

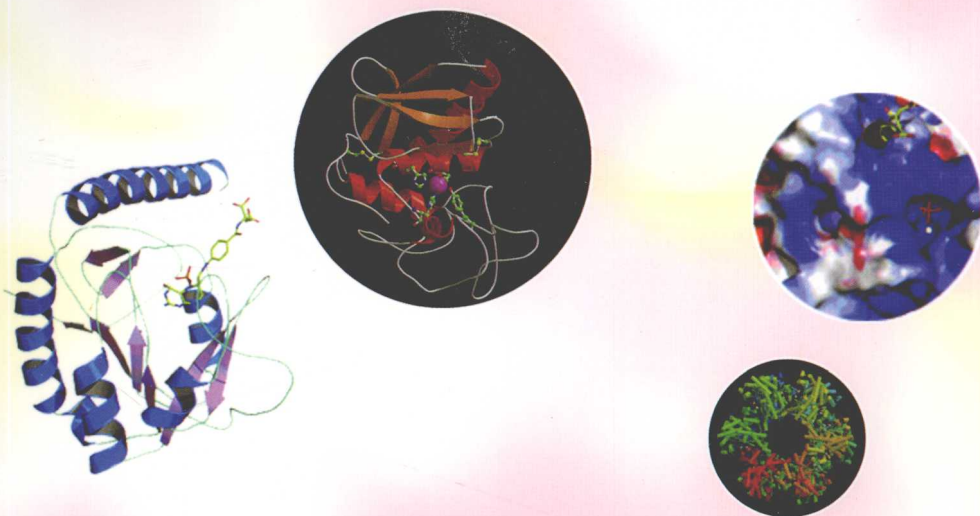



全国高等农林院校“十一五”规划教材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

# 生物化学 学习指导

黄卓烈 朱利泉 主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

# 生物化学学习指导

黄卓烈 朱利泉 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学学习指导 / 黄卓烈, 朱利泉主编. —北京:  
中国农业出版社, 2010. 8

全国高等农林院校“十一五”规划教材. 普通高等教育  
“十一五”国家级规划教材配套教材

ISBN 978-7-109-14834-5

I. ①生… II. ①黄…②朱… III. ①生物化学-高等  
学校-教学参考资料 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 145514 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘 梁

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20.75

字数: 501 千字

定价: 32.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

# 编者名单

主 编 黄卓烈 朱利泉

副主编 邱业先

编 者 (按姓氏笔画排序)

朱利泉 西南大学

巫光宏 华南农业大学

邱业先 苏州科技学院

何 平 华南农业大学

黄卓烈 华南农业大学

童富淡 浙江理工大学

谢东雄 广东海洋大学

# 前 言

生物化学是生物科学、生物技术、医学、药物科学、农业科学、林业科学、食品科学、轻化工等学科的重要专业基础课。学好生物化学是从事这些学科研究的前提。为了帮助各专业的学生切实学好生物化学，我们编写了这本《生物化学学习指导》，以供大家在学习生物化学课程时参考。

本配套教材第一、十四章由黄卓烈编写；第二、十二章由朱利泉编写；第三、十三章由邱业先编写；第四、五章由童富淡编写；第六、九、十章由巫光宏编写；第七、八、十一章由谢东雄编写；第十五章由何平编写。全部书稿由黄卓烈通读和修改。编者在编写中参考了各类优秀教材、有关文献和有关网站的内容（在书后参考文献中列出），在此，对有关文献的作者表示诚挚谢意！

