

如何利用PBL促进 低年级学生课堂参与

南京大学化学化工学院

赵 斌

课程教学遇到的问题

课程教学遇到的问题

南京大学教师教学发展中心版权所有

课程教学遇到的问题



课程教学遇到的问题

为何学生参与度不高？

课程设置不合理？

对课程内容没兴趣？

没有挑战性？

没信心、害羞？

.....

学生为何要参与？

加深理解

有助于引申学习

锻炼逻辑思维及表

达能力

我们能做什么？

给学生鼓励

精炼课程内容

引导学生学习

改进教学方法

南京大学教师教学发展中心版权

PBL (Problem-Based Learning)

Problem-Based Learning

南京大学教师教学发展中心版权所有

PBL (Problem-Based Learning)

PBL 是以学生为中心的教育方式

- 以问题为学习的起点
- 问题的设置以锻炼学生的知识运用能力为主，不苛求固定的解决方法和标准答案，鼓励学生开放思维
- 鼓励小组合作学习和自主学习
- 增加课堂讨论，深入理解重要概念
- 以学生为中心

PBL应用的关键：

消除学生的紧张情绪

设计有效的问题

教师积极引导

课上深入讨论

PBL (Problem-Based Learning)

消除学生的紧张情绪：



- 提前发布预习内容，提供讨论内容，给学生提前准备的时间
- 增加趣味性
 - 游戏
 - 竞赛
- 让同学们在参与中获得成就感
 - 课堂实验（过饱和、天气瓶等）
 - 解决实际问题
 - 做到他们认为难以做到的事情（绘制原子光谱图、相图等）

PBL (Problem-Based Learning)

设计问题：



- 与课程内容密切相关的小课题
 - 如何实现液滴的自发移动
 - 绘制相图、原子光谱、滴定曲线
- 待解决的实际问题（包括学生自己在实验室遇到的问题）
- 科研课题中相关的部分
 - 晶体结构（纳米发电机）
 - 液体、表面部分（荷叶效应）
 - 热力学（冶炼、石油裂解等过程的热力学研究）

PBL (Problem-Based Learning)

教师参与：



- 及时回复学生的消息，给学生最有力的支持，问题思考及课题开展过程中给学生及时有效的帮助
- 鼓励学生不怕说错，减少学生的心理压力，构建平和的课堂气氛，有利于讨论过程的顺利进行
- 用心陪伴

南京大学教师教学发展中心版权所有

PBL (Problem-Based Learning)

课上深入讨论：



- 减小讨论组的规模
- 问题要明确
- 难度由浅入深

南京大学教师教学发展中心版权所有

采用PBL方法改进课堂教学，提高学生参与度是一个漫长的过程，要耐心

《化学原理》课程

《化学原理》课程简介

南京大学教师教学发展中心版权所有

《化学原理》课程

课程内容

物理化学

无机化学

分析化学

学生

强化部
(化生方向)

化学基地

生科基地

地科基地

城资基地

涵盖面广、理论性强、概念与公式多，各章节都包括相当丰富的知识点。

学生专业特点、基础差异较大。

PBL 在《化学原理》课程中的应用

PBL 在《化学原理》课程中的应用

南京大学教师教学发展中心版权所有

PBL 在《化学原理》课程中的应用

◆ 学生分组

组别	学号	姓名	院系专业
1	141140071	武亦乾	生科
	141140092	朱彤	生科
	141140023	顾潇洋	生科
	141140002	曹旺	生科
	141140037	李高岩	生科
2	141140043	刘韵竹	生科
	141140053	苏文印	生科
	141140052	史凯	生科
	141140040	林峰	生科
3		贺子怡	生科
	141140062	王盼雪	生科
		向钰琪	生科
	141140001	白杨	生科
		张靖华	生科
4	141140061	王博	生科
	141140024	楼雨佳	生科
		华俊福	生科
		赵子杰	生科
	141140020	傅云帆	生科
5	141140051	沈雯	生科
		彭越	生科
	141140058	王宝	生科
	141140017	杜双双	生科
	141140041	刘碧敏	生科
6	141140074	邢银南	生科
	141140091	周屿	生科
	141140010	陈子清	生科
	141140086	张闰君	生科
		吕喆	生科
	141140072	肖静	生科

7	141160010	程国权	地海
	141160018	郝硕	地海
	141160087	祝东阳	地海
	141160032	梁延文	地海
	141160078	张镇华	地海
8	141160080	郑延花	地海
	141160043	罗奥	地海
	141160027	姜佳玮	地海
	141160030	李昱君	地海
	141160083	周孟洋	地海
9	141160052	阮俊彬	地海
	141160016	樊一阳	地海
	141160022	黄子晗	地海
	141160059	王俊杰	地海
	141160064	吴双殊	地海
10	141160023	黄子阳	地海
	141160042	吕恒志	地海
	141160063	吴迪	地海
	141160076	张楠	地海
	141160089	左文杰	地海
	141160056	唐碧阳	地海
	141160071	殷诗华	地海
	141160057	田昊	地海

PBL 在《化学原理》课程中的应用

◆ 建立微信群 Chem is try

◆ 发布预习内容

◆ 通知讨论内容

◆ 便于在线讨论

◆ 实现答疑、辅导

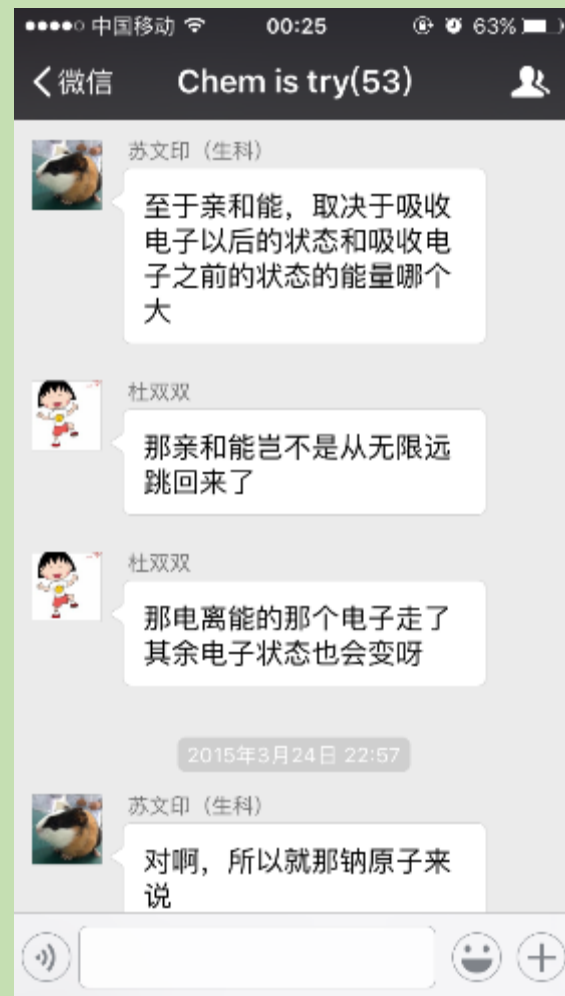
◆ 分享资料

（微信平台有更强功能，
已经申请，资源在建设中）



PBL 在《化学原理》课程中的应用

- ◆ 教师需要建立基本的秩序/制度
- ◆ 积极引导



PBL 在《化学原理》课程中的应用

- ◆ 上述工作将学习过程延伸至课外，实现预习、复习、阅读过程的自主完成
- ◆ 授课过程中穿插讨论过程实现教学过程中教师和学生角色的互换，实现学生为主体的目的
- ◆ 通过传统教学把握课程主线
- ◆ 讨论过程多鼓励，有利于讨论过程的顺利进行，整个学期的讨论也将逐渐走入正轨

