



如何进行**翻转课堂**设计?
如何开设**一门MOOC**?
怎么学好**生物化学**?

生物化学教学设计 与高效学习

冀芦沙 曹雪松 郭尚敬 主编



科学出版社

生物化学教学设计与高效学习

冀芦沙 曹雪松 郭尚敬 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

如何教好、学好生物化学? 如何进行翻转课堂、MOOC 设计?

本书是编者团队依托生物化学课程翻转课堂教学而设计的一部教学辅助参考书。本书结构体系围绕本书编者所著《生物化学精要》教材的章节框架,以生物化学课程章节的难点为选题点,设计了 36 个主题,内容囊括了生物化学课程的重要章节。本书旨在以翻转课堂的教学形式,引入现代生物学前沿知识与诺贝尔奖获得者的案例,用生物化学原理分析问题,将科研与教学相结合。在体例上将教学设计表格化,适应理科生的逻辑思维方式;课程内容问题化,以问题的形式启发思维;课程参考文献化,每个主题设计都有国内外最新的参考文献和教材出处,使教学过程有据可查。全书内容主题适合高年级本科生或高校研究生从事生物化学的学习,有助于学生将生物化学的研究成果、逻辑思维和研究方法渗透到本专业的研究之中,以充实专业研究内容、开拓新的研究领域。本书配有齐备的在线开放课程资源,可登录 www.coursegate.cn 浏览学习。

本书适合生物学、农学、化学、制药、材料、环境、医学、药学、食品等有关专业本科生学习,也可作为相关专业研究生及科研和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学教学设计与高效学习 / 冀芦沙, 曹雪松, 郭尚敬主编. —北京: 科学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-03-055894-7

I. ①生… II. ①冀… ②曹… ③郭… III. ①生物化学-教学设计
IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 306268 号

责任编辑: 刘 畅 / 责任校对: 王晓茜

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018 年 4 月第一次印刷 印张: 10 1/4

字数: 206 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《生物化学教学设计与高效学习》编委会名单

主 编 冀芦沙 曹雪松 郭尚敬

副主编 张 扬 王圣惠 褚鹏飞 范树泉

参 编 (按姓氏笔画排序)

王晓云 王琪琳 齐胜东 闫 康

李 菡 李燕洁 赵 欣 贾泽峰

郭恒俊

前 言

随着互联网与高等教育结合的大规模开放在线课程——慕课（massive open online course, MOOC）在世界高等教育领域的迅猛发展，国家着力推动我国大规模开放的在线课程建设走上具有中国特色的可持续发展道路，为高校师生和社会大众提供更多优质课程资源和学习服务。本书是聊城大学生命科学学院生物化学教学团队在我国 MOOC 混合课程建设模式和教学方法研究的基础上，整合优质的线上教育资源和线下教师，围绕生物科学类专业的培养目标，结合后续课程和本专业本科生考取研究生的需要，围绕实际生活对知识、能力和素质的要求，合理取舍生物化学教学内容，确定教学模块。根据教学内容，采用翻转课堂形式，以任务驱动、项目导向等教学方法和多媒体等教学手段，将基础理论与前沿知识进行对接。

本书主要围绕编者主编的《生物化学精要》（书号：978-7-03-052412-6）教材中“第一篇生物大分子的结构与功能；第二篇物质代谢及其调节；第三篇基因信息的传递；第四篇物质运输与细胞信号转导”四个篇章，设计 36 个教学专题。学生通过系统生物化学训练，不但能掌握生物化学基本科学素养，而且可以锻炼灵活运用本门知识解决其他问题的能力。通过介绍生活实例及学科前沿，从中感受到生物化学的奇妙与乐趣。

本书主要有以下三个特点。

（一）教学内容专题化

基本理论知识“模块”化学习，其中生物大分子的结构与功能主要为解决基础生物化学课程中知识难点问题设立专题，分析解决课程重难点。物质代谢及调节模块主要从生物实际出发，围绕实际案例结合生物化学原理进行分析，激发学生学习兴趣。遗传信息传递模块围绕遗传物质信息传递过程，结合诺贝尔奖得奖原理确立内容专题，用生物化学原理解析诺贝尔奖。生物化学前沿知识模块围绕学科最新的研究进展，用生物化学原理分析学科前沿。