本配套教材在编写过程中得到华南农业大学、西南大学、苏州科技学院、浙江理工大学、广东海洋大学有关领导的关心和帮助。在此，对以上有关人员表示衷心感谢！

由于编写时间仓促，加上编写人员水平有限，本配套教材难免存在很多缺点和错误，恳切希望同行和读者提出宝贵意见。

编 者

2010年4月

# 目 录

前言

<b>第一章 生物化学导论</b> .....	1
一、知识要点 .....	1
二、习题 .....	1
三、参考答案 .....	3
<b>第二章 核酸化学</b> .....	9
一、知识要点 .....	9
二、习题 .....	11
三、参考答案 .....	21
<b>第三章 蛋白质化学</b> .....	37
一、知识要点 .....	37
二、习题 .....	40
三、参考答案 .....	64
<b>第四章 酶学</b> .....	85
一、知识要点 .....	85
二、习题 .....	86
三、参考答案 .....	92
<b>第五章 维生素与辅酶</b> .....	101
一、知识要点 .....	101
二、习题 .....	101
三、参考答案 .....	107
<b>第六章 生物膜的结构与功能</b> .....	113
一、知识要点 .....	113
二、习题 .....	113
三、参考答案 .....	122
<b>第七章 糖代谢</b> .....	129
一、知识要点 .....	129

二、习题 .....	130
三、参考答案 .....	136
<b>第八章 生物氧化和能量转换</b> .....	<b>143</b>
一、知识要点 .....	143
二、习题 .....	143
三、参考答案 .....	148
<b>第九章 脂类物质的合成与分解代谢</b> .....	<b>156</b>
一、知识要点 .....	156
二、习题 .....	157
三、参考答案 .....	165
<b>第十章 蛋白质的降解和氨基酸代谢</b> .....	<b>172</b>
一、知识要点 .....	172
二、习题 .....	173
三、参考答案 .....	181
<b>第十一章 核酸的降解与核苷酸的代谢</b> .....	<b>189</b>
一、知识要点 .....	189
二、习题 .....	189
三、参考答案 .....	194
<b>第十二章 核酸的生物合成</b> .....	<b>200</b>
一、知识要点 .....	200
二、习题 .....	202
三、参考答案 .....	210
<b>第十三章 蛋白质的生物合成</b> .....	<b>224</b>
一、知识要点 .....	224
二、习题 .....	224
三、参考答案 .....	238
<b>第十四章 代谢调节</b> .....	<b>250</b>
一、知识要点 .....	250
二、习题 .....	251
三、参考答案 .....	255
<b>第十五章 DNA 重组技术的基本原理</b> .....	<b>266</b>
一、知识要点 .....	266

二、习题 .....	267
三、参考答案 .....	270
<b>附录一 生物化学考试样题 .....</b>	<b>279</b>
1. 华南农业大学生物科学专业生物化学期末考试试卷 .....	279
2. 华南农业大学生物技术专业生物化学期末考试试卷 .....	282
3. 华南农业大学农学类专业生物化学期末考试试卷 .....	285
4. 西南大学农学类专业生物化学期末考试试卷 .....	288
5. 苏州科技学院生物技术专业生物化学期末考试试卷 .....	290
6. 广东海洋大学园艺等专业生物化学期末考试试卷 .....	291
7. 浙江理工大学生物化学期末考试试卷 .....	294
8. 华南农业大学 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试生物化学试卷 .....	297
<b>附录二 各校生物化学试卷参考答案 .....</b>	<b>301</b>
1. 华南农业大学生物科学专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	301
2. 华南农业大学生物技术专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	303
3. 华南农业大学农学类专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	305
4. 西南大学农学类专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	308
5. 苏州科技学院生物技术专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	311
6. 广东海洋大学园艺等专业生物化学期末考试试卷参考答案 .....	313
7. 浙江理工大学生物化学期末考试试卷参考答案 .....	314
8. 华南农业大学 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试生物化学试卷参考答案 .....	316
<b>主要参考文献 .....</b>	<b>320</b>



# 第一章 生物化学导论

## 一、知识要点

生物化学是研究地球上生命现象化学本质的科学，是介于生物学和化学之间的一门边缘学科。生物化学的主要任务就是利用化学的观点去研究生命现象。其所涉及的主要研究内容有：生物体的物质组成及其分子结构、生物分子的化学性质和物理性质、生物分子的物质代谢和能量代谢、代谢与生命现象的关系等。

生物体的一个基本特征就是能够进行新陈代谢。新陈代谢包括同化和异化过程。同化就是将环境中的有用物质吸收进入体内，经过体内加工后作为合成生物分子的原料，从而转变成成为生物体的有机物质。异化过程就是将生物体的各种物质改组、分解，将大分子转变成小分子，并将某些物质排出体外，交回到环境的过程。

