

基于深度学习的“水溶液中的离子平衡”单元复习课*

——人体中的酸碱平衡

余 园**

(人大附中石景山学校 北京 100042)

摘要 基于深度学习理论,以“人体中的酸碱平衡”为学习主题,通过“酸碱平衡原理”,建立水溶液多粒子多平衡的分析模型,通过“人体代谢性酸中毒的治疗”,完善并应用水溶液多粒子多平衡的分析模型,形成分析水溶液复杂体系的思路和方法,培养学生的高阶思维。

关键词 深度学习 离子平衡 人体酸碱平衡 单元复习课

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2022060236

1 教学主题内容及教学现状分析

“水溶液中的离子反应与平衡”是选择性必修1《化学反应原理》主题3的内容,《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称《新课标》)对本主题的学业要求是:能综合运用离子反应、化学平衡原理,分析和解决生产、生活中有关电解质溶液的实际问题。《新课标》还指出在化学教学中,教师应重视STSE内容主题的选择和组织,创设真实且富有价值的问题情境,建议教师应重视跨学科内容主题的选择和组织,引导学生在更宽广的学科背景下认识物质及其变化的规律,综合运用化学和其他学科的知识分析解决有关问题,发展学生的科学素养^[1]。“水溶液中的离子平衡”是化学平衡理论在水溶液中的应用,在化学反应原理模块占有非常重要的地位。通过本章的学习,学生已经基本掌握电离平衡、水解平衡、沉淀

溶解平衡的相关知识,但是当面对多平衡共存的复杂体系时,常常表现出思维混乱,缺乏从真实问题情境中抽提化学问题的能力,更缺乏系统分析多平衡体系的思路方法。基于深度学习理论开展教学有利于学生提高分析解决实际问题的能力,有利于形成分析水溶液复杂体系的思路和方法,进一步发展微粒观。“人体中的酸碱平衡”是“水溶液中的离子反应与平衡”的一个紧密联系生活实际且涉及化学、生物学、医学等跨学科的真实问题。与旧教材相比,人教版新教材(2020年5月第1版)在“科学·技术·社会”栏目新增了血液的酸碱平衡^[2],鲁科版新教材(2020年7月第1版)在“身边的化学”栏目新增了人体内的酸碱平衡^[3],因此可以看出新教材重视“人体中的酸碱平衡”这一素材的使用,该素材有丰富的教学价值(见图1)。

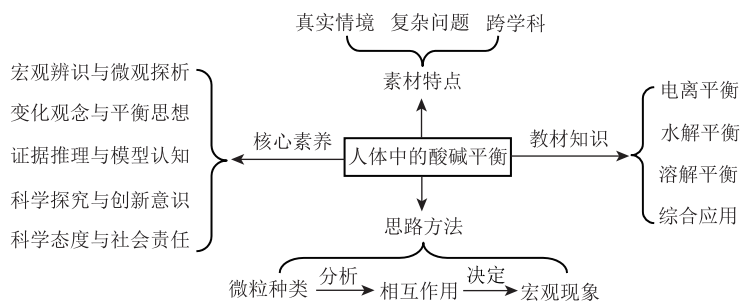


Fig. 1 Teaching value of “acid-base balance in human body”

图1 “人体中的酸碱平衡”的教学价值

“人体中的酸碱平衡”是指人体每天通过食物和代谢产生酸性或碱性物质,但是却能保证pH稳

* 北京市教育学会“十四五”教育科研一般课题“以大概念统领促进高中生化学学科理解的教学实践研究”(课题编号:SJSYB2021-046);北京市石景山区“十四五”教育科学规划2021年一般课题“单元教学促进高中化学微粒观形成的教学实践研究”(课题编号:SJS2021B061)

** 通信联系人, E-mail: yuyuanwonderful@163.com

定在 7.35~7.45, 这是因为肺、血液缓冲系统、肾彼此合作, 共同完成酸碱平衡, 其中血液缓冲系统含有碳酸与碳酸氢盐组成的缓冲对, H_2CO_3 存在电离平衡, HCO_3^- 存在电离和水解 2 个平衡, 且与 Ca^{2+} 在一定浓度时相互作用产生沉淀, 能够将水溶液中的电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡等很好地进行整合, 有利于发展学生由关注单一粒子的单一行为到多粒子多平衡共存, 建构水溶液离子平衡问题的分析思路, 发展微粒观、平衡观和守恒观。因此, 选择“人体中的酸碱平衡”作为高二“水溶液中的离子反应与平衡”复习课的素材。

