

第一章 氨基酸与蛋白质

一、名词解释

1. 蛋白质的一级结构：多肽链中氨基酸残基的排列顺序。
2. 亚基：具有四级结构的蛋白质分子中每个具有独立三级结构的多肽链。
3. 结构域：蛋白质三级结构被分割成一个或数个球状或纤维折叠较为紧密的区域，各行其功能，该区域称为结构域。
4. 模体：在蛋白质分子中，两个或三个具有二级结构的片段，在空间上相互接近，形成一个具有特殊功能的空间结构，称之为。
5. 蛋白质变性：蛋白质在某些理化因素作用下，其特定的空间构象破坏而导致理化性质改变及生物学活性丧失，称为蛋白质的变性作用。
6. 蛋白质等电点：当蛋白质处于某一 pH 值时，其分子上的各种基团解离成正负离子的趋势相等（即净电荷为零）成为兼性离子，此时该溶液的 pH 值称为该蛋白质的等电点（pI）。
7. 电泳：带电粒子（如蛋白质、氨基酸等）在电场中受电场力作用向电性相反方向的电极移动的现象称为电泳。
8. 一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基脱水缩合形成的酰胺键称为肽键。
9. 蛋白质的三级结构常可分割成 1 个和数个球状区域，折叠得较为紧密，各行其功能，称为结构域。
10. α -螺旋为蛋白质二级结构类型之一。在 α -螺旋中多肽链主链围绕中心轴作顺时针方向旋转、即所谓右手螺旋。每 3.6 个氨基酸残基上升一圈，氨基酸残基的侧链伸向螺旋的外侧，依靠氢键维持稳定。
11. 构成蛋白质分子中的各种氨基酸按一定的数量、一定的排列顺序构成的多肽链骨架称为蛋白质分子的一级结构。
12. 蛋白质三级结构是指整条多肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置，也即整条多肽链所有原子在三维空间的排布位置。
13. 数个具有三级结构的多肽链在三维空间的特定排布，每一条多肽链称为亚基。这种蛋白质分子中各个亚基的空间排布及亚基间的相互作用，称为蛋白质的四级结构。
14. 向蛋白质溶液中加入大量中性盐，破坏蛋白质颗粒周围水化膜，并中和了电荷，使蛋白质沉淀析出。
15. 带电粒子在电场中向所带电荷相反的电极移动的现象称为电泳。
16. 在多肽链中与肽键相关的 6 个原子（ $C\alpha_1$ 、C、O、N、H、 $C\alpha_2$ ）位于同一平面称为肽单元。
17. 在蛋白质分子中可发现二个或三个具有二级结构的肽段，在空间上相互接近，形成一个特殊的空间构象，并具有相应的功能，被称为模体。
18. 由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽，巯基是功能基团，是体内重要的还原剂，可保护体内蛋白质和酶分子中的巯基免遭氧化。
19. 蛋白质分子二级结构的一种形式，呈折纸状。在 β -折叠结构中，多肽链充分伸展，每个肽单元以 $C\alpha$ 为旋转点，依次折叠成锯齿状结构，氨基酸残基侧链交替地位于锯齿结构的上下方，两条肽链走向可相同，也可相反。
20. 是一类帮助新生多肽链正确折叠的蛋白质。它可逆地与未折叠肽段的疏水部分结合随后松开，如此重复进行可以防止错误的聚集发生，使肽链正确折叠。分子伴侣对于蛋白质分子中二硫键的正确形成起重要作用。
21. 在某些物理化学因素作用下，致使蛋白质的空间结构破坏，理化性质改变，生物活性丧失，称为蛋白质变性。
22. N 端与 C 端：多肽或蛋白质分子中含有游离 α -NH₂ 的一端称 N 端，含有游离 α -COOH 的一端称 C 端。
23. 蛋白质一级结构：蛋白质分子中氨基酸的排列顺序称蛋白质一级结构。
24. 氨基酸残基：蛋白质分子中的氨基酸组成单位称氨基酸残基，由于氨基酸在形成肽键的过程失去了一些基团，已经不是完成的分子故名。
25. $S_n=3.613$ ：该式是典型右手 α -螺旋结构的表达式，式中 3.6 表示每螺旋上升一圈需要的氨基酸残基数，下标 13 表示由氢键形成的封闭体系中的主链原子数。
26. 肽单位、肽平面：构成肽链骨架的结构重复单位称肽单位，组成肽单位的六个原子组成一个平面，该平面称肽平面。
27. 寡聚蛋白：由二个或二个以上具有三级结构的多肽链构成的蛋白质分子称寡聚蛋白。
28. 蛋白质变性：由于酸、碱、变性剂或高温等理化因素影响，使蛋白质分子有规律的空间结构受到破坏的现象称蛋白质变性。
29. 超二级结构与结构域：两个或多个二级结构单元被长度不等，走向不规则的连接肽彼此相连，形成的有规律的、在空间上可以辨认二级结构组合体称为超二级结构。结构域也叫辖区，是指存在于球状蛋白质分子内部由相邻的多个二级结构单元彼此相连形成的球状亚单位。