（二）教学设计结构化

本书以教学设计形式编写，目的是为同行业内教师提供一个参考版本，在教

学设计的选择上更直观。教学主题明确，重点和难点突出，教学过程设计结构清晰，学生通过参与课程学习，加强心理认知规律和知识结构化、框架化、网络化训练，提高分析问题、解决问题的综合能力。

（三）教学方式问题化

教学方式以问题为导向，结合生物学探究性教学方式，培养学生发现问题、提出问题、分析问题、设计实验、得出结论的生物学科学素养。学生通过学习本课程，能培养认真、严谨、创新的科学作风和良好的科学探索精神，同时提高逻辑思维能力和对生物化学研究的兴趣。学生可养成对科学的认真态度及拥有努力攀登科学技术高峰的积极进取精神。

本书得到了山东省本科教学改革研究立项项目面上项目“《生物化学》在线课程建设”（K2016M029）、“山东省自然科学基金面上项目”（ZR2017CM009）、山东省研究生教育优质课程建设项目“高级生物化学”（鲁学位〔2017〕1号）的支持。

本书结合了科学出版社中科云教育平台线上课程“（高级）生物化学”，以方便教师教学和学生自学，可登录 www.coursegate.cn 访问学习。

欢迎广大读者关注并使用本书，并提出宝贵意见。

编 者

2018年3月

目 录

前言

学时一	蛋白质结构中原子间相互作用方式	1
学时二	朊病毒及其致病机理	5
学时三	蛋白质结构与功能的关系	9
学时四	血红蛋白结构与功能	14
学时五	绿色荧光蛋白的开发及应用	18
学时六	遗传物质本质的探究	21
学时七	基因表达沉默技术	26
学时八	DNA 测序技术教学设计	30
学时九	核酶	34
学时十	酶的结构与功能	38
学时十一	胰凝乳蛋白酶	42
学时十二	酶的竞争性抑制	46
学时十三	蛋白质的 <i>N</i> -糖基化	50
学时十四	蛋白质的 <i>O</i> -糖基化	54
学时十五	糖酵解途径	59
学时十六	三羧酸循环	64
学时十七	胰岛素及其受体	68
学时十八	甘油三酯代谢	73
学时十九	酮体的生成和利用	78
学时二十	泛素介导的蛋白质降解途径	82
学时二十一	尿素循环	86
学时二十二	NO 信号分子对心脑血管的作用机制	90
学时二十三	氧化磷酸化偶联机制	94
学时二十四	线粒体内膜上 ATP 的合成问题	98
学时二十五	物质代谢的相互联系	103
学时二十六	真核生物末端的复制问题	107
学时二十七	真核生物的转录加工	112
学时二十八	原核生物转录终止机制教学设计	117
学时二十九	核糖体的结构和功能	120

学时三十	肽链的生物合成	126
学时三十一	操纵子调控模型	130
学时三十二	G 蛋白偶联受体	134
学时三十三	植物激素的信号转导模式	138
学时三十四	细胞自噬	143
学时三十五	诱导多能干细胞的贡献	147
学时三十六	基因编辑技术	151

学时一 蛋白质结构中原子间相互作用方式

课时来源	第一章 蛋白质生物化学
教学内容	1. 氨基酸是组成蛋白质的基本单位 2. 蛋白质结构中原子间相互作用方式
教学目的	1. 掌握稳定蛋白质三维结构的作用力 2. 明确蛋白质侧链基团间的作用力是维持蛋白质空间构象的基础
设计思想	为什么自然界中的生物是丰富多彩、千姿百态的？是哪些物质决定这些生物功能多样性呢？蛋白质是生命活动的执行者，它是生物体内分布最广、含量最为丰富、功能最全的生物大分子物质。因此，蛋白质生物化学的课程质量对于本门课程的教学效果至关重要 蛋白质生物化学的教学主要围绕以下两点：一是让学生了解关于以蛋白质为代表的生物大分子，大致学什么、怎么学，然后知道学完这一章节可以收获什么、提高什么；二是让学生爱上学习，进一步让其了解高级生物化学课程的学习思路和基本方法。为了进一步体现高级生物化学课程与基础生物化学课程的区别，在本章的各个教学环节设置中，除了基础生物化学中涉及的基本定义和主要内容外，还特意安排了基本内容延伸和串联环节，增加了实用性内容。在课程设计上，通过高级生物化学中蛋白质结构相关基本理论的掌握，让学生结合 1~2 个精品案例进行生动说明，体现高级生物化学课程的实用性、科学性、前沿性和趣味性，提高学生的学习兴趣和探索精神 要达到这两个目标，重要的是简明扼要、清楚准确、深入浅出地介绍蛋白质生物化学的研究策略和方法，将所学的知识进行尽可能多的整合，培养学生整体思维和解决实际问题的能力。更重要的是，选择与生活实际联系的、有代表性的精品案例，既充满趣味和探究性，又充分体现生物化学的研究策略和研究方法
教学重点	基本知识点 1：氨基酸的类型和理化性质 基本知识点 2：稳定蛋白质三维结构作用力中的二硫键和疏水作用力

