

林业院校提升物理化学教学质量的实践^①

李 向 红

西南林业大学 化学工程学院, 昆明 650224

摘要: 物理化学是林业院校应用化学、林产化工、化学生物学、环境科学、环境工程、食品科学等专业的重要必修基础课。许多林业方面的工作均需要用到物理化学中的基本原理, 物理化学课程对培养高层次的林业人才发挥着重要的作用。在教学实践中, 大多数林业院校的学生对于物理化学的学习普遍感到困难。针对教学过程中存在的具体问题, 根据林业高校教学改革的要求和学生专业的特点, 结合 10 余年来的课程教学经验, 从精选教材、优化教学内容、激发学生兴趣、注重与其他学科的联系、精讲基本概念、分层次公式教学、知识模块框架构建, 以及科研创新思维模式培养几个方面进行教学实践以提升教学质量。

关 键 词: 物理化学; 教学质量; 教学实践; 林业院校

中图分类号: G642.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2018)05-0212-09

物理化学是林业院校应用化学、林产化工、化学生物学、环境科学、环境工程和食品科学等诸多专业的重要必修基础课, 学好物理化学不仅是学习专业课程的重要前提, 也为学生毕业后从事科研生产实践提供了理论基石。物理化学是化学的重要分支学科, 对培养高层次人才发挥着重要作用, 国内外林业高校均一直十分重视物理化学课程的教学质量。对于林业院校而言, 许多学生所学专业与林学密切相关, 将来也从事与林业方面相关的工作, 如珍稀树种和经济林的培育、木材的化学处理、林产品的加工与利用、水土的改良与保护、林业生物灾害的控制和食品加工与利用等。这些林业工作均需要用到物理化学课程中的相关知识, 如植物光合作用涉及的光化学反应机制, 生物质产品的化学改性、土壤的硝化、昆虫信息素与树木的相互作用机制等就涉及的化学反应的方向、限度、速率和机理。因此, 物理化学是林业院校的一门重要基础课程。

然而, 物理化学课程理论性强、概念抽象、公式繁多且适用前提条件严格, 在教学实践中, 大多数林业院校学生对于物理化学课程的学习普遍感到困难, 成绩不理想, 补考和重修率较高; 有些学生甚至会出现厌学情绪, 一届学生传一届, 严重影响和阻碍了物理化学教学质量的提升。针对此问题, 笔者进行了不断地努力探索, 并结合 10 余年来的课程教学经验, 紧扣林业院校的专业特点, 重点着眼于林业工作方面的需要, 遵循因材施教的原则, 从精选教材、优化教学内容、激发学生兴趣、注重与其他学科的联系、精讲基本概念、分层次公式教学、知识模块框架构建和科研创新思维模式培养几个方面进行教学实践来提升教学质量。

1 精选教材

精选一部好的教材是保障教学质量的重要前提条件^[1]。国内已有许多关于物理化学课程的教学方面优

① 收稿日期: 2017-03-28

基金项目: 西南林业大学教育科学研究项目(yb201534)。

作者简介: 李向红(1981-), 男, 教授, 博士, 主要从事物理化学方面的研究。

秀的经典教材。由于林业院校开设物理化学的专业较多，教材的选用原则应根据各个专业自身的特点进行选择，应将应用化学专业和非化学类专业区分对待。对于应用化学专业选用傅献彩教授等编写的《物理化学》^[2]，该教材概念准确、脉络清晰、条理性强，为国内经典的化学类专业教材，且该教材的第 3 版曾荣获国家教委优秀教材一等奖。其他非化学类专业如林产化工、化学生物学、环境科学、环境工程、食品科学等则选用杜凤沛教授等编写的《简明物理化学》^[3]，该教材的最大特点是对于一些复杂的公式推导尽量简化，突出知识要点、内容精炼、简明易懂。

2 优化教学内容

物理化学的内容主要包括热力学、动力学、电化学、胶体与表面化学四大部分。林业院校各专业对于物理化学课程的学时也大不相同。对于应用化学专业而言，物理化学是非常重要的专业基础课程，在学生毕业之际的考研和工作中均占有十分重要的位置。近 5 年笔者所在的西南林业大学将应用化学专业的《物理化学》课程的学时数从 96 学时增加至 104 学时，且分为两个学期进行学习：上学期为 48 学时，下学期 56 学时。林产化工和化学生物学两个专业的学时为 64 学时；环境科学、环境工程专业为 56 学时，食品科学专业为 40 学时。