二、是非题

1. 错 2. 对 3. 对 4. 错 5. 对 6. 错 7. 对 8. 对 9. 错 10. 对 11. 错 12. 错 13. 错 14. 对 15. 对 16. 错 17. 对 18. 对 19. 错 20. 对 21. 对 22. 对 23. 对 24. 对 25. 对

三、填空题

1. 谷氨酸, 缬氨酸
2. 球状, 纤维状
3. 4, 1
4. 水化膜, 表面电荷, 沉淀
5. α -螺旋, β -片层, β -转角
6. 肽键, 氢键, 变性
7. 带负, 不带, 正
8. 酸性, 碱性, 中性
9. 酪氨酸, 色氨酸, 280
10. 16%, 氨基酸, 辅助因子
11. 氨基酸, 20
12. 非极性疏水氨基酸, 极性中性氨基酸, 酸性氨基酸, 碱性氨基酸
13. L- α -氨基酸, 甘氨酸
14. α -螺旋, β -折叠, β -转角, 无规卷曲
15. 一级结构, 分子伴侣
16. 负, 正
17. 亲水基团, 水化膜
18. pH5.0, 负
19. 280
20. 肽键, 氢键
21. 8, Thr、Met、Val、Phe、Trp、Lys、Leu、Ile
22. Gly; Pro、Hyp; 二硫键; Phe
23. (1) α -氨基酸, (2) 除 Gly 外至少含有一个手性碳原子, (3) 除 Gly 外都有 D、L 型立体异构体
24. DNFB 法, Edman 降解法, 丹磺酰氯法 (DNS-CI 法)
25. 两种亚基, 由一条多肽链构成
26. α -螺旋, β -折叠, β -转角, 松散片段
27. 增加, 盐溶; 降低, 盐析
28. 3, 6, 13
29. Lys, Arg
30. 2, 4-二硝基苯氨基酸, DNP
31. 亲水基团, 疏水基团
32. Sanger, 一级结构, 两, 51
33. 高
34. Phe、Trp、Tyr
35. 牛胰岛素
36. α -螺旋超螺旋、 β X β 、 β -迂回、 β -折叠桶
37. 疏水力, 范德华力, 氢键
38. 原胶原蛋白分子, 胶原纤维
39. Glu, Lys、Arg, Gly, Ala, Ser
40. 苯异硫氰酸
41. 疏水力
42. X-光衍射分析技术

四、选择题

1. C 2. E 3. C 4. E 5. B 6. B 7. C 8. C 9. D 10. D 11. C 12. D 13. A 14. C 15. C
16. A 17. B 18. C 19. A 20. A 21. C 22. C 23. E 24. D 25. A 26. B 27. A 28. D 29. E 30. C
31. D 32. C 33. E 34. D 35. E 36. A 37. C 38. B 39. D 40. B 41. D 42. E 43. B 44. C 45. A
46. C 47. A 48. D 49. E 50. B
51. AD 52. ABC 53. ABCD 54. ABCDE 55. AC 56. ACD 57. ABD 58. BD 59. ABCE 60. ABDE

61. D 62. C 63. D 64. A 65. B 66. D 67. AC 68. A 69. C 70. C 71. B 72. B 73. ABC

五、问答题

1. 主链围中心轴呈有规律的螺旋式上升，形成右手 α -螺旋，每旋转一圈为3.6个氨基酸残基，螺距为0.54nm；其结构靠第一个肽键平面上的NH和第四个肽键平面上的CO形成氢键；第二个肽键的NH和第五个肽键的CO形成氢键，按此类推，使 α -螺旋结构趋于稳定。

2. (1) 引起变性的因素有物理因素和化学因素。物理因素如：加热、紫外线、超声波等；化学因素如：强酸、强碱、重金属盐、生物碱试剂、有机溶剂等。

(2) 引起变性的实质是蛋白质的空间构象被破坏，导致理化性质改变，生物学活性丧失。

3. 在食品检验中，判断食品中是否含有蛋白质成分可通过：

(1) 紫外吸收法：在280nm处测定其有无吸光度；

(2) 双缩脲法：利用双缩脲试剂判断样品中是否出现紫色或红色。

测定蛋白质含量可采用：

(1) 凯氏定氮法：测定样品中的含氮量，乘以6.25，即可推算出样品中蛋白质含量。

(2) 双缩脲法：蛋白质和多肽分子中肽键在稀碱溶液中与硫酸铜共热产生紫红色络合物的反应，颜色深浅与蛋白质含量成正比。

(3) 酚试剂法：蛋白质分子中酪氨酸和色氨酸残基能使酚试剂中磷钨酸—磷钼酸还原成蓝色。

(4) 紫外吸收法：在280nm测定其吸收峰。

(5) 染料结合法：蛋白质可与某些染料特异性结合（如考马斯亮蓝G-25）在特定波长比色定量。

4. (1) 血浆蛋白的生理功用：对PH的缓冲和维持血液正常的胶体渗透压；运输多种物质；血浆酶类的催化作用；凝血及抗凝血功能；免疫、防御等功能；营养功能。

(2) 临床上出现水肿的生化机制：由于各种原因造成血浆蛋白含量降低时，尤其是白蛋白浓度低于20g/L时，由于胶体渗透压的下降，血浆中的水份渗透到组织间液，造成水肿等现象。