生物分子包括各种各样的大分子和小分子。核酸、蛋白质、酶、多糖等是生物大分子；氨基酸、核苷酸、维生素、激素、有机酸等属于生物小分子。生物大分子的结构非常复杂，共价键是生物分子的主要化学键。此外，氢键、离子键、范德华力、疏水作用、位阻效应等次级键在生物分子中起重要作用。新陈代谢过程要涉及这些化学键和作用力的改变。

水是生命的基本介质，没有水就没有生命。生物分子的合成需要水；生物分子的分解也需要水；大多数的生物化学反应都是在水中进行的。水是生物分子最好的溶剂。生物体内虽然有些生物分子不溶于水，但在其代谢过程中也必然离不开水。

细胞的生命活动要有稳定而温和的环境。生物细胞中的碳酸盐缓冲系统、磷酸盐缓冲系统、蛋白质系统是最重要的缓冲系统。这些系统共同为细胞的生命活动提供了稳定的 pH，使细胞能在适宜的条件下进行生物化学反应。

## 二、习 题

### (一) 名词解释

1. 生物化学
2. 物质代谢
3. 能量代谢
4. 同化
5. 异化
6. 离子键
7. 氢键
8. 范德华力
9. 疏水相互作用
10. 位阻效应
11. 静电相互作用

### (二) 填空题

1. 地球上的生物可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三大类。
2. 生物体内的糖类有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_四大类。
3. 新陈代谢包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两个过程。
4. 生命现象包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两个属性。
5. 维持生物分子结构稳定的作用力有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

- \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。
6. 在人体 37 °C 体温的情况下, 1 g 水完全蒸发需要吸收能量\_\_\_\_\_ J。
  7. 脂肪酸分子亲水的一端是\_\_\_\_\_, 疏水一端是\_\_\_\_\_。
  8. 纯水的电离常数是\_\_\_\_\_ mol/L。当水中的 H<sup>+</sup> 浓度和 OH<sup>-</sup> 浓度都是\_\_\_\_\_ mol/L 时, 此时水的 pH 为中性。若 H<sup>+</sup> 浓度增加, pH 就会\_\_\_\_\_; 若 OH<sup>-</sup> 浓度增加, pH 就会\_\_\_\_\_。
  9. 细胞内的缓冲系统主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三类。
  10. 碳酸氢盐系统是以\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的浓度比起缓冲作用的。而磷酸盐缓冲能力则来自\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的浓度比。
  11. 缓冲溶液可以分为\_\_\_\_\_缓冲液和\_\_\_\_\_缓冲液两类。
  12. 缓冲液的物质组成有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两类。
  13. 在醋酸缓冲液中, 其共轭酸是\_\_\_\_\_, 其共轭碱是\_\_\_\_\_。

### (三) 判断题

1. 生物体和非生物体是可以互相转变的。
2. 生物化学是介于化学和生物学之间的一个边缘学科。
3. 生物大分子只有具备一定的立体结构才有其特殊的生物学功能。
4. 当生物大分子的某一立体结构改变时, 其相应的功能没有改变。
5. 核酸的立体结构受到破坏, 其功能就会下降或丧失。
6. 细胞是生命活动过程的基本单位。
7. 遗传是生物体自我复制的具体过程。
8. 离子键是在分子上的带电基团之间形成的。
9. 生物分子中, 正电基团和负电基团距离越远, 离子键的强度越强。
10. 生物分子形成的氢键越多, 该分子的结构就越稳定。
11. 不但同一个分子内可以形成氢键, 分子之间也可以形成氢键。
12. 分子中任何两个原子之间都可能有范德华力产生。
13. 分子中的两个原子距离越远, 其间的范德华力越强。
14. 分子与分子之间也可以形成离子键。
15. 任何两个原子之间都可以形成氢键。
16. 水是动物体液的主要成分。
17. 生物细胞中绝大部分的反应都是在水中进行的。
18. 水是非极性物质。
19. 在水分子中, 两个 O—H 键的夹角是 104.5°。
20. 一个水分子可以与 4 个其他水分子形成氢键。
21. 温度升高到 100 °C 后, 液态水的所有氢键都被破坏。
22. 因为单糖分子中含有羟基, 因而容易溶解在水中。
23. 离子型化合物一般难溶于水。
24. 脂肪酸分子一头亲水, 一头疏水。
25. 细胞内的反应几乎都在接近中性的条件下进行的。