结合林业院校的特色和各专业自身的培养定位，自 2012 年以来西南林业大学执行的教学大纲中的物理化学教学内容及学时分配情况见表 1。从表 1 所示的学时分配来看，胶体与表面化学部分并未被列入物理化学教学内容中，这主要是由于在各专业培养方案中已将胶体与表面化学部分拿出来作为后续课程单独设课(32 学时)，为了避免教学内容重复、提高学时的有效利用率，故把物理化学的教学内容集中在热力学、动力学和电化学 3 个部分。

表 1 2012 年以来西南林业大学物理化学课程的教学内容及学时分配

教学内容	学时数			
	应用化学	林产化工/化学生物学	环境科学/环境工程	食品科学
绪论	2	2	2	2
气体	6	/	/	/
热力学第一定律	10	7	6	6
热力学第二定律	12	8	8	8
多组分系统热力学	8	6	6	6
相平衡	10	7	6	6
化学平衡	8	8	5	4
电解质溶液	12	6	5	/
可逆电池的电动势及其应用	12	6	6	/
电解与极化作用	10	4	4	/
化学动力学基础(一)	10	6	6	6
化学动力学基础(二)	4	4	2	2

对于应用化学专业，各章节的学时较为充足，故可以在对教材各章节主要内容讲授的基础上，适当拓展介绍部分前沿内容：化学热力学中的非平衡态热力学、电化学中的燃料电池和气敏电极、动力学部分的光化学部分。应用化学专业在课程讲述时也应凸显林业院校的特色，要注重加强学生应用物理化学的基本原理解决林业工作中问题的能力，深入讲解光合作用的机理、生物柴油的燃烧焓、木材胶粘剂合成路线的优化、松香改性的方向和限度等基本原理。与应用化学专业相比，其余非化学类专业均未讲授气体部分及相平衡章节中的二组分合金相图及三组分相图。林产化工专业则在讲述时引导学生应用化学热力学和动力学的基本原理来对木材的化学处理中涉及的化学反应进行研究和思考，如木材的乙酰化、纤维素的醚化和

功能纤维素材料的制备等。化学生物学专业则可以在热力学讲述中强调利用化学热力学来研究生物(含微生物)代谢过程中的热量变化,在电化学部分则着重讲述利用细胞膜电势的变化来判断细胞是否进行正常的生理活动以及根据电荷差异进行蛋白质分离的电泳技术。对于环境科学和环境工程两个专业,在讲述时应侧重讲述物理化学的基本原理在环境污染治理方面的应用,如在讲述电化学时侧重讲述利用电解法对污水进行治理,尤其是对造纸废水的处理。于食品科学专业而言,由于学时较短,故将教学内容集中在热力学和动力学两个部分,未对电化学部分讲授。在讲授过程中则应引导学生探究食品加工、储存、发酵和生成过程中的化学变化(如酶促褐变、美拉德反应)的热力学和动力学问题。