5. 各种蛋白质的含氮量颇为接近，平均为16%，因此测定出蛋白质样品的含氮量就可以推算出蛋白质含量。常用的公式为：蛋白质含量(克%)=每克样品含氮克数 \times 6.25 \times 100。

6. 蛋白质的基本组成单位是氨基酸，均为L- α -氨基酸，即在 α -碳原子上连有一个氨基，一个羧基、一个氢原子和一个侧链。每个氨基酸的侧链各不相同，是其表现不同性质的结构特征。

7. 蛋白质的二级结构是指多肽链主链原子的局部空间排布，不包括侧链的构象。主要有 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲四种。在 α -螺旋结构中，多肽链主链围绕中心轴以右手螺旋方式螺旋上升，每隔3.6个氨基酸残基上升一圈。氨基酸残基的侧链伸向螺旋外侧。靠氢键维持稳定。在 β -折叠结构中，多肽链的肽键平面折叠成锯齿状结构，侧链交错位于锯齿状结构上下方，靠氢键维持稳定。在球状蛋白质分子中，肽链主链常出现180°的回折，回折部分称 β -转角。无规卷曲是指肽链中没有确定规律的结构。

8. 影响蛋白质 α -螺旋结构稳定的因素有：

①带有相同电荷的氨基酸残基侧链相邻，互相排斥。

②R基团过大，产生位阻效应不利于 α -螺旋的生成。

③脯氨酸侧链不能形成氢键，不能形成 α -螺旋。

9. 蛋白质一级结构是高级结构的基础。有相似一级结构的蛋白质，其空间构象和功能也有相似之处。如垂体前叶分泌的促肾上腺皮质激素ACTH的第4至第10个氨基酸残基与促黑激素 α -MSH、 β -MSH有相同序列，因此ACTH有较弱的促黑激素作用。又如广泛存在于生物中的细胞色素C，在相近的物种间，其一级结构越相似，空间构象和功能也越相似。在物种上，猕猴和人类很接近，两者的细胞色素C只相差一个氨基酸残基，空间结构和功能也极相似。

10. 在某些物理和化学因素作用下，蛋白质的空间构象受到破坏，使其理化性质改变，生物活性丧失，这是蛋白质变性作用。蛋白质变性后疏水侧链暴露，肽链可相互缠绕而聚集，易于从溶液中沉淀析出。可见变性的蛋白质易于沉淀，但变性的蛋白质不一定沉淀，而沉淀的蛋白质也不一定都变性。应用蛋白质变性作用进行酒精消毒，高压灭菌，低温下保存生物活性制剂等。

11. 血浆蛋白质的等电点多为pH5.0左右，正常情况下血浆的pH值为7.35~7.45之间，大于蛋白质的等电点，所以血浆蛋白质在生理条件下多数带负电。

12. 肌红蛋白和血红蛋白都是球状蛋白质，含铁卟啉化合物，肌红蛋白由153个氨基酸残基及一个血红素组成。血红蛋白由四个亚基组成， α 2 β 2， α -链含141个氨基酸残基， β -链含146个氨基酸残基，每条肽链都卷曲成球状，有一个空穴容纳一个血红素，一个Hb分子能与4分子O₂结合。

13. 常用的分离纯化蛋白质的方法主要有：盐析、丙酮沉淀、透析、电泳、离子交换层析、分子筛层析、超速离心等方法。

盐析是应用中性盐加入蛋白质溶液，破坏蛋白质的水化膜，中和了电荷，使蛋白质聚集而沉淀析出。丙酮沉淀是向蛋白质溶液中加入丙酮使蛋白质沉淀。透析法是利用仅能通透小分子化合物的半透膜，使大分子蛋白质和小分子化合物分离，达到浓缩蛋白质或除去小分子化合物的目的。电泳法是根据蛋白质在一定 pH 溶液中可带电荷，成为带电颗粒，在电场中向相反的电极方向移动。由于蛋白质的质量和电荷量不同，在电场中的泳动速率也不同，从而将蛋白质分离成泳动速率快慢不等的条带。离子交换层析是利用离子交换树脂或离子交换纤维素将蛋白质分离的方法。在某一 pH 条件下，蛋白质颗粒带有电荷，可与离子交换树脂颗粒表面的相反电荷吸引，然后用盐溶液洗脱，蛋白质带电多少不同，随洗脱液盐浓度的变化而先后被洗脱，达到分离的目的。分子筛层析是根据蛋白质颗粒大小不同而进行分离的一种方法。层析柱内填充网状凝胶颗粒，小分子蛋白质可进入颗粒内，大分子蛋白质不能进入，因此分子量不同的蛋白质在层析柱内滞留时间不同，流出层析柱先后不同，可将蛋白质按分子量大小而分离。超速离心法是利用蛋白质的密度和形态不同，在超速离心力作用下沉降速度不同而分离的方法。

