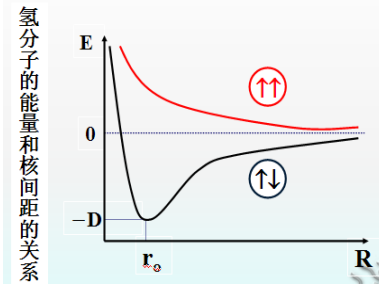
|                  |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                         |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 授课主题             | 现代价键理论（Modern valence bond theory）                                                                                                                                                                                                        |                                                                                         |      |      |                |
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                       | 学 时                                                                                     | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 掌握共价键的形成及其本质。<br>2. 掌握价键理论的基本要点与共价键的特点。<br>3. 熟悉共价键的键型。                              |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 培养学生对共价键形成的本质有确切的了解，共价键是电子云的重叠，在本质上依然是电性的。<br>2. 清楚了解共价键具有饱和性和方向性的特点，为后续杂化轨道的学习打下基础。 |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 了解原子形成分子的方式，认识到丰富多彩的物质都是由元素的原子通过化学键而形成的。                                             |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 共价键的形成及其特点。                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                         |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社，2016.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                         |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著，适用于食品科学相关专业，其知识结构较系统，将基础理论与生产生活实际联系密切，反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                          |                                                                                         |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ，从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应，且专业基础尚未建立，因此在教学中尽量运用类比教学，并引导学生多观察、多思考，建立学习主动性，增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神，对于食品质量与安全专业学生，结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容，突出其实际意义；在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考；适当引入生活案例进行分析，并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                         |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向，问题为中心，案例为引子，结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动，由浅入深，引导学生主动逻辑思维，并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例，培养辩证思维，同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ，运用视频、动画等将知识形象化、具体化，帮助学生理解与记忆。                                                |                                                                                         |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 教鞭；2. 多媒体设备；3. PPT；4. 黑板；5. 视频。                                                                                                                                                                                                        |                                                                                         |      |      |                |
| 双语词汇             | 八隅体（octet rule）；<br>现代价键理论（valence bond theory）；<br>共价键（covalent bond）；<br>分子轨道理论（molecular orbital theory）。                                                                                                                              |                                                                                         |      |      |                |

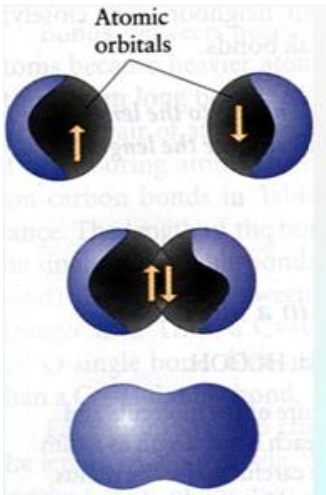
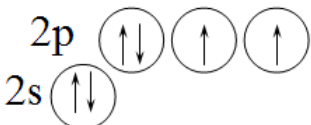
## 二、教学流程



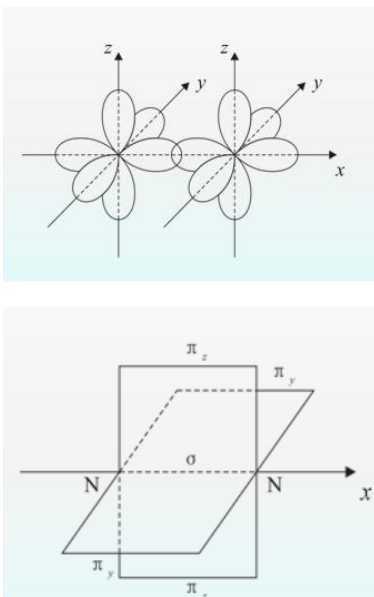
\*虚线内为 20 分钟现场授课部分

### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                               | 教学活动设计及意图                                                                                                                         | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                         | 时间分配    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p>一、课程导入</p> <p>1.回顾中学时期学过的经典共价键理论，即 Lewis 学说（八隅体理论）。</p>                                                           | <p>【回顾与导入】</p> <p><b>提问：</b>Cl<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 分子是怎么形成的？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p> | <p>【图片展示】</p> <p>分别展示原子通过共用电子对形成分子。</p>   | 2-3 min |
| <p>二、课程讲述</p> <p>举例 BF<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub> 等分子的形成，中心原子少于或者多余 8 电子，但分子仍然很稳定，从而支出经典共价键理论的局限性。</p>             | <p>【思考】：</p> <p>这些分子到底是怎么形成的，为什么稳定呢？</p>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                | 5 min   |
| <p>(一) 共价键的形成</p> <p>选取 H<sub>2</sub> 分子的形成过程，用两字力学的方法，得到 H<sub>2</sub> 分子的能量和核间距 R 之间的关系曲线，理解共价键的形成是由于未成对电子的配对。</p> | <p>【互动】</p> <p><b>引导</b>学生回忆原子核外的电子排布，切实了解未成对电子的概念。可以举例常见原子，复习一下和外电子排布及遵循的规则。</p>                                                 | <p>【图片展示】</p> <p>H<sub>2</sub> 分子的能量和核间距 R 之间的关系曲线图</p>                                                                    | 6-8min  |

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>(二) 总结得出<b>共价键的本质</b></p> <p>是由于原子相互接近时轨道重叠(即波函数叠加),原子间通过共用自旋相反的电子对使能量降低而成键。</p>                                                                                                                    | <p><b>【推导】</b></p> <p>从电子云的观点考虑,可认为 H 的 1s 轨道在两核间重叠,使电子在两核间出现的几率大,形成负电区。两核吸引核间负电区,使 2 个 H 结合在一起。</p> <p><b>【归纳】</b></p> <p><b>成键原理</b></p> <p>(a) 电子配对原理</p> <p>(b) 能量最低原理</p> <p>(c) 原子轨道最大重叠原理</p> <p>重叠部分越大,键越牢固,分子越稳定。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>6-8min</p> |
| <p>(三) 共价键的特点</p> <p>1、具有饱和性</p> <p>一个原子有几个<u>未成对电子(成单电子)</u>,就可以和几个自旋量子数不同的电子配对成键,一个电子和另一个电子配对后,就不能再和其它原子的电子配对。</p> <p>2、具有方向性</p> <p>除 s 轨道外, p, d 和 f 轨道在空间都有一定的伸展方向,成键时只有沿着一定的方向取向,才能满足最大重叠原则。</p> | <p><b>【提问】</b></p> <p>水分子中有几个共价键?同时引发学生的思考,引导学生不盲从,独立思考。</p> <p><b>【互动】</b></p> <p>层层递进, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 中有几个共价键,为什么?</p> <p>培养学生逻辑思维能力,挖掘思维的深度。</p>                                                              | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>说明中心原子的价电子层中,有几个单电子,就形成几个共价键。</p> <p>O: 2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup></p>  <p><b>【板书展示】</b></p> <p>书写出 H 原子和 N 原子的价层电子排布,并说明他们各自所形成的共价键的数目。</p> <p><b>【图片展示】</b></p> <p>以 HCl 分子的形成为例,比较三种重叠方式,看哪一种达到最大重叠,即为最稳定的共价键。</p> | <p>5-7min</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                            |                                                                                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>进行比较, 得出 <math>\sigma</math> 键和 <math>\pi</math> 键的区别:</p> <p><b><math>\sigma</math> 键特点:</b></p> <p>(1) <math>\sigma</math> 键的轨道重叠程度比 <math>\pi</math> 键的轨道重叠程度大, 因而 <math>\sigma</math> 键比 <math>\pi</math> 键牢固。</p> <p>(2) <math>\sigma</math> 键可单独存在于两原子间, 是构成分子的骨架, 两原子间只可能有 1 个 <math>\sigma</math> 键。</p> <p><b><math>\pi</math> 键特点:</b></p> <p>(1) <math>\pi</math> 键较易断开, 化学活泼性强。</p> <p>(2) 一般它是与 <math>\sigma</math> 键共存于具有双键或叁键的分子中。</p> <p>(四) 课堂小结</p> | <p><b>【案例分析】</b></p> <p>通过 <math>N_2</math> 分子之间三个共价键的形成方式, 层层递进, 培养学生逻辑思维能力, 挖掘思维的深度。</p> | <p><b>【图片展示】</b></p>  <p><b>【回顾总结】</b></p> | <p>3-5min</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|

#### 四、参考资料与推荐阅读

1. 麦松威, 周公度, 李伟基. 《高等无机结构化学》, 北京: 北京大学出版社, 2014 年。
2. 陈慧兰. 《高等无机化学》, 北京: 高等教育出版社, 2005 年。
3. 章慧. 《配位化学-原理与应用》, 北京: 化学工业出版社, 2009 年。
4. 吉林大学, 武汉大学, 南开大学, 《无机化学》, 北京: 高等教育出版社, 2017 年。

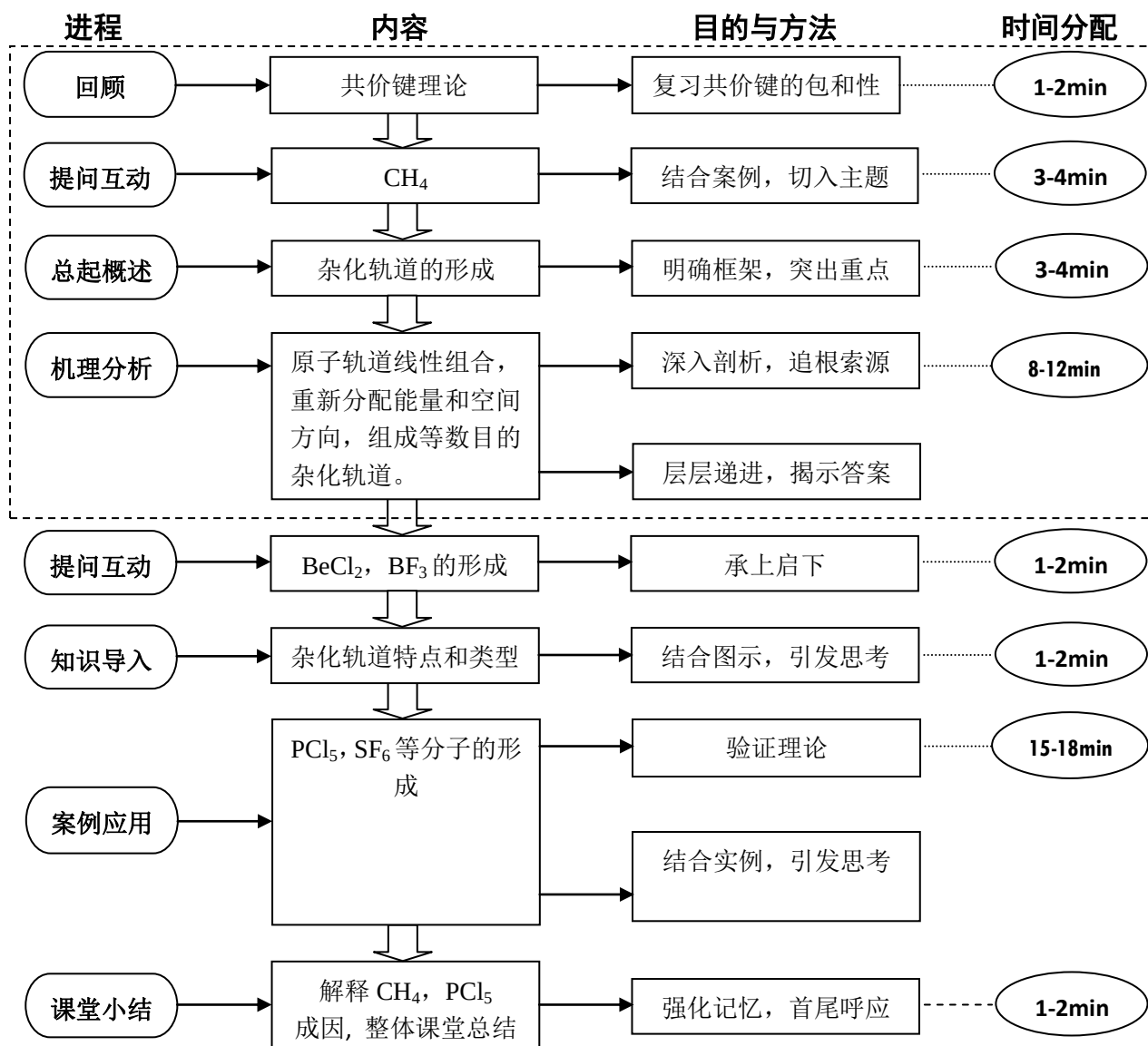


# 杂化轨道理论

## 一、教学基本情况

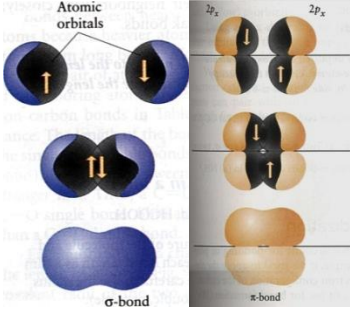
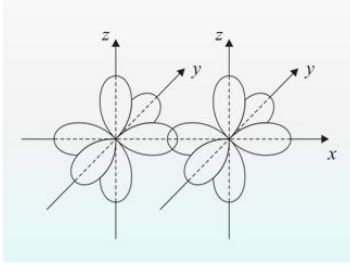
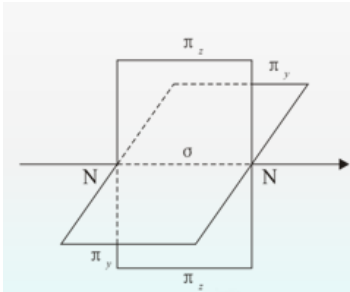
| 授课主题             | 杂化轨道理论（Hybrid orbitals theory）                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                    |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                       | 学 时                                                                                                | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 掌握杂化轨道的概念和形成。<br>2. 掌握杂化轨道的类型。<br>3. 熟悉杂化轨道类型与分子构型的关系。                                          |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 培养学生对杂化轨道形成的本质有确切的了解,杂化轨道是电子发生激发以及能量的重新分配,在本质上依然是电性的。<br>2. 清楚了解杂化轨道的类型和特点,为后续价层电子对互斥理论的学习打下基础。 |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 了解原子形成分子的方式,认识到丰富多彩的物质都是由元素的原子通过化学键而形成的。                                                        |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 杂化轨道的形成及其特点。                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                    |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著,适用于食品科学相关专业,其知识结构较系统,将基础理论与生产生活实际联系密切,反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                          |                                                                                                    |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ,从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应,且专业基础尚未建立,因此在教学中尽量运用类比教学,并引导学生多观察、多思考,建立学习主动性,增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神,对于食品质量与安全专业学生,结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容,突出其实际意义;在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考;适当引入生活案例进行分析,并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                                    |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向,问题为中心,案例为引子,结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动,由浅入深,引导学生主动逻辑思维,并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例,培养辩证思维,同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ,运用视频、动画等将知识形象化、具体化,帮助学生理解与记忆。                                                |                                                                                                    |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 教鞭; 2. 多媒体设备; 3. PPT; 4. 黑板; 5. 视频。                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                    |      |      |                |
| 双语词汇             | 共价键（covalent bond）; 现代价键理论（valence bond theory）;<br>分子轨道理论（molecular orbital theory）;<br>杂化轨道（hybrid orbitals）。                                                                                                                           |                                                                                                    |      |      |                |

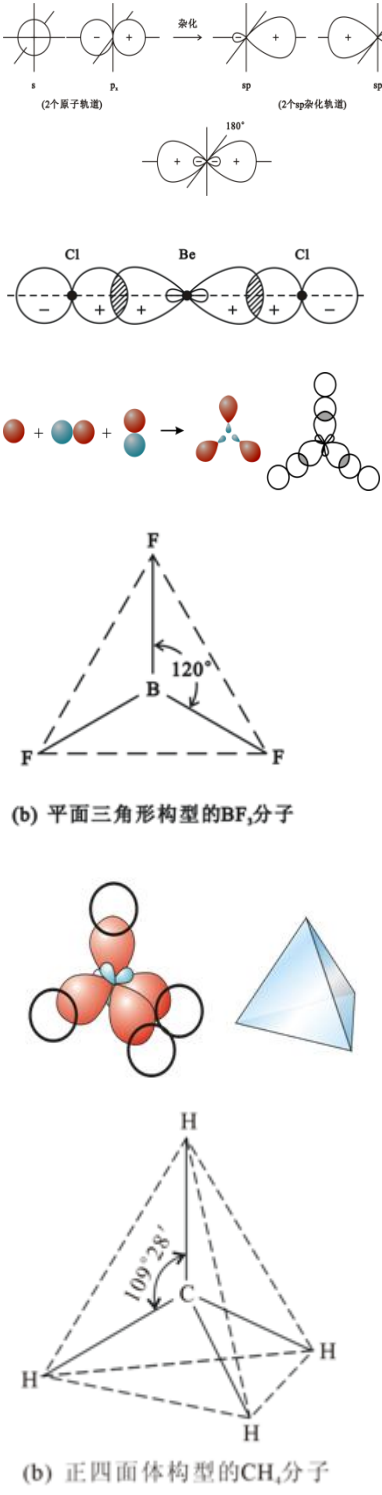
## 二、教学流程



\*虚线内为 20 分钟现场授课部分

### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                             | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                              | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 时间分配    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p>一、课程导入</p> <p>1. 回顾上节课学习的共价键理论。</p>                                                                                                                             | <p>【回顾与导入】</p> <p><b>提问：</b> <math>H_2</math>, <math>HCl</math> 和 <math>N_2</math> 分子是怎么形成的？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p> <p><b>得出结论：</b> 一个原子最外层有几个单电子，最多形成几个共价键。</p> | <p>【图片展示】</p> <p>分别展示共价键形成的本质以及 <math>HCl</math> 和 <math>N_2</math> 分子是怎么形成的。</p>    | 3-5 min |
| <p>二、课程讲述</p> <p>举例 <math>CH_4</math> 中的 C 原子，最外层电子中只有两个是单电子，按理说最多形成 2 个共价键，可在甲烷分子中，命名存在 4 个 C-H 共价键。</p> <p>(三) 杂化轨道概念的引入</p> <p>(1) 成键过程中，同一原子中几个能量相近类型不同的原子</p> | <p>【互动】</p> <p>引导学生思考这个问题，并考察学生对于教材的预习情况。</p>                                                                                                                                                          | <p>【图片展示】</p> <p>S 轨道和不同数目 p 轨道的杂化，分别以 <math>BeCl_2</math>, <math>BF_3</math>, <math>CH_4</math> 为具体案例分析，并显示空间取向。</p>                                                                                                                                     | 5 min   |