教学难点	案例分析中涉及的代表性的研究工作：稳定蛋白质三维结构的作用力 难点说明：稳定蛋白质三维结构的作用力是维持蛋白质空间结构的关键，蛋白质折叠过程的本质就是氨基酸残基侧链基团间次级键形成的过程，内容较为抽象，因此学生理解起来比较困难 解决方法：采用分析和归纳法。分析案例中组成头发的主要蛋白质类型，以及角蛋白是如何维持空间结构的。通过引入基础生物化学中二硫键的概念，逐步分析维持蛋白质空间结构作用力的类型。提出维持蛋白质三维结构的作用力是维持蛋白质空间结构的关键。逐个分析组成蛋白质的各种类型化学键的特点：肽键、二硫键、氢键、离子键、疏水键和范德瓦耳斯力 结合案例 1 和 2,着重分析维持蛋白质空间结构的化学键的本质就是氨基酸残基侧链基团间次级键的形成。那么这些化学键中哪些对于蛋白质空间结构的维持起到关键作用呢？结合案例 2，强调疏水作用力是稳定蛋白质三维结构的主要作用力
教学进程与方法手段	教学进程 1：重点介绍基础知识点，即组成人体蛋白质的常见 22 种氨基酸的理化性质和分子组成 课程导入：蛋白质是生命活动的执行者，聚成蛋白质的基本结构单位是氨基酸 课程讲授： 首先，展示蛋白质的分子结构是生物体蛋白质功能的基础。从分子组成总结，蛋白质基本组成单位是氨基酸 其次，通过概括和总结的方法介绍氨基酸的结构通式、氨基酸的分类和特性 在教学策略上，本节课主要强调一条多肽链上所有氨基酸序列固定的排列顺序，组成蛋白质的 22 种氨基酸之间相互串联形成蛋白质的一级结构——肽链 教学进程 2：在归纳和分析部分，突出不同化学键间的内在联系和共性，体现生物化学的贯穿性思维，加深学生的知识层次 课程导入：以常见的烫发现象的原理导入新课，将本节课内容与实际生活联系起来，引起学生兴趣 课程讲授： 在方法手段上，根据之前课程所学内容归纳维持蛋白质空间结构的化学键的键能和层次，逐个分析组成蛋白质的各种类型化学键的特点（肽键、二硫键、氢键、离子键、疏水作用力和范德瓦耳斯力）

教学进程与 方法手段	首先,通过图片展示,讲授共价键与非共价键,让学生掌握共价键与非共价键概念,在此基础上,介绍共价键与非共价键的几种类型,并对它们的键能进行对比,提出“次级键微弱但却是维持蛋白质三级结构中主要的作用力,原因何在?”的问题 其次,通过幻灯片展示,分别讲解二硫键、氢键、离子键、范德瓦耳斯力及疏水作用力。重点强调二硫键是维持蛋白质空间结构的主要作用力,并结合烫发强调蛋白质空间结构上二硫键的重要作用。以氢键是维持蛋白质二级结构的主要作用力为教学重点,通过对α螺旋结构中氢键形成,β折叠片层中氢键形成,β转角片层的氢键形成三方面进行介绍,使学生掌握氢键是维持蛋白质二级结构的主要作用力。明确疏水作用力是维持蛋白质三维空间结构的关键作用力 最后,以知识结构图形式对本节课所讲授内容加以总结,得出结构与功能相适应的特点,使学生对本节课的内容掌握更加透彻清晰
教学评价与 教学检测	题目 1: 组成人体毛发的蛋白质是什么? 烫发的原理又是什么 解题思路: 组成生物体毛发的蛋白质主要是角蛋白。烫发的方法主要是冷烫,物理性地将头发卷在不同直径与形状的卷芯上,在烫发水的作用下,大约有 45% 的二硫键被切断,而变成单硫键。这些单硫键在卷芯直径与形状的影响下,产生挤压而移位,并留下许多空隙。烫发水第二剂中的氧化剂进入发体后,在这些空隙中膨胀变大,使原来的单硫键无法回到原位,而与其他与之相邻的单硫键重新组成一组新的二硫键,使头发中原来的二硫键的角度产生变化,使头发永久变卷 培养学生运用知识的能力,联系生活实际理解知识 题目 2: 蛋白质中疏水作用力主要由何驱动? 疏水作用力与温度有何相关性? 并解释之 解题思路: 疏水作用其实并不是疏水基团之间有吸引力的缘故,而是疏水基团或疏水侧链出自避开水的需要而被迫接近。蛋白质溶液系统的熵增加是疏水作用的主要动力。当疏水化合物或基团进入水中,它周围的水分子将排列成刚性的有序结构,即所谓的笼形结构。疏水作用过程中排列有序的水分子被破坏,这部分水分子被排入自由水中,这样水的混乱度增加,即熵增加,因此疏水作用是熵驱动的自发过程