3 激发学生兴趣

“知之者不如好之者,好之者不如乐之者”,兴趣是最好的老师,激发学生兴趣在物理化学教学质量的提升过程中显得尤为重要^[4-5]。许多学生在物理化学的学习过程中普遍感到枯燥乏味,为了改变这方面的现状,在课堂教学中可从以下几方面讲授,激发学生兴趣:①在整个物理化学的发展历史中涌现了一大批著名化学家,如道尔顿(J. Dalton)、范特霍夫(J. H. Van't Hoff)、阿累尼乌斯(S. A. Arrhenius)、吉布斯(J. W. Gibbs)、麦克斯韦(J. C. Maxwell)、能斯特(W. H. Nernst)、范德华(J. D. van der Waals)、法拉第(M. Faraday)、奥斯特瓦尔德(F. W. Ostwald)等。在课堂上适当引入这些化学家的生平故事及光辉事迹不仅可以激励学生对科学事业的进取心,也可以激发他们对物理化学的学习兴趣。②讲述物理化学发展历史过程中的一些经典科学问题,例如对于热力学学习部分中的燃素说、石墨变为金刚石、永动机、“热寂说”等部分的讲述,一方面让学生体会在科学问题的研究过程中的曲折性,另一方面也可以通过这些问题深刻理解背后的物理化学知识,激发学生的探索精神。③介绍与物理化学相关的重大科研成果,包括荣获诺贝尔化学奖成果如渗透压定律、C14 年代测量法、飞秒化学、石墨烯、光合作用(“地球上最重要的化学反应”,其研究曾经 7 次获得诺贝尔化学奖^[6])、植物细胞膜上的水通道(2003 年诺贝尔化学奖)、“能源农场”(1961 年诺贝尔化学奖)等,以及荣获我国国家最高科技奖的成果,如石油化工催化剂(2007 年度度获奖者为闵恩泽院士)、高温合金材料和合金钢(2010 年度获奖者为师昌绪院士)、液氮温区高温超导体(2016 年度获奖者为赵忠贤院士)等。通过这些重大科研成果的介绍,可以让学生意识到许多重大的科学研究成果的理论基础也来源于物理化学基础知识,增强学生对学习物理化学课程的重视。④从林学和林业工作需要的角度举例子作为导语进行设问切入知识点,把抽象的概念原理以形象生动的方式引入课堂教学中,不仅可以吸引学生的注意力,而且可以便捷地让学生理解掌握实例背后的物理化学原理,同时了解物理化学的基本原理在林业工作方面的应用。在讲述稀溶液依数性部分可以列举如下例子:如关于渗透压定律的树木肥水灌溉管理需根据植物叶片渗透压的大小决定、盐碱地不适宜树木生长。通过实例的引入,可以让学生明白其实物理化学的概念原理与森林培育和生长息息相关,进一步激发学生的学习动力。

4 注重与其他学科的联系

在物理化学教学实践中应注重与其他学科的联系,如哲学、高等数学、大学物理和无机化学等。哲学在物理化学的基本概念及原理中虽未明确指出,但字里行间却流露出大量的哲学概念和思想。在基本概念中就有许多体现矛盾论中对立统一的哲学思想,如“可逆”和“非可逆”、“正反应”和“逆反应”、“平衡”和“非平衡态”、“充电”与“放电”。在对一些原理理解时,也有大量的哲学范畴,如“有限”和“无限”概念在理解熵增加原理时起到非常关键的作用,如果把宇宙空间看作有限空间,就会得出错误的“热寂说”。利用“无限”的哲学思想也可以准确地理解“可逆”和“准静态过程”。此外,还有“共性”与“个性”的概念,气体分子动理论处理的对象是大量分子的集合体,但却不能够预测个体分子的行为。哲学中关于“真理的相对性”表明任何真理都是有限制条件的,所以物理化学中的原理和公式均有严格的适用前提条件。在物理化学教学中对学生渗透哲学思想,不仅能加入人文情怀,还能够促进学生形成正确的辩证唯物主义世界观^[7]。

高等数学知识在物理化学许多公式推导中的重要作用不言而喻，如对于贯穿整个物理化学课程的微积分公式、全微分和偏微分的转换、偏微分的物理意义、不定积分和定积分、切线的斜率和微分的关系等。大学物理课程与物理化学在热力学部分具有部分重复的知识点，甚至一些热力学公式的推导过程都十分相似。物理化学研究的方法也多采用物理学研究方法，然后利用物理变化和化学变化的联系入手来探究化学变化的本质规律。在教学过程中，引导学生利用数学和物理知识来强化物理化学的学习。

无机化学与物理化学之间联系也非常紧密，许多化学反应原理均有相似处。当然，两者有着本质的区别，无机化学许多公式是直接或简单引证给出的，缺乏系统严谨的数学推导，而物理化学则更强调公式的推导及公式原理之间的本质内涵联系。在教学中，可以从学生已知的无机化学知识点切入物理化学基本原理的讲授，既可以节约时间，又有利于学生对知识点和巩固和拓展。

5 精讲基本概念

物理化学中的基本概念较为抽象，一开始学生普遍对基本概念学习不够深入。在教学过程中，要引导学生对基本概念的学习时不停留在定义表面，而需对基本概念深入理解，这不仅可以帮助他们对相关原理知识点的进一步学习和掌握，而且对训练其逻辑思维大有益处。