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                 |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>轨道线性组合，重新分配 能量和空间方向，组成等数目的杂化轨道</p> <p>(2) 杂化轨道的角度波函数在某方向的值比杂化前大得多，更有利于原子轨道间最大程度地重叠，因而杂化轨道比原来轨道的成键能力强。</p> <p>(3) 杂化轨道之间力图在空间取最大夹角分布，使相互间的排斥能最小，故形成的键较稳定。不同类型的杂化轨道之间的夹角不同，成键后所形成的分子就具有不同的空间构型。</p> <p>(四) 总结得出杂化轨道形成的本质以及引出杂化轨道的常见类型</p> | <p><b>【推导】</b></p> <p>分别以 s 轨道和不同的 p 轨道去线性组合，观察空间取向。</p> <p><b>【归纳】</b></p> <p><b>共价键成键原理仍然适用</b></p> <p>(a) 电子配对原理</p> <p>(b) 能量最低原理</p> <p>(c) 原子轨道最大重叠原理</p> <p>重叠部分越大，键越牢固，分子越稳定。</p> |  <p>6-8min</p> <p>6-8min</p> |               |
| <p>(三) 杂化轨道的类型及分子构型</p> <p>1、s-P 型杂化</p> <p>讲清楚 sp 型、sp<sup>2</sup> 型以及 sp<sup>3</sup> 杂化类型的由来以及空间结构，和前面共价键的形成取</p>                                                                                                                        | <p><b>【互动】</b></p> <p>引导杂化后，形成的单电子，和共价键成键模式相同。</p>                                                                                                                                        | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>说明中心原子的周边，形成几个共价键，就有几对电子，根据排斥能量的大小，初步决定了分子的空间构型。</p>                                    | <p>5-7min</p> |

得联系。

## 2. sp<sup>3</sup>d 型杂化

通过举例的方法，引入 sp<sup>3</sup>d 型杂化类型，并根据中心原子周围电子对的排斥，探讨形成分子的空间构型。

## 3. 简单探讨不等性杂化类型

举例 NH<sub>3</sub>， H<sub>2</sub>O

### 【提问】

层层递进，PCl<sub>5</sub>， SF<sub>6</sub> 等分子是怎么形成的，杂化方式是什么，空间构型又可能是什么？引导学生能够考虑到外层 d 电子层的存在。

培养学生逻辑思维能力，挖掘思维的深度。

### 【互动】

让学生考虑 sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup> 杂化的空间构型。

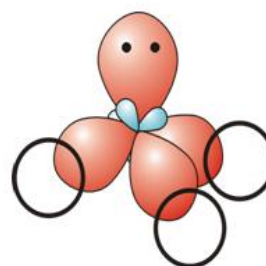
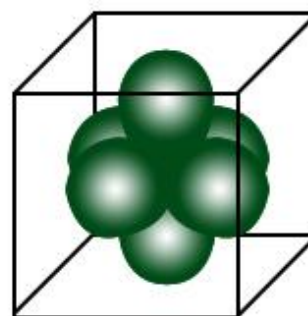
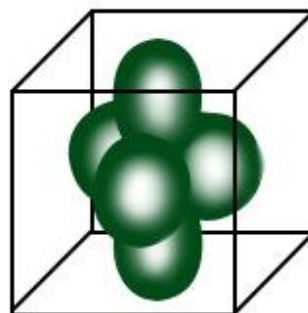
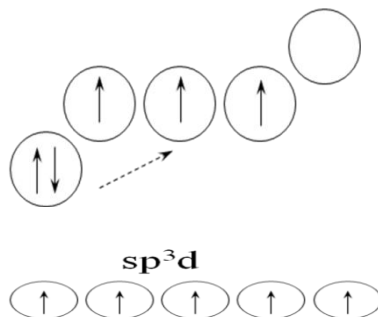
### 【互动】

调动学生思考的积极性，让学生自己搞清楚，下节课初几分钟讲解。

### 【板书展示】

书写出 P 原子和 S 原子的价层电子排布，并说明他们各自能形成的共价键的数目。

### 【图片展示】



8-10min

| 教师讲授提纲                                         | 教学活动设计及意图                                                                                  | 教学手段运用        | 时间分配   |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| <b>三、 课堂小结</b><br>归纳今天课堂所学，并做几个练习，加强学生的课堂掌握能力。 | <b>【互动练习】</b><br>分别练习 $\text{AlCl}_3$ , $\text{CCl}_4$ , $\text{CO}_2$ 分子的杂化轨道类型，并确认其分子构型。 | <b>【回顾总结】</b> | 3-4min |

#### 四、参考资料与推荐阅读

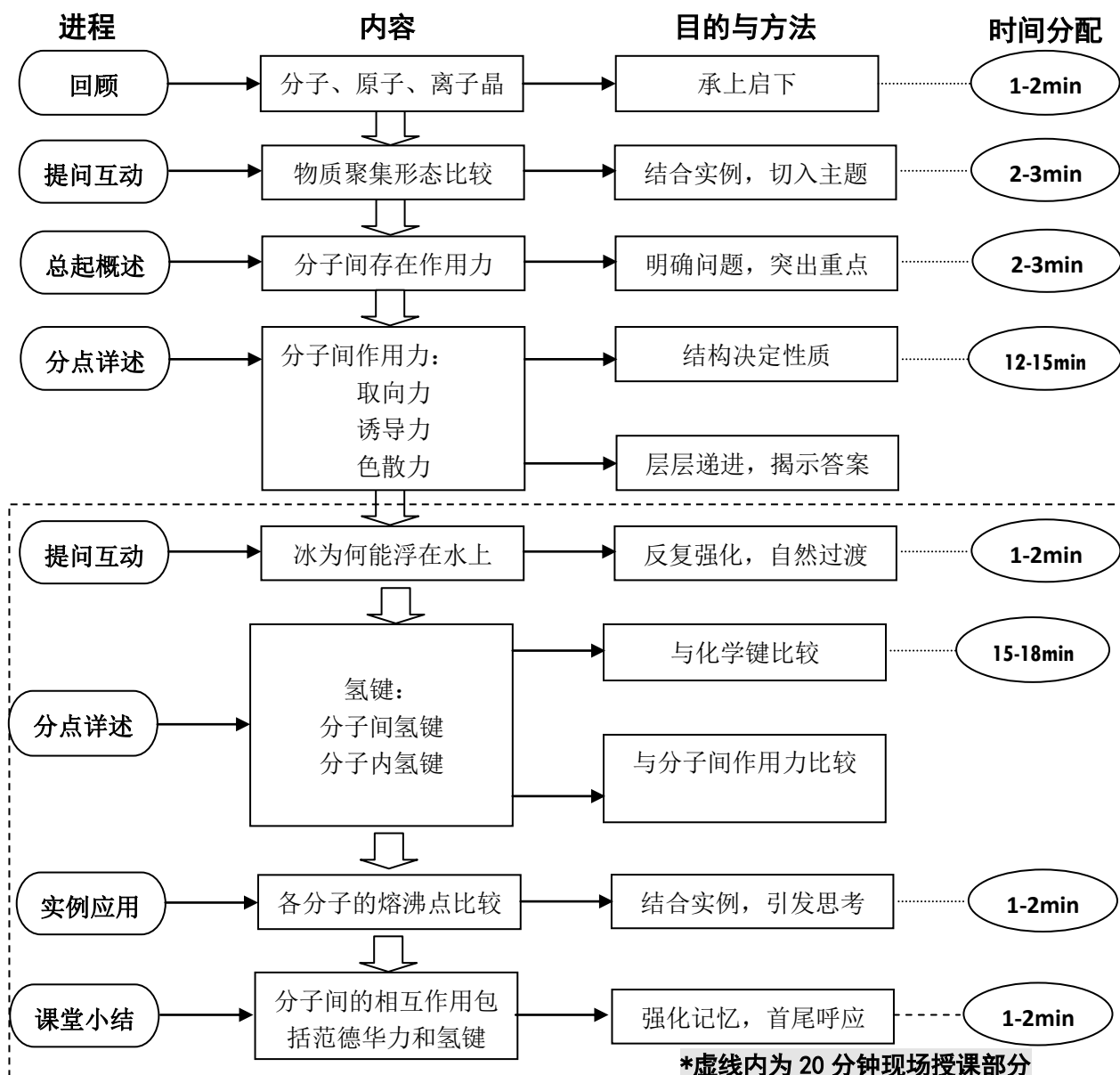
1. 麦松威，周公度，李伟基. 《高等无机结构化学》，北京：北京大学出版社，2014 年。
2. 大连理工大学无机化学教研室，《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2009 年。
3. 陈慧兰. 《高等无机化学》，北京：高等教育出版社，2005 年。
4. 章慧. 《配位化学-原理与应用》，北京：化学工业出版社，2009 年。
5. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

# 分子间作用力

## 一、教学基本情况

|                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |      |      |                |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 授课主题             | 分子间作用力（intermolecular forces）                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                |      |      |                |
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                        | 学 时                                                                                            | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                       | 1. 掌握分子间作用力和氢键的概念、特征,熟悉分子间作用力的类型、特点、产生原因;氢键形成条件、特征、应用。<br>2. 掌握化学键、分子间作用力及氢键之间的区别。             |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                       | 1. 培养学生灵活应用现有知识背景对新知识点的分析能力,为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 通过掌握分子间作用力及氢键的概念,能解释物质的性质及其变化。        |      |      |                |
|                  | 认知目标                                                                                                                                                                                                                                       | 1. 通过合理引导,联系生活中的实例,激发学生学习的兴趣,促进学生自学质疑、交流探究,获得新知。<br>2. 通过对物质三种聚集态相互转换的讨论,对学生渗透矛盾对立统一的辩证唯物主义观点。 |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 分子间作用力的类型、特点及产生原因;氢键形成的条件、特征及其应用。                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著,适用于食品科学相关专业,其知识结构较系统,将基础理论与生产生活实际联系密切,反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                           |                                                                                                |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品安全与工程专业 2017 级四年制本科新生</b> ,从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应,且专业基础尚未建立,因此在教学中尽量运用类比教学,并引导学生多观察、多思考,建立学习主动性,增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神,对于食品质量与安全专业学生,结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容,突出其实际意义;在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考;适当引入生活案例进行分析,并加强食品安全思想的教育育。 |                                                                                                |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向,问题为中心,案例为引子,结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动,由浅入深,引导学生主动逻辑思维,并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例,培养辩证思维,同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ,运用视频、动画等将知识形象化、具体化,帮助学生理解与记忆。                                                 |                                                                                                |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 分子模型; 2. 多媒体设备; 3. PPT; 4. 黑板; 5. 视频。                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                |      |      |                |
| 双语词汇             | 范德华力（Van der Waals forces）; 取向力（dipole-dipole attration）; 诱导力（induction force）; 色散力（dispersion force）; 氢键（hydrogen bond）                                                                                                                   |                                                                                                |      |      |                |

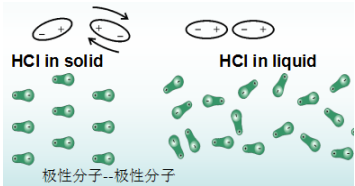
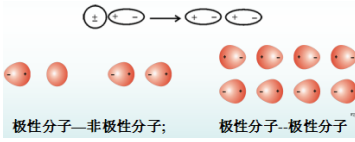
## 二、教学流程

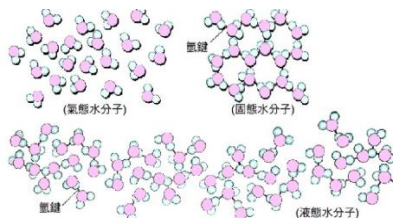




### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                            | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                              | 教学手段运用                                                                                                                                 | 时间分配      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <p><b>一、课程导入</b></p> <p>1. 回顾离子键、金属键和共价键，这三类化学键都是原子间强的相互作用。引出分子间也存在相互作用力，但是比较弱。介绍本次课的主要内容和目标。</p> | <p><b>【回顾与导入】</b></p> <p><b>提问：</b>为什么物质存在气态液态固态三种聚集形态？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p>                                                                                                   | <p><b>【图片展示】</b></p>  <p>固态水      液态水</p> <p>气态水</p> | 1-2min    |
| <p>2. 实验：分子间的相互吸引力</p>                                                                            | <p><b>【动手并思考】</b>把一块洗净的玻璃杯吊在细线的下端，使玻璃板水平接触水面，如果想使玻璃板离开水面，必须用比玻璃板重量大的力向上拉动细线，这是为什么呢？（请两三个同学到讲台试试）</p> <p>（玻璃板离开水面后，可以看到玻璃板下表面上仍有水，说明玻璃板离开水面时，水层发生断裂。水分子发生断裂时，由于玻璃分子和水分子、水分子和水分子之间存在引力，外力要克服这些分子引力，从而造成外界拉力大于玻璃板的重力）</p> |                                                    | 2-3min    |
| <p><b>二、课程讲述</b></p> <p>引入分子间相互作用力的概念，并与原子间相互作用力比较。</p>                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                        | 12-15 min |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>(一) 分子间作用力概念:</p> <p>1、分子与分子之间存在着一一种能把分子聚集在一起的作用力, 这种作用力就叫分子间作用力。</p> <p>2、实质: 是一种静电作用, 比化学键弱很多</p> <p>3、<b>范德华力和氢键</b>是两种常见的分子间作用力</p> <p>(二)范德华力的特点</p> <p>1.只存在于分子间, 包括单原子分子</p> <p>2.只有分子充分接近时才有相互作用(300-500 pm)</p> <p>3.范德华力没有方向性和饱和性(只要分子周围空间允许, 当气体分子凝聚时, 它总是尽可能吸引更多的其他分子)</p> <p>(三)范德华力三个来源</p> <p>1、取向力</p> <p>2、诱导力</p> <p>3、色散力</p> | <p><b>【思考】</b></p> <p>原子间相互作用力即化学键键能多少?</p> <p>分子间相互作用力又是多少?</p> <p>1、将水由液态变成气态在一个标准大气压下需 100°C, 将 1mol 水由液态变成气态, 所需能量为 47.3 kJ.</p> <p>2、将水分子拆成氢原子和氧原子需 1000°C以上, 将 1mol 水拆成氢原子和氧原子需 436 kJ.</p> <p><b>【思考】</b>玻璃打碎后, 不能把它们再拼在一起, 为什么?</p> <p><b>【互动】</b>范德华力对物质(由分子组成的)的性质有哪些影响?(熔沸点及溶解度等)是怎样影响的?</p> | <p><b>【实例分析】</b></p> <p>HCl 键能 432 kJ/mol</p> <p>HBr 键能 366 kJ/mol</p> <p>HI 键能 298 kJ/mol</p> <p>HCl 范德华力 21.14 kJ/mol</p> <p>HBr 范德华力 23.11 kJ/mol</p> <p>HI 范德华力 26.00 kJ/mol</p> <p>分子间作用力是决定物质(由分子组成的)的熔沸点及溶解度等性质的重要因素</p> <p><b>【详解】</b></p> <p>取向力:</p>  <p>诱导力:</p>  <p>色散力:</p> <p>发生在各种分子之间, 是范德华力的主要形式</p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 教学手段运用                                                                                                                                                                                               | 时间分配                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>以下为现场授课内容（20min）</p> <p>一、范德华力对物质性质的影响</p> <p>（一般情况下，组成和结构相似的分子，相对分子量越大，范德华力越大，熔沸点越高。）</p> <p>二、★ 重点 氢键</p> <p>1、氢键形成的条件</p> <p>（1）分子中有电负性大、具有孤电子对、半径小的元素（F、O、N）。</p> <p>（2）氢与之成键。</p> <p>2、氢键的特点</p> <p>（1）具有方向性和饱和性</p> <p>（2）氢键不是化学键，键能介于化学键和分子间作用力之间</p> <p>3、氢键的强弱：与 H 两侧的原子的电负性有关</p> <p>4、氢键的类型：</p> <p>（1）分子间氢键（增强分子间作用力）</p> <p>（2）分子内氢键（削弱分子间作用力）</p> | <p>【投影】请预测下列各组物质熔沸点高点</p> <p>1、<math>\text{H}_2\text{O}</math>、<math>\text{H}_2\text{S}</math>、<math>\text{H}_2\text{Se}</math>、<math>\text{H}_2\text{Te}</math></p> <p>【拓展思考】为什么冰可以浮在水面上？</p>  <p>水分子三态与氢键的关系</p> <p>【图示】<math>\text{X}-\text{H}\cdots\text{Y}</math><br/> <math>\text{X}, \text{Y}=\text{F}, \text{O}, \text{N}</math>（虚线所示为氢键）<br/> <math>\text{X}</math>：电负性大、半径小<br/> <math>\text{Y}</math>：电负性大、半径小，外层有孤对电子</p> <p>【解释】<br/> <math>\text{F}-\text{H}\cdots\text{F} &gt; \text{F}-\text{H}\cdots\text{O} &gt; \text{O}-\text{H}\cdots\text{O} &gt; \text{O}-\text{H}\cdots\text{N} &gt; \text{N}-\text{H}\cdots\text{N}</math></p> <p>【思考】</p> <p>1、<math>\text{HF}</math>、<math>\text{HCl}</math>、<math>\text{HBr}</math> 和 <math>\text{HI}</math> 中哪个物质熔沸点最高？</p> <p>2、对硝基苯酚和邻硝基苯酚，哪个熔点高？</p> | <p>【讲解】</p> <p>固体——液体——气体的变化过程中，必须克服分子间作用力，而水的范德华力是最小的。说明水分子之间还存在另外一种相互作用，这种相互作用就是氢键</p> <p>【动画】观看 flash 氢键的形成过程</p> <p>【随堂小测】</p> <p>如果升高温度，分子晶体变成气态时，_____（填“能”或“不能”）形成氢键。</p> <p>【课题互动】学生相互讨论</p> | <p>2-4min</p> <p>10-15min</p> |

|                                                                           |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>5、★ <b>难点</b>：氢键对物质性质的影响</p> <p>(1) 对物质熔沸点的影响</p> <p>(2) 对物质溶解度有影响</p> | <p>【详解】分子间氢键使熔沸点升高，分子内氢键使熔沸点降低</p> <p>【详解】溶质与溶剂分子间形成氢键，增加溶质在该溶剂中溶解度；溶质分子形成分子内氢键，则在极性溶剂中溶解度降低，在非极性溶剂中溶解度增大。</p> | <p>【实例】1、碳族、氮族、氧族、卤族氢化物沸点高低</p> <p>2、醋酸、硝酸分子量相近，但熔沸点相差较大</p> <p>【举例】1、乙醇分子可与水分子形成氢键，两者可以任意比例混合</p> <p>2、邻硝基苯酚和对硝基苯酚，二者在水中溶解度之比为0.39:1；在苯中溶解度之比为1.93:1。</p>                                                                                                       | <p>3-5min</p> |
| <p>(四) 课堂小结</p> <p>从下往上，再次梳理分子间相互作用力，以及分子间相互作用力对物质性质的影响。</p>              | <p><b>思考题：</b>氢键在我们的生命活动中起着什么的作用？</p> <p>(氢键使DNA有双螺旋结构，保证了遗传和变异；氢键可以使蛋白质溶于水；氢键使蛋白质有特殊的立体结构)</p>                | <p>图表方式简要小结：</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[作用] --- B[化学键]     A --- C[分子间作用力]     B --- D[金属键]     B --- E[离子键]     B --- F[共价键]     C --- G[范德华力]     C --- H[氢键]     G --- I[色散力]     G --- J[诱导力]     G --- K[取向力] </pre> </div> | <p>2-4min</p> |