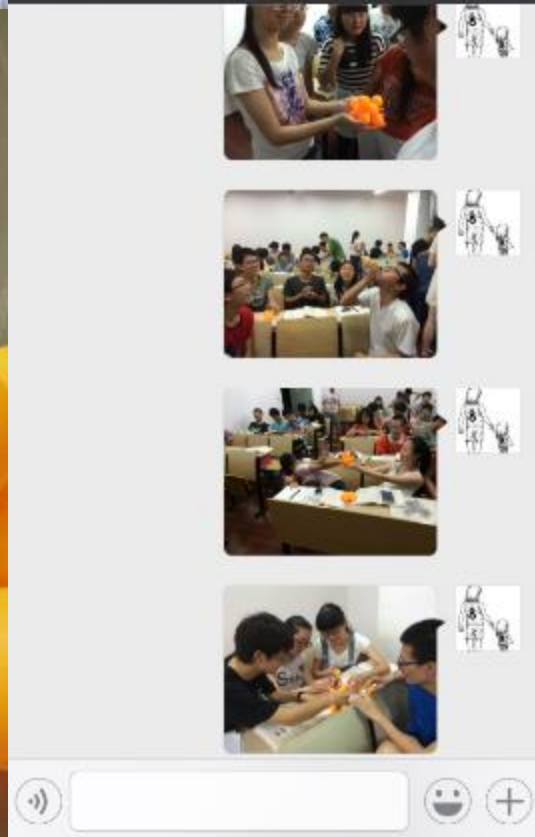
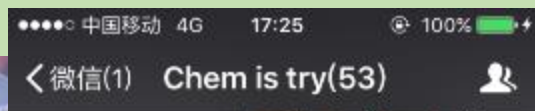
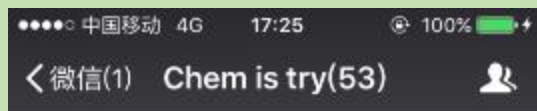
实例

部分实例

南京大学教师教学发展中心版权所有

实例

◆ 晶体结构——硬球最密堆积模型



实例

◆ 原子光谱

原子有朵电子做的云-径向分布图
2016-03-02 ChemStory

同学们的径向分布图真的画的很棒!
已经迫不及待地想和大家一起分享成果啦~

张龔

100

200

210

朱碧晴

氢原子发射光谱

未命名

李坤仑

南京大学教师教学发展中心版权所有

实例

◆ 分布系数

化学原理

141140023 顾谦洋

根据草酸的总浓度可以列出：

c_{H_2A}

则 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 的分布系数依

$$\delta(H_2A) = \frac{[H_2A]}{c_{H_2A}} = \frac{[H_2A]}{[H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]}$$

$$= \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+]c^{\theta} + \frac{[H^+]^2}{[H^+]}}$$

$$= \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+]c^{\theta} + K_{a1}K_{a2}}$$

$$\delta(HA^-) = \frac{[HA^-]}{c_{H_2A}} = \frac{[HA^-]}{[H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]}$$

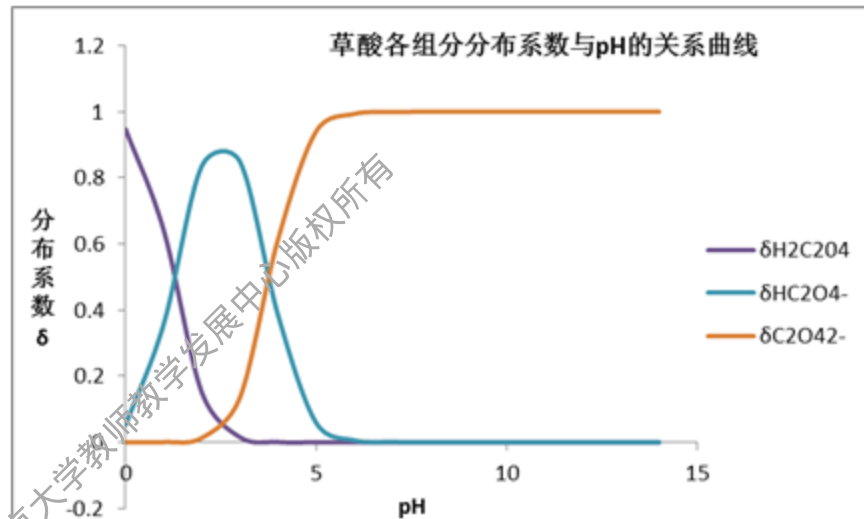
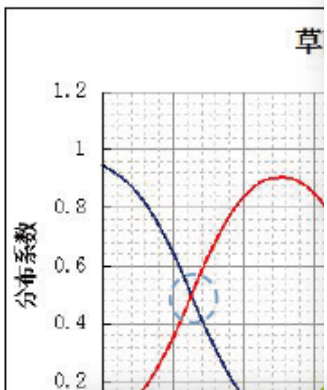
$$= \frac{K_{a1}[H^+]c^{\theta}}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+]c^{\theta} + \frac{[H^+]^2}{[H^+]}}$$

$$= \frac{K_{a1}[H^+]c^{\theta}}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+]c^{\theta} + K_{a1}K_{a2}}$$

$$\delta(A^{2-}) = \frac{[A^{2-}]}{c_{H_2A}} = \frac{[A^{2-}]}{[H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]}$$

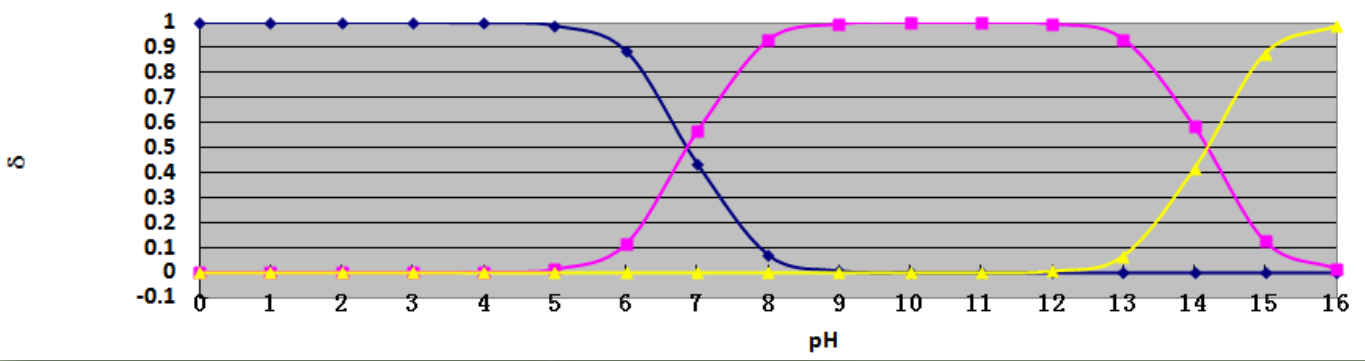
$$\frac{[H^+]^2[A^{2-}]}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+]c^{\theta} + K_{a1}K_{a2}}$$