26. pH 是氢离子浓度的负对数。

#### (四) 计算题

1. 计算下列溶液的氢离子浓度：

- (1) 血浆, pH7.4;
- (2) 牛奶, pH6.6;
- (3) 胃液, pH1.5。

2. 计算  $10^{-3}$  mol/L 和  $10^{-8}$  mol/L 的 HCl 溶液的 pH。

3. 当将 50 mL 的 0.1 mol/L 的 NaOH 和 200 mL 的 0.1 mol/L 的醋酸混合时, 此时缓冲液的 pH 是多少? (注: 醋酸的  $pK_a=4.76$ )

4. 三水醋酸钠 ( $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 的相对分子质量是 136。现在要用三水醋酸钠和 0.5 mol/L 的醋酸配制 0.2 mol/L、pH5.0 的缓冲溶液 3 L, 应该如何配制? (注: 醋酸的  $pK_a=4.76$ )

5. 在生物化学中, 缓冲液常使用的 Tris (三羟甲基氨基甲烷) 是一个弱碱, 其  $K_a$  是  $8.3 \times 10^{-9}$  mol/L。问: 在 pH8.0 时, Tris 及其共轭酸的比值是多少?

#### (五) 简答题

1. 生物化学研究的内容有哪些?
2. 生命体与非生命体的主要区别是什么?
3. 生命体和非生命体是否能够互相转变? 举例说明。
4. 构成生物体的主要元素有哪些?
5. 在细胞内, 各大类物质可以互相转变吗? 举例说明。
6. 维持生物分子结构稳定的作用力有哪些?
7. 水对生命活动有哪些作用?
8. 生物细胞内的蛋白质缓冲系统是怎样起缓冲作用的?
9. 什么叫做缓冲溶液?
10. 缓冲溶液的物质组成如何?
11. 怎样利用 Henderson - Hasselbalch 方程来计算溶液的 pH?

### 三、参考答案

#### (一) 名词解释

1. 生物化学是研究生命现象的化学本质的科学。生物化学是用化学的观点去研究各种各样的生物体, 从化学的角度理解生命现象、探索和解释生命的规律。因此, 生物化学是介于化学和生物学之间的一个边缘学科。

2. 细胞内的有机物质是可以互相转变的。这种由一种物质变成另外一种物质的过程称物质代谢 (substance metabolism)。

3. 生物体将一种物质转变成为另一种物质时, 也伴随着能量的变化。这种有关能量的释放和利用的过程称为能量代谢 (energy metabolism)。

4. 生物体从自然界中吸取有用的营养物质, 这些营养物质进入生物体细胞内部后, 被

加工改造，最后变成生物体的各种组成部分，变成生物体内的有生物功能的物质。生物体所进行的这个过程称同化。

5. 一个生物分子在细胞内的历史使命是有限的。生物细胞随时都可以将完成历史使命的生物分子分解成小分子，然后将之释放到自然界中去。这个过程就是异化过程。

6. 生物分子的带电基团之间形成的一种相互作用力称为离子键。带正电基团与带负电基团相互吸引，使两基团结合到一起。

7. 氢原子和具有孤电子对的原子之间的一种极性作用力称为氢键。

8. 一个分子的多个原子中，任何两个原子在接近一定距离内会互相吸引，使两个原子距离更近。但当靠近到一定程度时两个原子又会互相排斥。这种相互作用力称范德华力。

9. 生物大分子本身具有的大量疏水基团。当生物分子处于水中时，其疏水基团就会集中到一起形成疏水核心。这种由生物分子疏水基团集中起来而形成的排斥亲水物质的现象称疏水相互作用。