#### 四、参考资料与推荐阅读

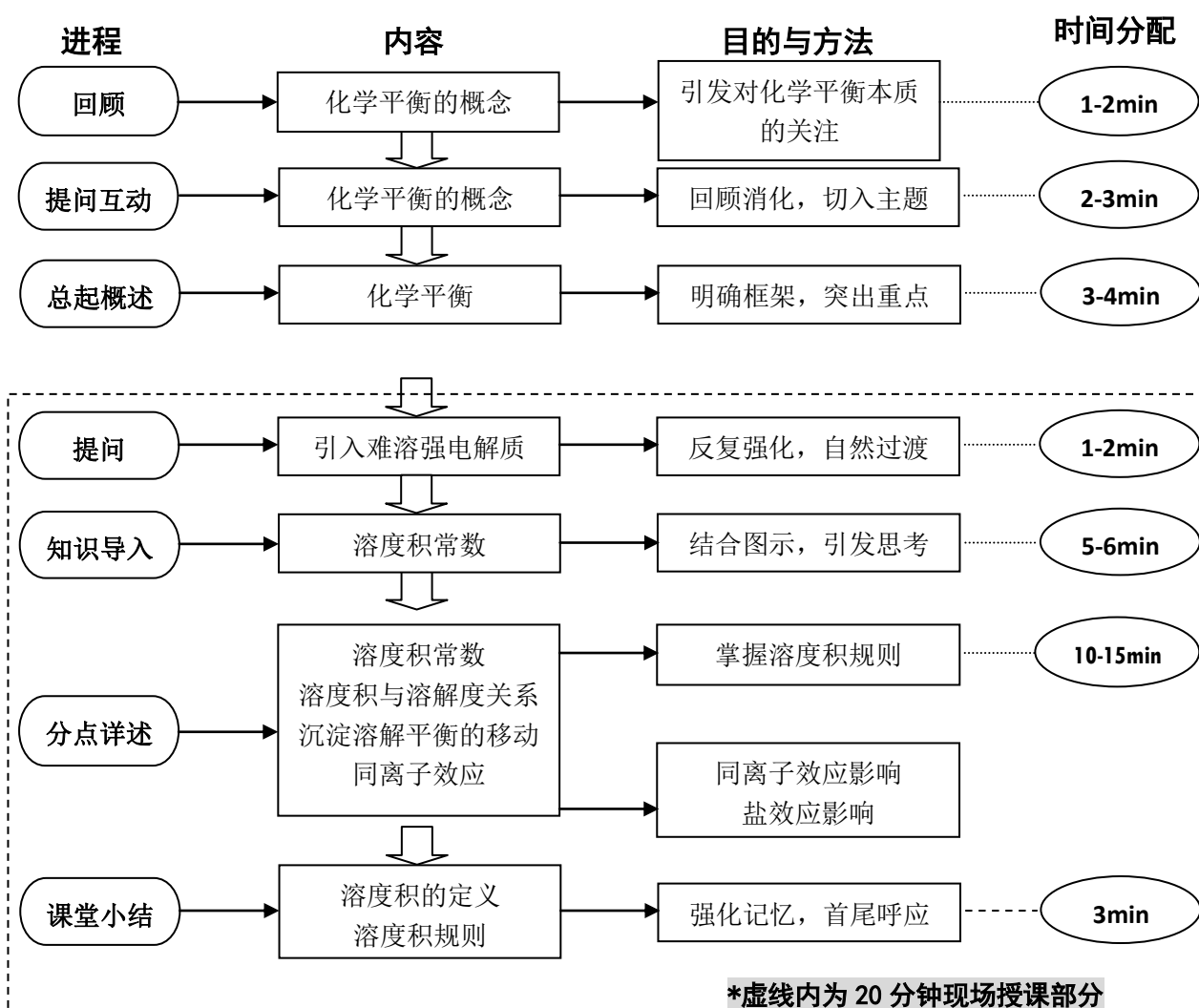
1. 麦松威，周公度，李伟基. 《高等无机结构化学》，北京：北京大学出版社，2014 年。
2. 计亮年，毛宗万，黄锦汪，等. 《生物无机化学导论》（第三版），北京：科学出版社，2010 年。
3. 陈慧兰. 《高等无机化学》，北京：高等教育出版社，2005 年。
4. 章慧. 《配位化学-原理与应用》，北京：化学工业出版社，2009 年。
5. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

## 沉淀-溶解平衡

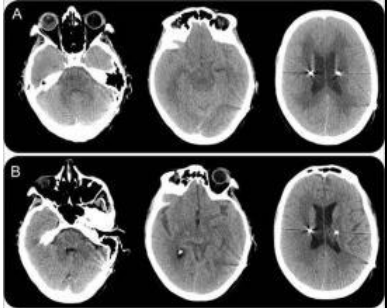
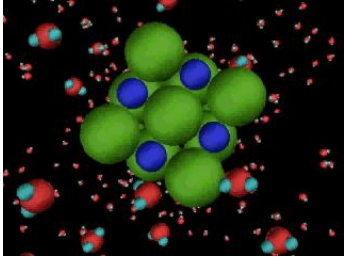
### 一、教学基本情况

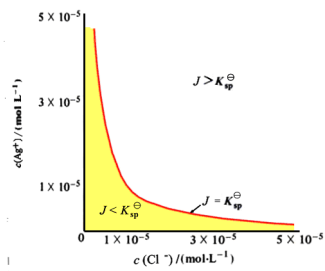
|                  |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                            |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 授课主题             | 沉淀-溶解平衡（ Precipitation-dissolution balance ）                                                                                                                                                                                              |                                                                                            |      |      |                |
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                       | 学 时                                                                                        | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 掌握溶度积的定义，溶度积规则。<br>2. 熟悉沉淀平衡的移动。                                                        |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 培养学生灵活应用所学的知识背景对新知识点的分析能力,为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 利用所学的沉淀溶解的知识,熟悉沉淀溶解平衡在生活实际中的应用。。 |      |      |                |
|                  | 认知目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 通过溶度积的定义、溶度积规则的学习，引导学生学会用辩证的观点看待问题，树立正确的科学观。<br>2. 通过对沉淀平衡的移动学习，强调学习的主动性，培养创造性思维。       |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 溶度积定义；溶度积规则；沉淀平衡移动。                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                                                        |                                                                                            |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著，适用于食品科学相关专业，其知识结构较系统，将基础理论与生产生活实际联系密切，反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                          |                                                                                            |      |      |                |
| 学生分析             | 3. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ，从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应，且专业基础尚未建立，因此在教学中尽量运用类比教学，并引导学生多观察、多思考，建立学习主动性，增加学习兴趣。<br>4. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神，对于食品质量与安全专业学生，结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容，突出其实际意义；在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考；适当引入生活案例进行分析，并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                            |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向，问题为中心，案例为引子，结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动，由浅入深，引导学生主动逻辑思维，并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例，培养辩证思维，同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ，运用视频、动画等将知识形象化、具体化，帮助学生理解与记忆。                                                |                                                                                            |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 多媒体设备；2. PPT；3. 黑板；4. 视频；5. 教鞭                                                                                                                                                                                                         |                                                                                            |      |      |                |
| 双语词汇             | 沉淀（precipitation）； 沉淀反应（precipitation reaction）；<br>沉淀溶解平衡（ precipitation dissolution equilibrium)                                                                                                                                        |                                                                                            |      |      |                |

## 二、教学流程

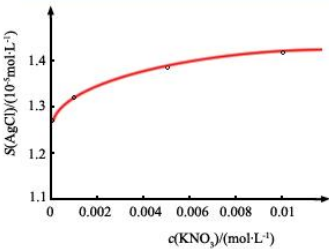


### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                       | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 时间分配                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>一、课程导入</p> <p>1. 回顾之前提出化学平衡的概念，；引出溶度积常数，溶度积与溶解度的关系，沉淀溶解平衡。介绍本次课的主要内容和目标。</p> <p>二、课程讲述</p> <p>(五) 溶度积的定义</p> <p>难溶电解质的沉淀溶解达到平衡时，</p> $A_aB_b(s) \rightleftharpoons aA^{n+}(aq) + bB^{m-}(aq)$ $aS \qquad bS$ $K_{sp} = [A^{n+}]^a[B^{m-}]^b$ $S = \sqrt[a+b]{\frac{K_{sp}}{a^a \cdot b^b}}$ <p><math>K_{sp}</math> 为难溶电解质 <math>A_aB_b</math> 的溶度积常数, <math>S</math> 为 <math>A_aB_b(s)</math> 的溶解度 (<math>\text{mol L}^{-1}</math>)。</p> | <p>【回顾与导入】</p> <p><b>提问：【与现实生活联系】</b></p> <p>难溶钡盐碳酸钡为什么不能用作造影剂？而硫酸钡可以用作造影剂？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p> <p><b>目的：掌握溶度积的概念，有助于理解溶度积与溶解度关系。</b></p> <p>【互动】</p> <p>1、<b>提问：</b>解释沉淀和溶解的不同过程？</p> | <p>【图片展示】</p>  <p>江沪实业（上海）有限公司</p> <p>造影技术的图片</p>  <p>【图片展示】</p> <p>沉淀和溶解两个不同过程</p>  | <p>3-5min</p> <p>5-8min</p> |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                           | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 时间分配                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>(二) ★ 重点溶度积规则</p> <p>在任一条件下，离子浓度幂的乘积为离子积 <math>I_p</math>。</p> <p>(1) 当 <math>I_p = K_{sp}</math> 时，溶液达饱和，既无沉淀析出，又无沉淀溶解。</p> <p>(2) 当 <math>I_p &lt; K_{sp}</math> 时，溶液未饱和，不会析出沉淀，若加入难溶电解质，则会继续溶解。</p> <p>(3) 当 <math>I_p &gt; K_{sp}</math> 时，溶液过饱和，有沉淀析出，直至溶液处于饱和。</p> <p>这是溶度积规则，它是判断沉淀生成和溶解的依据。</p> | <p>【理论联系实际】</p> <p>如何用沉淀溶解平衡知识理解龋齿的？</p> <p>师生互动，提高学生的参与感，调动学生的积极性。</p> <p>【思维拓展】</p> <p>为什么防止龋齿的最好的办法吃低糖食物和餐后立即刷牙？</p> <p>过渡：</p> <p>提问：沉淀溶解平衡是动态平衡，条件如何变化会影响？</p> | <p>【图片展示】</p> <p>龋齿的图片</p>  <p>【例题分析】</p> <p>例 1：25℃，AgCl 的溶解度为 <math>1.92 \times 10^{-3} \text{ g L}^{-1}</math>，求同温度下 AgCl 的溶度积。</p> <p>【图片展示】</p> <p>Pb(CrO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 的沉淀溶解平衡过程</p>   | <p>8-10min</p> <p>8-10min</p> |



| 教师讲授提纲                                                                                                                                                 | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 教学手段运用                                       | 时间分配          |         |         |        |                                                              |       |       |       |       |                                                                                                                                                            |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|---------|---------|--------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>(三) ★ 难点 沉淀溶解平衡移动</p> <p>1. 同离子效应</p> <p>在难溶电解质溶液中加入与其含有相同离子的易溶强电解质，而使难溶电解质的溶解度降低的作用。</p> <p>2. 盐效应：</p> <p>在难溶电解质溶液中，加入易溶强电解质而使难溶电解质的溶解度增大的作用。</p> | <p>【分析引导】：盐效应伴随着同离子存在，但是作用结果相反，培养学生辩证的眼光看待问题，培养严密的逻辑思维</p> <div><p>AgCl在KNO<sub>3</sub>溶液中的溶解度(25℃)</p><table><tr><td><math>c(\text{KNO}_3)</math><br/>/(mol·L<sup>-1</sup>)</td><td>0.00</td><td>0.00100</td><td>0.00500</td><td>0.0100</td></tr><tr><td><math>S(\text{AgCl})</math><br/>/(10<sup>-4</sup>mol·L<sup>-1</sup>)</td><td>1.278</td><td>1.325</td><td>1.385</td><td>1.427</td></tr></table></div> <p>学以致用：</p> <p>学生紧跟老师思路，利用前面化学平衡移动的知识对沉淀溶解平衡的溶度积常数进行推导，将零散知识串联，熟悉溶度积与溶解度的关系。</p> | $c(\text{KNO}_3)$<br>/(mol·L <sup>-1</sup> ) | 0.00          | 0.00100 | 0.00500 | 0.0100 | $S(\text{AgCl})$<br>/(10 <sup>-4</sup> mol·L <sup>-1</sup> ) | 1.278 | 1.325 | 1.385 | 1.427 | <p>【例题分析】</p> <p>例 2：求 25℃时， Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 在 0.010 mol L<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 溶液中的溶解度。</p> <p>师生利用同离子效应规则，一起计算求解。</p> | <p>4-5min</p> <p>8-10min</p> |
| $c(\text{KNO}_3)$<br>/(mol·L <sup>-1</sup> )                                                                                                           | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.00100                                      | 0.00500       | 0.0100  |         |        |                                                              |       |       |       |       |                                                                                                                                                            |                              |
| $S(\text{AgCl})$<br>/(10 <sup>-4</sup> mol·L <sup>-1</sup> )                                                                                           | 1.278                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.325                                        | 1.385         | 1.427   |         |        |                                                              |       |       |       |       |                                                                                                                                                            |                              |
| <p>(四) 课堂小结</p> <p>从下往上，再次梳理下溶度积与溶解度关系，沉淀溶解平衡移动。</p>                                                                                                   | <p>思考题：</p> <p>锅炉在长期使用过程中会产生水垢。对于锅炉内壁附着的 CaSO<sub>4</sub> 解释为什么可以用 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 处理？</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                              | <p>2-5min</p> |         |         |        |                                                              |       |       |       |       |                                                                                                                                                            |                              |