5	0.00001	1.05041E-05	0.058822912	0.941166584
5.5	3.16228E-06	1.094		
6	0.000001	1.109		
6.5	3.16228E-07	1.113		
7	0.0000001	1.115		
7.5	3.16228E-08	1.115		
8	0.00000001	1.116		



图线交点含义：草酸与草酸氢根分布系数的交点对应的 pH 即为 pKa1, 数值为 1.25；草酸氢根与草酸根的分布系数的交点对应的 pH 即为 pKa2, 数值为 4.28。

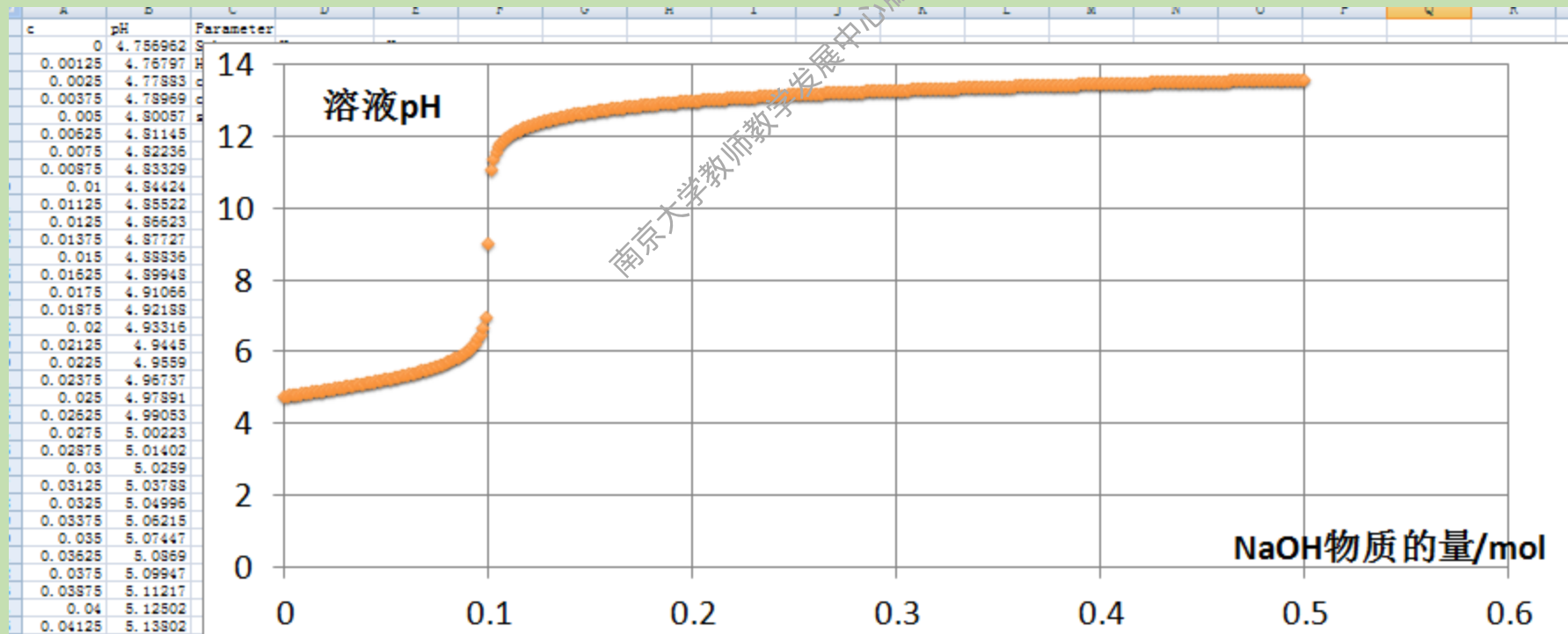
H2S溶液中各物种的分布系数



实例

◆ 缓冲溶液

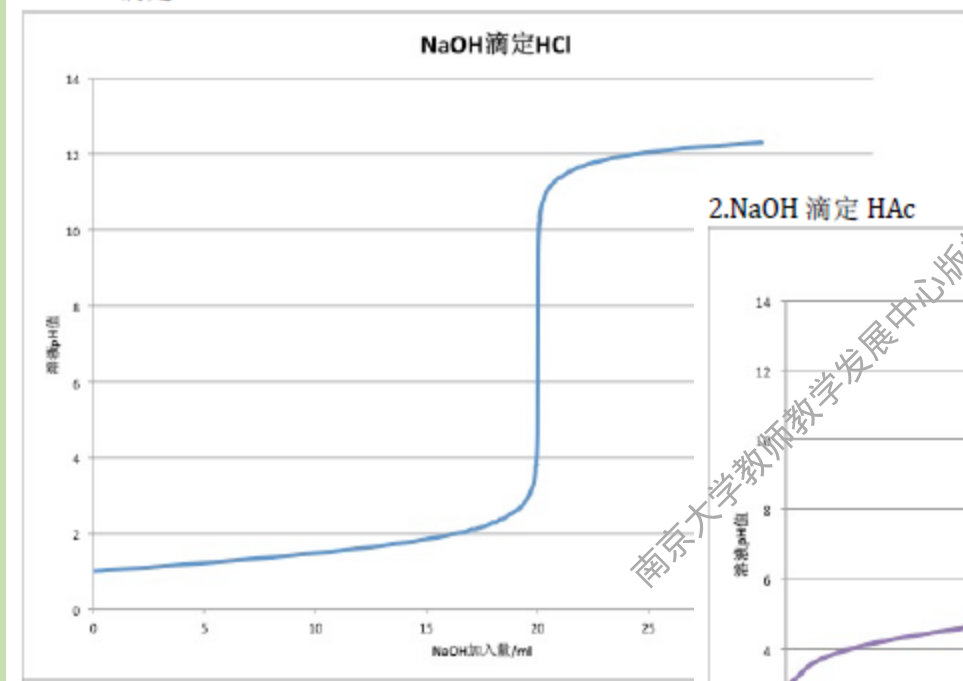
- 杜双双同学分享的故事——使大家认识了缓冲容量
醋酸钾与冰醋酸配制缓冲溶液遇到的问题
- 王宝同学通过计算给出了缓冲容量的解释