2 教学思想与创新点

华东师范大学钟启泉认为“深度学习”是指学习者能动地参与教学的总称^[4]。在教师引领下, 学生围绕具有挑战性的学习主题“人体中的酸碱平衡”, 开展以化学实验为主的多种探究活动, 从宏观结合、变化平衡的视角, 运用证据推理与模型认知的思维方式, 获得结构化的化学核心知识, 建立运用化学学科思想解决问题的思路方法。本节内容是高二复习课, 其创新点有:

(1) 为了让学生在课堂上经历真实的医学过程, 笔者查阅医学书籍, 去医院咨询医生, 还利用微信公众号在线咨询医生, 最终在考虑学生化学认知能力的基础上, 将“人体中的酸碱平衡”这个真实问题情境分为“酸碱平衡原理”和“人体代谢性酸中毒的治疗”2 个课时, 其中第 1 课时“酸碱平衡原理”由于在生物、医学上是血液缓冲系统、肺、肾共同完成酸碱平衡, 因此设计“探秘血液缓冲系统”“利用缓冲体系分析肺呼吸作用”“利用缓冲体系解释肾调节作用”等 3 个任务。第 2 课时“人体代谢性酸中毒的治疗”由于真实的医疗过程是病人先进行血气分析, 然后根据具体情况采取口服或静脉注射 5% NaHCO_3 的方法, 严重时进行血液透析, 在治疗的过程中需要全程检测血钾, 否则 K^+ 含量异常会引发其他病症, 因此设计“人体代谢性酸中毒的治疗方法”“探秘血液透析”“检测血钾”等 3 个任务。

(2) 通过研究“人体中的酸碱平衡”, 不仅有利于学生参与真实问题的解决过程, 促进深度学习的发生, 形成高阶思维品质; 而且作为生活中的常见素材, 有利于学生体会化学从生活中来, 到生活中去, 感受化学的学科价值; 还将水溶液大概念“根据微粒来源确定水溶液中存在的相互作用, 抓主要矛盾”具体化, 将电离平衡、水解平衡、沉淀

溶解平衡等有机串联在一起, 使知识结构化, 开展实验探究活动, 建立水溶液多粒子多平衡体系的分析思路并在真实情境的问题中再次应用, 形成化学思维方式, 理解化学核心观念, 增进学生的化学学科理解。

3 教学目标

(1) 能通过 H_2CO_3 的电离平衡和 HCO_3^- 的水解平衡, 初步建立水溶液多粒子多平衡体系的分析思路和模型; 能通过 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 的沉淀溶解平衡, 完善并应用水溶液多粒子多平衡体系的分析思路和模型; 最终能从离子及其相互作用角度认识电解质及水溶液中的行为。

(2) 以探秘人体酸碱平衡原理和治疗代谢性酸中毒病人为例, 模拟医院真实情境, 能在解决实际问题的过程中, 发展实验探究和分析解决实际问题的能力, 发展宏观辨识与微观探析, 变化观念与平衡思想, 证据推理与模型认知等化学学科核心素养。

(3) 能在探秘人体酸碱平衡原理和治疗代谢性酸中毒病人的过程中, 体会化学的学科价值, 激发化学学习兴趣。

4 教学流程

基于上述分析, 通过揭秘“酸碱平衡原理”, 初步建立水溶液多粒子多平衡体系的分析模型, 通过模拟“人体代谢性酸中毒的治疗”的真实过程, 完善并应用水溶液多粒子多平衡体系的分析模型, 从而从离子及其相互作用角度认识电解质及水溶液中的行为。图 2 表示教学流程。

5 教学实录

5.1 酸碱平衡原理

5.1.1 创设情境, 引入本节课

【情境素材】人体每天通过食物和代谢产生酸性或碱性物质, 但是人体却能维持一定的酸碱平衡, 这是因为人体的肺、血液缓冲系统、肾彼此合作, 共同完成酸碱平衡, 当酸碱失衡时, 会干扰代谢活动, 严重时危及生命。

5.1.2 探秘血液缓冲系统

【资料】正常人血气分析部分结果 (见表 1)。

【问题 1】寻找并分析人体血液呈弱碱性的原因。

【信息】信息 1: 37 °C 时 H_2CO_3 的一级电离常数 $K_{a1}=7.9\times 10^{-7}$;