#### 四、参考资料与推荐阅读

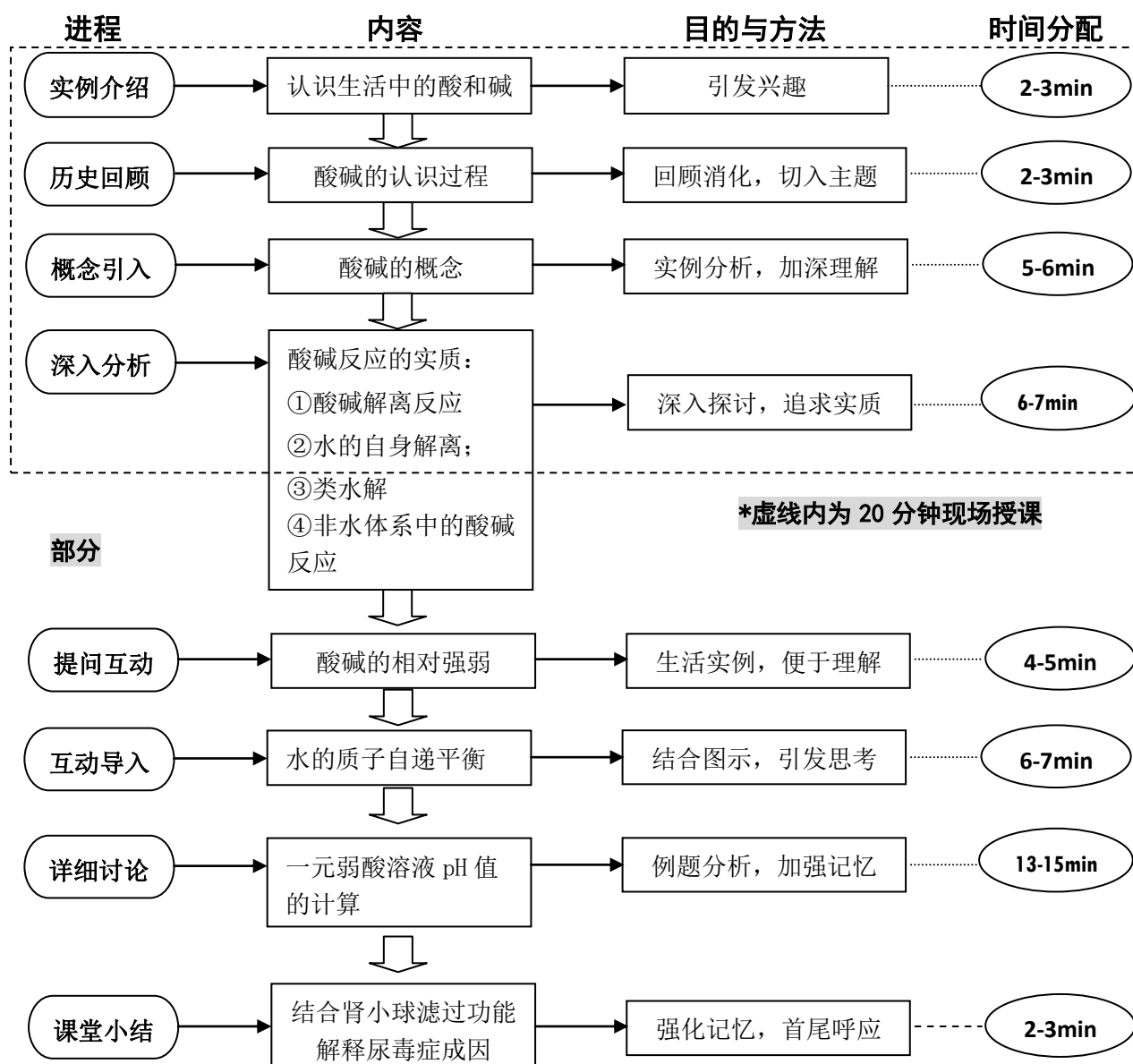
1. 大连理工大学无机化学教研室，《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2009 年。
2. 申泮文.《近代化学导论》，北京：高等教育出版社，2009 年。
3. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

## 酸碱理论

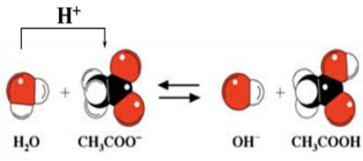
## 一、教学基本情况

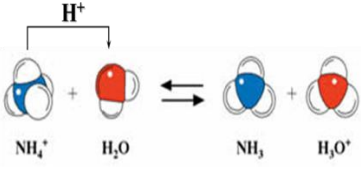
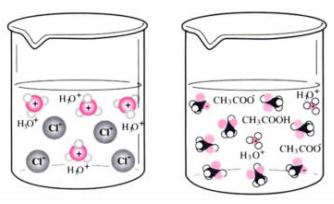
| 授课主题             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 酸碱理论（Acid and alkali theory）                                                                    |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 学 时                                                                                             | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 掌握水的解离平衡、水的离子积常数以及溶液 pH 值的计算。<br>2. 熟悉酸碱质子理论，拉平效应和区分效应。<br>3. 了解酸碱电离理论的基本概念。                 |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 通过让学生讨论分析，培养他们的表达能力和描述能力，为今后进行食品检测的记录等打下技能基础。<br>2. 能根据酸碱的解离平衡，让学生能推导出一元弱酸或一元弱碱溶液的 pH 值计算公式。 |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 以质子转移过程为切入点，让学生讨论哪些类型反应的实质是质子转移反应，培养学生的发散性思维。<br>2. 通过对生活中一些酸碱实例的认识，培养学生勤于思考、善于发现问题的能力。      |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 酸和碱的相关概念；一元弱酸弱碱溶液 pH 值的计算，拉平效应和区分效应。                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版。张天蓝主编。人民卫生出版社，2016.                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                 |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著，适用于食品科学相关专业，其知识结构较系统，将基础理论与生产生活实际联系密切，反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                 |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ，从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应，且专业基础尚未建立，因此在教学中尽量运用类比教学，并引导学生多观察、多思考，建立学习主动性，增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神，对于食品质量与安全专业学生，结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容，突出其实际意义；在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考；适当引入生活案例进行分析，并加强食品安全思想的教育。                                                             |                                                                                                 |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向，问题为中心，案例为引子，结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动，由浅入深，引导学生主动逻辑思维，并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例，培养辩证思维，同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ，运用视频、动画等将知识形象化、具体化，帮助学生理解与记忆。                                                                                                            |                                                                                                 |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 多媒体设备；2. PPT；3. 黑板；4. 视频；5. 教鞭。                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |      |      |                |
| 双语词汇             | 质子传递（proton donor）；                    质子给予体（proton donor）；<br>共轭酸碱对（conjugate acid base pair）；    两性物质（amphiprotic substance）；<br>质子自递（autoprotolysis）；    离子积常数( ionic product constant)<br>质子自递平衡常数（autoprotolysis equilibrium constant）<br>拉平效应（leveling effect）；    区分效应（differentiating effect） |                                                                                                 |      |      |                |

## 二、教学流程



### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 教学活动设计及意图                                                                                                              | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 时间分配   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <p>一、课程导入</p> <p>1. 介绍生活中的一些酸碱实例，回顾酸和碱的认识过程。指出酸碱理论的局限性，引出本节课的主要内容。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>【回顾与导入】</p> <p><b>提问：</b>小苏打和水是酸还是碱？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本站内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p>                   | <p>【图片展示】</p> <p>小苏打和水</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2-3min |
| <p>二、课程讲述</p> <p>提出酸碱的概念，说明半反应不能单独存在，引出酸碱反应都是质子的传递反应。</p> <p>(六) 酸和碱的定义</p> <p>★ <b>重点</b> 解释酸和碱的概念，通过一系列方程式的实例进行酸和碱的分析：酸 <math>\rightleftharpoons \text{H}^+ +</math> 碱，指出其中的一些既可以做酸又可以做碱的特例，引出两性物质的概念并进行解释</p> <p>(七) 酸碱反应的实质</p> <p>通过实例分析，得出结论：酸碱反应实质是共轭酸碱对之间的质子转移反应。</p> <p>对学生讨论进行总结并举例说明：① 酸碱解离反应；② 水的自身解离；③ 盐类水解；④ 非水体系中的酸碱反应，它们的反应实质都是质子的转移反应。</p> | <p><b>目的：</b>熟悉酸碱的质子理论，能判断出生活中的物质哪些是酸，哪些是碱？</p> <p><b>提问：</b>常见的两性物质还有哪些？</p> <p>【互动】</p> <p>学生讨论有哪几类反应的实质是质子转移反应。</p> | <p>【实例分析】</p> $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ <p style="text-align: center;">酸                                  碱</p> <p>【板书】</p> <p>写出常见的一些两性物质。</p> <p>【实例分析】</p> <p>以醋酸在水溶液中为例：</p> <p>总反应： <math>\text{HAc}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons</math></p> <p style="text-align: center;">酸<sub>1</sub>                                  碱</p> $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Ac}^-(\text{aq})$ <p style="text-align: center;">酸<sub>2</sub>                                  碱<sub>1</sub></p>  | 4-5min |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6-7min |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                   | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 时间分配                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>(三)★ <b>难点:</b> 酸和碱的相对强弱</p> <p>1、拉平效应</p> <p>将各种不同强度的酸在某溶剂的作用下，拉到同一水平的效应。</p> <p>2、区分效应</p> <p>用一种溶剂把强度接近的酸的相对强弱区分开来的效应。</p> <p>(四) 水的质子自递平衡</p> <p>1、水的质子自递平衡和水的离子积</p> <p>水是两性物质。水分子之间的质子传递称为水的质子自递反应，达到平衡时：</p> <p><math>K_w</math> 称为水的离子积常数，25℃时为 <math>1.0 \times 10^{-14}</math>。</p> <p>2、水溶液的 pH 值</p> <p>pH 值范围在 1~14。</p> <p>(五)★ <b>重难点:</b> 一元弱酸溶液 pH 值的计算</p> <p>弱酸或弱碱由于它们在溶液中只有部分解离</p> | <p><b>提问:</b> HCl 和 HAc 在水中和在液氨中的相对强弱？</p> <p><b>目的:</b> 说明酸和碱的强度首先取决于其本身的性质，其次与溶剂的性质等因素有关。</p> <p><b>联系生活:</b> 以班级同学跳高为例，当把标杆定的非常低时，相当于拉平效应，达不到区分的目的。当定到一定高度时，才能区分出同学间的跳高水平。</p> <p><b>【互动】</b></p> <p>人的眼泪有涩涩的味道，为什么？</p> |  <p><b>【图片展示】</b></p>  <p><b>【实例分析】</b></p> $H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$ $K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O][H_2O]}$ <p><b>【板书推导】</b></p> <p>由: <math>pH = -\lg[H_3O^+]</math><br/> <math>pOH = -\lg[OH^-]</math></p> <p>根据: <math>K_w = [H_3O^+][OH^-]</math><br/> 推出: <math>pH + pOH = 14.00</math></p> <p><b>【实例分析】</b></p> <p>在弱酸HA的水溶液中，</p> $HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$ | <p>4-5min</p> <p>6-7min</p> <p>13-15min</p> |

| 教师讲授提纲                                       | 教学活动设计及意图                                                   | 教学手段运用                                                                                                                                                             | 时间分配    |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                              | <p>【例题分析】<br/>计算 0.100 mol L<sup>-1</sup> HAc 溶液的 pH 值。</p> | <p>推导出：当 <math>K_a c_a \geq 20K_w</math>，且 <math>c_a/K_a \geq 500</math> 时，<br/> <math display="block">[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a}</math></p> <p>板书推导计算过程。</p> |         |
| <p>（四）课堂小结</p> <p>从酸碱质子理论的概念入手，梳理整节课的内容。</p> | <p><b>思考题：</b>在水溶液中能够稳定存在的最强酸和最强碱分别是哪一种？试解释之。</p>           | <p>板书介绍主要概念和公式。</p>                                                                                                                                                | 2-3 min |

#### 四、参考资料与推荐阅读

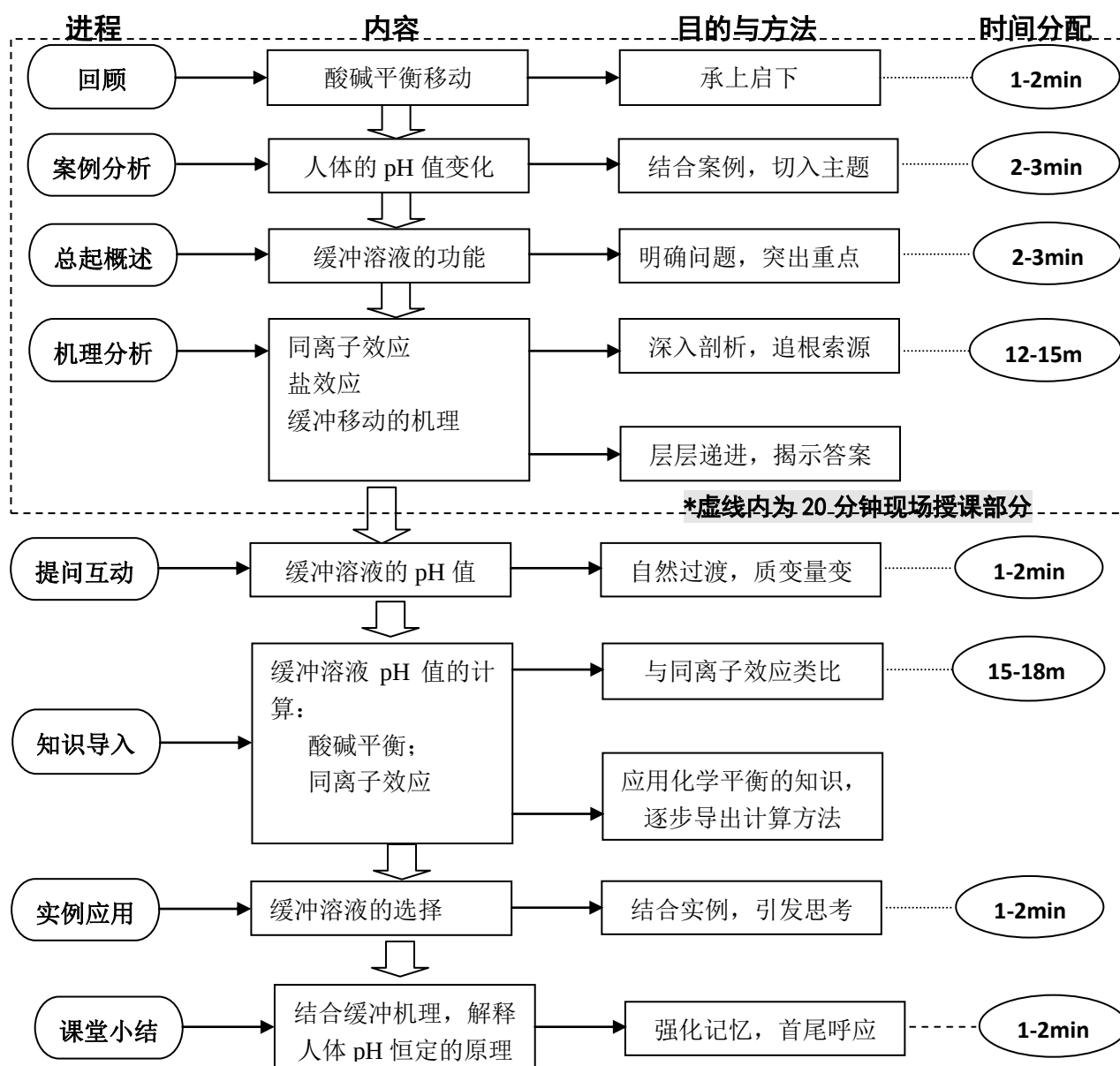
1. 大连理工大学无机化学教研室，《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2009 年。
2. 申泮文.《近代化学导论》，北京：高等教育出版社，2009 年。
3. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

## 缓冲溶液

## 一、教学基本情况

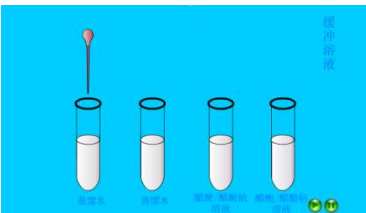
| 授课主题             | 缓冲溶液（Buffer solution）                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                       | 学 时                                                                                                      | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 掌握同离子效应的概念。熟悉盐效应的概念及其与同离子效应的区别和联系。<br>2. 掌握缓冲溶液的概念、作用机理。<br>3. 掌握缓冲溶液 pH 值的计算方法，熟悉缓冲溶液在生活实际中的应用。      |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 培养学生灵活应用现有知识背景对新知识点的分析能力，为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 能利用前期的酸碱平衡知识理解同离子效应及缓冲溶液的原理，能自行推导缓冲溶液 pH 值计算公式。 |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                      | 1. 通过同离子效应和盐效应之间的关系，引导学生学会用辩证的观点看待问题，树立正确的科学观。<br>2. 通过对缓冲溶液 pH 值计算公式的推导，强调学习的主动性，培养创造性思维。               |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 缓冲溶液的缓冲机理的解释；缓冲溶液 pH 值的计算；缓冲溶液在实际生活中的应用。                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                          |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版。张天蓝主编。人民卫生出版社，2016。                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                          |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著，适用于食品科学相关专业，其知识结构较系统，将基础理论与生产生活实际联系密切，反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                          |                                                                                                          |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ，从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应，且专业基础尚未建立，因此在教学中尽量运用类比教学，并引导学生多观察、多思考，建立学习主动性，增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神，对于食品质量与安全专业学生，结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容，突出其实际意义；在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考；适当引入生活案例进行分析，并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                                          |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向，问题为中心，案例为引子，结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动，由浅入深，引导学生主动逻辑思维，并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例，培养辩证思维，同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ，运用视频、动画等将知识形象化、具体化，帮助学生理解与记忆。                                                |                                                                                                          |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 多媒体设备；2. PPT；3. 黑板；4. 视频；5. 教鞭。                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                          |      |      |                |
| 双语词汇             | 酸碱平衡（acid-base equilibrium）；同离子效应（common-ion effect）；盐效应（salting-out effect）；缓冲溶液（buffer solution）                                                                                                                                        |                                                                                                          |      |      |                |