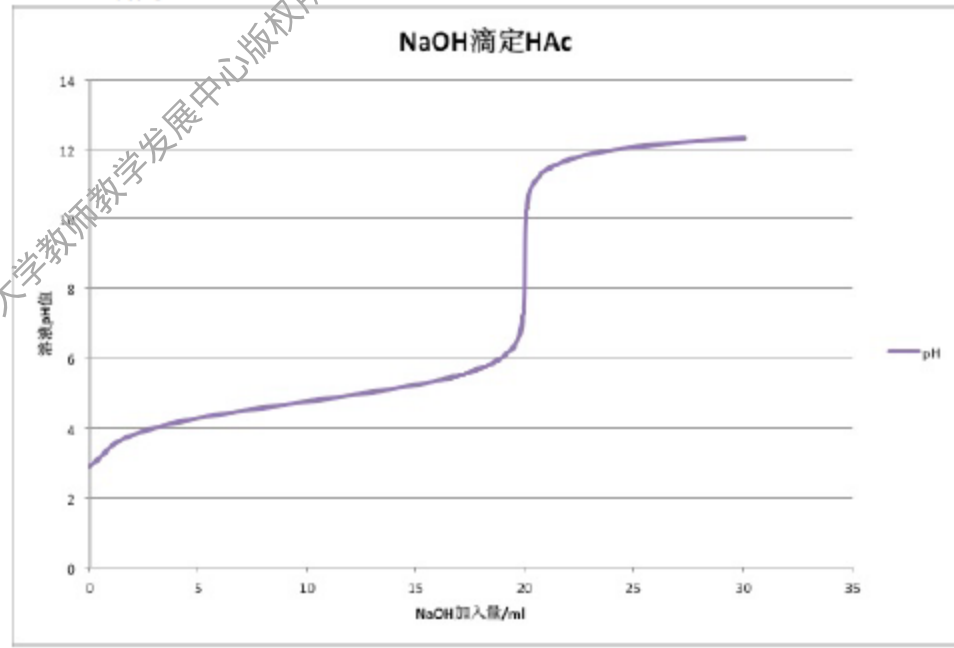
实例

◆ 滴定分析

1. NaOH 滴定 HCl



2. NaOH 滴定 HAc



实例

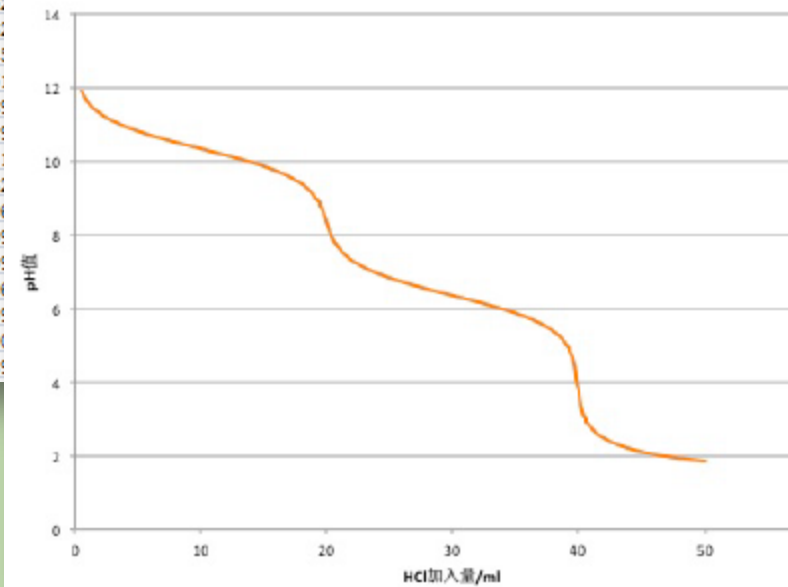
◆ 滴定分析

2. $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$ 体系

物料平衡: $[\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) + c(\text{NaHCO}_3)$

滴定曲线 - 沈委.xls *												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	HCl加入	pH	氢离子浓度	氢氧根浓度	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	H ₂ CO ₃	b	b平方	4ac	b ² -4ac	0.5
2	0											
3	0.5	11.884573	1.30445E-12	0.0076661	0.095122	0.002439		2.0337E-05	4.1358E-10	1.239E-16	4.13582E-10	2.03367E-05
4	1	11.58968	2.57229E-12	0.0038876	0.0904762	0.0047619		1.9343E-05	3.7417E-10	4.5367E-16	3.7417E-10	1.93435E-05
5	1.5	11.407972	3.90866E-12	0.0025584	0.0860465	0.0069767		1.8396E-05	3.3843E-10	9.6051E-16	3.38429E-10	1.83964E-05
6	2	11.274148	5.31927E-12	0.00188	0.0818182	0.0090909		1.7492E-05	3.0598E-10	1.6195E-15	3.05986E-10	1.74925E-05
7	2.5	11.166822	6.81049E-12	0.0014683	0.0777778	0.0111111		1.6629E-05	2.7651E-10	2.4092E-15	2.76513E-10	1.66287E-05
8	3	11.076268	8.38942E-12	0.001192	0.073913	0.0130435		1.5802E-05	2.4971E-10	3.3107E-15	2.49717E-10	1.58024E-05
9	3.5	10.997228	1.0064E-11	0.0009936	0.0702128	0.0148936		1.5077E-05	2.2845E-10	4.2222E-15	2.28452E-10	1.50771E-05
10	4	10.926527	1.18433E-11	0.0008444	0.0666667	0.0166667		1.4277E-05	2.0945E-10	5.0555E-15	2.09452E-10	1.42771E-05
11	4.5	10.862097	1.37373E-11	0.0007279	0.0632653	0.0183673		1.3502E-05	1.9191E-10	5.8888E-15	1.91912E-10	1.35024E-05
12	5	10.802508	1.57577E-11	0.0006346	0.06	0.02		1.2782E-05	1.7571E-10	6.7222E-15	1.75712E-10	1.27824E-05
13	5.5	10.746728	1.79173E-11	0.0005581	0.0568627	0.0215686		1.2097E-05	1.6071E-10	7.6555E-15	1.60712E-10	1.20974E-05
14	6	10.69398	2.02311E-11	0.0004943	0.0538462	0.0230769		1.1447E-05	1.4681E-10	8.5888E-15	1.46812E-10	1.14474E-05
15	6.5	10.643662	2.27163E-11	0.0004402	0.0509434	0.0243283		1.0832E-05	1.3391E-10	9.5222E-15	1.33912E-10	1.08324E-05
16	7	10.595292	2.53927E-11	0.0003938	0.0481481	0.0259259		1.0252E-05	1.2191E-10	1.0455E-14	1.21912E-10	1.02524E-05
17	7.5	10.548474	2.8283E-11	0.0003536	0.0454545	0.0272727		9.7072E-06	1.1091E-10	1.1388E-14	1.10912E-10	9.7072E-06
18	8	10.502874	3.14142E-11	0.0003183	0.0428571	0.0285714		9.2272E-06	1.0091E-10	1.2333E-14	1.00912E-10	9.2272E-06
19	8.5	10.458202	3.48175E-11	0.0002872	0.0403509	0.0298246		8.7972E-06	9.091E-11	1.3277E-14	9.0912E-11	8.7972E-06
20	9	10.414199	3.85302E-11	0.0002595	0.037931	0.0310345		8.4072E-06	8.091E-11	1.4222E-14	8.0912E-11	8.4072E-06
21	9.5	10.370629	4.25962E-11	0.0002348	0.0355932	0.0322034		8.0572E-06	7.191E-11	1.5166E-14	7.1912E-11	8.0572E-06
22	10	10.327269	4.70686E-11	0.0002125	0.0333333	0.0333333		7.7572E-06	6.391E-11	1.6111E-14	6.3912E-11	7.7572E-06
23	10.5	10.283901	5.20114E-11	0.0001923	0.0311475	0.0344262		7.4972E-06	5.691E-11	1.7055E-14	5.6912E-11	7.4972E-06
24	11	10.240309	5.7503E-11	0.0001739	0.0290323	0.0354839		7.2272E-06	5.091E-11	1.8000E-14	5.0912E-11	7.2272E-06
25	11.5	10.196269	6.36401E-11	0.0001571	0.0269841	0.0365079		7.0472E-06	4.591E-11	1.8944E-14	4.5912E-11	7.0472E-06