14. 测定蛋白质的空间构象方法主要用 X 射线晶体衍射法。X 射线射至蛋白质晶体上，可发生不同方向的衍射，X 光片可接受衍射光束，形成衍射图，经计算机绘制出三维空间的电子密度图从而得出三维空间结构。也可用二维核磁共振技术测三维空间结构。

15. 答案（略）

16. 答案（略）

17. 答：氨基酸既带有氨基也有羧基，是两性电解质。当固体的氨基酸溶于纯水中时，酸性基团解离出质子使溶液变为酸性，碱性基团接受质子使溶液变为碱性。在 20 种通用氨基酸中，一氨基一羧基的氨基酸溶于水后溶液基本为中性，一氨基二羧基的氨基酸溶于水后溶液 pH 小于 7 为酸性，二氨基一羧基的氨基酸，如 Lys、Arg 溶于水后溶液 pH 大于 7 为碱性。

18. 答：五肽的氨基酸顺序是 Met—Asp—Phe—Thr—Ser。用 BrCN 处理得到一个游离的高丝氨酸说明 N—末端是 Met。胰凝乳蛋白酶水解得到两个片段，酸性强的含有甲硫氨酸表明：Met—Asp—Phe；羧肽酶 A 作用结果说明 C 端是—Thr—Ser。所以该五肽氨基酸顺序是：Met—Asp—Phe—Thr—Ser。

19. 答：电泳分离技术是根据物质带电荷的多少达到分离的目的。待分离的物质所带电荷的差异越大分离效果就越好，所以应取两者 pI 的中间值，带正电荷的粒子电泳时向负极移动，带负电荷的粒子电泳时向正极移动。

（1）在 pH5.8；（2）在 pH8.2；（3）在 pH4.8。

20. 解：根据朗伯-比尔定律 $0. D = \epsilon \cdot L \cdot C$

该物质溶液浓度 $C = 0. D / \epsilon \cdot L = 0.4 / 1 \times 10^4 \times 0.5 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)} = 0.8 \times 10^{-4} \times 500 \text{ (g/L)} = 4 \times 10^{-2} \text{ (g/L)}$

10ml 溶液中物质含量 = $C \times V \times \text{稀释倍数} = 4 \times 10^{-2} \text{ (g/L)} \times 0.01 \text{ L} \times 10 = 4 \times 10^{-3} \text{ (g)} = 4 \text{ (mg)}$

该物质纯度 = $\text{纯物质含量} / \text{溶液中物质总量} \times 100\% = 4/5 \times 100\% = 80\%$

答：此化合物纯度是 80%。

21. 答：该氨基酸水溶液 pH 值为 6.0，说明该氨基酸羧基的解离程度大于氨基，要使氨基酸上的羧基的解离程度与氨基的解离程度相同，只有加酸抑制其水解，故该氨基酸的 pI 小于 6。

22. 答：血红蛋白是一种由四个亚基组成的寡聚蛋白，肌红蛋白只由一条多肽链组成；血红蛋白的 α 和 β 链与肌红蛋白具有相同的三级结构，在与氧的结合过程中肌红蛋白呈饱和曲线，血红蛋白呈 S 型曲线。血红蛋白有两种不同的构象，一种是松弛型构象，另一种是紧缩型构象，当血红蛋白与氧分子结合时呈松弛型构象，释放出氧分子时呈紧缩型构象。在去氧血红蛋白的两个 β 亚基之间存在有一个能够容纳一分子 2,3-DPG (2,3-二磷酸甘油酸) 的凹穴，2,3-DPG 可以借自身所带三个负电荷基团与每个 β -亚基的表面的三个正电荷基团 (1 位 Val 的 α -氨基，82 位 Lys 的 ϵ -氨基，43 位 His 的咪唑基) 互相吸引形成三个离子键，使血红蛋白维持紧缩型构象，导致它对氧的亲合力下降。在肺部，由于氧分压高，2,3-DPG 也低，血红蛋白能够最大限度地与氧结合，形成氧合血红蛋白，氧合血红蛋白随血液到达肌肉、脑及其它组织时，由于氧分压低，迅速释放出氧分子，较高的 2,3-DPG 与去氧血红蛋白结合，使其维持紧缩型结构。长期生活在高山缺氧地区的人群，血液中 2,3-DPG 的含量明显高于在平原和沿海地区生活的人群，有助于血红蛋白为细胞、组织提供更多的氧气。