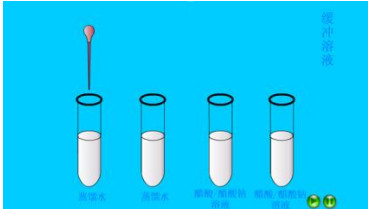
## 二、教学流程





### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 时间分配                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>一、课程导入</b></p> <p>1. 回顾酸碱平衡移动的原理及一元弱酸溶液中 pH 值的计算方法，为本节课缓冲溶液的机理引入和 pH 值的计算做准备。</p> <p>2. 生活实例：碱性水</p> <p><b>二、课程讲述</b></p> <p>提出缓冲溶液的概念。通过同离子效应和盐效应来解释。</p> <p>(八) 缓冲溶液概念</p> <p>能够抵抗外来少量强酸、强碱，或稍加稀释时可保持其 pH 基本不变的溶液。</p> <p>(二) 同离子效应</p> <p>加入与弱酸弱碱含有相同离子的易溶强电解质而使弱电解质的解离度降低的现象。</p> <p>(用化学平衡移动来解释)</p> <p>(三) 盐效应</p> <p>加入与弱酸弱碱不含有相同离子的易溶强电解质而使弱电解质的解离度升高的现象。</p> <p>(四) 缓冲机理</p> | <p><b>【回顾与导入】</b></p> <p><b>提问：</b>酸碱平衡移动的原理？一元弱酸中 pH 值的计算方法？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课的内容，温故而知新。</p> <p><b>提问：</b>目前热炒的碱性水，可以改变人体的 pH 值吗？</p> <p>通过目前市面热炒的碱性水的概念，引发学生兴趣，通过为何人体体液 pH 值恒定的问题，引发学生思考。</p> <p><b>【思考】</b></p> <p>观看实验动画，思考为什么缓冲溶液在外加少量酸碱的情况下 pH 值不变？</p> <p><b>【互动】</b></p> <p>2、引导学生通过前面学过的酸碱平衡移动知识自行分析同离子效应。</p> <p>2. 同离子效应伴随着盐效应的存在，辩证看待科学问题</p> <p><b>【推导】</b></p> <p>1. 利用同离子效应和酸碱平衡理论，自行分析缓冲机理</p> <p>2. 层层递进，培养学生逻辑思维能力，挖掘思维的深度。</p> | <p><b>【图片展示】</b></p>  <p><b>【实验展示】</b></p>  <p><b>【实例分析】</b></p> $\text{HAc} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Ac}^-$ <p>加入 <math>\text{NH}_4\text{Ac}</math>，平衡向左移动，同离子效应</p> $\text{HAc} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Ac}^-$ <p>加入 <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math>，平衡向右移动，盐效应</p> <p><b>【机理分析】</b></p> <p>以 <math>\text{HAc}-\text{Ac}^-</math> 体系为例</p> <p>当加入少量强酸时，外来 <math>\text{H}^+</math> 将质子传给 <math>\text{Ac}^-</math>，质子转移平衡左移，溶液的 pH 保持基本不变。</p> | <p>2-3min</p> <p>1-2min</p> <p>6-8min</p> |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 时间分配                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p>以下为现场授课内容(20min)</p> <p><b>1. 生活实际联系:</b><br/>(依据学生为食品安全与工程专业的特点,对目前市面上热卖的碱性活水可使人体体液呈碱性,降低肿瘤几率的说法提出质疑,引发学生对食品安全控制的兴趣,并鼓励其钻研业务,对现实生活中的概念有自己独立的思考。)</p> <p><b>2. 问题分析</b><br/>(引发学生思考,为什么外加少量酸碱,人体的 pH 不变,人体的这个神秘调节系统是什么?用课件展示缓冲溶液的缓冲效果)</p> <p><b>3. 提出同离子效应和盐效应的概念</b></p> <p>(1) ★ <b>重点同离子效应</b><br/>(缓冲溶液中外加少量酸碱,实际就是外加与缓冲溶液相同的酸碱,从化学平衡,导入同离子效应,进而分析缓冲溶液,循序渐进)</p> <p>(2) <b>盐效应</b><br/>(与同离子相应相辅相成,是一个问题的另外一个方面)</p> <p><b>4. ★重难点: 缓冲机理</b><br/>(从同离子效应自然过渡到缓冲机理分析,用同离子效应的方法和结论来引导学生自行分析出缓冲溶液的作用机理)</p> | <p><b>1、 提问:</b>喝了呈碱性的水,就额可以使我们的体液变碱性吗?同时引发学生的思考,引导学生不盲从,独立思考。</p> <p><b>3、 生活实际联系:</b>很多商家宣传碱性水治百病,可以改变人体 pH 值。而实际人体有自己的调节系统,这个系统可以抵抗外加少量的酸碱,保持人体的 pH 值不变。</p> <p><b>4、 理论联系实际:</b>将人体的缓冲体系简化为一个缓冲溶液的实验,使学生直观的看到变化,体会到缓冲溶液的功能。</p> <p><b>4、 回顾:</b>化学平衡理论,在平衡两端离子浓度改变的情况下,如何移动。引导学生用自己所学的知识,对新的知识点进行分析推导。</p> <p><b>5.分析引导:</b>盐效应伴随着同离子存在,但是作用结果相反,培养学生辩证的眼光看待问题,培养严密的逻辑思维</p> <p><b>6.层层递进:</b>在同离子效应的分析方法和结论的基础上,自然过渡到对缓冲溶液的分析,培养学生用现有知识技能分析解决实际问题的能力。</p> | <p><b>视频观看:</b><br/>商家网站对碱性活水的介绍。</p>  <p><b>【实验动画】</b><br/>直观显示缓冲溶液的作用效果。</p>  <p><b>【课堂互动】</b><br/>教师板书,学生互动,一起举例对同离子效应进行分析推导</p> | <p><b>2-4min</b></p> <p><b>3-5min</b></p> |

| 教师讲授提纲                                                                                                                 | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                             | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 时间分配                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>1. 生活联系实际：<br/>生活中有哪些地方需要用到缓冲溶液？<br/>你接触过哪些缓冲溶液？<br/>（提出问题，将缓冲溶液的概念应用到生活中）</p> <p>2. 自然过渡<br/>如何控制这些缓冲溶液的 pH 值？</p> | <p>【理论联系实际】<br/>师生互动，提高学生的参与感，调动学生的积极性。</p> <p>【思维拓展】<br/>许多化学反应，必须在中性条件下进行，若反应会生成酸，则必须将反应在中性缓冲溶液中进行。</p> <p>【导入】<br/>如何配制缓冲溶液？如何将 pH 值量化？</p> <p>【回顾】<br/>酸碱平衡的计算<br/>一元弱酸弱碱的计算</p> <p>学以致用：<br/>学生紧跟老师思路，利用前面酸碱平衡移动和一元弱酸及同离子效应的知识对缓冲溶液的 pH 值计算进行推导，将零散知识串联，熟练掌握缓冲溶液的 pH 值的计算方法。</p> | <p>【图片展示】</p>  <p>【例题分析】<br/>例题：若在 50.00 mL <math>0.150\text{ mol L}^{-1}</math> <math>\text{NH}_3(\text{aq})</math> 和 <math>0.200\text{ mol L}^{-1}</math> <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> 组成的缓冲溶液中，加入 0.100 mL <math>1.00\text{ mol L}^{-1}</math> 的 HCl。求加入 HCl 前后溶液的 pH 各为多少？<br/><br/>师生利用化学平衡知识，一起推导，得到计算公式。</p> | <p>4-7min</p> <p>8-10min</p> |
| <p>（四）课堂小结<br/>从下往上，再次梳理缓冲溶液的概念和机理，掌握缓冲溶液 pH 的计算方法。</p>                                                                | <p>思考题：如何配置一份符合要求的缓冲溶液？如何选择缓冲体系？如何配比？</p>                                                                                                                                                                                                                                             | <p>【回顾总结】</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>2-4min</p>                |

## 五、参考资料与推荐阅读

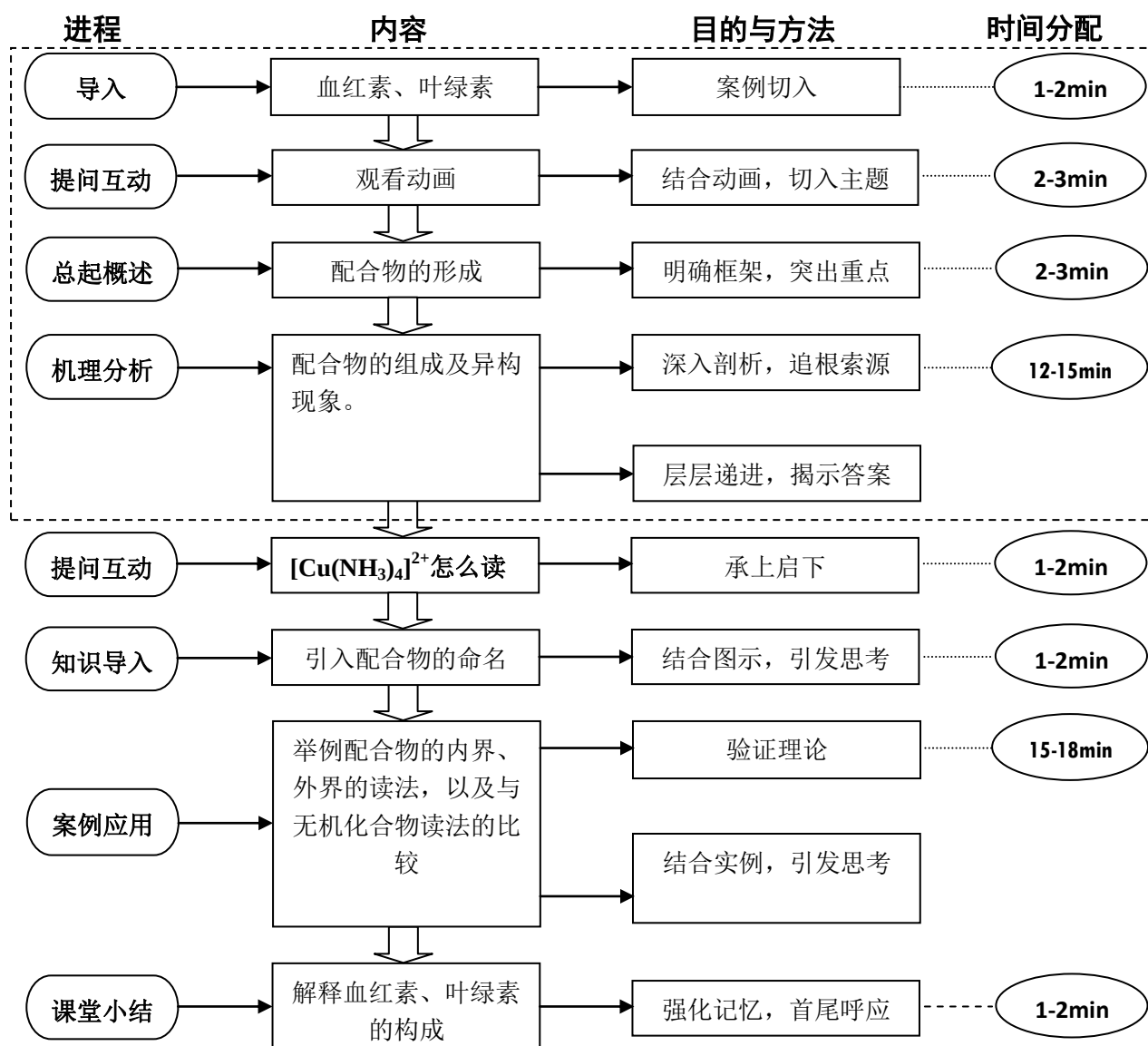
1. 铁步荣. 《无机化学》，北京：科学出版社，2018 年。
2. 申泮文. 《近代化学导论》，北京：高等教育出版社，2009 年。
3. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

## 配位化合物

### 一、教学基本情况

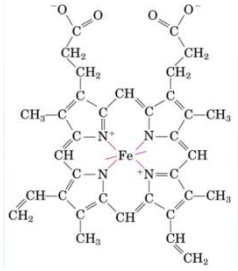
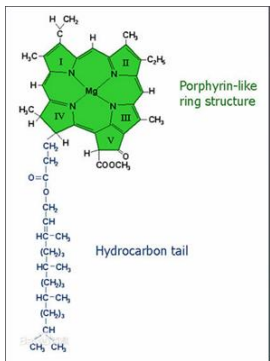
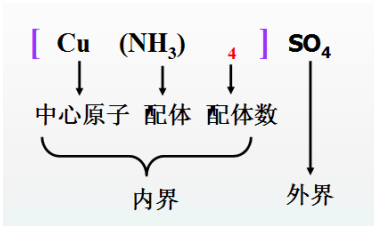
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |      |      |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 授课主题             | 配位化合物（Coordination compounds）                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                              |      |      |                |
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                                   | 学 时                                                                                          | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 掌握配合物的组成（中心原子、配体、配位数）。<br>2. 掌握配合物的命名。<br>3. 熟悉配合物的异构现象。                                  |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 培养学生对配合物的组成有确切的了解,为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 清楚了解配合物的异构现象，为后续应用方面的学习打下基础。               |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. 了解配合物的异构现象对于其性质的影响，引导学生学会用辩证的观点看待问题，树立正确的科学观。<br>2. 通过对与生活实际密切相关的配合物的引入，强调学习的主动性，培养创造性思维。 |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 配体的分类以及配合物的命名。                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著, 适用于食品科学相关专业, 其知识结构较系统, 将基础理论与生产生活实际联系密切, 反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> , 从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应, 且专业基础尚未建立, 因此在教学中尽量运用类比教学, 并引导学生多观察、多思考, 建立学习主动性, 增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神, 对于食品质量与安全专业学生, 结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容, 突出其实际意义; 在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考; 适当引入生活案例进行分析, 并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                              |      |      |                |
| 教学方法             | 1. . 以 <b>生活需求为导向, 问题为中心, 案例为引子, 结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动, 由浅入深, 引导学生主动逻辑思维, 并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例, 培养辩证思维, 同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> , 运用视频、动画等将知识形象化、具体化, 帮助学生理解与记忆。                                                |                                                                                              |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 教鞭; 2. 多媒体设备; 3. PPT; 4. 黑板; 5. 视频。                                                                                                                                                                                                                |                                                                                              |      |      |                |
| 双语词汇             | 配位化合物（coordination compound）;       络合物（complex）;<br>配位键（coordinate bond）;       配体（ligand）;<br>内界（inner sphere）;   外界（outer sphere）;<br>配位原子（coordinate atom）;       几何异构（geometrical isomerism）                                                     |                                                                                              |      |      |                |

## 二、教学流程



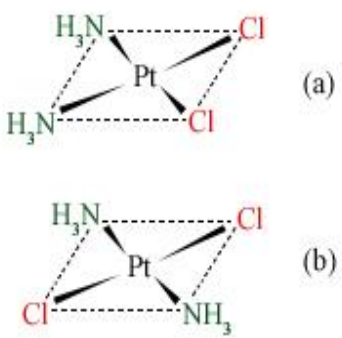
\*虚线内为 20 分钟现场授课部分

### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                            | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                          | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                              | 时间分配    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p>一、课程导入</p> <p>1.结合与生活密切相关的血红素和叶绿素的结构，引入一种新的化合物——配合物</p>                                        | <p>【导入】</p> <p>提问：血红素和叶绿素的结构有什么特点。可以给予学生提示，逐渐导入概念。</p>                                                                                                             | <p>【图片展示】</p> <p>分别展示血红素和叶绿素的结构，探讨结构的特点。</p>   | 1-2 min |
| <p>二、课程讲述</p> <p>观看<math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4</math>的合成动画，探讨配合物的合成路径。</p>        | <p>【思考】：</p> <p>这些化合物到底是怎么形成的？</p>                                                                                                                                 | <p>【图片展示】</p>                                                                                                                   | 5-6 min |
| <p>(九) 配合物的组成</p> <p>1. 通过动画实验过程，导出最终形成的物质是<math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4</math></p> | <p>【互动】</p> <p>引导学生了解从<math>\text{CuSO}_4</math>到<math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>，再到深蓝色的<math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4</math>的过程，让学生明白物质之间的转化。</p> | <p>【图片展示】</p> <p>展示新生成物质的组成。</p>                                                                                                | 6-8min  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p><b>2、中心原子、配体</b></p> <p>从配合物的组成式引入配合物的概念：具有<b>孤对电子</b>的离子或分子和具有<b>空轨道</b>的原子或离子通过<b>配位键</b>组成的化合物。</p> <p>1) 中心原子（或原子 M）：有空轨道</p> <p>2) 配体 L：有孤对电子</p> <p>3) 二者形成配位键 <math>M \leftarrow L</math></p><br><p><b>3.配位数</b></p> <p>1) 概念：配合物中<b>直接</b>与中心原子以配位键结合的配位原子的数目称为配位数。</p> <p>配位数 = 中心原子与配体形成配位键的数目</p> <p>2) 探讨配位数大小的因素：</p> <p>（1）中心原子电子层结构</p> <p>第二周期以后的元素，价层为 <b>(n-1)d, ns, np</b> 或 <b>ns, np, nd</b>，配位数可超过 4。</p> <p>（2）空间效应</p> <p>中心原子体积大，配体的体积小，有利于生成配位数大的配离子。</p> <p>（3）静电作用</p> <p><b>中心原子</b>的电荷愈多，愈有利于形成配位数 大的配离子</p> <p><b>配体</b>所带的电荷愈多，配体间的斥力就愈大，配位数相应变小</p> | <p><b>【互动】</b></p> <p>引导学生回忆原子核外的电子排布，了解空轨道、单电子、孤对电子的概念。</p><br><p><b>【推导】</b></p> <p>3. 通过图片导入，让学生直观理解配位数的概念。</p> <p>2. 层层递进，培养学生逻辑思维能力，挖掘思维的深度。</p><br><p><b>【案例分析】</b></p> <p><math>[AlF_6]^{3-}</math>、<math>[SiF_6]^{2-}</math></p><br><p><math>[AlF_6]^{3-}</math>，<math>[AlCl_4]^-</math>，<math>[BF_4]^-</math></p><br><p><math>[PtCl_4]^{2-}</math>，<math>[PtCl_6]^{2-}</math></p><br><p><math>[Ni(NH_3)_6]^{2+}</math>，<math>[Ni(CN)_4]^{2-}</math></p> | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>图片展示配合物板，解释为什么配位键的形成。</p> <div data-bbox="965 387 1353 548" data-label="Chemical-Block"> <math display="block">Cu^{2+} + 4 [NH_3] \rightarrow \left[ \begin{array}{c} NH_3 \\ \downarrow \\ NH_3 \rightarrow Cu \leftarrow NH_3 \\ \uparrow \\ NH_3 \end{array} \right]^{2+}</math> </div><br><p><b>【图片展示】</b></p> <div data-bbox="965 880 1345 1025" data-label="Chemical-Block"> </div> | <p>6-8min</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <p><b>(二)配合物的空间构型和异构现象。</b></p> <p>1. 配合物分子或离子的空间构型与配位数的多少密切相关</p> <p>2. 配合物的几何异构现象按照配体对于中心离子的不同位置区分，分为顺反异构。</p> <p><b>(三) 配合物的命名</b></p> <p>服从一般无机化合物的命名原则：</p> <p>阴离子在前，阳离子在后；</p> <p>阴离子为简单离子，则称某化某；</p> <p>阴离子为复杂离子，则称某酸某；</p> <p>若外界为氢离子，则缀以“酸”字；</p> <p><b>(三) 课堂小结</b></p> <p>从下往上，再次梳理配合物的概念和命名规则，掌握配合物的相关知识。</p> | <p><b>【互动】</b></p> <p>举一些常见的配合物，和学生互动是什么构型，为什么？</p> <p><b>【回顾】</b></p> <p>需要回忆杂化轨道化合物的空间构型。</p> <p><b>【案例分析】</b></p> <p>cis-[PtCl<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]</p> <p>顺式</p> <p>棕黄色,极性分子</p> <p>trans-[PtCl<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]</p> <p>反式</p> <p>淡黄色,非极性分子</p> <p>结果：顺式 Pt(II)配合物显示抗癌活性。</p> <p><b>【推导】</b></p> <p>化学物质结构对于性质的影响。</p> <p><b>【案例分析】</b></p> <p>[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup></p> <p>六氨合钴(III)离子</p> <p>[Co(H<sub>2</sub>O)(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>]<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></p> <p>硫酸五氨 一水合钴(III)</p> | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>配合案例分析，了解配合物的空间构型和配位数的关系。</p> <p>配位数 2 4 6</p> <p>空间构型 直线形 四面体 平面正方形 八面体</p> <p>例 Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup> NiCl<sub>4</sub><sup>2-</sup> Ni(CN)<sub>4</sub><sup>2-</sup> Fe(CN)<sub>6</sub><sup>3-</sup></p> <p><b>【图片展示】</b></p>  <p><b>【实例分析】</b></p> <p>结合板书</p> <p><b>【回顾总结】</b></p> | <p>6-8min</p> <p>4-6min</p> <p>2 min</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|