10. 位阻效应是指一个分子中两个原子或基团若靠得很近，两者就会产生巨大的斥力将对方推开，以避免两个原子或基团堆叠在一起。

11. 同一个分子中带正电基团和带负电基团相互吸引，而带相同电荷的两个基团互相排斥。这种现象就是静电相互作用。

## (二) 填空题

1. 动物，植物，微生物
2. 单糖，双糖，寡糖，多糖
3. 同化，异化
4. 新陈代谢，自我复制
5. 共价键，离子键，疏水相互作用，氢键，范德华力，位阻效应
6. 2 406
7. 羧基端，脂肪链端
8.  $1.0 \times 10^{-14}$ ， $10^{-7}$ ，降低，升高
9. 碳酸氢盐系统，磷酸盐系统，蛋白质系统
10.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ， $\text{HCO}_3^-$ ， $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ， $\text{HPO}_4^{2-}$
11. 酸性，碱性
12. 共轭酸，共轭碱
13. HAc (醋酸)，NaAc (醋酸钠)

## (三) 判断题

题号	答案	题号	答案	题号	答案	题号	答案
1	√	8	√	15	×	22	√
2	√	9	×	16	√	23	×
3	√	10	√	17	√	24	√
4	×	11	√	18	×	25	√
5	√	12	√	19	√	26	√
6	√	13	×	20	√		
7	√	14	×	21	√		

**(四) 计算题**

## 1. (1) 血浆

因为  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$

所以  $7.4 = -\lg[\text{H}^+]$

$$\lg[\text{H}^+] = -7.4 = -8 + 0.6$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-8} \times 3.981 \text{ mol/L} \approx 4 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

(2) 牛奶  $6.6 = -\lg[\text{H}^+]$ 

$$\lg[\text{H}^+] = -6.6 = -7 + 0.4$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \times 2.5 \text{ mol/L} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

(3) 胃液  $1.5 = -\lg[\text{H}^+]$ 

$$\lg[\text{H}^+] = -1.5 = -2 + 0.5$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2} \times 3.2 \text{ mol/L} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

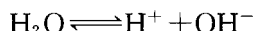
2. 因为  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ 

由于 HCl 是强酸，在水溶液中全部电离。在  $10^{-3} \text{ mol/L}$  的 HCl 溶液中， $[\text{H}^+]$  是  $10^{-3} \text{ mol/L}$ ，所以

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 10^{-3} = 3$$

在  $10^{-8} \text{ mol/L}$  的 HCl 溶液中，就不能将这个浓度直接来求。如果用这个浓度直接代入式子，其 pH 就是 8。盐酸是强酸，不管怎样稀释，其溶液都不会是碱性的。因而要做具体分析。

水的电离式是



盐酸的存在可以抑制水的离解，使其平衡向左移动。

设来自  $\text{H}_2\text{O}$  中的  $[\text{H}^+]$  浓度是  $x \text{ mol/L}$ ，来自 HCl 中的  $[\text{H}^+]$  浓度是  $10^{-8} \text{ mol/L}$ ， $[\text{OH}^-]$  是  $x \text{ mol/L}$ 。水的离子积是  $10^{-14} \text{ mol/L}$ 。这样

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$(x + 10^{-8}) \times x = 10^{-14}$$

$$x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0$$

解方程，得

$$x = 9.5125 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = x \text{ mol/L} + 10^{-8} \text{ mol/L} = 9.5125 \times 10^{-8} \text{ mol/L} + 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$= 10.5125 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\lg 10.5125 \times 10^{-8} = 6.978$$