HCl滴定Na₂CO₃



物料平衡: $[\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{NaHCO}_3)$

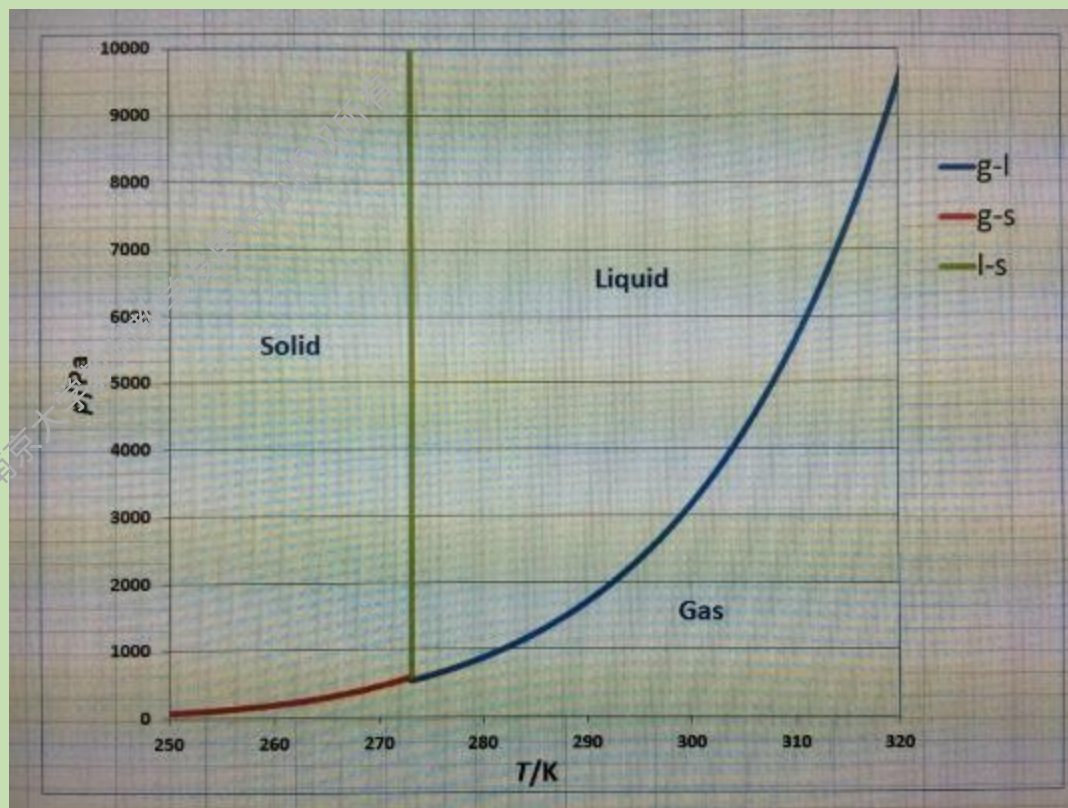
电荷: $[\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}]$

$\Rightarrow [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + c(\text{HCl})$

实例

◆ 相图绘制

➤ 单组分体系——水的相图



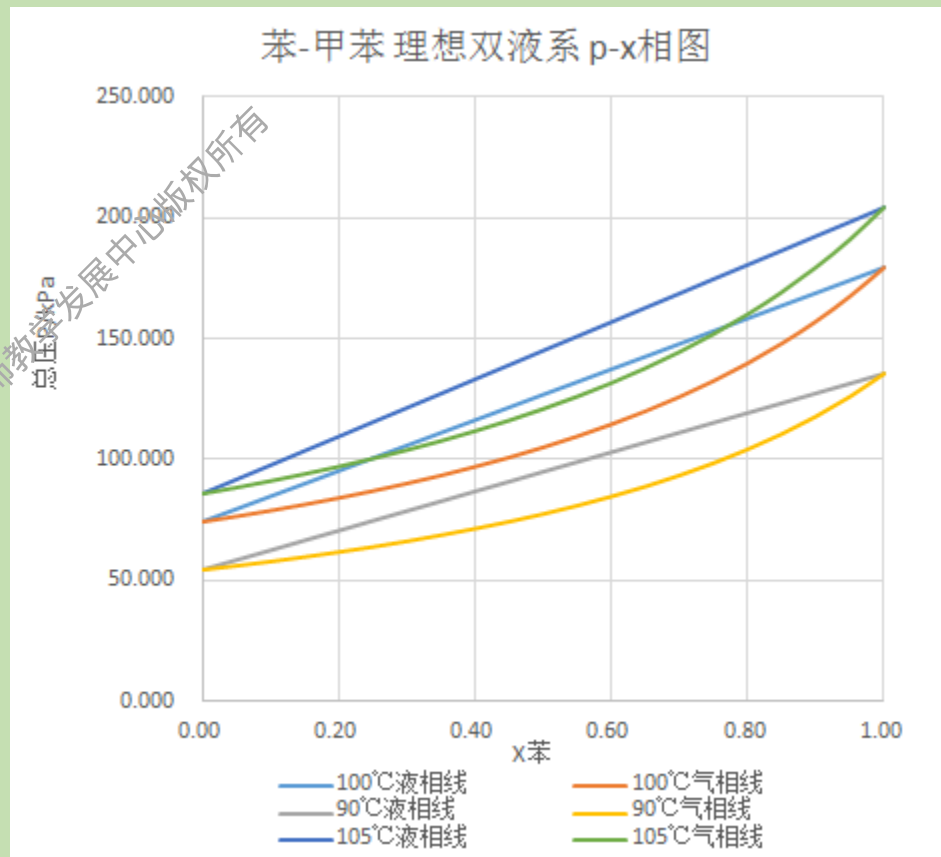
实例

◆ 相图绘制

➤ 两组分体系——苯-甲苯体系的 p - x 相图

温度/ $^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{苯}}^*$	$P_{\text{甲苯}}^*$
90	135.5	54
100	179.2	74.3
105	204.2	86