#### 四、参考资料与推荐阅读

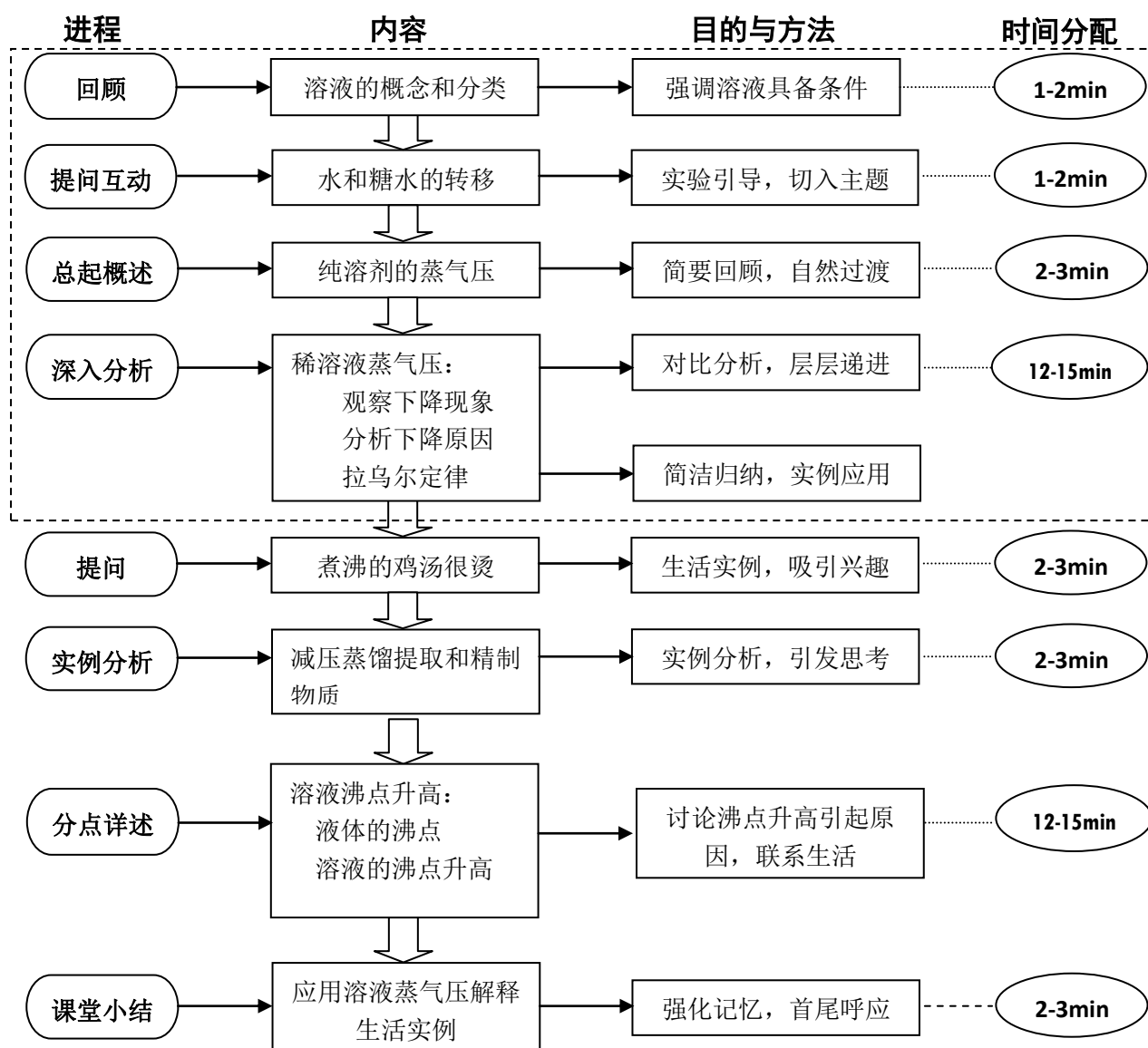
1. 麦松威，周公度，李伟基.《高等无机结构化学》，北京：北京大学出版社，2014 年。
2. 章慧.《配位化学-原理与应用》，北京：化学工业出版社，2009 年。
3. 大连理工大学无机化学教研室，《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2009 年。



## 溶液的蒸气压下降和沸点升高 一、教学基本情况

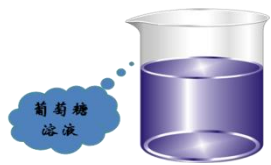
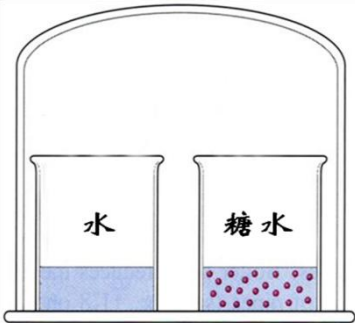
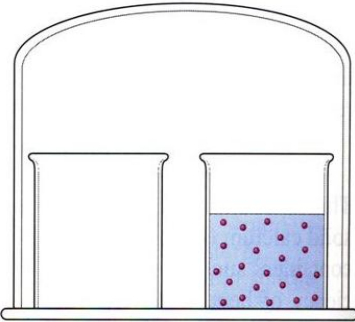
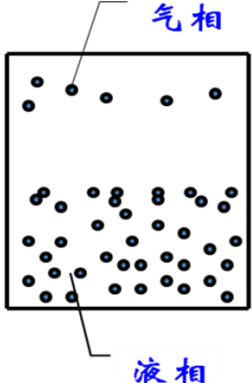
|                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |      |      |                |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 授课主题             | 溶液的蒸气压下降和沸点升高（Colligative properties of dilute solution）                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |      |      |                |
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                                                      | 学 时                                                                                   | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                     | 1. 掌握溶液蒸气压下降的原因和 Raoult 定律。<br>2. 掌握沸点升高的原因及其计算。<br>3. 熟悉沸点升高的实际应用。                   |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                     | 1. 通过对实验的介绍，让学生回去自己操作，培养学生的实验动手能力。<br>2. 与学生的互动回答，培养学生的语言表达能力。                        |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                     | 1. 应用糖水和纯水实验的引入，培养学生对科学的好奇感；对实验现象的分析，激发学生对科学的热爱。<br>2. 通过沸点升高的生活案例分析，强调学习主动性，培养发散性思维。 |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 稀溶液蒸气压；Raoult 定律。                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版。张天蓝主编。人民卫生出版社，2016.                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著，适用于食品科学相关专业，其知识结构较系统，将基础理论与生产生活实际联系密切，反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                         |                                                                                       |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为 <b>食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生</b> ，从中学到大学的跨阶段学习模式尚未完全适应，且专业基础尚未建立，因此在教学中尽量运用类比教学，并引导学生多观察、多思考，建立学习主动性，增加学习兴趣。<br>2. 本着基础理论学习为生活生产服务的精神，对于食品质量与安全专业学生，结合相应食品知识讲授相关基础理论知识内容，突出其实际意义；在问题设置中加入食品监测专业人员的角色思考；适当引入生活案例进行分析，并加强食品安全思想的教育。 |                                                                                       |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以 <b>生活需求为导向，问题为中心，案例为引子，结构为主线</b> 的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动，由浅入深，引导学生主动逻辑思维，并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例，培养辩证思维，同时渗透 <b>人文关怀精神</b> 。<br>3. 采用 <b>多媒体技术结合板书画图</b> ，运用视频、动画等将知识形象化、具体化，帮助学生理解与记忆。                                               |                                                                                       |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 教鞭；2. 多媒体设备；3. PPT；4. 黑板；5. 视频。                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |      |      |                |
| 双语词汇             | 蒸发（evaporation） 凝结（condensation）<br>蒸气压（vapor pressure）； 蒸气压下降（vapor pressure lowering）；<br>沸点（boiling point）； 正常沸点（nomal boiling point）；<br>沸点升高（boiling point elevation）                                                               |                                                                                       |      |      |                |

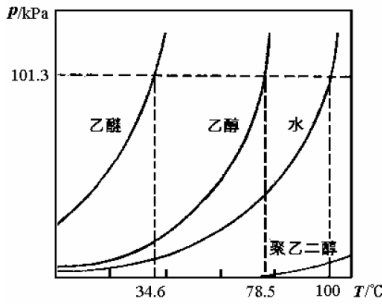
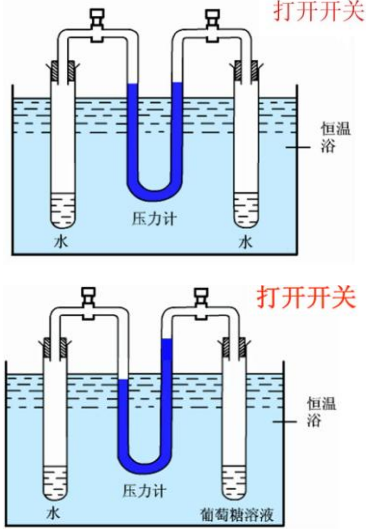
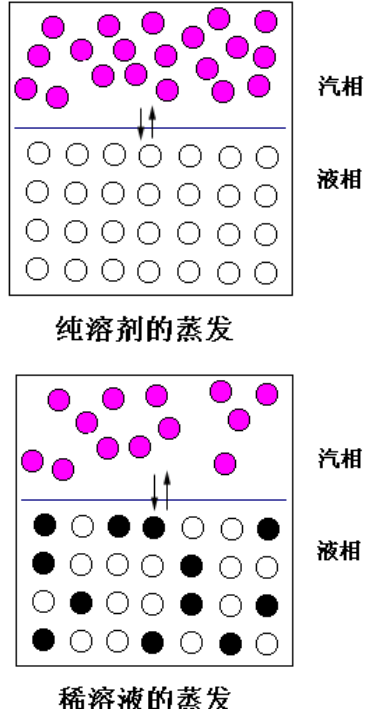
## 二、教学流程

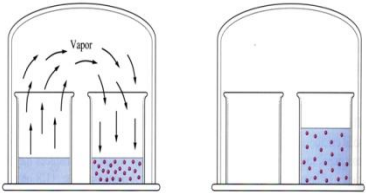
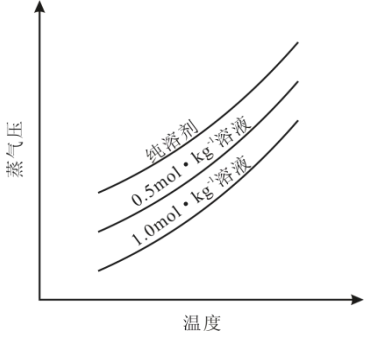
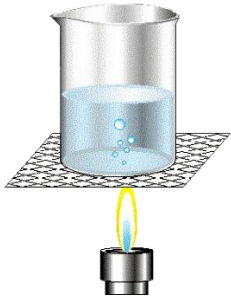


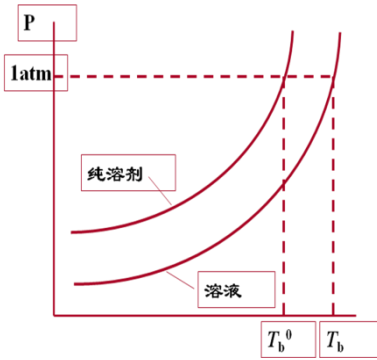
\*虚线内为 20 分钟现场授课部分

### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                           | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                   | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 时间分配                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>一、 课程导入</p> <p>1、回顾关于溶液的概念，介绍一类与溶质本性无关，只取决于溶液中所含溶质粒子浓度的溶液。</p> <p>2、介绍本节课所讨论的溶液具有什么样的条件。</p>                                                                  | <p>【回顾】</p> <p><b>提问：</b>什么是溶液？按溶液的性质把溶液分为哪两大类？</p> <p><b>目的：</b>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性，引出本节课所讨论的难挥发性的非电解质溶液。</p> <p>【导入】</p> <p>思考：若把一杯水和一杯糖水放在一密闭容器里，为什么水会完全转移到糖水中。</p> | <p>【图片展示】</p> <p>葡萄糖溶液</p> <p>举例：</p>    | <p>1-2min</p> <p>1-2min</p> |
| <p>二、课程讲述</p> <p>从水的蒸发和凝结开始，引入纯溶剂的蒸气压，再到稀溶液的蒸气压。对比分析得出稀溶液蒸气压下降原因，然后对其下降的多少进行计算。</p> <p>(十) 纯溶剂蒸气压</p> <p>1、定义：在一定温度下与液相处于平衡时蒸汽所具有的压力 <math>p</math> (简称蒸气压)。</p> | <p>【回顾】</p> <p>水的蒸发与凝结过程：</p> $\text{H}_2\text{O}(l) \xrightleftharpoons[\text{凝结}]{\text{蒸发}} \text{H}_2\text{O}(g)$                                                       | <p>【动画模拟】</p>  $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$                                                                                                                         | <p>2-3min</p>               |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                     | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                          | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 时间分配          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>2、与哪些因素有关：</p> <p>1) <math>p</math> 与液体的本性有关；</p> <p>2) 温度升高，<math>p</math> 增大。</p> <p>(十一) ★ 重难点：稀溶液蒸气压</p> <p>1、观察现象，得出与纯溶剂相比，难挥发非电解质稀溶液的蒸气压低。</p> <p>2、分析蒸气压下降原因</p> | <p>【互动】</p> <p>从图中可以看到纯溶剂蒸气压的哪些规律？</p> <p>【导入】</p> <p>通过提问将右侧装置中的水换成葡萄糖溶液，压力计会有什么样的变化，引入稀溶液的蒸气压。</p> <p>提问：为什么难挥发非电解质稀溶液的蒸气压会下降？</p> <p>分析：溶质分子占据了部分液面，使系统 在较低的蒸气浓度或压力下达到平衡。</p> <p>结论：溶液的蒸气压总是低于纯溶剂的蒸气压(<math>p &lt; p^0</math>)，这就是溶液的蒸气压下降。</p> | <p>【图片展示】</p>   <p>【图片展示】</p>  | <p>6-7min</p> |

| 教师讲授提纲                                                                               | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                       | 时间分配   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <p>3、★ 难点：拉乌尔定律</p> <p>在一定温度下，难挥发非电解质稀溶液的蒸气压等于纯溶剂的蒸气压与溶剂物质的量分数的乘积。</p> $p = p^0 x_A$ | <p>【回顾】</p> <p>解释：一杯水和一杯糖水放在密闭容器中，最终水转移到糖水中。</p> <p>【推导】</p> $x_A + x_B = 1$ $p = p^0 x_A = p^0 (1 - x_B)$ $= p^0 - p^0 x_B$ $\therefore p^0 - p = p^0 x_B$ <p>令 <math>\Delta p = p^0 - p</math></p> <p>有 <math>\Delta p = p^0 x_B</math></p> <p><math>\Delta p</math> 表示溶液的蒸气压下降。</p> $\Delta p \geq 0$ |  <p>【图片展示】</p> <p>浓度越大，溶液的蒸气压下降的越多。</p>  | 2-3min |
|                                                                                      | <p>【导入】</p> <p>以煮沸的鸡汤要比纯水沸腾时温度高为例。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>【图片展示】</p> <p>煮沸的鸡汤很烫：</p>                                                                                            | 2-3min |
|                                                                                      | <p>（三）溶液的沸点升高</p> <p>1、液体的沸点</p> <p>1) 液体的沸点是液体的蒸气压等于外界压强时的温度。</p> <p>2) 液体的正常沸点 是指外压为 101.3 kPa 时的沸点。</p> <p>【实例分析】</p> <p>液体沸点随压力变化的实例：减压蒸馏提取和精制物质，医学上的高压灭菌等。</p>                                                                                                                                      | <p>液体的沸腾：</p>                                                                                                           | 5-6min |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                   | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                            | 教学手段运用                                                                                                                                  | 时间分配                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>2、<b>难点：</b>溶液的沸点升高</p> <p>溶液的沸点总是高于纯溶剂的沸点，这一现象称之为溶液的<b>沸点升高</b>。</p> <p>溶液沸点升高是由溶液的蒸气压下降引起：</p> $\Delta T_b = T_b - T_b^0 = K_b m_B$ | <p>从温度-蒸气压的图片中说明溶液的沸点高于纯溶剂的沸点。</p> <p><b>【互动】</b></p> <p>讨论溶液沸点升高的原因？</p> <p><b>目的：</b>难挥发性非电解质稀溶液的沸点升高的原因是溶液的蒸汽压低于纯溶剂的蒸汽压。</p> <p><b>思考题：</b>已知293K时水的饱和蒸汽压为2.338 kPa，将6.840 g蔗糖(<math>C_{12}H_{22}O_{11}</math>)溶于100.0 g水中，计算蔗糖溶液的质量摩尔浓度和蒸汽压。</p> | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>温度-蒸气压的图</p>  <p>图表方式简要小结</p> | <p>6-8min</p> <p>2-3min</p> |
| <p>(四) 课堂小结</p> <p>对比纯溶剂与溶液的蒸气压，观察到蒸气压下降，然后分析其原因。最后到它的计算和应用。</p>                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                         |                             |