在物理化学教学过程中要精讲基本概念，让学生“吃透”概念的内涵外延。以贯穿整个物理化学课程的“状态函数”这个重要概念为例，要掌握这个基本概念，就需深刻理解状态函数的本质特征“状态函数的改变值只与过程的始态和末态相关，而与变化的具体途径无关”。这个特征有助于灵活拓宽求解各种物理化学变化过程的状态函数改变值的思路，如对于非可逆相变的状态函数的改变值求解可以设计成包含可逆相变的路径，还有对于 PVT 同时发生变化的熵变的计算，可以设计成固定 PVT 其中一个不变的若干途径进行计算。此外，还有对于一些物理化学的公式推导过程中可以赋予特殊的条件使问题简化，但是对于推导出来的公式，又可根据状态函数的本质特征把这些赋予的条件去掉。以理想气体内能改变 (ΔU) 和焓变 (ΔH) 的计算公式 ($\Delta U = C_V \Delta T$, $\Delta H = C_p \Delta T$) 为例，它们是通过恒容热容 (C_V)、恒压热容 (C_p) 的偏微分定义式进行积分后推导出的，即在推导过程中分别引入了等容和等压条件，但在使用的前提过程中却不局限于这两个过程。

在教学实践中，可以采用类比方法讲授较为抽象的基本概念，如许多学生在学习化学势概念往往较难理解，此时在讲解时需将化学势与水势、电势相类比，就容易理解化学势的概念，以及用化学势判断化学变化的方向。另外，物理化学中的基本概念相互之间有密切关联，可以使用联系对比的讲授方法加深学生对基本概念的深刻理解。这方面的例子很多，如在化学热力学中“熵”和“热温熵”、“可逆过程”和“准静态过程”，多组分热力学中的“偏摩尔量”和“化学势”，相平衡中的“物系点”和“相点”，化学平衡中的“标准平衡常数”和“反应商”，电化学中的“原电池”和“电解池”，动力学中的“连续反应”和“链反应”。

除此之外，在讲述物理化学中的基本概念时可以采用正误辨析方法进行讲授。以化学动力学部分为例，基元反应、具有简单级数的反应、反应级数和反应分子数这几个基本概念可以采用下列一连串的问题互动式的教学方法进行正误辨析：

【问】是否只有基元反应才有反应级数？

【答】否，复杂反应也有反应级数。

【问】是否所有的化学反应都有反应级数？

【答】否，只有速率方程式有 $r = kC^n$ 形式的化学反应才有反应级数。

【问】对于基元反应，反应分子数和反应级数是否相等？

【答】是。

【问】具有简单级数的反应一定是基元反应吗？

【答】具有简单级数的反应不一定是基元反应,但基元反应一定具有简单的反应级数.

【问】反应级数的取值如何?

【答】反应级数可以为整数,也可以为分数,也可以为零和负数.

【问】零级反应是基元反应吗?

【答】不是,基元反应的反应级数只能为 1,2,3.

6 分层次公式教学

物理化学中公式繁多,特别是刚开始学习的热力学部分,如果学生不能较好地掌握这些公式,就会严重挫伤学习的积极主动性.在教学实践中,笔者将物理化学公式的教学分为 3 个层次:记忆层次、内涵深挖层次和灵活运用层次.

在记忆层次方面,物理化学的公式不能靠死记硬背,许多公式其实有内在紧密的联系,在教学过程中教师应引导学生掌握公式的内在规律,从而采用理解记忆法来巧记公式^[8-9].以热力学函数公式为例,可以采用热力学函数中的特性函数($U = f(S, V)$, $H = f(S, P)$, $A = f(T, V)$, $G = f(T, P)$)中的 TS 、 PV 搭配来对各个热力学函数关系式进行记忆:

$$dU = TdS - PdV \quad (1)$$

$$dH = TdS + VdP \quad (2)$$

$$dA = -SdT - PdV \quad (3)$$

$$dG = -SdT + VdP \quad (4)$$

在公式(1)–(4)中,为了公式中出现的正负号记忆准确,将 TS 、 PV 搭配具体为 $dT \rightarrow -S$, $dS \rightarrow T$, $dP \rightarrow V$, $dV \rightarrow -P$, 这个搭配仍然适用于对上面这组公式进行偏微分后得到的热力学基本关系式,如对(1)式进行偏微分得到:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = T \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S = -P \quad (5)$$