信息 2: 37 °C 时 HCO_3^- 的水解常数 $K_h=1.3\times 10^{-8}$ 。

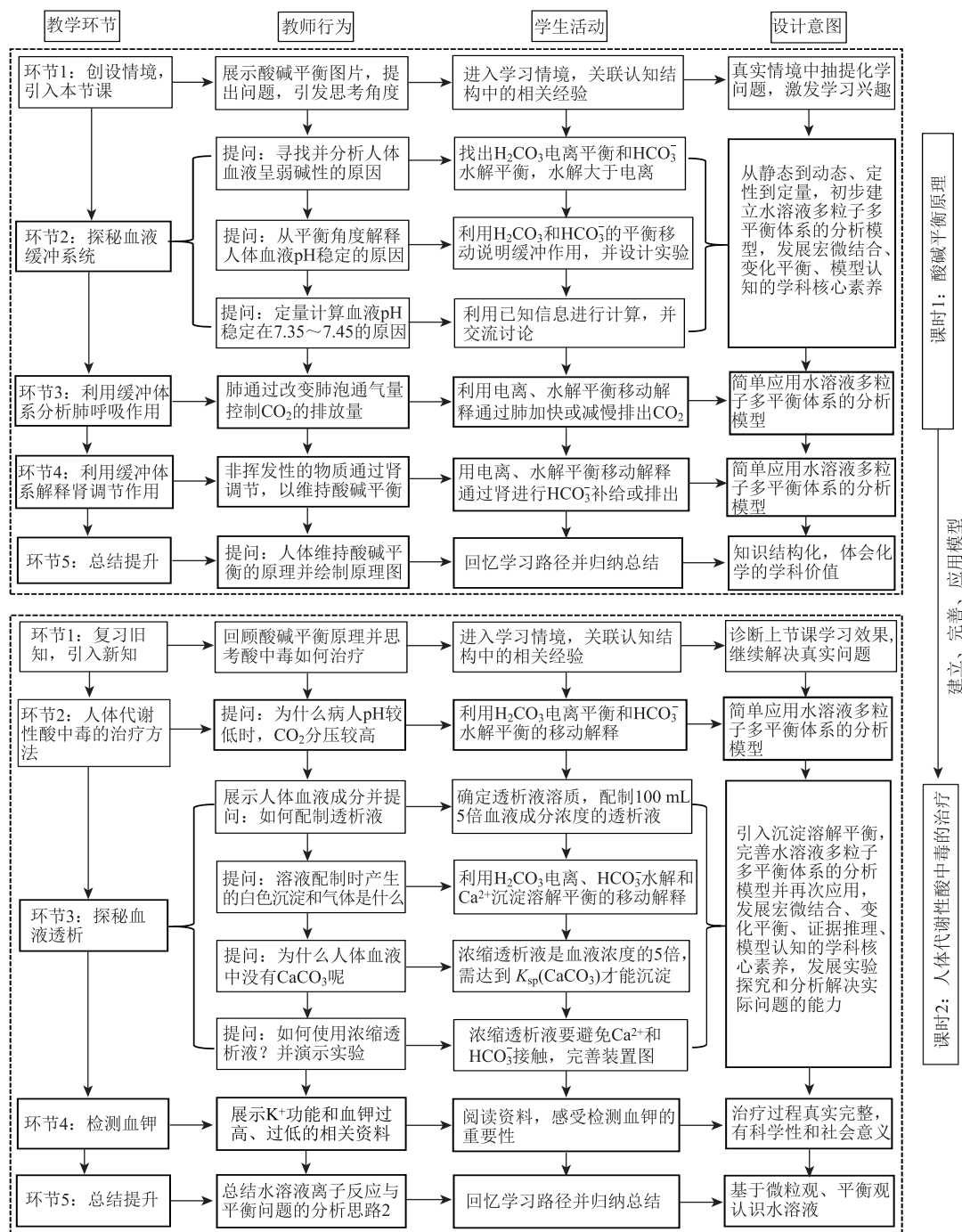


Fig. 2 Teaching process of "acid-base balance in human body"

图2 “人体中的酸碱平衡”的教学流程

表1 正常人血气分析部分结果

Table 1 Partial results of normal blood gas analysis

项目名称	结果浓度	参考范围	项目单位
CO_2 分压	40	35~45	mmHg
HCO_3^-	24.2	23.3~24.8	mmol/L
血液酸碱度 (pH)	7.40	7.35~7.45	—

【学生】 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- +$

H^+ , $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, 虽然 $K_{a1} > K_b$, 但是 $c(\text{HCO}_3^-)$ 较大, 水解反应速率较快, 产生的 $c(\text{OH}^-)$ 较大, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 故血液呈弱碱性。