## 五、参考资料与推荐阅读

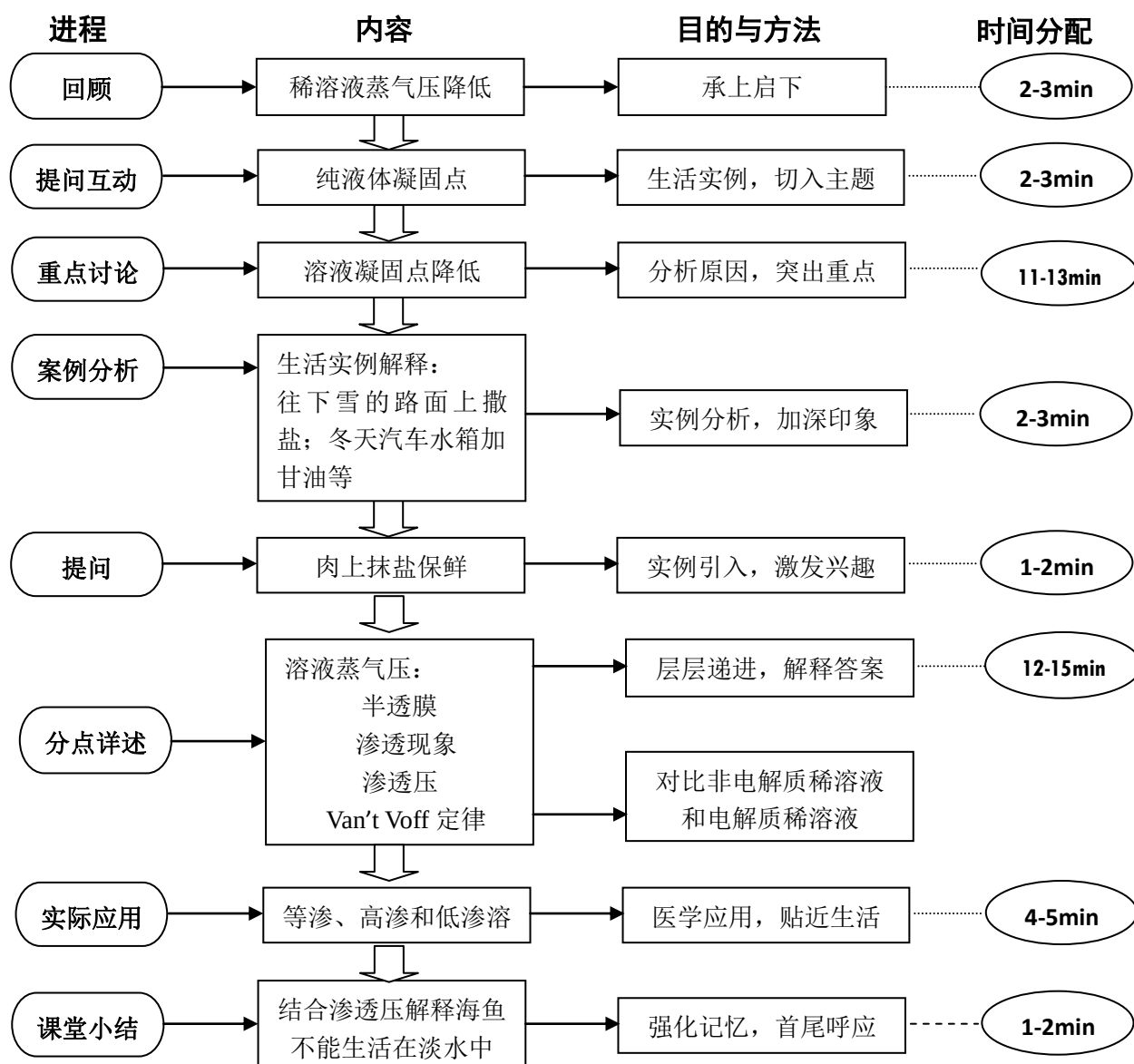
1. 铁步荣. 《无机化学》，北京：科学出版社，2018 年。
2. 计亮年，毛宗万，黄锦汪，等. 《生物无机化学导论》（第三版），北京：科学出版社，2010 年。

## 溶液的渗透压

### 一、教学基本情况

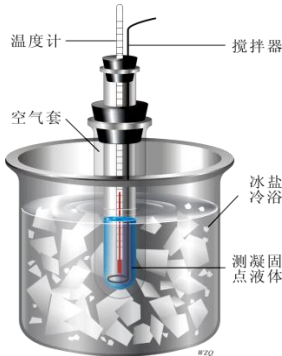
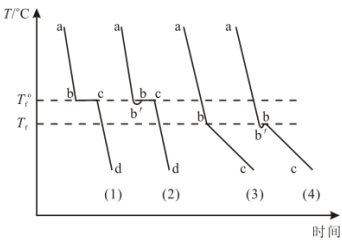
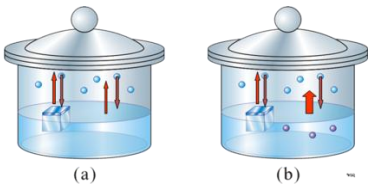
| 授课主题        | 溶液的渗透压（Solution osmotic pressure）                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                             |     |      |      |                |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|------|----------------|
| 课程类型        | 理论课                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                             | 学 时 | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教 学 目 标     | 知识目标                                                                                                                                                                                                                                                    | 1. 掌握溶液的渗透压和 Van't Voff 定律。<br>2. 熟悉溶液的凝固点降低和其计算。<br>3. 了解渗透压在医学上的应用。                       |     |      |      |                |
|             | 技能目标                                                                                                                                                                                                                                                    | 1. 培养学生灵活应用现有知识背景对新知识点的分析能力,为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 通过互动过程, 加强学生表达能力。                  |     |      |      |                |
|             | 情感目标                                                                                                                                                                                                                                                    | 1. 通过生活实例分析, 让学生思考现象发生的原因, 培养学生的思维能力。<br>2. 介绍渗透压在医学上的应用, 说明渗透浓度的严谨性, 启迪学生将来在从事工作时要有强烈的责任感。 |     |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点 | 溶液的凝固点降低；渗透现象和渗透压力；渗透压力的计算。                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                             |     |      |      |                |
| 教材分析        | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                             |     |      |      |                |
|             | 本教材由国内权威专家修订编著, 适用于食品科学相关专业, 其知识结构较系统, 将基础理论与生产生活实际联系密切, 反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                                                                    |                                                                                             |     |      |      |                |
| 学生分析        | 1. 教学对象为食品安全与工程专业 2017 级四年制本科新生, 化学专业基础较为薄弱, 因此在教学中尽量运用类比教学, 并引导学生多观察、多思考, 建立学习主动性, 增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神, 结合相应化学基础理论知识内容, 将其巧妙应用于现实生活中; 鼓励学生用自己所学的知识解释生活中的现象, 突出其实际意义; 适当引入生活案例进行分析, 并加强科学世界观的教育。                                          |                                                                                             |     |      |      |                |
| 教学方法        | 1. 以生活需求为导向, 问题为中心, 案例为引子, 结构为主线的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动, 由浅入深, 引导学生主动逻辑思维, 并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例, 培养辩证思维, 同时渗透人文关怀精神。<br>3. 采用多媒体技术结合板书画图, 运用动画等将知识形象化、具体化, 帮助学生理解与记忆。                                                                                  |                                                                                             |     |      |      |                |
| 教学用具        | 1. 教鞭; 2. 多媒体设备; 3.PPT; 4.黑板; 5.视频                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                             |     |      |      |                |
| 双语词汇        | 凝固点（freezing point）;       凝固点降低（freezing point depression）;<br>半透膜（semi-permeable membrane）;       渗透（osmosis）;<br>渗透压力（osmosis pressure）;   渗透浓度（osmolarity）;<br>等渗溶液（isotonic solution）;       低渗溶液（hypotonic solution）<br>高渗溶液（hypertonic solution） |                                                                                             |     |      |      |                |

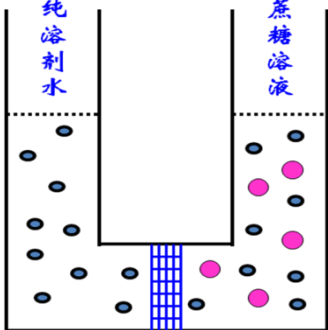
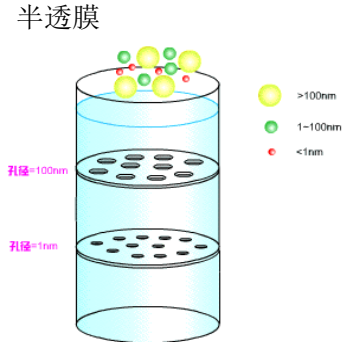
## 二、教学流程

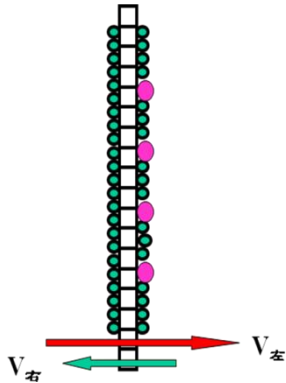
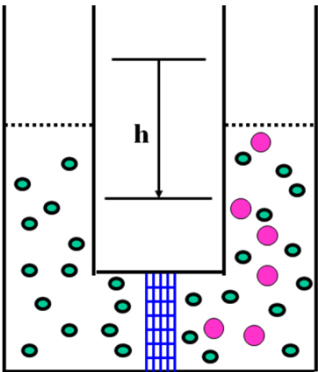
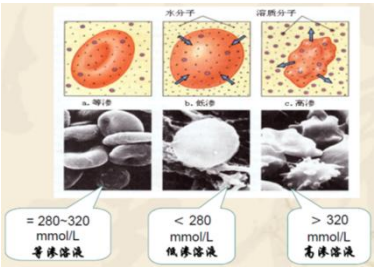




### 三、教学过程

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 时间分配                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>一、课程导入</b></p> <p>1. 回顾稀溶液蒸气压下降的原因，以及产生的沸点升高的后果。介绍本次课的主要内容和目标。</p> <p><b>二、课程讲述</b></p> <p>从凝固点的概念开始，分析凝固点下降的原因。</p> <p>(十二) 溶液凝固点降低</p> <p>1、纯液体的凝固点：<br/>介绍凝固点的概念。<br/>详细分析水和溶液的冷却曲线图。对比纯水的理想冷却曲线和实验条件下的冷却曲线，并进行解释。</p> <p>2、★ <b>难点</b><br/><b>液体的凝固点降低</b><br/>比较溶液的理想冷却曲线和实验条件下的冷却曲线，并进行解释。</p> | <p><b>【回顾与导入】</b></p> <p><b>提问：</b>为什么冬季路面积雪，可撒一些盐促使溶解，防治因路滑而造成交通事故？</p> <p>通过对已学内容的回顾，以及与本站内容的内部相关性，引出本节课的内容，同时介绍学习目标，温故而知新。</p> <p><b>【回顾】</b></p> <p>纯水的凝固点（273K）又称冰点</p> $\text{水(l)} \rightleftharpoons \text{冰(s)}$ <p>0.610 kPa                  0.610 kPa</p> <p><b>目的：</b>引出凝固点的概念。</p> <p><b>结论：</b>稀溶液的凝固点总是比纯溶剂凝固点低，这一现象称为溶液的凝固点降低</p> <p><b>【互动】</b></p> <p>思考：为什么稀溶液的凝固点会降低？</p> | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>往下雪的路面撒盐</p>  <p><b>凝固点测试装置</b></p>  <p><b>水和溶液的冷却曲线</b></p>  <p><b>溶液的蒸发速度小于固态的蒸发速度与气态的凝聚速度。</b></p>  | <p>1-2min</p> <p>2-3min</p> <p>6-8min</p> |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 教学活动设计及意图                                                                                                     | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                      | 时间分配   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <p>推导出难挥发非电解质稀薄溶液的凝固点降低与溶液的质量摩尔浓度的定量关系：<br/> <math>\Delta T_f = T_f^0 - T_f = K_f \cdot b_B</math></p> <p>(二) 溶液的渗透压<br/>           从 U 型装置开始，介绍半透膜概念，到渗透现象的产生，溶液出现渗透压，然后对其定量计算，到医学应用。</p> <p>1、★ 重难点<br/> <b>渗透现象和渗透压力</b><br/>           通过纯水和蔗糖溶液所构成的 U 型装置引出半透膜，渗透现象和渗透压，并说明渗透现象产生的原因。</p> | <p><b>【举例练习】</b><br/>           将 0.638 g 尿素溶于 250 g 水中，测得此溶液的凝固点降低值为 0.079 K，试求尿素的相对分子质量。</p>                | <p><b>【图片展示】</b></p>                                                                                                                                                                                                                        | 5-6min |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>联系生活：</b>解释冬季路面积雪，可撒一些盐促使溶解</p>                                                                         | <p>肉上抹盐</p>                                                                                                                                               | 1-2min |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>【导入】</b><br/> <b>提问：</b>为什么在肉上抹食盐后它们的保质期会延长呢？</p> <p><b>联系生活：</b>细胞膜、萝卜皮、肠衣、人工制备的火棉胶膜、玻璃纸及羊皮纸都是半透膜。</p> | <p><b>【图片展示】</b></p> <p>U 型装置</p>  <p><b>【图片展示】</b></p> <p>半透膜</p>  | 2-3min |

| 教师讲授提纲                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                         | 教学手段运用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 时间分配                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p><b>渗透现象：</b>溶剂分子通过半透膜进入到溶液的现象，可发生于纯溶剂与溶液之间或不同浓度的溶液之间。</p> <p><b>渗透压力(<math>\Pi</math>)：</b>为维持只允许溶剂通过的膜所隔开的溶液与溶剂之间的渗透平衡而需要的超额压力。</p> <p>2、★ 难点</p> <p><b>溶液渗透压力的计算</b></p> <p>给出公式渗透压与浓度及温度的关系：<math>\Pi = c_B RT</math>（Van't Hoff定律）</p> <p>说明电解质稀薄溶液产生的渗透压的计算公式：</p> $\Pi = ic_B RT$ <p>3、等渗、高渗和低渗溶液</p> <p>以图片为例，在等渗、高渗和低渗溶液中，对细胞会产生怎么样的影响。</p> | <p><b>【互动】</b></p> <p><b>问题：</b>渗透现象产生的条件有哪些？</p> <p><b>提问：</b>渗透现象发生后，U 型装置两边的液面会发生什么变化？</p> <p><b>联系生活：</b>在医学上，溶液渗透压的大小常用渗透浓度来表示。正常人体血浆的渗透浓度约为 304 mmol/L。</p> | <p><b>【动画展示】</b></p> <p>引导学生观察溶剂分子移动过程：</p>  <p><math>V_{右}</math> <math>V_{左}</math></p> <p>渗透压产生的过程：</p>  <p><b>【板书】</b></p> <p>举例说明 <math>i</math> 的取值：<br/>NaCl、HCl 和 <math>K_2SO_4</math></p>  | <p>5-6min</p> <p>8-9min</p> |

| 教师讲授提纲                                      | 教学活动设计及意图                                                                                                                  | 教学手段运用                                                                                                           | 时间分配   |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                             | <p><b>目的：</b>通过给学生说明注意临床上生理盐水和葡萄糖溶液注射浓度，让学生增加将来在药物生产和分析过程中的社会责任感。</p>                                                      | <p>生理盐水和葡萄糖溶液</p>              | 1-2min |
| <p>（四）课堂小结</p> <p>从下往上，再次梳理下腔静脉系静脉回流概况。</p> | <p><b>思考题：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、在医院冰敷时会用一种自制盐水冰袋，解释其制作原理？</li> <li>2、海鱼为什么不能生活在淡水中？</li> </ol> | <p><b>【板书】</b></p> <p>简要小结：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 渗透压的概念；</li> <li>2. 渗透压的计算。</li> </ol> | 2-3min |

