

江苏省生物化学学会通讯

# 生化教学习题集



一九九三年十月

3

内容简介 本习题集是根据国内现用的几本医学生物化学教材主要内容、由十所医学院校生化教研室供稿和参考国内外一些生化习题资料,以密切联系教学为宗旨编写而成。全书按教学章序分为十四章(包括教学实验部分),各章后均附参考答案。本习题集适用于五年制在学的医学本科生,对医学各专业大专生和对同等修业要求的自学生在学习生化时也具有参考和使用价值。

### 为本习题集撰稿作者名单

姚 玥 蒋 滢 徐文萍 陆任云 黄钦田 赵鼎吕 胡梅清  
徐 蘅 丁昌玉 余之彭 蒋秉坤 张光毅 汤秀玉(实验)  
黄诒森 魏 涌 程嘉瑾 张鉴棠(实验) 朱志义 林厚怡  
刘继林 钱 晖 黄如彬 吕灿群 毕符勇

《生化教学复习题解》第二版部分作者  
(第二版题目有些仍被采用者)名录

李新荣 陈丙莺 陈育英 杭可强 龚志明  
(与本习题集作者相同者未列入)

沈士弼教授审阅

耳闻之，不如目见之，  
目见之，不如足践之。

(汉·刘向《说苑·政理》)

## 前 言

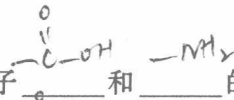
### 一、意旨

课堂教学是知识传授过程中最根本的环节。在教学中，学生若能在听课、实验和课外复习的基础上，再进行一些必要的习题练习，将不仅能加深理解所学知识，而且还能培养独立思考、分析综合和解决实际问题的能力，从而使学习收到事半功倍的效果。解题需要思考，思考能把学习引向深入、增加学习兴趣和加强时间紧迫感。只学而不思考，就会懈怠、浅尝辄止；但只是苦思冥想而不开拓学习加以求证，则亦会导致迷惘、失去重点，结果如堕烟海。故此，“学而不思则罔，思而不学则殆”这句《论语》中的名言，也就倍受古今‘勤学’论说者所推崇。

同学在校学得的理论知识较多，但很少有机会通过自己实践来获得直接经验。解题是一种自我测试，可考查自己所学知识至少是否能在书面上得以灵活运用。通过解题可以发挥独特见解，借此可以表达自己才略。经常进行习作锻炼是透彻地领悟知识以达融会贯通的一条切实可行而又有效的途径。

### 二、选题及编辑说明

本习题集本着结合理论及实验教学的意旨进行选题，因而它在编辑上与一般“题解书”有所不同，其主要特点是：(1)



2. 氨基酸分子 羧基 和 氨基 的解离取决于溶液的 pH, 在酸性溶液中 羧基 的解离被抑制, 在碱性溶液中 氨基 的解离被抑制; 氨基酸的等电点 (pI) 是指 溶液中的氨基酸净电荷为 0 时的溶液的 pH 值。

3. 用对或错填写下列横线, 如错, 试简述其理由。

(1) 当  $[H^+]$  略高于生理条件时 (如 pH 7), His 异吡唑基中之  $=N^-$  就可变成  $=N^+H-$ , 即有缓冲的作用, 对。

指明了基团无 (2) 通常把 Trp 和 Met 分在非极性 R 一类中, 故吡啶环中的 N 及  $CH_3-S-$  中 S 皆无极性, 错。

(3) 肽主干链中能够旋转的是  $\alpha C$  所形成的单键, 对。

错 (4) 在 pH 7 时 Lys 被一种带负电荷的树脂结合可以被低于 pH 7 的缓冲液洗掉, 错。  
错 与  $NH_2$  比较强, 须用 pH 值较高的缓冲液洗掉。