【问题2】从平衡角度解释人体血液 pH 稳定的原因。

【学生】人体血液存在如下平衡: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

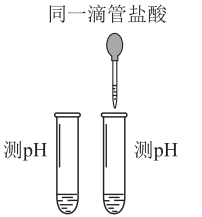
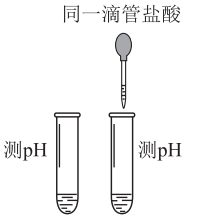
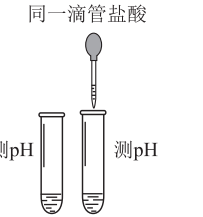
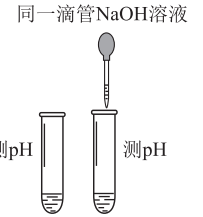
$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 。当产生酸性物质, 即 $c(\text{H}^+)$ 较大时, 电离平衡逆移, 水解平衡正移, 消耗 HCO_3^- ; 当产生碱性物质, 即 $c(\text{OH}^-)$ 较大时, 电离平衡正移, 水解平衡逆移, 消耗 H_2CO_3 。

【教师】弱酸 H_2CO_3 和弱酸盐 HCO_3^- 共同存

在才能维持 pH 稳定, H_2CO_3 和 HCO_3^- 这一对物质叫缓冲对。当只存在其中一个物质时, 不能达到维持 pH 稳定的效果。

【学生实验】设计实验证明缓冲对有维持 pH 稳定的作用 (实验过程、现象和结论见表 2)。

表 2 学生实验过程、现象和结论
Table 2 Students experiment process, phenomenon and conclusion

	实验①	实验②	实验③	实验④
实验过程	同一滴管盐酸  5 mL 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液和 5 mL H_2O	同一滴管盐酸  5 mL 0.1 mol/L CH_3COONa 溶液和 5 mL H_2O	同一滴管盐酸  5 mL 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液和 5 mL 0.1 mol/L CH_3COONa 溶液	同一滴管 NaOH 溶液  5 mL 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液和 5 mL 0.1 mol/L CH_3COONa 溶液
实验现象	加盐酸前 pH=3.1 加盐酸后 pH=2.1	加盐酸前 pH=7.9 加盐酸后 pH=5.1	加盐酸前 pH=4.1 加盐酸后 pH=3.9	加 NaOH 溶液前 pH=4.1 加 NaOH 溶液后 pH=4.2
实验结论	当 CH_3COOH 和 CH_3COO^- 共同存在时, 向体系中加入一定量的盐酸或 NaOH 溶液时, 体系 pH 变化不明显, 说明缓冲对有维持 pH 稳定的作用。当只存在其中一个物质时, 不能达到维持 pH 稳定的效果			

实验用品: 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液、0.1 mol/L CH_3COONa 溶液、0.1 mol/L 盐酸、0.1 mol/L NaOH 溶液、酸度计。

【教师】能够缓解少量外界加入的酸、碱或水产生的影响, 维持溶液 pH 不发生明显变化的作用叫缓冲作用, 具有缓冲作用的溶液叫缓冲溶液。 H_2CO_3 与 HCO_3^- 是人体缓冲系统中最重要的缓冲对, 约占全部缓冲系统的 2/3。

【问题 3】定量计算人体血液 pH 稳定在 7.35~7.45 的原因。

【信息】信息 1: 人体血浆中 $c(\text{HCO}_3^-)/c(\text{H}_2\text{CO}_3)=20$;

信息 2: 37 °C 时 HCO_3^- 的水解常数 $K_h=1.3\times 10^{-8}$;

信息 3: $-\lg(3.85\times 10^{-8})=7.4$ 。

【学生】小组讨论, 计算 (见图 3)。

$$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$$
$$K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)} = 1.3 \times 10^{-8} \quad c(\text{OH}^-) = \frac{1.3 \times 10^{-8} \times c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 2.6 \times 10^{-7}$$
$$c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2.6 \times 10^{-7}} = 3.85 \times 10^{-8} \quad \text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 7.4$$

Fig. 3 Students calculate processes and results
图 3 学生计算过程和结果

5.1.3 利用缓冲体系分析肺的呼吸作用

【过渡】肺在酸碱平衡中的作用是通过改变肺

泡通气量来控制 CO_2 的排放量。

【问题 4】如何利用缓冲体系分析肺的呼吸作用?