#### 四、参考资料与推荐阅读

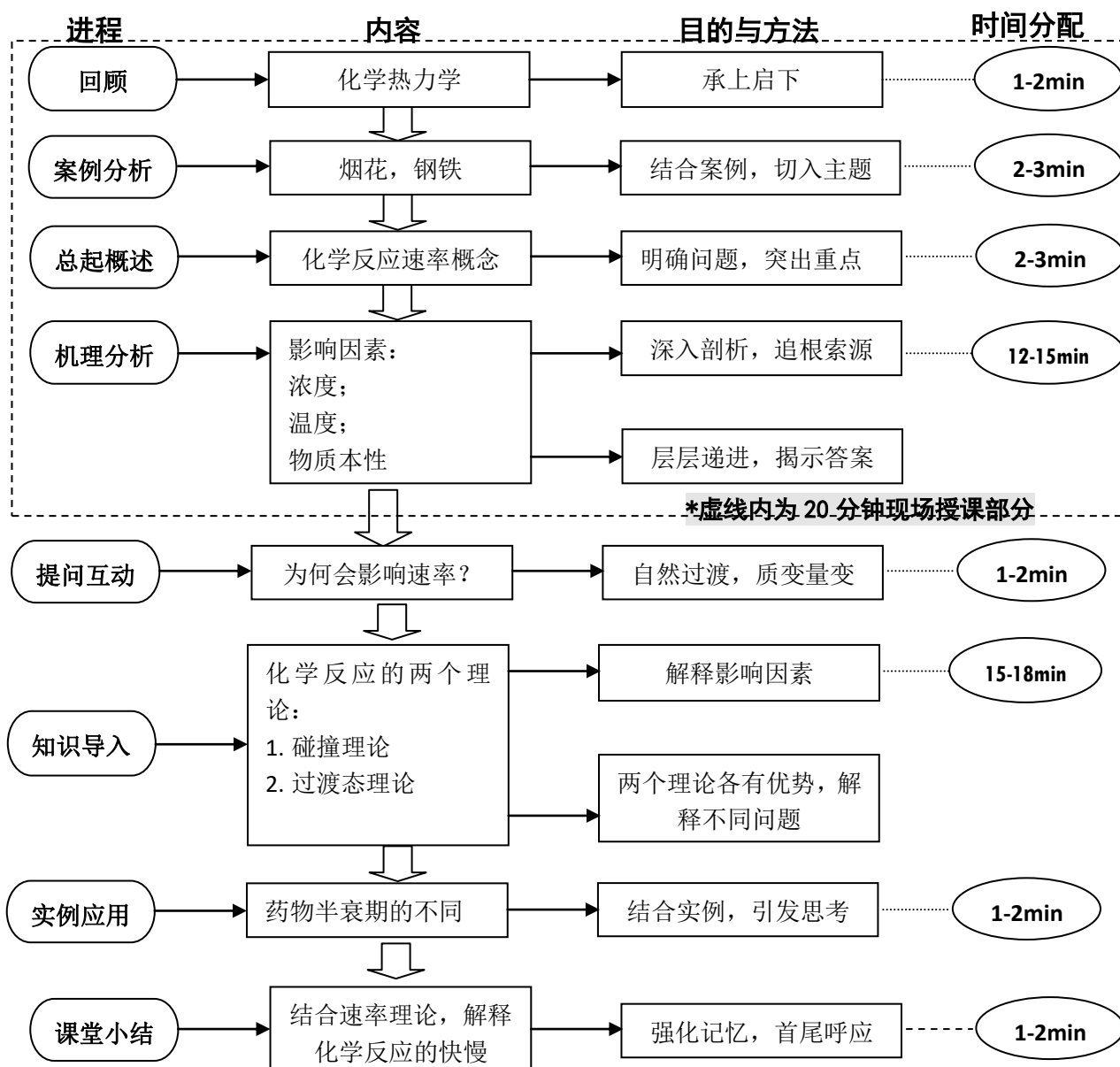
1. 大连理工大学无机化学教研室，《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2009 年。
2. 申泮文.《近代化学导论》，北京：高等教育出版社，2009 年。
3. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。

## 化学反应速率

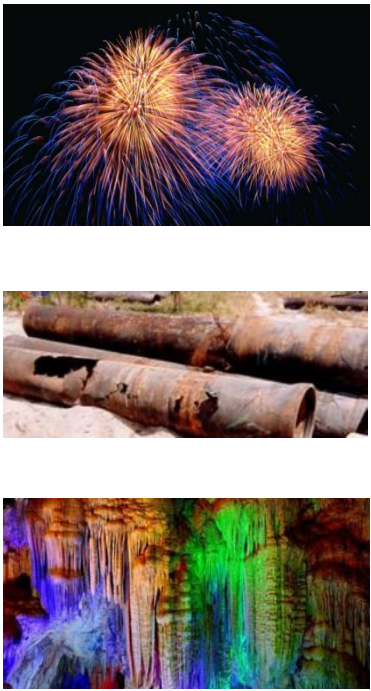
### 一、教学基本情况

| 授课主题             |                                                                                                                                                                                                     | 化学反应速率（Chemical reaction rate）                                                                   |      |      |                |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------|
| 课程类型             | 理论课                                                                                                                                                                                                 | 学 时                                                                                              | 1 学时 | 授课日期 | 2018 年 7 月 7 日 |
| 教<br>学<br>目<br>标 | 知识目标                                                                                                                                                                                                | 1. 掌握化学反应速率的概念,理解和正确区分瞬时速率和平均速率的定义。<br>2. 掌握影响化学反应速率的因素。<br>3. 了解两个反应速率理论。                       |      |      |                |
|                  | 技能目标                                                                                                                                                                                                | 1. 培养学生灵活应用现有知识背景对新知识点的分析能力,为今后使用理论知识解决实际问题打下坚实基础。<br>2. 能应用影响化学反应速率的因素来判断和改变化学反应,并熟练应用于生产生活实际中。 |      |      |                |
|                  | 情感目标                                                                                                                                                                                                | 1. 通过浓度和物质本性对化学反应速率的影响,树立内因和外因对事物产生不同影响的科学世界观。<br>2. 通过对化学反应速率的碰撞理论和过渡态理论的分析,建立量变引起质变的唯物主义思想。    |      |      |                |
| 教学<br>重点与难点      | 化学反应速率的概念及两种表示方法；化学反应速率影响因素的理解；碰撞理论和过渡态理论的原理。                                                                                                                                                       |                                                                                                  |      |      |                |
| 教材分析             | 《无机化学》第 7 版. 张天蓝主编. 人民卫生出版社, 2016.                                                                                                                                                                  |                                                                                                  |      |      |                |
|                  | 本教材由国内权威专家修订编著,适用于食品科学相关专业,其知识结构较系统,将基础理论与生产生活实际联系密切,反映无机化学前沿进展。                                                                                                                                    |                                                                                                  |      |      |                |
| 学生分析             | 1. 教学对象为食品质量与安全专业 2017 级四年制本科新生,化学专业基础较为薄弱,因此在教学中尽量运用类比教学,并引导学生多观察、多思考,建立学习主动性,增加学习兴趣。<br>2. 用本着基础理论学习为生活生产服务的精神,结合相应化学基础理论知识内容,将其巧妙应用于现实生活中;鼓励学生用自己所学的知识解释生活中的现象,突出其实际意义;适当引入生活案例进行分析,并加强科学世界观的教育。 |                                                                                                  |      |      |                |
| 教学方法             | 1. 以生活需求为导向,问题为中心,案例为引子,结构为主线的多元互动式教学模式。通过针对性提问互动,由浅入深,引导学生主动逻辑思维,并锻炼学生的表达能力。<br>2. 结合生活实例,培养辩证思维,同时渗透人文关怀精神。<br>3. 采用多媒体技术结合板书画图,运用视频、动画等将知识形象化、具体化,帮助学生理解与记忆。                                     |                                                                                                  |      |      |                |
| 教学用具             | 1. 多媒体设备; 2. PPT; 3. 黑板; 4. 视频; 5. 教鞭                                                                                                                                                               |                                                                                                  |      |      |                |
| 双语词汇             | 化学反应速率（chemical reaction rate）; 瞬时速率（Instantaneous rate）<br>平均速率（Average rate）; 浓度（Concentration）; 碰撞（collision）<br>过渡态（transition state）                                                           |                                                                                                  |      |      |                |

## 二、教学流程



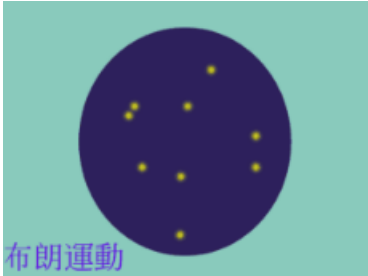
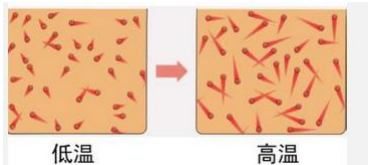
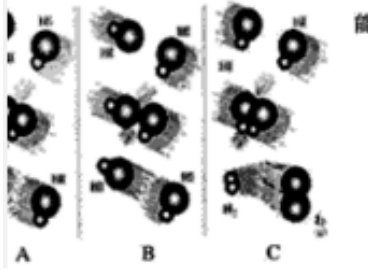
### 三、教学过程

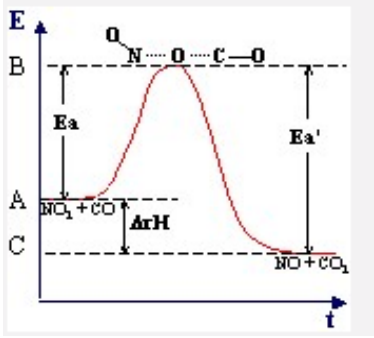
| 教师讲授提纲                                                                                                        | 教学活动设计及意图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 教学手段运用                                                                                                   | 时间分配                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>20 分钟现场授课部分</b><br><b>一、课程导入</b><br><p>1. 回顾上一章化学反应热力学知识，能否解释所有化学反应现象，引入化学动力学和化学反应速率概念。</p>                | <p><b>【回顾与导入】</b><br/> <b>提问：</b>上一章化学热力学以最简洁明快的方式，教会了我们怎么精准判断化学反应能否进行，什么情况下能够进行。我们已经能够解释为什么铁会生锈，而生锈的铁不能够自动变光亮。那么，了解了这些对我们研究化学反应是不是已经足够了呢？</p> <p><b>【导入】</b>通过对已学内容的回顾，以及与本节内容的内部相关性（化学反应的两个方面，可能性与方向性）引出本堂课的内容，温故而知新。</p> <p>4. <b>提问：</b>这些都是热力学上可以进行的化学反应，为什么完成的时间相差那么大呢？这些能够用我们所学到的热力学知识能够解答吗？</p> <p>通过引入生活中反应时间相差千万倍的化学反应，激发学生思考，引起学生强烈的探索兴趣。</p> | <p><b>【图片展示】</b></p>  | <p>1-2min</p>             |
| <b>二、课程讲述</b><br><p>提出化学反应速率的概念。分平均速率和瞬时速率来解释。</p> <p>1. 化学反应速率的概念<br/>用来表示化学反应进行的快慢的物理量。可以用平均速率或瞬时速率来表示。</p> | <p><b>【思考】</b><br/>如何量化的来表示化学反应的快慢？如何表示？</p> <p><b>【回顾类比】</b><br/>我们以前学过如何来表示物质运动的快慢，及运动速率。运动速率可以用瞬时速率或平均速率来表示。那么我们也可以用这种方法来表示。</p>                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>【互动思考】</b><br/>物理学上，我们如何来衡量一个物质运动的快慢？用什么方法来表示？</p>                                                 | <p>1min</p> <p>6-8min</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>2. 平均速率定义：<br/>在体积一定的密闭容器中的反应，经常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。</p> <p>3. 瞬时速率<br/>若将观察的时间间隔无限缩小，平均速率的极限值即为化学反应在 <math>t</math> 时的瞬时速率（用作图的方法可求出反应的瞬时速率）</p> <p><b>提问：</b>化学反应是“等速”进行的吗？<br/>化学反应速率随时间会变化吗？</p> <p>（二）影响反应速率的因素<br/>速率定律：浓度对化学反应速率的影响。<br/>结论：在一定温度下，增加反应物的浓度可以增大反应速率。</p> <p>1. 定义：在一定温度下，化学反应的速率与各反应物浓度幂的乘积成正比。<br/>反应：<math>aA + bB = gG + hH</math><br/><math display="block">v = k C_A^m C_B^n</math><br/>（或称“速率方程”）</p> <p>2. 反应速率常数<br/><math display="block">v = k C_A^m C_B^n</math><br/>速率方程中的 <math>k</math> 称为速率常</p> | <p>法来表示化学反应的快慢。</p> <p>借助学生现有知识背景，用物理学上的物质运动来类比化学反应的快慢，使学生更加容易接受。</p> <p><b>【提问互动】</b><br/>通过对化学反应瞬时速率曲线的观察，发现化学反应速率变化的规律，进而引发学生为何会有这样的变化的思考。</p> <p>通过表象，得出结论。透过现象看本质。层层递进，培养学生逻辑思维能力，挖掘思维的深度。</p> <p><b>【提问思考】</b><br/>观看现象对比。镁条在氧气和空气中燃烧的对比如。类似还有木炭、铁丝等。为什么现象不同？</p> <p>视频观看引发学生兴趣，进一步诱导学生学会分析现象，从理论高度进行分析。</p> <p><b>【引导分析】</b><br/>公式可以看出，浓度和速率常数对化学反应速率非常重要，如何</p> | <p><b>【引导】</b><br/>从瞬时反应的图中我们可以看出，化学反应不是等速进行的。那么哪些因素会对反应速率产生影响呢？发现，随着时间的持续，反应物的浓度逐渐降低时，反应速率（平均和瞬时）都逐渐减小。看来反应物浓度似乎会影响，那么是怎么影响的，还有哪些因素会产生影响呢？</p> <p><b>【视频观看】</b></p>  <p><b>【实例分析】</b><br/>空气和氧气中最大的差别是什么？为何会有这样的区别？说明什么？<br/>学生自己发现氧气浓度不同，互动得出浓度影响化学反应速率的结果。</p> |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>数。</p> <p>—<math>k</math> 的物理意义：<math>k</math> 在数值上等于各反应物浓度均为 <math>1\text{mol L}^{-1}</math> 时的反应速率。</p> <p>—与反应物浓度无关，与反应物本质及温度有关。</p> <p>1889 年 阿 仑 尼 乌 斯 (Arrhenius) 指出反应速率常数和温度存在如下关系：</p> <p>(1) 在一定温度下，活化能越小，则速率常数 <math>k</math> 就越大，因此反应速率大。</p> <p>(2) 温度升高，活化分子数增加，有效碰撞显著增多，反应速率越快。</p> <p>(3) 无论对于吸热反应还是放热反应，升高温度时反应速率均提高。</p> | <p>影响？速率常数与那些因素有关？</p> <p>从浓度增大会加快反应速率来加强学生量变引起质变的科学认识，从速率常数取决于内因而树立内因是事物的主要因素的哲学思想。</p> <p>【提问思考】</p> <p>为何温度升高会使反应速率加大？根据物质结构一章的基础，学生推测出分子运动加剧，发生反应的概率加大。</p> <p>微观到宏观，微观粒子的运动加剧，宏观上提高了反应速率，树立学生唯物主义思想和正确的宇宙观世界观。</p> | <p>【动画模拟】</p>   |               |
| <p>【引导思考】</p> <p>通过前面的实验结果和现象观察，在解释这些现象的时候引入化学反应速率的理论。</p> <p>二、课程讲述</p> <p>一、碰撞理论</p> <p>反应物分子间的相互碰撞是发生化学反应的先决条件。</p> <p>条件：有效碰撞（方位、能量）。</p> <p>1. 临界能或阈能：发生有效碰撞的分子所具有的最低能量。</p>                                                                                                                                                            | <p>提问：大家知道分子运动加剧会引起化学反应速率增大，分子运动是个物理过程，是如何影响化学过程快慢的呢？</p> <p>自然过渡，理论指导实践，从理论高度对现有的实验现象进行解释。</p>                                                                                                                         | <p>【动画模拟】</p>  <p>【实例分析】</p> <p>在不同温度下进行的化学反应</p>                                               | <p>2-4min</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <p>Ec</p> <p>2. 活化分子：能够发生有效碰撞的能量高的分子。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>活化分子越多，单位体积内有效碰撞的次数越多，反应速率越快。</li> <li>在一定温度下，反应物中活化分子百分率是恒定的。</li> </ul> <p>碰撞理论的优缺点</p> <p>优点：较直观的讨论了一般反应过程，应用在双分子反应机理上比较成功。</p> <p>缺点：把分子当成刚性球体，忽略了分子的内部结构，对解释复杂反应有困难。</p> <p>二、 过渡态理论</p> <p>1. 要点：反应物经过一个中间过渡态，生成一个不稳定的中间活化络合物，然后再分解为产物。</p> <p>反应过程中，分子结构发生变化。</p> <p>三、 实例应用</p> <p>为什么有的药一天服三次，而有的药一天服一次？</p> | <p>【互动讨论】</p> <p>碰撞理论是否能解释所有现象？是否完美？</p> <p>通过对碰撞理论优缺点的分析，培养学生辩证观点看待问题的哲学思维和严密的逻辑思维能力。</p> <p>【提问】</p> <p>为何不同的药物吃药的频率不同？为下节课引入化学反应的级数等概念打下基础。</p> <p>理论联系实际，培养学生用现有理论解释和解决现实问题的习惯，学以致用。</p> | <p>【动画模拟】</p>  | <p>3-5min</p> |
| <p>（四）课堂小结</p> <p>从下往上，再次梳理化学反应速率的概念和影响因素机理，熟悉化学反应的理论。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>梳理小结，清晰脉络。</p>                                                                                                                                                                            | <p>【回顾总结】</p>                                                                                    | <p>2-4min</p> |

#### 四、参考资料与推荐阅读

1. 申泮文. 《近代化学导论》，北京：高等教育出版社，2009 年。
2. 吉林大学，武汉大学，南开大学，《无机化学》，北京：高等教育出版社，2017 年。