(5) Trp 和 Tyr 在 280nm 处有最大紫外线吸收峰, 对。

4. 填写以下空线说明脯氨酸 (Pro) 的三个特点。

(1) 与茚三酮反应产生 紫 色。

对 (2) 它是一种 亚 氨基酸。

(3) 在  $\alpha$ -螺旋行进中出现时, 可使螺旋 破坏或打弯。

对 (5) 利用计算氨基酸 pI 的公式, 根据附表中的数据, 计算出 Lys 的 pI 为 9.75, Ala 的 pI 为 6。

6. 比较下表中肽和相应 AA 的 pK 值, 可以得出的结论是: (1) 肽的  $pK_1$  > AA 的  $pK_1$ ; (2) 肽的  $pK_2$  < AA 的

9. 蛋白质分子的二级结构可有下列几种构象形式,即  $\alpha$ -螺旋、 $\beta$ -片层、 $\beta$ -转角及不规则卷曲。此外,胶原蛋白中的三股螺旋形式也有人把它看成是二级结构状态。

10.  $\alpha$ -螺旋的结构特点是:(1)螺旋盘旋手性 右手螺旋; (2)螺距为 0.54 nm; (3)一圈中含 AA 残基数为 3.6; 每残基沿轴上升 0.15 nm; (4)螺旋圈与圈之间靠 氢键 连接而稳定; (5)螺旋中 R 伸向 圈的外侧。

11.  $\beta$ -片层(或 $\beta$ -折叠)结构的特点有:(1)肽段伸展呈 锯齿状; (2)并行的 2 条或 2 条以上这样的肽段通过 氢键 连接而构成的结构称为  $\beta$ -片层; (3)平行排列的 2 个或数个肽段; N-端处于同一端的称为 顺向平行, N-端处于不同端的称为 反向平行; (4)氨基酸的 R 基团伸向 肽键 方。

12. 一般地说,具有生物功能的蛋白质或酶,其分子至少要有 二级结构; 蛋白质分子或亚基的三级结构是在具有 二级结构的基础上经进一步 盘曲 和以 次级键 维系而形成。

13. 填空比较  $\alpha$ -螺旋和  $\beta$ -折叠两种构象主要的不同点。

比较点	$\alpha$ -螺旋	$\beta$ -折叠
1. 多肽链形状	棒状	片层状 <del>片层状</del> 平行折叠
2. 构象状态	紧密盘绕	伸展呈锯齿状
3. 氢键位处	$\text{NH}_i$ 与 $\text{CO}_{i+4}$ 之间	链间氢键
4. 升高一 aa 高度 (nm)	0.15	0.35
5. 典型例子	$\alpha$ -角蛋白	丝心蛋白

链内氢键

## 二. 选择题

### (一) A 型题

1. 在 20 种 AA 中于生理 pH 下只有 His 有较好的缓冲作用，因为： pI = 7.6

- A. 整个分子不带任何电荷
- B.  $pI = 7.59$
- C.  $\alpha\text{-COOH}$   $pK_1 = 1.82$
- D.  $\alpha\text{-NH}_2$   $pK_2 = 9.17$
- E. 异吡唑基  $pK_3 = 6.0$

2. 从 N 端测定小肽 AA 顺序最好的方法是选用：

- B. A. FDNB 法 (2,4-二硝基氟苯法)
- B. DNS-Cl 法 (二甲氨基萘磺酰氯或称丹磺酰氯法)
- C. 氨肽酶法
- D. PITC 法 (异硫氰酸苯酯法)

8) 下列是胰岛素一级结构的主要特点,但错误的一点是:

- C
- A. 有 A、B 两链共含 51 个 aa
  - B. 两链间有二条二硫键 *A 链之间 - 了*
  - C. A 链 N 端 1-4 个 aa 与活性无关
  - D. 各 aa 在链中都有一定的位次
  - E. 不同来源的胰岛素一级结构相似

9. 下列关于肽键的描述,哪项是错误的:

- e
- A. 肽键是由一 AA 的  $\alpha$ -COOH 与另一 AA 之  $\alpha$ -NH<sub>2</sub> 脱水生成
  - B.  $-C=O$  上的氧与  $-NH$  的氢呈反式存在
  - C. 肽键可自由旋转,因其为典型的单键
  - D. 肽键只能水解而不能电离
  - E. 肽键的各原子处在同一平面

10. 存在于蛋白质分子中的下列结合力哪项不是次级键:

- A
- A. 肽键
  - B. 氢键
  - C. 盐键
  - D. 疏水作用
  - E. 二硫键

(11) 为了简明,假设一反应器中仅含有 4 分子血红蛋白和 4 分子氧(O<sub>2</sub>),并且 4O<sub>2</sub> 全部被血红蛋白结合,你认为以下哪一种结合方式是合理的: *正排同位*

- C
- A. 4HbO<sub>2</sub> (每分子 Hb 都结合了 1 分子氧)
  - B. 2Hb(O<sub>2</sub>)<sub>2</sub> + 2Hb (未结合 O<sub>2</sub> 的 Hb)
  - C. Hb(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub> + 3Hb
  - D. Hb(O<sub>2</sub>)<sub>3</sub> + HbO<sub>2</sub> + 2Hb

E.  $\text{Hb}(\text{O}_2)_2 + 2\text{HbO}_2 + \text{Hb}$

12. 下列因素除哪项外皆干扰或破坏  $\alpha$ -螺旋的形成:

A. 大的 R 集中排列

B. Glu 和/或 Asp 集中排列

C. Arg 和/或 Lys 集中排列

D. 分子内氢键的形成

E. 脯氨酸的出现

↑  
链内氢键 } 破坏  
疏基堆积力 }

(二) K 型题

1. 可用下列哪些公式来计算 20 种 AA 的等电点(pI)?

(1)  $\text{pK}_1 + \text{pK}_2 / 2$

(2)  $\text{pK}_1 + \text{pK}_3 / 2$

(3)  $\text{pK}_2 + \text{pK}_3 / 2$

(4)  $\text{pK}_1 + \text{pK}_3 + \text{pK}_3 / 3$

2. 存在于蛋白质中的下列 AA, 哪些是肽链合成后的修饰物?

(1) 异亮氨酸 (2)  $\gamma$ -羧基谷氨酸

(3) 苏氨酸 (4) 羟脯氨酸

3. 下列关于蛋白质结构的叙述, 哪些是正确的?

(1) 链内二硫键在决定蛋白质的构象方面并不是关键的

(2) 带电荷的氨基酸侧链常在外表, 面向水相

(3) 蛋白质一级结构决定其高级结构

(4) 蛋白质空间结构基本上都是以次级键维系而稳定

4. 含铁卟啉辅基的结合蛋白质有

(1) 血红蛋白(Hb)

(2) 肌红蛋白(Mb)

(3) 过氧化氢酶

(4) 铁蛋白



A. 123 B. 13 C. 24 D. 4 E. 1234

5. 关于蛋白质的四级结构哪点正确

- ↓
- (1) 一条多肽链经多次折叠或盘曲
  - (2) 含有辅基的蛋白质
  - (3) 主要以共价键连结的二个或二个以上的亚基
  - (4) 以次级键连结的二个或二个以上亚基

E6. 蛋白质变性的原因和结果是

- 1234
- (1) 次级键断裂导致空间结构破坏
  - (2) 分子散乱疏水基团暴露溶解度降低
  - (3) 生物活性丧失
  - (4) 立即去除变性因素多数情况下能逆转

7. 下列氨基酸的缩写形式哪些正确

- i 3
- (1) 天冬氨酸——Asp
  - (2) 酪氨酸——Phe
  - (3) 谷氨酸——Glu
  - (4) 甘氨酸——Ala Gly

8. 关于蛋白质的变性与沉淀以下哪些正确

- 1234
- (1) 变性的蛋白质易于沉淀 ✓
  - (2) 沉淀的蛋白质不一定变性 ✓
  - (3) 蛋白质的沉淀往往是可逆的 ✓
  - (4) 蛋白质在强酸或强碱中变性并不沉淀 ✓

变性因素: 物理: 紫外线, 热声  
化学: 强酸, 强碱, 有机溶剂

### 三、名词解释

1. 氨基酸残基
2. 肽键(酰胺)平面
3. 紫外吸收法测定蛋白质
4. 透析
5. 蛋白质的变性作用
6. Svedberg 单位(S)