【学生】当产生酸性物质时, H_2CO_3 电离平衡与 HCO_3^- 水解平衡的移动, 导致人的呼吸变快, 加快排出 CO_2 , 反之则减慢。

5.1.4 利用缓冲体系解释肾的调节作用

【过渡】非挥发性的物质通过肾调节, 以维持人体酸碱平衡。

【问题 5】如何利用缓冲体系解释肾的调节作用?

【学生】 H_2CO_3 电离平衡与 HCO_3^- 水解平衡的移动中 HCO_3^- 的补给或排出通过肾。

5.1.5 总结提升

【课堂练习】请解释人体维持酸碱平衡的原理并绘制原理图。

【展示】人体维持酸碱平衡的原理图 (见图 4)。

【总结】水溶液中的离子反应与平衡问题的分析思路 1 (见图 5)。

5.2 人体代谢性酸中毒的治疗

5.2.1 复习旧知, 引入新知

【回顾】人体维持酸碱平衡的原理。

【问题 1】人体酸摄入过多、碱丢失过多、肾不能正常调节时会导致代谢性酸中毒, 那么代谢性

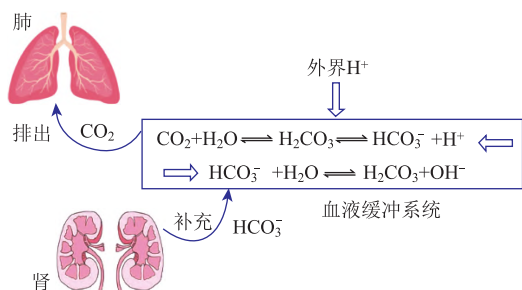


Fig. 4 Schematic diagram of the human body maintaining acid-base balance

图 4 人体维持酸碱平衡的原理图

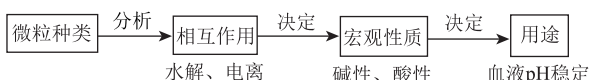


Fig. 5 Analytical idea 1 for ion reaction and equilibrium problem in aqueous solution

图 5 水溶液中的离子反应与平衡问题的分析思路 1

酸中毒的病人该如何治疗呢?

5.2.2 人体代谢性酸中毒的治疗方法

【过渡】模拟代谢性酸中毒病人的治疗过程，去医院后首先做血气分析。

【资料】病人血气分析部分检查结果（见表 3）：

表 3 病人血气分析部分结果

Table 3 Partial results of patient blood gas analysis

项目名称	结果浓度	参考范围	项目单位
CO ₂ 分压	50	35~45	mmHg
HCO ₃ ⁻	19	23.3~24.8	mmol/L
血液酸碱度 (pH)	7.21	7.35~7.45	—

【问题 2】请用化学用语解释为什么当 pH 较低时，CO₂ 分压较高？

【学生】人体血液中存在如下平衡：CO₂ + H₂O ⇌ H₂CO₃ ⇌ HCO₃⁻ + H⁺，HCO₃⁻ + H₂O ⇌ H₂CO₃ + OH⁻。当 pH 较低，即 c(H⁺) 较大时，上述电离平衡逆移，水解平衡正移，均能产生 CO₂，故分压较高。

【教师】代谢性酸中毒的根本原因是 c(HCO₃⁻) 降低，c(H⁺) 升高，因此，治疗方法是补充弱碱性物质，排出酸性物质，具体做法：轻度：口服 3~6 g NaHCO₃，重度：静脉注射 5% NaHCO₃ 溶液，肾功能障碍：血液透析。

5.2.3 探秘血液透析

【问题 3】如何配制透析液？

【资料】人体血液中主要无机离子含量如表 4 所示。

表 4 人体血液中主要无机离子含量

Table 4 Main inorganic ion content in human blood

离子	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
含量/(mmol/L)	134.0	2.0	1.5	109.0	30.0

【问题 3.1】根据资料确定透析液的溶质。

【学生】小组讨论回答，确定溶质：NaCl，KCl，CaCl₂，NaHCO₃。

【学生实验】配制 100 mL 5 倍血液成分浓度的透析液。

【问题 3.2】溶液配制过程中产生的白色沉淀和气体是什么？

【追问】请从平衡移动的角度，解释为什么产生的白色沉淀是 CaCO₃、气体是 CO₂？

【学生】小组讨论回答（见图 6）。

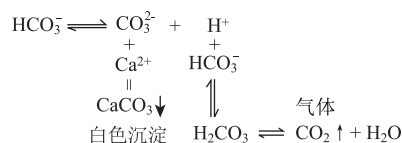


Fig. 6 Students' ideas

图 6 学生思路

【问题 4】浓缩透析液是根据人体血液成分配制的，为什么人体血液中没有 CaCO₃ 呢？

【学生】透析液是血液成分浓度的 5 倍，血液中 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) < K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$ ，透析液中 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$ 。