当然要记住这组偏微分公式,还需记住左边的偏微分的组合规律,观察公式(5),不难发现左边偏微分公式的分母(S)和外下标(V)的物理量恰好是分子的特性函数($U = f(S, V)$),此时利用此规律就直接可以写出分子为 H, A, G 的几组偏微分公式了,达到了举一反三、触类旁通的效果.当然, TS, PV 搭配对于后面的 Maxwell 关系式同样适用,只是要注意正负号和偏微分的特点.

值得注意的是,在物理化学偏微分公式的教学实践中,许多同学容易把偏微分公式混淆使用,以分母和外下标分别为 T, P 的偏微分为例,如果分子不同则代表不同的偏微分公式:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = C_P \quad (6)$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T \quad (7)$$

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -S \quad (8)$$

公式(6)左边的偏微分其实就是恒压热容的定义式;公式(7)左边偏微分的特点是分子 V 和外下标 P 满足 PV 搭配,且分母 T 和外下标 P 满足 TP 特性函数搭配($G = f(T, P)$),所以是 Maxwell 关系式,按照交叉项满足 PV, TS 搭配的规律即可写出右边的偏微分;公式(8)左边的偏微分公式中分母 T 和外下标 P 恰好是分子 G 的 TP 特性函数,所以属于热力学基本关系式,即直接由分母 $dT \rightarrow -S$ 搭配得出右式.

此外,物理化学的公式中有大量公式在形式上非常类似,可以采用类比法来把形式类似的公式放在一起进行整组记忆,如 Clausius-Claperon 方程、Van't Hoff 方程和 Arrhenius 公式:

$$\ln P = -\frac{\Delta H}{RT} + I \quad (9)$$

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + I \quad (10)$$

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A \quad (11)$$

公式(9)和(10)中 I 为不定积分常数。

还有几组转化公式，如焓变(ΔH)和内能改变(ΔU)的转化关系式、恒压热效应(Q_p)和恒容反应热(Q_v)的转化关系式、压力经验平衡常数(K_p)和浓度经验平衡常数(K_c)的转化关系式，这些关系式均可以放在一起类比进行记忆。盖斯定律、多重平衡规则虽然在公式形式上并不相似，但由于他们处理的问题均为方程式的加减倍数组合，故在教学过程中也可以放在一起对比记忆。

当然，仅仅对公式停留在记忆的层次上是不够的，还需在记住公式的基础上对公式进行内涵深挖。对公式中的涉及的每个物理量的物理意义、量纲单位、公式使用的前提条件均需要深刻理解，尤其是对于应用前提条件应做到融汇贯通。对于前提条件一般也会涉及 3 个层面：系统层面、模型层面和过程层面。系统层面即“孤立系统”、“封闭系统”、“开放系统”，模型层面即“理想气体”、“理想溶液”、“可逆过程”、“可逆相变”、“可逆电动势”、“单组分”，过程层面即“恒温”、“恒压”、“恒容”、“恒熵”等。

在对公式记忆、内涵深挖层次的基础上，还要对公式能够灵活运用，对于一些典型例题习题要重在解题思路的讲解，达到融汇贯通的效果。对于物理化学公式中出现的状态函数时，也要注意对于广度性质和强度性质的区别和联系，依据广度性质除以总物质的量后可得到这些公式的摩尔量对应的强度性质公式，但注意强度性质的变量是不变的。许多学生在公式的转换过程中容易犯把温度和压力等强度性质变量除以总物质的量得到偏摩尔温度和偏摩尔压强这样的错误。对于公式的应用，不能生搬硬套，如关于活化能的求解，从 Arrhenius 公式的表面看，需知道两个温度的速率常数之比，但实际上求解过程中则可以用速率之比和完成反应的时间的反比替代速率常数之比。另外，物理化学中的公式大多数有定积分公式、不定积分公式和微分表达式 3 种形式，至于用哪种形式求解需要具体问题具体分析。