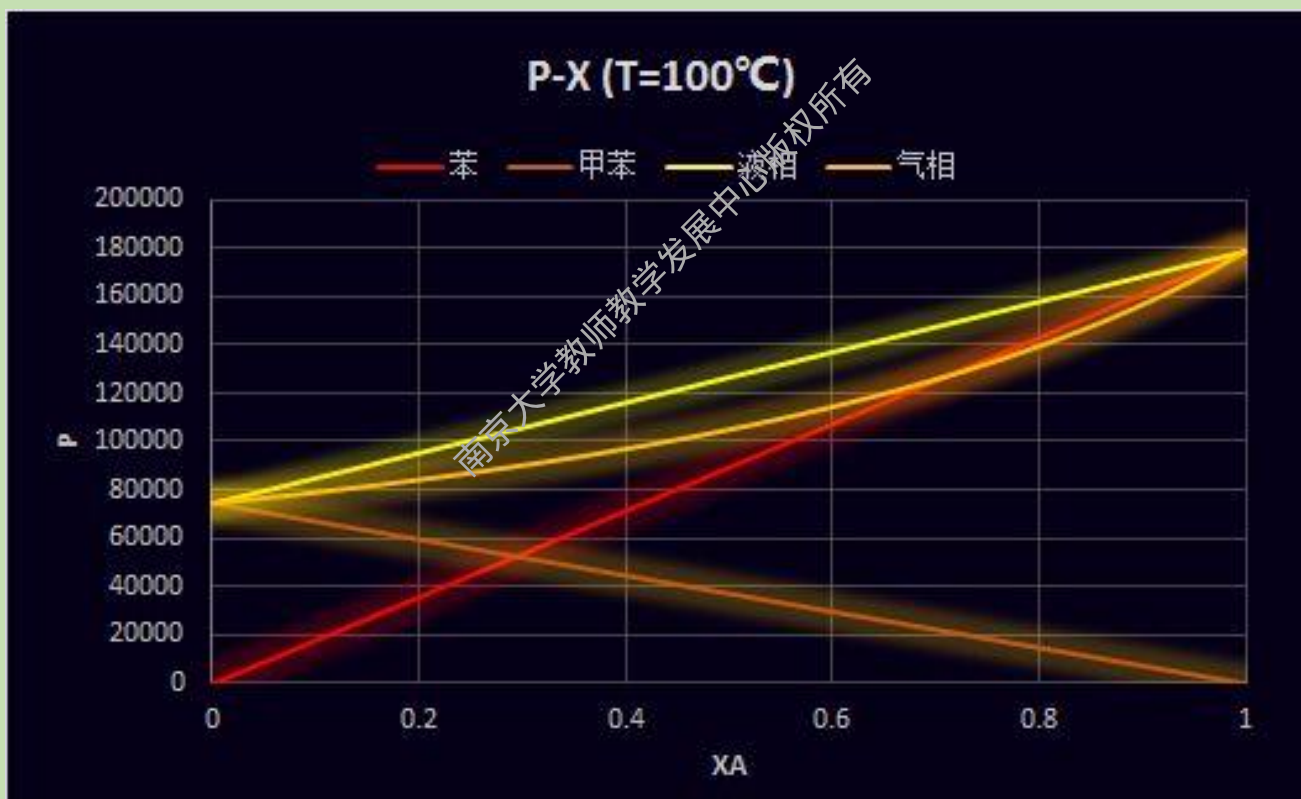
$X_{\text{苯}}$	90 $^{\circ}\text{C}$		100 $^{\circ}\text{C}$		105 $^{\circ}\text{C}$	
	$P_{\text{液相}}/\text{kPa}$	$P_{\text{气相}}/\text{kPa}$	$P_{\text{液相}}/\text{kPa}$	$P_{\text{气相}}/\text{kPa}$	$P_{\text{液相}}/\text{kPa}$	$P_{\text{气相}}/\text{kPa}$
0.00	74.300	74.300	54.000	54.000	86.000	86.000
0.05	79.545	76.540	58.075	55.674	91.910	88.563
0.10	84.790	78.920	62.150	57.456	97.820	91.284
0.15	90.035	81.452	66.225	59.355	103.730	94.177
0.20	95.280	84.152	70.300	61.384	109.640	97.260
0.25	100.525	87.037	74.375	63.557	115.550	100.551
0.30	105.770	90.128	78.450	65.889	121.460	104.073
0.35	111.015	93.445	82.525	68.399	127.370	107.850
0.40	116.260	97.017	86.600	71.108	133.280	111.912
0.45	121.505	100.872	90.675	74.040	139.190	116.292
0.50	126.750	105.046	94.750	77.224	145.100	121.028
0.55	131.995	109.580	98.825	80.695	151.010	126.167
0.60	137.240	114.524	102.900	84.492	156.920	131.762
0.65	142.485	119.935	106.975	88.664	162.830	137.875
0.70	147.730	125.882	111.050	93.270	168.740	144.584
0.75	152.975	132.450	115.125	98.380	174.650	151.979
0.80	158.220	139.741	119.200	104.083	180.560	160.171
0.85	163.465	147.882	123.275	110.487	186.470	169.297
0.90	168.710	157.030	127.350	117.731	192.380	179.526
0.95	173.955	167.384	131.425	125.992	198.290	191.070



实例

◆ 相图绘制

➤ 两组分体系——苯-甲苯体系的 p - x 相图



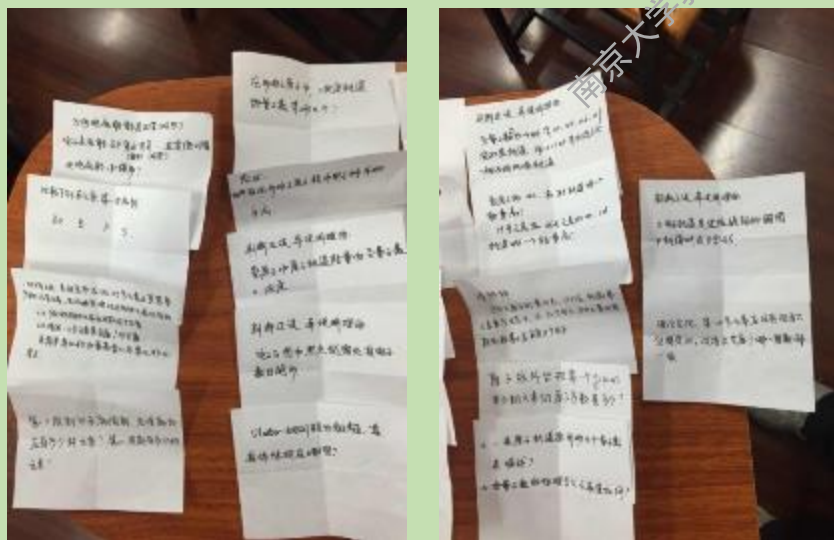
习题课

南京大学教师教学发展中心版权所有

习题课

◆ 形式灵活

- 方式1：随机产生题目序号，并抽签决定由哪组回答；
- 方式2：各组同学相互出题，抽签决定由谁回答；
- 方式3：游戏方式，学生根据喜好选择相应的图标，各题难度差异很大，常常有“惊喜”；
- 优胜组有神秘礼物（如天气瓶、常用的化学仪器等）