教学评价与 教学检测	疏水作用在生理温度范围内随温度升高而加强, 温度的升高与熵增加具有相同的效果, 但超过一定的温度后, 又趋减弱。因为超过这个温度, 疏水基团周围的水分子有序性降低, 所以有利于疏水基团进入水中 检查学生对疏水性作用力的理解与掌握, 培养学生系统掌握知识的能力及逻辑思维能力
学术拓展	1. 代表性生物化学研究工作 1: Garret RH, Grisham CM. 1995. Biochemistry. 4th ed. New York: Saunders College Publishing 其详细介绍了蛋白质的二级、三级和四级结构 2. 代表性生物化学研究工作 2: Mucherino A, Costantini S, Serafino DD, et al. 2008. Understanding the role of the topology in protein folding by computational inverse folding experiments. Computational Biology and Chemistry, 32 (4): 233-239 其详细介绍了蛋白质折叠的拓扑结构和功能 3. 代表性生物化学研究工作 3: Webster DM. 2000. Protein Structure Prediction-Methods and Protocols. New Jersey: Humana Press 其详细介绍了维持蛋白质空间结构的作用力 4. 推荐阅读文献: Wand AJ. 2001. Dynamic activation of protein function: A view emerging from NMR spectroscopy. Nature Structure Biology, 8: 926-931
主要参考文献	1. 王镜岩. 2002. 生物化学: 上册. 3 版. 北京: 高等教育出版社: 197-250 2. 马文丽. 2014. 生物化学. 2 版. 北京: 科学出版社: 3-21 3. 张丽萍, 杨建雄. 2015. 生物化学简明教程. 5 版. 北京: 高等教育出版社: 115-156 4. Nelson DL, Cox MM. 2008. Lehninger Principles of Biochemistry. 3rd ed. New York: Worth Publishers 5. Nelson DL, Cox MM. 2000. Lehninger 生物化学原理(中文版). 3 版. 周海梦, 昌增益, 江凡, 等译. 北京: 高等教育出版社: 134-169

学时二 朊病毒及其致病机理

课时来源	第一章 蛋白质生物化学
教学内容	1. 朊病毒的发现 2. 朊病毒的特征及其结构 3. 朊病毒的致病机理 4. 常见的朊病毒病及预防方法 5. 朊病毒发现的意义
教学目的	1. 掌握朊病毒的定义及特征 2. 掌握朊病毒的结构、转化及其致病机理 3. 了解常见的朊病毒病及预防方法
设计思想	本节课的教学内容是“蛋白质的性质与分离、分析技术”中的部分内容。在教学指导思想上，遵循以学生为主体的原则，在课程组织上充分考虑学生的学习兴趣、思维习惯和认知水平 本节课的教学主要围绕以下三点：一是掌握朊病毒的定义及特征，此部分内容要求学生知道朊病毒是一种蛋白质而不是病毒。二是掌握朊病毒的结构、转化及其致病机理，这部分内容是重点讲述内容。利用比较直观形象的图片先让学生对朊病毒的结构有一个直观的印象，再详细讲述其结构转化和致病机理，结合图片进行说明，可以让学生更好地理解结构与致病机理相适应这一生物学基本原理。三是了解常见的朊病毒病及其预防方法和生物学意义，说明生物学的研究是一直处于变化和进步过程中的，不是一成不变的，希望学生勇于开拓思想，取得更大的进步
教学重点	基本知识点 1：掌握朊病毒的定义及其特征 基本知识点 2：掌握朊病毒的结构和致病机理，培养结构与功能相适应的生物学思想