3. 两种溶液混合后，总体积是 250 mL。氢氧化钠和醋酸反应会生成醋酸钠，醋酸钠的物质的量与加入的氢氧化钠物质的量相等。

$$50 \text{ mL} = 0.05 \text{ L}; 200 \text{ mL} = 0.2 \text{ L}.$$

所以，与氢氧化钠生成醋酸钠的醋酸根在 250 mL 中含量为

$$n(\text{Ac}^-) = 0.05 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol/L} = 0.005 \text{ mol}$$

$$[\text{Ac}^-] = 0.005 \text{ mol} \div 0.25 \text{ L} = 0.02 \text{ mol/L}$$

250 mL 中游离醋酸的含量是

$$\begin{aligned}n(\text{HAc}) &= 0.2 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol/L} - 0.005 \text{ mol} \\ &= 0.015 \text{ mol} \\ [\text{HAc}] &= 0.015 \text{ mol} \div 0.25 \text{ L} = 0.06 \text{ mol/L}\end{aligned}$$

根据式子

$$\begin{aligned}\text{pH} &= \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{弱碱}]}{[\text{弱酸}]} \\ \text{pH} &= \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}\end{aligned}$$

因为醋酸的  $\text{p}K_a = 4.76$ ，所以

$$\text{pH} = 4.76 + \lg \frac{0.02}{0.06} = 4.76 - 0.477 = 4.283$$

所以  $\text{pH} = 4.283$

4. 根据式子

$$\begin{aligned}\text{pH} &= \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{弱碱}]}{[\text{弱酸}]} \\ \text{pH} &= \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}\end{aligned}$$

在本题中，设  $[\text{Ac}^-]$  是  $y \text{ mol/L}$ ，则  $[\text{HAc}]$  就是  $(0.2 - y) \text{ mol/L}$ 。  
代入式子，得

$$5.0 = 4.76 + \lg \frac{y}{0.2 - y}$$

计算此式子，得到

$$y = 0.126 \text{ mol/L}$$

就是配制 1 L 时， $[\text{Ac}^-]$  是 0.126 mol/L，而  $[\text{HAc}]$  就是

$$0.2 - y = 0.2 \text{ mol/L} - 0.126 \text{ mol/L} = 0.074 \text{ mol/L}$$

现在要配 3 L，就是上面含量的 3 倍，即是

$$\begin{aligned}n(\text{Ac}^-) &= 0.126 \text{ mol} \times 3 = 0.378 \text{ mol} \\ n(\text{HAc}) &= 0.074 \text{ mol} \times 3 = 0.222 \text{ mol}\end{aligned}$$

因此，三水醋酸钠的用量是

$$0.378 \text{ mol} \times 136 \text{ g/mol} = 51.4 \text{ g}$$

而醋酸的母液浓度是 0.5 mol/L，所需醋酸母液用量是

$$0.222 \text{ mol} \div 0.5 \text{ mol/L} = 0.444 \text{ L}$$

经过这样的计算，就得到其配制方法是：称取 51.4 g 固体三水醋酸钠，溶解在 1 L 的蒸馏水中。量取 0.5 mol/L 的醋酸母液 0.444 L（即 444 mL）加入到三水醋酸钠溶液中，摇匀，加水定容到 3 L。此即为 0.2 mol/L、pH5.0 的醋酸缓冲液。

5. 按照 Henderson - Hasslbalch 方程式

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{共轭碱}]}{[\text{共轭酸}]}$$

在这里，共轭酸是  $[\text{Tris} - \text{H}^+]$ ，其共轭碱是  $[\text{Tris}]$ 。代入上式

其中

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{Tris}]}{[\text{Tris} - \text{H}^+]} \\ \text{p}K_a &= -\lg K_a = -\lg 8.3 \times 10^{-9} = 8.05 \\ 8.0 &= 8.05 + \lg \frac{[\text{Tris}]}{[\text{Tris} - \text{H}^+]} \\ -\lg \frac{[\text{Tris}]}{[\text{Tris} - \text{H}^+]} &= 8.05 - 8.0 = 0.05 \\ \lg \frac{[\text{Tris}]}{[\text{Tris} - \text{H}^+]} &= -0.05 \\ \frac{[\text{Tris}]}{[\text{Tris} - \text{H}^+]} &= 0.891 \end{aligned}$$