7 知识模块框架构建

物理化学涉及的知识点较多，知识点相互之间密切联系，在教学过程中不少学生没有把知识点进行前后联系，总觉得知识点的零散繁多，在教学过程中应该引导学生对知识模块框架的构建^[10]，有利于学生以知识模块的模式掌握物理化学知识，走出“只见树木不见森林”的学习困境，特别是学习完每一个章节后可以要求学生先把这章的知识模块框架图画出来，然后教师再进行总结讲解，往往可以达到事半功倍的效果。以热力学部分为例，关于求算标准压力下非 298 K 的温度的化学反应的标准摩尔 Gibbs 函数的变化($\Delta_r G_m(T)$)是一个重要的知识模块，其知识模块框架见图 1，这里面涉及的基本概念(标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓)、原理(化学反应等温式、基尔霍夫定律)、公式(Van't Hoff 方程、Gibbs-Helmholtz 公式)较多，不仅压缩了课本几十页的内容，而且训练了学生的归纳和发散思维。在林产化工实践中， $\Delta_r G_m(T)$ 用来判断反应体系中多条反应路径的反应可能性，例如对于木材胶粘剂的合成反应体系中有许多复杂的反应路线，那可以先求算出每条路径的 $\Delta_r G_m(T)$ ，然后以此为依据判断出反应的可能性。

类似地，在电化学部分中以电动势(E)为核心也可以构建出的知识模块(图 2)，所涉及的知识点包括电极、电池符号及反应的书写，这时引导学生对于三类电极的回顾；对消法测定电动势中的标准电池(韦斯顿电池)、参比电极(饱和甘汞电极)，可以进一步拓展出参比电极的分类；关于电动势计算主要包含 Nernst 方程计算和热力学函数的计算；还有关于电动势产生的机理，其中对于双电层模型(Stern 模型、紧密层、扩散层)的认识和探究。这些知识点不断拓宽，就可以以点带面地把整个电化学部分的知识点串联起来，形成网络状的知识结构。