教学难点	1. 朊病毒的结构 难点说明：朊病毒蛋白有两种构象，即正常型 PrPc 和致病型 PrPsc，两者的主要区别在于空间构象上的差异。PrPsc 可胁迫 PrPc 转化为 PrPsc，实现自我复制，并产生病理效应。基因突变可导致细胞型 PrPc 中的 α 螺旋结构不稳定，至一定量时产生自发性转化，β 片层增加，最终变为 PrPsc 型，并通过多米诺效应倍增致病。学生对其结构之间转化的想象可能会存在困难，因此这是本节课的授课难点 解决方法：直观教学法。在课程中，利用直观形象的图片先让学生对朊病毒的结构有一个直观的印象，再借助图片详细讲述其结构转化过程 2. 朊病毒的致病机理 难点说明：朊病毒的致病机理过程复杂，涉及知识点较为抽象，因此是本节课的授课难点 解决方法：直观教学法和启发教学法相结合。通过从朊病毒对神经元细胞的病理效应入手，介绍朊病毒在神经元上的侵染过程并讲解每一步涉及的原理和知识
教学方法与教学策略	1. 根据本节课的知识特点，遵循以学生为主体的原则，在课程组织上充分考虑学生的学习兴趣、思维习惯和认知水平。用生活实例导入新课，讲授羊瘙痒症和疯牛病的病症和原因及给人类带来的影响，激发学生的学习欲望和提高学生学习兴趣 2. 利用图片展示朊病毒的形态并给出朊病毒的定义，引导学生初步认识朊病毒 3. 利用归纳概括法介绍基础知识点：朊病毒的五大主要特征，引导学生进一步加深对朊病毒的认识 4. 利用直观教学法讲解朊病毒的结构，为后面学习朊病毒结构的转化做铺垫。接着讲解科学家提出的关于朊病毒构象转化的两种假说，然后通过讲解朊病毒致病的过程图，使学生明白朊病毒的致病机理 5. 讲解朊病毒的预防措施，加强与生活实际的联系 6. 最后进行课堂小结，使学生从整体上把握本节课内容，建立完整的知识体系

教学评价与
教学检测

题目 1: 类病毒和朊病毒的区别

类病毒: 没有蛋白质外壳, 只有核苷酸构成的单链环状 DNA 或线性 RNA 分子

朊病毒: 只有蛋白质而无核酸的分子, 能侵入寄主细胞引起寄主中枢神经系统病变。疯牛病可能就是由朊病毒引起的, 但是朊病毒的叫法已经不科学了, 现在认为朊病毒是一类动物正常的蛋白质分子, 而且是必不可少的, 但是当它以另一种构型存在时, 就能引起动物的疾病如牛海绵状脑病, 而且这种异常的蛋白质分子本身还可以引起体内正常分子向异常分子转变, 因而就“繁殖”了

题目 2: 简述朊病毒的致病机理

朊病毒蛋白有两种构象: 正常型 PrPc 和致病型 PrPsc, 二者是异构体, 由同一染色体基因 *PRNP* 编码, 其氨基酸序列完全一致, 两者的分子质量均为 33~35kDa, 根本差别在于它们构象上的差异。复制机理: 致病型 PrPsc 蛋白, 可以作为“种子”, 诱发正常型 PrPc 蛋白转变为致病型

题目 3: 简述“朊病毒假说”

朊病毒假说: 1982 年普鲁宰纳提出了朊病毒致病的“蛋白质构象致病假说”, 后来魏斯曼等对其进行逐步完善。其要点如下: ①朊病毒蛋白有两种构象, 即细胞型 (正常型 PrPc) 和瘙痒型 (致病型 PrPsc)。两者的主要区别在于空间构象上的差异, PrPc 仅存在 α 螺旋, 而 PrPsc 有多个 β 折叠片层存在, 后者溶解度低, 且抗蛋白酶解。②PrPsc 可胁迫 PrPc 转化为 PrPsc, 实现自我复制, 并产生病理效应。③基因突变可导致细胞型 PrPc 中的 α 螺旋结构不稳定, 至一定量时产生自发性转化, β 折叠片层增加, 最终变为 PrPsc 型, 并获多米诺效应倍增致病