### (五) 简答题

1. 生物化学研究的内容主要有以下几方面：①研究生物体物质的种类，也就是研究生物体是由哪些物质组成的；②研究生物体物质的结构及其化学性质和物理性质；③研究生物体物质在体内进行物质代谢和能量代谢的过程和原理；④研究生物体物质的变化与复杂的生命现象之间的关系。

2. 生命体与非生命体的区别主要就是新陈代谢属性，其次就是自我复制属性。生命体能够从环境中吸收其自身所需要的物质。这些物质进入生命体内后，进行各种各样的变化，成为有生命的物质。相反，生命体又可以将体内的各种各样物质进行分解，取得能量，然后将不再需要的物质排出体外。非生物体是不可能有这样的新陈代谢的。此外，自我复制是生命体的另一个属性。生物体可以通过不同的方式繁殖后代。而非生命体是没有这种属性的。

3. 能。生命体和非生命体能够相互转变。例如，自然界中的水、矿物质、 $\text{CO}_2$ 、有机物质等本来是没有生命的，属于非生物体。当生命体从自然界中吸收这些物质时，经过生物体的同化加工，形成生物体的必不可少的物质，变成了有生命的物质。相反，生物体又可以将体内的有生命的物质进行分解，然后排出体外。这样，有生命的物质又转变成成为没有生命的物质了。生物体死亡以后，生物体的物质全部变成没有生命的物质了。例如，一条活鱼是生命体，当将这条鱼煮熟后，这条死鱼就不是生命体了。但人吃了这条死鱼的肉，肉内的各种物质进入人体，经过加工，又变成人体内的有生命的物质了。

4. 构成生物体的主要元素有 C、H、O、N、S、P。此外还含有微量元素，如 Fe、Cu、Mn、Si、Co、Zn、B 等，以及含量介于它们之间的 Mg、Na、K、Ca。

5. 在细胞内，不同的物质是可以互相转化的。例如，糖可以通过代谢途径转变成成为蛋白质、脂类、核酸、有机酸等；脂类物质可以转变为糖类、有机酸、蛋白质等；蛋白质也可以转变成成为糖类、有机酸、脂类等。物质的相互转变都有其特定的代谢途径。

6. 维持生物分子结构稳定的力量一般有如下几种：两个原子之间形成的共价键；两个带电基团之间形成的离子键；氢原子和具有孤电子对原子之间形成的氢键；每两个原子之间具有的范德华力；若干个疏水基团形成的疏水核心；原子或基团之间产生的位阻效应等。

7. 水对生命活动有多方面的作用：①生物分子的合成或分解需要有水的参与；②生物体内有机物质的代谢过程也会产生水分子；③在细胞内，水是各种有机和无机物质的介质；④在细胞与细胞之间也充满水分，作为物质运输和交换的介质；⑤水分又参与能量的传递，

如 ATP 的能量转移需要有水参与；⑥水有润滑作用，是各组织器官运动润滑剂的主要成分；⑦水能有效地调节生物的体温。此外，水还有其他方面的作用。

8. 在细胞中含有各种各样的蛋白质。这些蛋白质分子上既有酸性基团也有碱性基团。细胞的各种各样反应既可能生成大量的酸，也可能生成大量的碱。当有大量的酸生成时，蛋白质的碱性基团与之中和；而当代谢中有大量的碱性物质生成时，蛋白质的酸性基团就会与之中和。这样蛋白质就会起到较强的缓冲作用。

9. 缓冲溶液是维持溶液 pH 几乎恒定的溶液。也就是说，当有缓冲液存在时，加入少量的  $H^+$  或  $OH^-$  时，溶液的 pH 变化不大。缓冲液分为酸性缓冲液和碱性缓冲液两种。

10. 缓冲溶液一般由两种物质构成，一种是共轭碱，另一种是共轭酸。在酸性缓冲液中，其共轭酸是一种弱酸，其共轭碱是一种弱酸盐。而在碱性缓冲液中，其共轭酸是一种弱碱盐，共轭碱是一种弱碱。