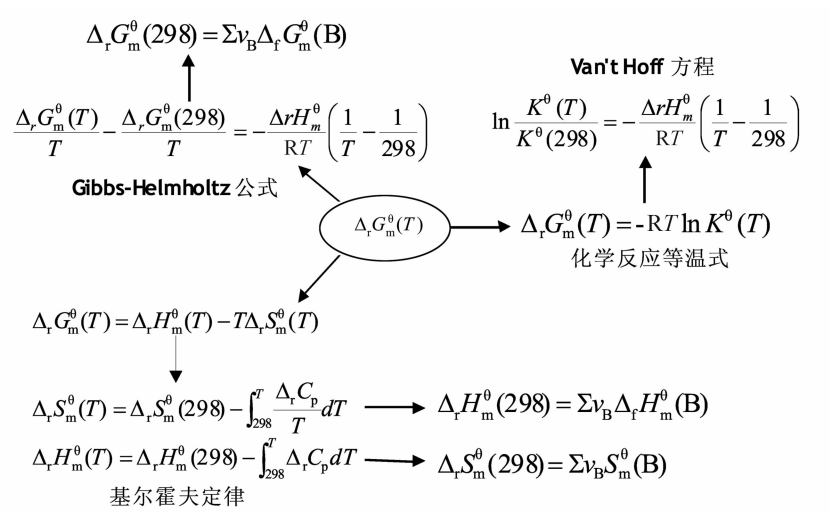


图 1 以 $\Delta_r G_m^\circ(T)$ 为核心的知识模块框架

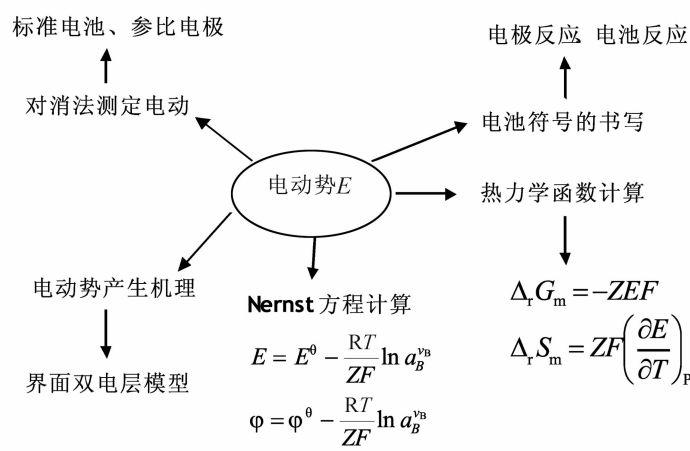


图 2 以电动势(E)为核心的知识模块框架

在动力学部分中可以以活化能(E_a)为关键点进行知识模块框架构建(图 3),所包含的知识点包含了 3 个主分支,即基元反应的活化能、复杂反应的活化能和 Arrhenius 公式.对于基元反应的活化能具有明确的物理意义,可以从碰撞理论和过渡态理论进行解释.对于复杂反应的活化能是多个基元反应活化能的线性组合,故需要对复杂反应进行速率方程式的推导,进一步分支为稳态近似法和平衡假设.

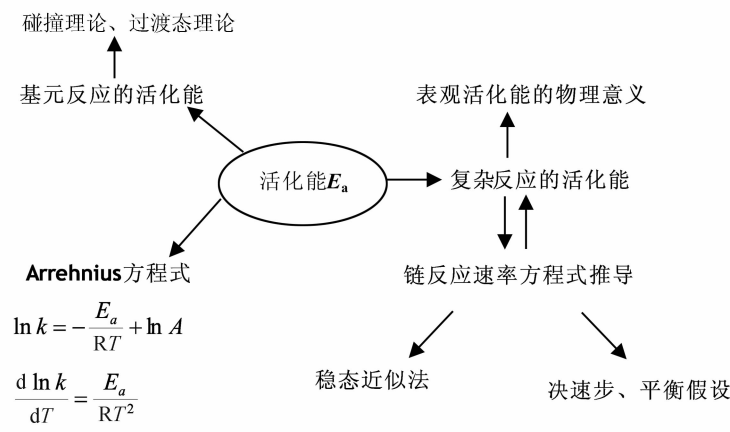


图 3 以活化能(E_a)为核心的知识模块框架

通过这些知识模块的教学,可以使学生系统地以将课本许多内容进行压缩提炼,直观地了解知识脉络

结构和各知识点的联系,加深学生对课程内容的记忆.

8 科研创新思维模式的培养

物理化学的基本概念、公式、原理等无不渗透着大量的科研思维,在教学实践中,应该注重对学生科研创新思维的培养^[1].首先,引导学生学习借鉴物理化学中“提出科学问题”的科研思维,物理化学研究的对象涵盖了自然界中所有的物理化学变化,面对这些繁杂的变化是如何提出科学问题?物理化学是从如下角度提出科学问题:整个自然界的任何物理变化和化学变化其实都是遵循着一定的规律,所有的变化的实质主要是质量和能量,在中学时代的化学主要强调的质量的变化,例如我们一提起就耳熟能详的质量守恒定律.在大学物理化学课程中则主要强调后者,即能量变化,能量变化中的能量转化与守恒定律,能量的转化研究则需要定义出许多的物理量,如5个热力学函数,这些物理量的单位均为J.物理化学研究的任务也是从纷杂的物理化学变化中总结归纳出来的,即方向和限度、速率和机理.

其次,在解决问题方面,为了抓住主要矛盾,提出了各种因素干扰较少的理想化模型,如“理想气体”、“理想溶液”、“完美晶体”、“可逆电池”、“基元反应”,这些模型的提出无不体现着模型化的科研思维.有了这些模型后,在此基础上可以进一步处理比较复杂的模型,如“非理想气体”、“非理想溶液”、“不可逆电池”、“复杂反应”.当然,在从简单模型到较复杂模型时处理问题的思路也是很值得学习的一个科研思维,如在理想模型的基础上引入活度因子或校正因子来处理非理想模型即可方便地处理问题,避免了复杂的数学拟合过程.此外,物理化学中的大多数状态函数没有绝对值,但在计算时需求解某个过程对应的改变值,此时需对物理概念深入理解后就可知绝大多数的物理量均设置了某个标准态,然后初始状态和末状态则均用了同一个标准态即可相减抵消,化学势、标准摩尔生成焓、标准摩尔生成 Gibbs 自由能的处理就是这方面的典型例子.在数据处理方面,对于物理量的处理中的不定积分公式,通过直线拟合求解出斜率、截距,进而求出物理量的方法,也是在教学要引导学生掌握的常见科研数据处理方法.