从这一假说我们可以知道: ①朊病毒是蛋白质, 没有我们通常认为是遗传物质的 DNA、RNA 等成分; ②与朊病毒相对应的是具有正常功能的蛋白质, 即朊病毒是正常功能的蛋白质空间结构变异所致

由于朊病毒并没有属于自己的遗传信息, 那么它的遗传信息必然来源于它的“宿主”的细胞核。因此, 朊病毒其实是“宿主”自身的遗传信息编码所形成的。编码朊病毒的遗传信息, 至少在细胞核的染色体基因中是相同的, 只是在多肽链形成后, 还要经过一系列的修饰过程, 一种可能是这些修饰过程中的一些过

教学评价与 教学检测	程出现错误，导致正常的蛋白质空间结构变异为异常的结构；另一种可能是这一修饰过程也没有出现错误，而是在正常的蛋白质形成后，由于外界因素导致正常蛋白质的变异，使之成为所谓的“朊病毒”
学术拓展	1. 代表性生物化学研究工作 1: Prusiner SB. 1997. Prion diseases and the BSE crisis. Science, 278 (5336): 245-251 其介绍了朊病毒病和疯牛病 2. 代表性生物化学研究工作 2: Cohen FE. 1999. Protein misfolding and prion diseases. Journal of Molecular Biology, 293 (2): 313 其介绍了蛋白质错误折叠和朊病毒病 3. 推荐阅读文献: Telling GC, Parchi P, Dearmond SJ, et al. 1996. Evidence for the conformation of the pathologic isoform of the prion protein enciphering and propagating prion diversity. Science, 274 (5295): 2079-2082
主要参考文献	1. 张丽萍，杨建雄. 2015. 生物化学简明教程. 5 版. 北京：高等教育出版社：9-43 2. 朱玉贤，李毅，郑晓峰，等. 2002. 现代分子生物学. 4 版. 北京：高等教育出版社：1-14 3. 赵德明. 2005. 动物传染性海绵状脑病研究进展. 中国畜牧兽医学会兽医病理学分会学术讨论会和中国病理生理学会动物病理生理专业委员会学术讨论会 4. 方元，陈莒平. 1997. 朊病毒与朊病毒病. 北京：中国农业出版社：25-137

学时三 蛋白质结构与功能的关系

课时来源	第一章 蛋白质生物化学
教学内容	1. 一级结构是空间构象的基础 2. 一级结构相似的蛋白质具有相似的高级结构与功能 3. 蛋白质高级结构改变与功能关系 4. 蛋白质构象提供重要的生物进化信息
教学目的	1. 掌握一级结构是空间构象的基础 2. 明确蛋白质构象改变可引起生物学疾病
设计思想	对本节课内容的学习须注意加强前后联系，如第一节介绍了组成蛋白质的基本单位，即氨基酸的结构和分类及其理化性质，这是后面章节内容的基础，因此在开始新课前有必要对前次课的内容做一简要的回顾 本节课的教学主要围绕以下两点：一是蛋白质一级结构是空间构象与功能的基础，如以诺贝尔奖得主 Anfinsen 的牛胰核糖核酸酶变性和复性实验及我国科研工作者人工合成牛胰岛素晶体的实践，引出“一级结构是空间构象的基础”这个知识点；二是以不同哺乳动物胰岛素氨基酸序列的差异这个例子，引出“一级结构相似的蛋白质具有相似的空间构象与功能”这个知识点；结合镰状细胞贫血案例，穿插图片和动画，分析其发病原因，引出“蛋白质的关键氨基酸序列改变可引起疾病”这个知识点 在实施整合式生物化学教学进程中，教师通过案例 1（诺贝尔奖得主 Anfinsen 的牛胰核糖核酸酶变性和复性实验），提出与生物化学相关的问题，然后步步设疑，由浅入深地引导、启发学生，使学生学会运用实验思维解决问题。教师通过案例 2（分子病），了解临床案例，并进一步分析。蛋白质一级结构中起关键作用的氨基酸残基的改变可引起镰状细胞贫血。所以，在学习本学时学生要多联系实际，而不必刻意死背条文，真正做到融会贯通，这样既可加深对理论的理解，也有助于在实践中的应用。教师在