### 四、问答题

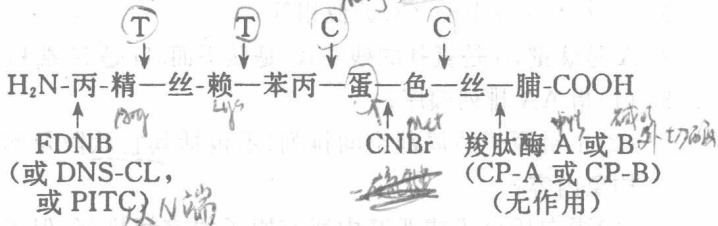
1. 简述蛋白质的结构及功能为何具有如此的复杂性及多样性?

2. 扼要地进行小结:使蛋白质沉淀的方法及用途。

3. 为了简明,假定在  $\text{pH}=3.0$  的缓冲溶液中,含有 Asp (2.98)、Gly(5.97)、Thr(6.53)、Leu(5.92)、Lys(9.74)(括号中数字为 pI 值)等五种 AA,将此 AA 混合液加于平衡的 Dowex-50 柱上,然后用递度 pH 的缓冲液洗脱,试分析这五种 AA 被洗脱下来的先后次序。

(注:离子交换柱层析法是常用方法。Dowex-50 是一种磺酸型阳离子交换树脂,它含有疏水性的聚苯乙烯支架及带负电的  $-\text{SO}_3^-$  二个部份,因此它既能以电力吸引正离子基团又能与 AA 的疏水性侧链相互作用。)

4. 简要说明下图中酶和各化学试剂对肽链 AA 分析的作用。(符号:T:胰蛋白酶;C:糜蛋白酶;FDNB:二硝基氟苯;DNS-Cl:丹磺酰氯;PITC:异硫氰酸苯酯(Edman 试剂);CN-Br:溴化氰)。



5. 有一五肽样品、经末端分析和全水解测定、获得等摩尔数的 5 种 AA 成分、即 N-端 Ser, 其余为 Ala, Cys, Lys, Phe。经用胰蛋白酶水解此五肽得 N-端 Ser 二肽和 N-端为 Cys 的三肽; 再用糜蛋白酶水解此三肽, 得 Cys 二肽和游离的 Ala。试写出这一五肽的 AA 排列顺序。



## II、答案部分

### 一、填空题答案

- (1) Val, Leu, Ile, Ala, Pro (Phe)  
 (2) Trp, Lys, Arg, His, Asn, Gln  
 (3) Met, Cys      (4) Thr, Ser, Tyr  
 (5) Lys( $\epsilon\text{-NH}_2$ )、Arg(胍基)、His(异吡唑基)  
 (6) Glu, Asp
- 氨基和羧基, 羧基, 氨基; 它所在溶液的 pH 值
- (1)对, (2)错, (3)对, (4)错, (5)对
- 黄, 亚, 破坏或打弯

5. 9. 75, 6. 0

6. (1)大于, (2)小于, (3)近似相等

7. A 是肽键, B 是氨基酸残基, C 是肽平面, D 是 N 端和 C 端

8. (1)指 AA 排列顺序;

(2)主链原子的局部空间排列, 不包括其它肽段及侧链的构象内容;

(3)蛋白质分子或亚基内所有原子的空间排列, 但不包括亚基间及分子间的空间排列关系;

(4)亚基的立体排布, 亚基间相互作用与接触部位的布局, 但不描述亚基内部的空间结构。

9.  $\alpha$ -螺旋,  $\beta$ -折叠(或片层),  $\beta$ -转角, 无规卷曲; 三股螺旋

10. (1)右手螺旋; (2)0. 54; (3)3. 6; 0. 15; (4)氢键; (5)外侧

11. 锯齿状; 链间氢键;  $\beta$ 片层; 顺向平行; 反(逆)向平行; 锯齿的上方或下方。

12. 三级结构; 二级结构; 盘曲, 次级链

13.  $\alpha$ -螺旋                       $\beta$ -折叠

形似棒状                      呈平行折叠

紧密盘绕                      伸展似锯齿状

链内氢键                      链间氢键

0. 15                              0. 36

$\alpha$ -角蛋白                      丝心蛋白

## 二、选择题答案

A 型:

1. E\*

2. D\*

3. B

4. D\*

5. C

6. D

1. B 2. C 3. E 4. A 5. D 6. E  
7. B 8. E

1. B 2. C 3. E 4. A 5. D 6. E

7. B 8. E

说明: A1. E 在生理 pH7 左右可解离基团的缓冲范围在 pK 值  $\pm 1$ 。

A2. D PITC 法对小肽可连续测定(水解时只断 N-端肽键)

A4. D 两个  $\alpha C$  之间符合  $-CO-NH-$ 。

A11. C 血红蛋白是变构蛋白,与  $O_2$  结合具有正协同效应。

### 三、名词解释答案

1. 在蛋白质多肽链中各个 aa 通过形成肽键被结合,因而它们已不是原来完整的分子,故称为 aa 残基。

2. 肽键的 C 及 N 周围的三个键角之和均为  $360^\circ$ ,因 C-N 键不能转动,故与其相连的共六个原子处于同一平面,这就是肽键平面(也称酰胺平面)。平面两侧的  $C^\alpha-C$  及  $C^\alpha-N$  键都是  $\sigma$  键,它们均能自由转动。

3. 虽然蛋白质肽键在 215nm 处对紫外线有强吸收,但无明显特征性,而其分子中的 Trp、Tyr 和 Phe 的芳香环共轭体系在 280nm 附近对紫外光有最大吸收,才是蛋白质紫外分光光度法测定的依据;这一特性,称为蛋白质的紫外吸收。虽然 Trp 在 280nm 处吸收紫外线最强,但 Tyr 在绝大多数蛋白

核酮 260nm 处增色效应

质中都有分布,因而用紫外分析法测定蛋白质主要还是以 Tyr 的存在为依据的。

4. 蛋白质分子大,不能透过天然或人工的半透膜。据此原理,将提取的或制备的含蛋白质的溶液装入由半透膜制成的袋内(称透析袋),扎好袋口置袋于流水中(或经常换水),这样可使小分子物质和无机盐类透出随水流走,从而使蛋白质制品得到初步纯化,这一过程称为透析。如果将透析袋置于脱水剂中(如聚乙二醇),则袋内小分子物质和水份可被吸出去除,从而使蛋白质制品得到进一步浓缩。

5. 天然蛋白质受物理(如热、紫外线)或化学(如酸、碱、尿素、有机溶剂等)因素的作用,使维系其空间结构的次级键遭到破坏,结果造成其生物活性丧失和某些理化性质的改变,这一作用称为蛋白质的变性作用。

6. 蛋白质分子在离心力的作用下( $300,000 \sim 500,000 \times g$  ( $g$  为 gravity 即地心引力)可以产生沉降,蛋白质分子量越大则下沉速度越快。单位离心场强度沉降分子下沉的速度称为沉降系数(sedimentation coefficient),该系数与蛋白质分子的密度及形状相关。沉降系数(S)用 Svedberg 单位表示,一个 Svedberg 单位,等于  $1 \times 10^{-13}$  秒,即  $1S = 10^{-13} s$ 。S 值的大小代表着分子量的大小,例如,人血清白蛋白分子量为 68500,其 S 值为 4.6,通常写成 4.6 S;人血红蛋白分子量为 64500,也写成 4.5 S;细胞色素 C(牛心)分子量 13370,写成 1.17 S,等等。

#### 四、问答题答案(答题要点)

1. 蛋白质种类繁多,结构复杂,功能各异。(1)各种蛋白质所含有的 aa 种类及数量不同,一级结构的 aa 排列顺序亦不同;蛋白质一级结构是在基因控制下合成的。

(2)一级结构是空间结构的基础,不同蛋白质一级结构彼此不同,因而所产生的二、三、四级的空间构象千变万化。

(3)蛋白质结构与功能相关,各种不同的空间构象完成各自特定的生物功能。

2. (1)盐析法 控制硫酸铵等中性盐浓度,可使混合蛋白质分部沉淀,沉淀的蛋白质可不变性,故常用于提取蛋白质粗分离。

(2)有机溶剂沉淀法 用冷乙醇或丙酮沉淀蛋白质可保其生物活性,在蛋白质制备或分部分离时常用。

(3)重金属盐沉淀法 在  $\text{pH} > \text{pI}$  条件下重金属离子( $\text{M}^+$  或  $\text{M}^{2+}$ )可与蛋白质结合形成难溶解的重金属蛋白盐沉淀。