学生参与情况

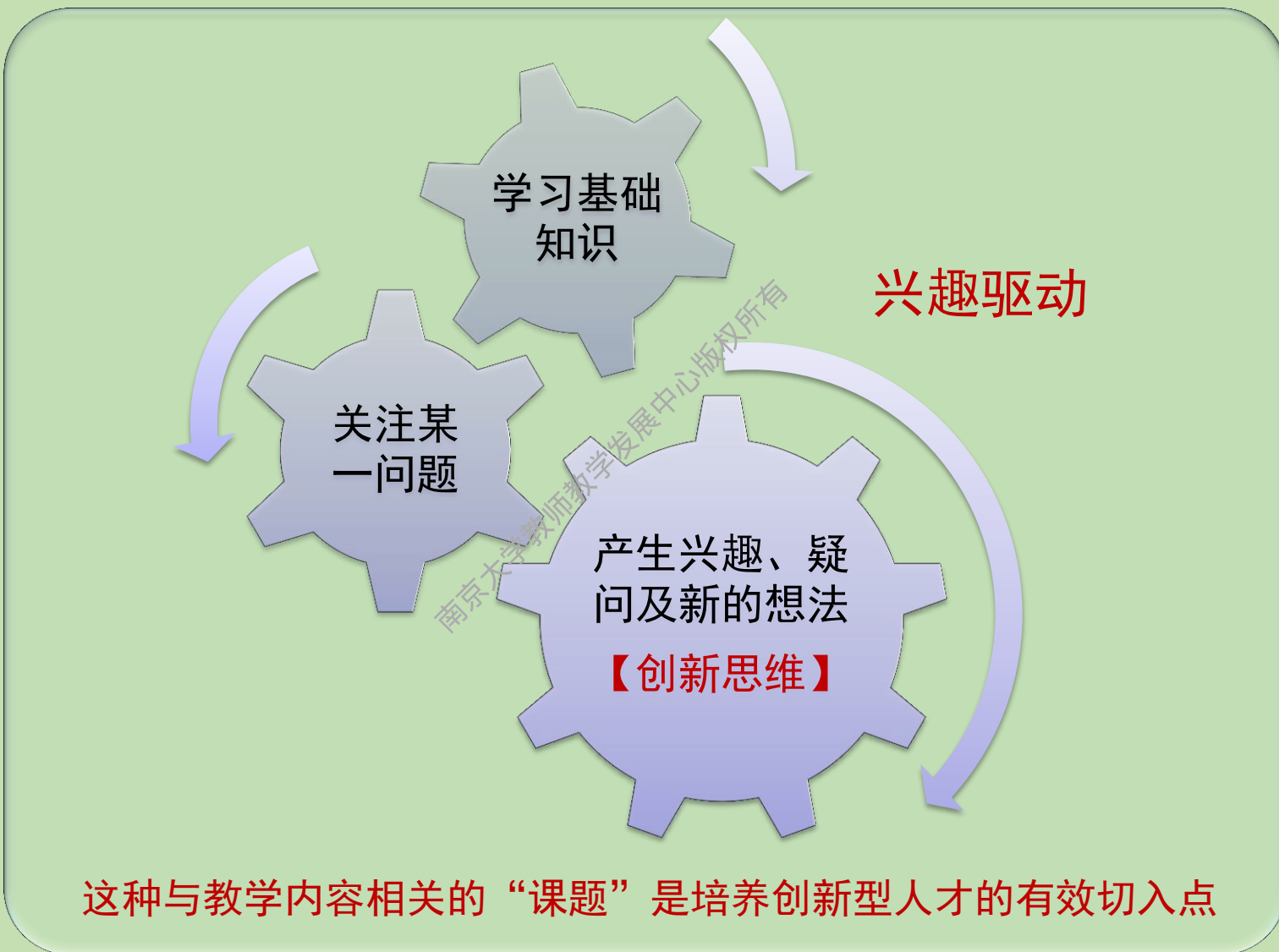


基于课题的“研究-学习”模式

课程与科研前沿结合形成的讨论题

南京大学教师教学发展中心版权所有

基于课题的“研究-学习”模式



实现方式

教师拟出课题

要求：与教学内容密切相关

学生根据自己的兴趣自由选择

【兴趣驱动】

独立思考、分析解决问题，并写出小论文

要求：阅读相关参考书以及文献

组织小论文报告会（每个学期1~2次）

学生做评委，积极提问并讨论

教师参与

课题实例

◆ 晶体结构部分

- 为何不同晶体结构的TiO₂尽管其化学式相同但性质迥异

On the True Photoreactivity Order of {001}, {010}, and {101} Facets of Anatase TiO₂ Crystals, *Angew. Chem. Int. Ed.* doi: 10.1002/anie.201006057

- 为何相同晶体结构的氧化锌，可以制备出不同的形貌（纳米粒子、纳米线、纳米带等等）

【王中林教授的文章、高等无机化学】

课题实例

◆ 液体部分

- 表面张力的应用：如何构造一个水平表面，当水滴滴在上面可以自发移动？

◆ 热力学部分

- CO_2 注入到地下是否可以与岩石中某些成分发生反应，此反应是否可以加以利用
- 甲烷二氧化碳重整过程分析

课题实例

Foxmail [binzhao@nju.edu.cn]

文件(F) 查看(V) 邮箱(B) 邮件(M) 工具(T) 帮助(H)

收取 发送 撰写 回复 全部回复 转发 删除 邮件提醒 地址簿 远程管理 中转站

Foxmail

binzhao@nju.edu.cn

- 收件箱
- 发件箱
- 已发送邮件箱
- 垃圾邮件箱
- 废件箱

收件箱

发件人	主题
305411723	回复: 回复: 回复: 设计表
jalan.student	关于热力学的一些问题
牛宇琛	
抬头看看	
3054117	
李世毅	
快乐精灵	
3054117	
邱云帆	
贡飞	
ynfan	
曼曼林	
南京大学	
施萱	

又是小论文

李世毅

收件人: 赵斌

老师, 你好。
小论文进行的比较

$$\text{Na}^+ + \text{Al}^{3+} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{NaAlCO}_3(\text{OH}) + \text{H}^+$$

Foxmail
RSS

共 1328, 未读: 0

CHEMCATCHEM

resistant Ni catalysts will become even more important in the future.