【问题 5】如何使用浓缩透析液？

【学生】避免 Ca²⁺ 和 HCO₃⁻ 接触。

【展示】实际医用透析液装置图（见图 7）。

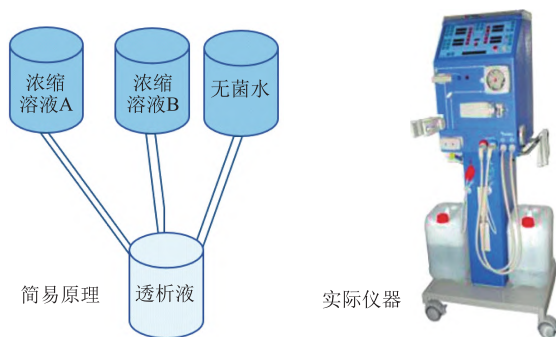


Fig. 7 Medical dialysate device

图 7 医用透析液装置

【学生】透析浓缩液有 2 瓶，浓缩溶液 A：NaCl，KCl，CaCl₂；浓缩溶液 B：NaHCO₃。

【教师演示实验】重新配制 100 mL 5 倍血液成分浓度的透析液 A 和透析液 B，进行先稀释后混合的处理方法，发现没有产生白色沉淀。

【教师】血液透析原理（见图8）：血液透析仪内部有中空纤维膜，血液从膜的内部穿过，透析液从膜的外部穿过。进行透析时，血液从上部输入，透析液从下部输入，从而可以最大面积地接触，在这个过程中，血液和透析液中的微粒可以穿过中空纤维膜进行交换，从而使血液 pH 恢复正常。

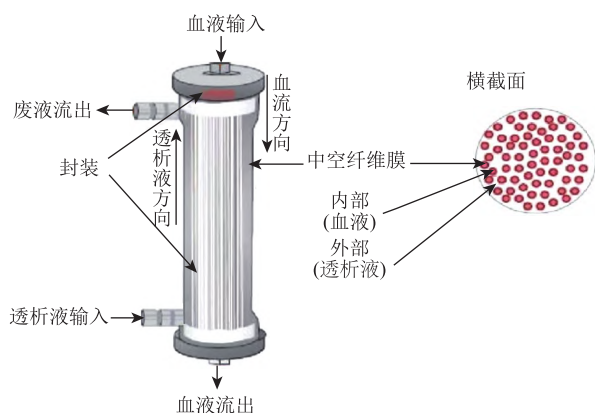


Fig. 8 Schematic diagram of hemodialysis

图 8 血液透析的原理图

5.2.4 检测血钾

【过渡】经过血液透析后，代谢性酸中毒病人虽然恢复酸碱平衡，但是医生还需要密切关注血液中钾离子的含量。

【资料】资料 1： K^+ 储存在细胞内，维持细胞内外渗透压和酸碱平衡；

资料 2：血钾过高抑制心肌传导性使心率减慢、心脏骤停；

资料 3：血钾过低可导致神经肌肉系统损伤，如呼吸肌瘫痪。

【问题 6】代谢性酸中毒前后，病人血钾含量的变化及可能引发的病症有哪些？

【学生】小组讨论，病人酸中毒时，血液中 $c(H^+)$ 较高， H^+ 向细胞内转移，同时 K^+ 从细胞内转移到血液中，产生高钾血症；纠正酸中毒后， H^+ 从细胞内重新回到血液中，同时 K^+ 从血液回到细胞内，血液中 $c(K^+)$ 较低，产生低钾血症。

【教师】点评学生思路，帮助学生形成可视化认知（见图 9）。

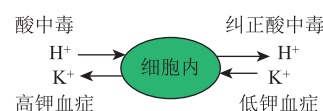


Fig. 9 Causes and symptoms of blood potassium test

图 9 检测血钾的原因和病症

5.2.5 总结提升

【总结】水溶液中的离子反应与平衡问题的分析思路 2（见图 10）。

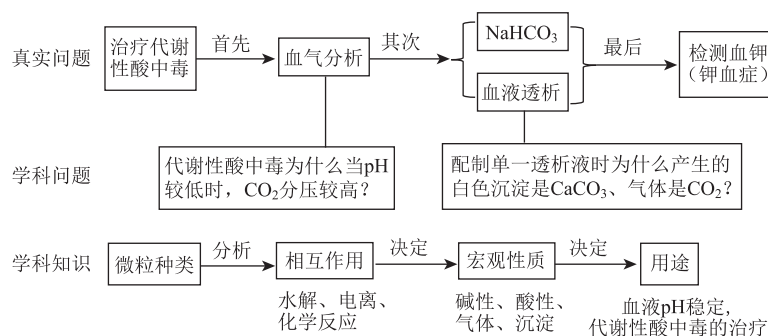


Fig. 10 Analytical idea 2 for ion reaction and equilibrium problem in aqueous solution