23. 答：蛋白质结构决定蛋白功能，两者有其严格的对应关系。蛋白质空间结构信息贮存在特定的蛋白质一级结构之中 (蛋白质的卷曲密码)，在特定的环境条件下，蛋白质的空间结构由其一级结构所决定。一级结构的变化必然导致功能的变化。例如镰刀形贫血病的产生，由于血红蛋白分子中 β -亚基 N-端第六个氨基酸由谷氨酸变为缬氨酸，在 β -亚基的表面引入一个疏水性粘斑，并可以借助于这些粘斑相互连接形成血红蛋白纤维，使血红蛋白在红细胞中的溶解度下降，携氧能力降低，并导致红细胞形态发生变化，脆性加大易于破裂，导致贫血病的发生。特定的蛋白质空间结构是蛋白质发挥正常功能的基础，空间结构的变化可以直接导致蛋白质功能的改变。例如牛胰核糖核酸酶，含 4 对二硫键，可以催化 RNA 的水解，如果将其置于含有 β -巯基乙醇和 8M 的尿素溶液，破坏其二硫键，使空间结构发生改变，可以导致酶活性的丧失，但如果用透析的方法除去溶液中的尿素和 β -巯基乙醇，原来破坏的空间结构又可以得到恢复，

酶又可以重新恢复其活性。

24. 答案（略）

第二章 核酸

一、名词解释

1. 核苷与磷酸通过磷酸酯键结合即为核苷酸。常见的为 5' -核苷酸。
2. 脱氧核苷与磷酸通过磷酸酯键结合即构成脱氧核苷酸。
3. 一个核苷酸的 3' -OH 与另一个核苷酸的 5' -磷酸形成的化学键即为 3' , 5' -磷酸二酯键。
4. 在 DNA 双链结构中两条链的碱基之间以氢键相连, 产生了固有的配对方式, 即腺嘌呤与胸腺嘧啶、鸟嘌呤与胞嘧啶配对存在, 这种配对方式称为碱基互补。
5. mRNA 分子上每三个核苷酸为一组, 决定蛋白质分子中一个氨基酸, 称为三联体密码。
6. 由 rRNA 和多种核糖体蛋白共同构成, 分为大、小两个亚基。核糖体的功能是作为蛋白质合成的场所。
7. DNA 溶液中加入过量的酸、碱或加热使 DNA 双链之间氢键断裂, 两条链解开形成单链即为 DNA 变性。
8. DNA 变性过程中, 紫外吸收值达到最大值的 50% 时的温度称为 DNA 的解链温度 (T_m)。
9. DNA 变性后使 260nm 波长处紫外吸光度增加这种作用称为 DNA 增色效应。
10. 具有自身催化作用的 RNA 分子可以自身进行剪接, 这种具有催化作用的 RNA 称为核酶。
11. 左手螺旋 DNA 称为 Z-DNA, 与右旋 DNA 功能有差异。
12. 核小体由 DNA 和组蛋白共同构成。组蛋白分子共有五种, 分别称为 H1, H2A, H2B, H3 和 H4。各两分子的 H2A, H2B, H3 和 H4 共同构成了核小体的核心, DNA 双螺旋分子缠绕在这一核心上构成了核小体。
13. DNA 的增色效应是指在其解链过程中, DNA 的 A260 增加, 与解链程度有一定的比例关系。
14. DNA 变性过程中, 紫外光吸收值达到最大值的 50% 时的温度称为 DNA 的解链温度 (T_m)。在 T_m 时, 核酸分子内 50% 的双链结构被解开。 T_m 值与 DNA 的分子大小和所含碱基中的 G+C 比例成正比。
15. 核糖体由 rRNA 与核糖体蛋白共同构成, 分为大、小两个亚基。核糖体的功能是作为蛋白质合成的场所。核糖体的功能是为细胞内蛋白质的合成提供场所。在核糖体中, rRNA 和核糖体蛋白共同形成了 mRNA、tRNA 与氨基酸的复合物、翻译起始因子、翻译延长因子等多种参与该合成过程的成分的识别和结合部位。
16. 具有自我催化的能力 RNA 分子自身可以进行分子的剪接, 这种具有催化作用的 RNA 被称为核酶。
17. 热变性的 DNA 经缓慢冷却过程中, 具有碱基序列部分互补的不同的 DNA 之间或 DNA 与 RNA 之间形成杂化双链的现象称为核酸分子杂交。
18. 稀有核苷: 在核酸分子中含量较少的一类核苷。
19. DNA 二级结构: 由两条反向平行的 DNA 单链围绕其中心轴向右盘绕而形成的 DNA 双螺旋结构。
20. 三叶草模型: tRNA 分子的二级结构具有四环四臂, 即氨基酸臂, 反密码环及臂、D 环及臂、T ψ C 环及臂和额外环, 外形呈三叶草形故名。
21. “线团”转变: 由于酸、碱、变性剂及高温等理化因素作用, 使原有规则的螺旋结构破坏, 形成无规则线团结构的现象称核酸变性又名“线团”转变。
22. 分子杂交: 具有互补碱基序列的核酸单链 (DNA 或 RNA) 之间借助于氢键, 彼此结合形成 DNA-DNA 或 DNA-RNA 杂合双链的现象称分子杂交。
23. 增色效应: 核酸分子主要是 DNA 分子由于变性作用, 原来位于螺旋结构内部的碱基外露, 紫外吸收能力增大的现象称增色效应。
24. T_m : 溶液中 DNA 的变性作用发生在一个很狭窄的温度范围, 就像晶体物质在其熔点突然熔化一样, 故称核酸的熔解, 熔解温度范围的中点温度称解链温度, 用 T_m 表示。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 错 4. 对 5. 错 6. 错 7. 对 8. 错 9. 对 10. 错
11. 对 12. 对 13. 错 14. 错 15. 对 16. 对 17. 对 18. 对