最后,在科研思维训练中要注意对于一些科学问题的机理探究,了解各个物理化学表面现象后的本质.如电化学教学中对于化学能是如何转化为电能,而且在转化过程中的机理问题,就非常值得深入研究.在电化学部分,双电层模型的科学史中,如何能够对于每个模型的特点进行探讨后,便会对科研思维的训练起到非常重要的作用.在动力学部分中的光化学机理部分,植物的光合作用中利用光合色素把 CO_2 和 H_2O 转化成有机物并释放出 O_2 ,豆科植物的固氮作用机理为根部的根瘤菌可以把空气中的 N_2 还原成 NH_3 .

9 结 语

针对林业院校物理化学教学中存在的问题,结合不同专业的特点,从精选教材、优化教学内容、激发学生兴趣、注重与其他学科的联系、精讲基本概念、分层次公式教学、知识模块框架构建和科研创新思维模式培养几个方面入手进行教学实践,取得了较好的教学效果,学生学习物理化学的积极主动性不断增强,考试成绩的及格率也不断提升,物理化学课程也受到了普遍好评和欢迎.当然,教育质量的提升还任重而道远,只有不断地进行教学探索与实践,付出不懈的努力,才能充分发挥物理化学课程在培养林学高层次人才中的作用.

参考文献:

- [1] 沈文霞,姚天扬,傅献彩.努力提高物理化学课的教学质量[J].大学化学,1991,6(2):11—13.
- [2] 傅献彩,沈文霞,姚天扬,等.物理化学[M].5版.北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 杜凤沛,高丕英,沈明.简明物理化学[M].2版.北京:高等教育出版社,2009.
- [4] 张卉,周益明,李晓东,等.激发学习兴趣,引领学生走进物理化学[J].大学化学,2016,31(12):36—40.
- [5] 王女.物理化学教学中培养学生兴趣的实践与思考[J].广州化工,2016(12):220—221.

- [6] 姜国庆. 光合作用与诺贝尔化学奖 [J]. 化学教育, 2006, 12(8): 8—10.
- [7] 张 丹, 李君华. 浅析物理化学教学中的哲学思想与应用 [J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2016(2): 115—116.
- [8] 薛永强. 物理化学一些公式相似的解释 [J]. 化学通报, 1991(7): 37—40.
- [9] 马天慧, 贾林艳, 邵长斌, 等. 普通高校物理化学教学改革的探索和实践 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(7): 157—162.
- [10] 陈亚苟, 宁请茹. 思维导图在物理化学教学中的应用 [J]. 大学化学, 2017, 32(3): 24—29.
- [11] 张丽丹, 贾建光, 马丽景, 等. 基于创新人才培养的工科物理化学教学改革与实践 [J]. 中国大学教学, 2012(6): 42—44.

Practice to Improve Teaching Quality for Curriculum of Physical Chemistry in Forestry Universities and Colleges

LI Xiang-hong

College of Chemical Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China

Abstract: *Physical Chemistry* is an important compulsory curriculum for bachelor students with specialty in applied chemistry, chemical industry of forestry products, chemical biology, environmental science, environmental engineering, food science, etc. in universities and colleges. The basic principles of *Physical Chemistry* are widely used in many areas in forestry. The curriculum of *Physical Chemistry* plays an important role in training high level talents in the field of forestry. In the process of teaching practice, it is difficult for the bachelor students to grasp the knowledge well. In order to solve the problem during the teaching process, the teaching practice are proposed based on the instruction of teaching reform in forestry universities and colleges, and my teaching experience over ten years. The teaching practice includes choosing textbook with more considerations, optimize teaching content, stimulating students interest, focusing on the links with other disciplines, concise explanation of basic concepts, hierarchical formula teaching, building knowledge framework and cultivation of scientific research innovation thinking mode.

Key words: *Physical Chemistry*; teaching quality; teaching practice; forestry universities and colleges

责任编辑 潘春燕