图 10 水溶液中的离子反应与平衡问题的分析思路 2

6 教学效果与反思

6.1 教学效果

为了检验学生的学习效果，学生是否真的建立起水溶液多粒子多平衡体系的分析模型，是否可以将分析水溶液复杂体系的思路和方法应用在其他陌生情境中，选择“侯氏制碱法”这个新素材开展深度学习效果评价，具体评价题目和评价标准见表 5，评价结果见表 6。

6.2 教学反思

6.2.1 基于真实问题进行深度学习，发展高阶思维

基于真实问题情境开展教学，全身心投入到问题解决的过程中，思维经历探索是进行深度学习的有效方式，是否发展了高阶思维是深度学习与浅层学习的分水岭^[5]。本节单元复习课选择“人体中的酸碱平衡”这个真实问题为情境素材，为了让学生在课堂上经历真实的医学过程，感受化学的学科价值，笔者查阅相关医学书籍并咨询医生，在课堂上最大程度地还原真实医疗过程。在探秘血液缓冲系统的过程中建立水溶液多粒子多平衡体系的分析模型，在模拟代谢性酸中毒病人治疗的过程中，完善

表 5 深度学习效果评价——“侯氏制碱法”

Table 5 Evaluation of deep learning effect: “Hou’s process for soda production”

评价题目	评价标准																			
纯碱在工业生产中有广泛用途,天然纯碱不足以供给,侯氏制碱法是工业上合成纯碱的常用方法,原料是氯化钠、氨水和二氧化碳。 (1) $\text{NaCl}+\text{NH}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 的混合体系中,各物质会有怎样的行为? 请用化学用语表示。(4 分) (2) 根据下列溶解度表,请猜测哪种物质容易析出? 写出 $\text{NaCl}+\text{NH}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 的混合体系的化学方程式。(3 分) 20 ℃时,一些物质在水中的溶解度 <table><tr><th>物质</th><th>NaCl</th><th>NaHCO_3</th><th>NH_4Cl</th><th>NH_4HCO_3</th></tr><tr><td>溶解度/g</td><td>35.9</td><td>9.6</td><td>37.2</td><td>21.7</td></tr></table> (3) 根据下列信息,怎样改变条件可使 NaHCO_3 晶体尽可能多地从溶液中析出?(2 分) 信息 1: 标准状况下 CO_2 和 NH_3 在水中的溶解度如下表所示: <table><tr><th></th><th>CO_2</th><th>NH_3</th></tr><tr><td>溶解性(体积比)</td><td>1 : 1.7</td><td>1 : 700</td></tr><tr><td>饱和溶液的物质的量浓度/(mol · L⁻¹)</td><td>≈0.076</td><td>≈18</td></tr></table> 信息 2: 4 种盐在不同温度下的溶解度 (g/100 g 水) 曲线: 注: $t>35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, NH_4HCO_3 会发生分解	物质	NaCl	NaHCO_3	NH_4Cl	NH_4HCO_3	溶解度/g	35.9	9.6	37.2	21.7		CO_2	NH_3	溶解性(体积比)	1 : 1.7	1 : 700	饱和溶液的物质的量浓度/(mol · L ⁻¹)	≈0.076	≈18	(1) NaCl 电离 1 分, NH_3 与 H_2O 反应后电离 1 分, CO_2 与 H_2O 反应后电离 1 分,电离产生的微粒进一步反应 1 分; (2) NaHCO_3 析出 1 分,方程式完全正确 2 分,其中物质正确 1 分,配平 1 分; (3) 先通入 NH_3 后通入 CO_2 1 分,降温 1 分
物质	NaCl	NaHCO_3	NH_4Cl	NH_4HCO_3																
溶解度/g	35.9	9.6	37.2	21.7																
	CO_2	NH_3																		
溶解性(体积比)	1 : 1.7	1 : 700																		
饱和溶液的物质的量浓度/(mol · L ⁻¹)	≈0.076	≈18																		