三、填空题

1. 外侧, 内侧
2. 共轭双键 260nm 波长紫外线
3. N-9 C-1'
4. N-1 C-1'
5. 3' , 5' -磷酸二酯键
6. B-DNA, Z-DNA

7. 5' - 3' -
8. 三叶草形, 倒 L 型
9. 氢键, 碱基平面堆积力
10. G+C 的百分含量
11. 外侧、在内侧
12. 三叶草形、倒 L 形
13. 5' 末端的 7-甲基鸟嘌呤与三磷酸鸟苷的帽子结构、3' 末端的多聚 A 尾
14. 作为生物遗传信息复制的模板、作为基因转录的模板
15. 分子大小、G+C 比例
16. 靠配对碱基之间的氢键、疏水性碱基堆积力
17. 前一个核苷酸的 3'-OH、下一位核苷酸的 5' 位磷酸
18. 共轭双键、260nm 的紫外线
19. 碱基、糖苷键
20. 核苷酸连接的方向性、碱基间氢键形成的是限制
21. 含氮碱基、戊糖
22. tRNA
23. 2. 0nm, 3. 4nm, 10bp, 外, 内
24. 细胞核内, 遗传信息的载体 (遗传物质)
25. DNA 或 RNA 模板决定的
26. 增大, 变化不明显或没有变化
27. 反, 3. 4nm, 10
28. 脱氧核糖, 2' -碳位上没有羟基, 不利于碱的作用
29. U, A
30. 20, 60
31. 3' -CGATGATTCG-5'
32. 三叶草形, 氨基酸臂, 反密码环及反密码环臂, D-环及 D-环臂, T ψ C 环及 T ψ C 环臂, 额外环
33. 解开, 结合形成双螺旋, 复性
34. 起始浓度, 重复序列多少
35. 解旋, 右, 旋紧, 左
36. 三叶草, 倒 L 形
37. 嘧啶、嘌呤, 260。
38. 氢键、盐键、碱基堆积力

四、选择题

1. C 2. D 3. C 4. B 5. A 6. B 7. E 8. C 9. E 10. D 11. A 12. D 13. C 14. E 15. A
16. C 17. A 18. D 19. B 20. E
21. BCD 22. ABE 23. BCE 24. DE 25. ABC 26. ACE 27. AB 28. BC 29. ACD 30. ACE
31. D 32. C 33. B 34. A 35. C 36. B 37. B 38. C 39. B 40. C 41. D 42. C 43. E 44. C 45. A
46. B 47. D 48. B 49. D 50. B 51. A 52. B 53. A 54. C 55. C 56. AC 57. ABD 58. B 59. A 60. A
61. B 62. A 63. D 64. B 65. A 66. A

五、问答题

1. DNA 双螺旋结构的特点:

- ①DNA 由两条脱氧核苷酸链组成, 两条链互相平行, 方向相反。
 - ②两条链之间碱基互补, 碱基之间以氢键相连, A 与 T、G 与 C 互补。
 - ③两条链围绕同一轴心盘旋成右手双螺旋, 螺旋一周包含了 10 个碱基对, 螺距 3. 4nm。DNA 双螺旋结构稳定的维系横向靠两条链间互补碱基的氢键维系, 纵向靠碱基平面间的疏水性堆积力维持。
2. 细胞内主要的 RNA 有三种: mRNA, 蛋白质合成的模板; tRNA, 转运氨基酸, rRNA, 与多种蛋白质构成核糖体, 是蛋白质合成的场所。此外还有 HnRNA、SnRNA 等。