We have to acknowledge that the design, preparation, and characterization of coke resistant Ni catalysts for CO₂ reforming of methane still remains a significant challenge. The major challenge is to design and synthesize Ni-based catalysts with controllable size, shape, and structure. A multi-disciplinary effort is immediately needed to summarize the very recent progresses in this respect and discuss some discussions of future development. As the mechanism of coke formation for steam reforming and CO₂ reforming is similar, we will discuss both steam and CO₂ reforming. However, much of the recent literature focuses on steam reforming of methane.

Carbon Fomed on the Ni-Based Catalysts: General Strategies in the Development of Coke Resistant Ni Catalysts

The mechanism of steam reforming of methane and coke formation is fairly well understood.^[1-4] There are two coke formation pathways for steam reforming of methane dissociation [Eq. (3)] and the disproportionation of CO [Eq. (4)].^[1,15]



As steam reforming of methane is operated at high temperatures (normally more than 700 °C), the formation of carbon is favored at such temperatures according to Trimm,^[1] methane dissociates on the nickel to generate highly reactive carbon species (C_n)—C_n atomic carbon. Most of the C_n species are gasified with H₂O, CO₂, or hydrogen, but some are less active C_n, probably through further dehydrogenation, polymerization, and re-arrangement of C_n. The C_n further gasified, but may encapsulate on the surface to dissolve in or encapsulate the nickel crystallite,^[1] based on the kinetic balance of various reactions. Dissolution sometimes induces the growth of whisker carbon that can destroy the catalyst by blocking the active sites. Therefore, coke formation is a result

MINIREVIEWS

DOI: 10.1002/cctc.201000358

Progresses in the Preparation of Coke Resistant Ni-based Catalyst for Steam and CO₂ Reforming of Methane

Chang-jun Liu,* Jingyun Ye, Jiaojun Jiang, and Yunxiang Pan^[a]

Steam reforming of methane is an extremely important process for the hydrogen and syngas production. Nickel-based catalysts have been extensively employed in the industrial process of steam reforming because of their high activity, low cost, and the plentiful supply of Nickel. Nickel-based catalysts have also shown high activity for CO₂ reforming of methane, which has been considered as a good option, with consumption of a significant amount of carbon dioxide. However, a major challenge is that Ni catalysts have a high thermodynamic potential for coke formation during reforming reactions. For steam reforming, coke formation induces deactivation of the catalyst, especially if the carbon forms as carbon filaments. The filamentous carbon material has a high mechanical strength

and can cause mechanical deformation of the catalyst. For CO₂ reforming, coke formation over Ni catalyst is even more serious and leads to rapid deactivation of the catalyst. It is highly desired to design and synthesize a coke resistant Ni catalyst not only for reforming of methane, but also for reforming of other hydrocarbons (including biomass derived hydrocarbons). Herein we summarize the very recent progresses in the design, synthesis, and characterization of coke resistant Ni catalysts for steam and CO₂ reforming of methane. The progresses in the use of promoters, in the effect of supporting materials and in the preparation methods have been discussed. The thermal stability, regeneration, and future development of coke resistant Ni catalysts for these processes are also briefly addressed.

Introduction

Steam reforming of methane is an extremely important process for the production of ammonia and other chemicals.^[1-4] Recently, steam reforming of methane and other hydrocarbons has attracted even more attention, for example in hydrogen production with fuel cells.^[5-6] If cheap hydrogen could be easily produced, many of the problems associated with energy production and the environment would be solved. The reaction of steam reforming of methane is given in Equation (1):



If only hydrogen is needed, the water gas shift reaction (CO+H₂O=CO₂+H₂) can be followed to convert CO (with water vapor) into hydrogen and CO₂ in the presence of catalysts. Steam reforming of methane is an endothermic reaction and requires a high energy input. Nickel-based catalysts have been extensively employed in the industrial process of steam reforming because of their high activity, low cost, and the plentiful supply of Nickel. Nickel-based catalysts have also shown high activity for CO₂ reforming of methane, which has been considered as a good option, with consumption of a significant amount of carbon dioxide. However, a major challenge is that Ni catalysts have a high thermodynamic potential for coke formation during reforming reactions. For steam reforming, coke formation induces deactivation of the catalyst, especially if the carbon forms as carbon filaments. The filamentous carbon material has a high mechanical strength and can cause mechanical deformation of the catalyst. For CO₂ reforming, coke formation over Ni catalyst is even more serious and leads to rapid deactivation of the catalyst. It is highly desired to design and synthesize a coke resistant Ni catalyst not only for reforming of methane, but also for reforming of other hydrocarbons (including biomass derived hydrocarbons). Herein we summarize the very recent progresses in the design, synthesis, and characterization of coke resistant Ni catalysts for steam and CO₂ reforming of methane. The progresses in the use of promoters, in the effect of supporting materials and in the preparation methods have been discussed. The thermal stability, regeneration, and future development of coke resistant Ni catalysts for these processes are also briefly addressed.

The investigation of coke resistance Ni catalysts becomes even more important, if you consider the potential the future large-scale applications of CO₂ reforming of methane,^[7-11] with which Ni catalysts are employed [Eq. (2)]:



Many efforts have recently been made in searching for a practical way to utilize CO₂ as a building block in organic syntheses.^[10,11] CO₂ reforming has been considered as a good option that could consume a significant amount of carbon dioxide. However, coke formation is severe over Ni catalysts used for CO₂ reforming. If a coke resistant Ni catalyst would be available, CO₂ reforming could be used together with steam reforming to generate syngas for the syntheses of, for example, ammonia or methanol. At least, we can replace part of the steam reforming process with CO₂ reforming. From the

拟定课题对于教师的要求

- 任课教师要认真梳理教学内容，结合教学经验及学科进展提出相应的“课题”
- 在学生选择课题并积极探索的过程中，指导教师要及时解决学生经常遇到的一些共性的问题，如期刊数据库使用、常用的绘图软件的使用等
- 对于一些难度相对较大的课题，学生可以以小组的形式开展研究，这样通过分工协作不但提高研究的效率，而且组内的讨论过程更有利于产生新的想法，也进一步培养了学生的团队协作能力，**但需明确组内分工**
- 另外在学生的课题展开过程中，教师要给予一定的指导，避免学生因为对问题的把握不够而失去兴趣，教师可以通过email及时与学生进行单独交流和讨论，尤其要对研究方向和思维方法进行有效的指导

存在的问题与不足

存在的问题与不足

南京大学教师教学发展中心版权所有

存在的问题与不足

- 课程资源有待进一步建设，包括微信平台 (ChemStory) 维护及更新、课程相关微视频制作等
 - 基于校园网的课程网站及在线测试系统需进一步完善
-
- 评分机制的优化
 - 课时安排需要更加紧凑

南京大学教师教学发展中心版

致谢



- 请各位同仁批评指正，谢谢！
- 感谢南京大学985三期教改课题（构建《化学原理》课程的创新型教学模式）及三三制教改课题（《化学原理》课程的“翻转课堂”教学实践）给予的支持

Thank You !