表 6 “侯氏制碱法”评价结果统计

Table 6 Statistics of evaluation results of “Hou’s process for soda production”

题号	知识点	能力点	正答率/%
(1)	电离、元素化合物的相关知识	分析水溶液复杂体系的思路方法	91.4
(2)	浓度对平衡移动的影响	利用信息整合上述反应的能力	92.8
(3)	浓度、温度对平衡移动的影响	利用信息解决实际问题的能力	86.1

并应用水溶液多粒子多平衡体系的分析模型。在整个教学过程中,学生进行深度体验,更好地从离子及其相互作用角度认识电解质及水溶液中的行为,提高分析解决实际问题的能力,发展学生的高阶思维。

6.2.2 基于学习评价进行深度学习,诊断认知结构

为了促进学生的深度学习,应该及时进行学习评价,即让学生在真实情境中解决指向关键能力的

任务,并利用评分规则来引导和反思学习,从而有利于诊断认知结构和思维水平的发展变化^[6]。通过“人体中的酸碱平衡”建立的水溶液多粒子多平衡体系的分析模型,在整个建立过程中,教师及时与学生对话,诊断学生的思维发展程度,反思学生的思维发展障碍并引导学生。当换成“侯氏制碱法”新的真实问题情境时,学生仍能从真实情境中抽提出化学问题,应用水溶液多粒子多平衡体系的分析模型,说明学生形成了水溶液复杂体系的分析思路,认知结构得到较大发展。

6.2.3 基于结构化进行深度学习,构建思维模型

为了促进学生的深度学习,形成核心观念,在教学中应该重视结构化设计,结构化是学生从学科知识向学科核心素养转化的关键。本节内容分为 2 个课时,这 2 个课时共用一个结构化板书(见图 11),第 2 课时是第 1 课时的补充。同一个结构化设计贯穿整个单元教学,有利于建构、完善并应用水溶液多粒子多平衡体系的思维模型,从知识关联

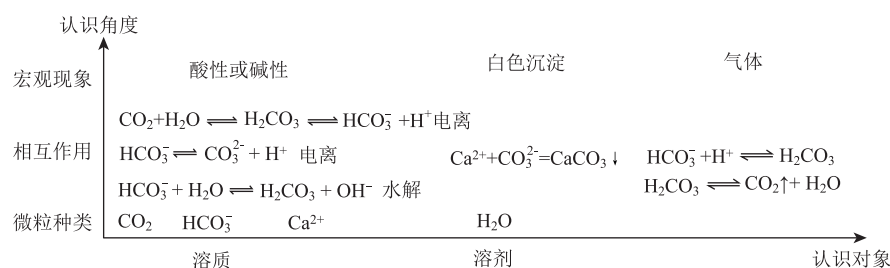


Fig. 11 Structured blackboard writing

图 11 结构化板书

的结构化到认识思路、核心观念的结构化，结构化让知识走向大概念与学科观念。

致谢：衷心感谢北京教育学院石景山分院莘赞梅老师、王晓军老师和北京市第九中学王永森老师的悉心指导。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准 (2017 年版). 北京: 人民教育出版社, 2018: 36, 71—72

- [2] 王晶, 郑长龙. 普通高中教科书: 化学反应原理 (化学选择性必修 1). 北京: 人民教育出版社, 2020: 65
- [3] 王磊, 陈光巨. 普通高中教科书: 化学反应原理 (化学选择性必修 1). 济南: 山东科学技术出版社, 2020: 106
- [4] 钟启泉. 全球教育展望, 2021, 50 (1): 14—33
- [5] 陈新华. 化学教育 (中英文), 2020, 41 (5): 26—31
- [6] 陈晓燕, 卢天宇. 化学教育 (中英文), 2021, 42 (13): 41—47

“Ion Balance in Aqueous Solution” Unit Review Lesson Based on Deep Learning: Acid-Base Balance in the Human Body

YU Yuan**

(Shijingshan School of High School Affiliated to Renmin University, Beijing 100042, China)

Abstract Based on the deep learning theory, taking “acid-base balance in human body” as the study subject, through the “acid-base balance principle”, the analysis model of multi particle and multi balance of aqueous solution is established, through the “treatment of human metabolic acidosis”, the analysis model of multi particle and multi balance of aqueous solution is perfected and applied, students form ideas and methods for analyzing complex systems of aqueous solutions and cultivate high-order thinking.

Keywords deep learning; ion balance; human acid-base balance; unit review lesson