3. 第一种 DNA 的 T_m 值高于第二种。因为第一种 DNA 含腺嘌呤核苷酸 40% (包括胸腺嘧啶核苷酸), 含鸟嘌呤核苷酸和胞嘧啶

核苷酸配对为 60%, 因而碱基互补所形成的氢键多于第二种 DNA, 所以 T_m 值较高。

4. RNA 与 DNA 的差别主要有以下三点:

- ①组成它的核苷酸中的戊糖成分不是脱氧核糖而是核糖;
- ②RNA 中的嘧啶成分为胞嘧啶和尿嘧啶, 而不含胸腺嘧啶, 即 U 代替了 DNA 中的 T。
- ③RNA 中的基本核苷酸为 AMP、GMP、CMP 和 UMP, 而 DNA 中为 dAMP、dGMP、dCMP 和 dTMP。
- ④RNA 分子结构以单链为主, 而非双螺旋结构。

5. 真核生物 mRNA 结构特点:

- ①大多数真核 mRNA 在 5' - 端以 7-甲基鸟嘌呤及三磷酸鸟苷为分子的起始结构, 称为帽子结构 (m⁷GpppG-)。
- ②真核生物 mRNA 的 3' - 端有一段长短不一的多聚腺苷酸结构, 通常称为多聚 A 尾。
- ③mRNA 分子从 5' - 向 3' - 方向阅读每三个核苷酸为一组代表一个氨基酸为遗传三联体密码。

6. 具有催化作用的 RNA 被称为核酶。核酶的发现推动了对于生命活动多样性的理解, 在医

7. 动物细胞内主要含有的 RNA 种类及功能

- (1) 核糖体 RNA (rRNA), 功能: 核糖体组成成分
- (2) 信使 RNA (mRNA), 功能: 蛋白质合成模板
- (3) 转运 RNA (tRNA), 功能: 转运氨基酸
- (4) 不均一核 RNA (hnRNA), 功能: 成熟 mRNA 的前体
- (5) 小核 RNA (SnRNA), 功能: 参与 hnRNA 的剪接、转运
- (6) 小核仁 RNA (SnoRNA), 功能: rRNA 的加工和修饰
- (7) 小胞质 RNA (ScRNA/7Sh-RNA), 功能: 蛋白质内质网定位合成的信号识别体的组成成分

8. 第一种 DNA 的 T_m 值高于第二种。因为第一种 DNA 含有较高的 (60%) 鸟嘌呤和胞嘧啶配对, 因而碱基互补所形成的氢键多于第二种 DNA。

9. DNA 双螺旋结构模型的要点是:

(1) DNA 是一反向平行的双链结构, 脱氧核糖基和磷酸基骨架位于双链的外侧, 碱基位于内侧, 两条链的碱基之间以氢键相接触。腺嘌呤始终与胸腺嘧啶配对存在, 形成两个氢键 ($A=T$), 鸟嘌呤始终与胞嘧啶配对存在, 形成三个氢键 ($G=C$)。碱基平面与线性分子结构的长轴相垂直。一条链的走向是 5' → 3', 另一条链的走向就一定是 3' → 5'。

(2) DNA 是一右手螺旋结构。螺旋每旋转一周包含了 10 对碱基, 每个碱基的旋转角度为 36°。螺距为 3.4nm, 每个碱基平面之间的距离为 0.34nm。DNA 双螺旋分子存在一个大沟和一个小沟。

(3) DNA 双螺旋结构稳定的维系横向靠两条链间互补碱基的氢键维系, 纵向则靠碱基平面间的疏水性堆积力维持。

10. RNA 与 DNA 的差别主要有以下三点:

- (1) 组成它的核苷酸中的戊糖成分不是脱氧核糖, 而是核糖;
- (2) RNA 中的嘧啶成分为胞嘧啶和尿嘧啶, 而不含有胸腺嘧啶, 所以构成 RNA 的基本的四种核苷酸是 AMP、GMP、CMP 和 UMP, 其中 U 代替了 DNA 中的 T;
- (3) RNA 的结构以单链为主, 而非双螺旋结构。

11. 答: DNA 双螺旋结构模型的主要内容 (略)。生物体内遗传信息的传递主要是通过碱基互补方式实现的。

12. 答案 (略)

13. 解: 一单链中 $(A+G) / (T+C)$ 的比值为 0.9, 根据碱基互补规则, 另一条链中 $(A+G) / (T+C)$ 的比值应为 1.1。

14. 答: (a) 加热的温度接近该 DNA 的 T_m 值, 开始退火复性后的 OD260 与变性前应完全相同, 因为在接近 T_m 值的温度时, DNA 的两条链并未完全分开, 所以复性可以达到与变性前相同的程度。

(b) 加热的温度远远超过该 DNA 的 T_m 值, 退火复性后的 OD260 比变性前高, 因为在远远超过了 T_m 值的温度时, DNA 的两条链完全分开复性不容易达到与变性前相同的程度。