一些消毒剂中含有  $\text{M}^+$  或  $\text{M}^{2+}$  可使细菌蛋白质沉淀或使菌体内酶失活;如误食重金属盐中毒,可灌入牛奶或蛋清使之结合  $\text{M}^{2+}$ ,然后再催吐排除。

(4)生物碱试剂沉淀法 在  $\text{pH} < \text{pI}$  条件下能使生物碱沉淀的一些酸(生物碱试剂)可使蛋白质沉淀。此法常用于沉淀血液中蛋白质以制备血滤液,也常应用于组织液或尿中沉淀蛋白质然后进行定性或定量测定。

3. Asp 最先洗下。在 Thr, Gly 和 Leu 三个中性 AA 中 Thr R 中含有一 OH、极性较强(与树脂吸附力弱),比 Gly 和 Leu 先洗下,其次洗下的为 Gly, Leu。因 Lys 的  $\epsilon\text{-NH}_3^+$  较强,只有增加 pH 值或离子强度达足够时才能将其洗下。

盐析  
有机溶剂  
重金属盐  
生物碱

4. T:水解碱性 AA(Lys, Arg)残基之羧端肽键;

C:水解芳香族 AA(Trp, Tyr 和 Phe)残基羧端之肽键;  
羧肽酶 A 或 B: C-端为 Pro 时这两个酶都不能水解;

白蛋白 CNBr: 切断 Met 羧基肽键, 专一性强;

亦用 FDNB(或 DNS-Cl, 或 PITC), 为末端分析试剂, 它们都能与 N-末端 AA 残基之一  $\text{NH}_2$  牢固结合, 水解后 N-末端 AA 被标记, 可借以鉴定 N-末端 AA(但 PITC 可进行有限的连续分析)。

### 5. Ser—Lys—Cys—Phe—Ala

白蛋白合肽酶, 更准确地说中等分辨率酶 (六) (S)

用白蛋白酶用于非常低, 甚至不可变的蛋白质的分离, 可将分离

成可变的蛋白质的酶 (S) 分离

分离 (S) 用亲和层析法分离蛋白质, 其性质

蛋白质 (M) 与 (M) 分离 (M) 在  $pH < pI$  时

含有中性的蛋白质。将蛋白质分离的酶 (S) 与 (M) 再

分离, (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质

蛋白质 (M) 与 (M) 再分离, 其中蛋白质



## II 酶

### I、习题部分

#### 一、填空题

1. 作为生物催化剂的酶与无机催化剂比较有以下不同的特点：极高的效率、专一性、不稳定性、可调控性。  
(1) 极高的效率; (2) 专一性; (3) 不稳定性; (4) 可调控性。

2. 结合蛋白质酶类必须 辅酶 和 辅因子 相结合才有活性；前者的作用是 次要的，后者的作用是 直接参与反应。  
催化专一性

3. 酶催化作用的中间复合物假说是指  $E+S \rightleftharpoons ES$ ，其意义是 降低反应的活化能。

4. 米氏方程是说明 反应速度与底物浓度的关系 的方程式； $K_m$  的定义是 反应速度为  $V_{max}/2$  时底物的浓度。  
$$V = \frac{V_{max} \cdot [S]}{K_m + [S]}$$

5. 酶促反应速度 ( $v$ ) 达到最大速度 ( $V_m$ ) 的 80% 时，底物浓度 ( $S$ ) 是  $K_m$  的 4 倍，而  $v$  达到  $V_m$  的 90% 时， $[S]$  又是  $K_m$  的 9 倍。  
$$V = \frac{[S]}{K_m + [S]} \cdot V_{max}$$

6. 用  $V_m/2$  代替米—曼方程中  $v$ ，并将该方程整理至