11. 如果已经知道一个缓冲系统中弱酸（或弱碱）的  $K_a$ （或  $K_b$ ），就可以利用 Henderson - Hasselbalch 方程来计算溶液的 pH：

$$pH = pK_a + \lg \frac{[\text{共轭碱}]}{[\text{共轭酸}]}$$

反过来，若知道溶液的 pH 和  $pK_a$ ，就可以计算出溶液中的共轭碱和共轭酸的比例。



## 第二章 核酸化学

### 一、知识要点

核酸是决定生物遗传和发育过程的重要生物大分子。它既包含了生物体的遗传信息，又参与遗传信息的表达，与生物体的生长、发育、遗传和变异等密切相关。根据所含戊糖的不同，核酸可分为两大类：脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。所有细胞生物都含有这两类核酸，但非细胞生物病毒则不同，或只含 DNA，或只含 RNA。在真核生物细胞中，98%以上的 DNA 与碱性组蛋白或其他蛋白质结合成核蛋白，存在于细胞核中；线粒体和叶绿体中也含有少量 DNA，这类 DNA 通常呈双链环状结构。在真核生物细胞中，成熟 RNA 主要存在于细胞质中，前体 RNA 主要存在于细胞核中，如核仁富含 RNA，是合成核糖体 RNA 的主要场所；线粒体和叶绿体中也含有少量 RNA。

核酸是一种多聚核苷酸，它的基本组成单位是核苷酸。一个核酸分子可降解产生数量庞大的核苷酸分子，因此，单核苷酸是组成核酸的基本结构单元。DNA 由 4 种脱氧核糖核苷酸组成，RNA 由 4 种核糖核苷酸组成；核苷酸由戊糖（RNA 中为核糖，DNA 中为脱氧核糖）、磷酸和碱基组成。DNA 和 RNA 都含有 A 及 G 两种嘌呤碱基，但嘧啶碱基则有区别，DNA 含 C 及 T 两种嘧啶，RNA 含 C 及 U 两种嘧啶。有的核酸分子，特别是 tRNA 分子中，碱基通过甲基化或其他化学修饰而成为稀有碱基，现已发现的稀有碱基以及由此形成的稀有核苷、稀有核苷酸达 70 多种，其中如 5-羟甲基尿嘧啶、5-甲基胞嘧啶、二氢尿嘧啶、次黄嘌呤等，在 tRNA 中常出现。此外，在细胞内还存在着一些游离核苷酸，它们具有许多重要的生理功能；在这类物质中，以多磷酸核苷酸、环式单核苷酸和辅酶类核苷酸较为重要；有些核苷酸在细胞能量代谢中起着极其重要的作用；环式核苷酸往往是细胞功能的调节分子和信号分子；辅酶类核苷酸在酶促反应中起着重要作用。

DNA 的分子结构可分为一级结构、二级结构和三级结构几种形式。在 DNA 一级结构中，核苷酸之间的唯一连接方式是 3',5'-磷酸二酯键，如一个核苷酸 3'端羟基与另一个核苷酸 5'端羟基与同一分子磷酸酯化，即形成一个 3',5'-磷酸二酯键，所以 DNA 是直线形或环状结构。核苷酸之间的精确排列顺序构成了遗传信息，与生物个体本身内部的诸因素（如营养、年龄、器官等）的差异无关，所以它具有种族特异性。DNA 是信息分子，它起着遗传信息的储存作用。DNA 一级结构的基本测序方法采用的是 Maxam - Gilbert 的化学裂解法和 Sanger 的双脱氧末端终止法。DNA 的二级结构是在 1953 年由 Watson 和 Crick 在 Chargaff 定律和 DNA 的 X 射线衍射图的基础上首先阐明的，其模型具有以下特征：天然 DNA (B-DNA) 分子是由两条反向平行的双链绕同一中心轴右旋构成的双螺旋结构；磷酸基和戊糖构成的骨架在外侧，A=T 和 G=C 碱基配对所形成的碱基平面位于内侧疏水区；相邻碱基平面之间的距离为 0.34 nm，相邻核苷酸残基之间的夹角为 36°，每匝螺旋由 10 bp 组成；两条核苷酸链依靠彼此碱基之间形成的氢键相连而结合在一起；碱基在一条链上的排列