15. 假定每个基因有 900 对核苷酸, 并且有三分之一的 DNA 不编码蛋白质, 人的一个体细胞 (DNA 量为 6.4×10^9 对核苷酸), 有多少个基因? (参考答案 4.72×10^6) 如果人体有 10^{13} 个细胞, 那么人体 DNA 的总长度是多少千米? (参考答案 2.2×10^{13} 千米) 等于地球与太阳之间距离 (2.2×10^9 千米) 的多少倍? (参考答案 1000 倍) (以三个碱基编码一个氨基酸, 氨基酸平均分子量为 120, 核苷酸对平均分子量为 640 计算。)

16. 答: 同源蛋白质是指来源不同的同一种蛋白质, 它们具有基本相同的氨基酸序列, 所以它们的基因具有相同的核苷酸序列。当将带有同源蛋白质基因的 DNA 片段, 进行杂交时, 形成杂交分子的机会就比较多。

第三章 酶与辅酶

一、名词解释

1. 酶是活体细胞合成的对特异底物起高效催化作用的蛋白质。
2. 在酶分子中与酶的催化活性密切相关的必需基团在一级结构上可能相距很远，但在空间结构上彼此靠近，组成具有特定空间结构的区域，能与底物特异性结合并将底物转化为产物，这一区域称为酶的活性中心。
3. 在酶分子中与酶的活性密切相关的基团称做酶的必需基团。
4. 酶对所催化的底物具有严格的选择性，即一种酶只能作用于一种或一类化合物，或一定的化学键，催化一定的化学反应，产生一定的产物，酶的这种特性称为酶的特异性。
5. 酶分子除含有氨基酸残基形成的多肽链外，还含有非蛋白部分，这种结合蛋白质的酶称为结合酶。
6. 与酶蛋白结合疏松，可以用透析或超滤法去除的辅助因子称辅酶。
7. 与酶蛋白结合紧密，不能用透析或超滤法去除的辅助因子称为辅基。
8. 在某一环境 pH 条件下，酶和底物分子的极性基团解离状态相适应，酶有最大催化活性，这时的 pH 称为最适 pH。
9. 温度对酶促反应有双重影响，温度升高一方面能加快酶促反应速度，但同时也增加酶的变性作用，会使酶促反应速度降低。酶促反应速度最大时的环境温度称为最适温度。
10. 抑制剂与酶的底物结构相似，与底物竞争酶的活性中心，抑制剂与酶结合后使酶与底物亲和力下降，酶的活性受到抑制，这种抑制称为竞争性抑制。
11. 抑制剂与酶活性中心以外的必需基团结合，抑制剂与酶结合不影响酶与底物结合，但不能转变成产物，这种抑制称为非竞争性抑制。
12. 抑制剂仅与酶和底物形成的中间产物结合，使中间产物量减少，酶的活性受到抑制，此种抑制称为反竞争性抑制。
13. K_m 是米氏常数，是单底物反应中酶与底物可逆性生成中间产物和中间产物转化为产物这三个反应的平衡常数。 K_m 等于反应速度为最大速度一半时的底物浓度。
14. 酶蛋白肽链上的一些基团在酶的催化下与某些基团发生可逆的共价结合，从而改变酶的催化活性，这一过程称为酶的共价修饰。常见的是酶的磷酸化。
15. 有些酶在细胞内合成或初分泌时是无活性的酶原，在一定条件下酶原水解掉一个或几个肽键，转变成有活性酶的过程称为酶原的激活。实际上是酶的活性中心形成或暴露的过程。
16. 同工酶是指催化的化学反应相同，酶蛋白的分子结构、理化性质乃至免疫学性质不同的一组酶。
17. 人工将底物的过渡态类似物作为抗原，注入动物体内产生抗体，当抗体与底物结合时，就可使底物转变为过渡态而发生催化反应，这种抗体兼有抗体和酶的双重性质。这种具有催化功能的抗体分子称为抗体酶。
18. 是指反应刚刚开始时，各种影响酶促反应速度的因素尚未发挥作用，时间进程与产物生成量呈直线关系时的反应速度，这时酶促反应速度与酶的浓度成正比。
19. 一些物质可以和酶分子的活性中心以外的非催化部位（或非催化亚基）可逆地结合，使酶分子构象改变，催化活性改变，这种调节作用称为变构调节。
20. 将水溶性酶经物理或化学方法处理后，成为不溶于水但仍具有酶活性的一种酶的衍生物。
21. 酶的活性中心：必需基团在空间上彼此靠近，组成具有特定空间结构的区域，能与底物特异结合转化为产物，这一区域称为酶的活性中心。
22. K_m 值：是当反应速度等于最大速度一半时的底物浓度。单位： mmol/L 。
23. 同工酶：指催化相同的化学反应，但酶蛋白的分子结构、理化性质乃至免疫学特性不同的一组酶。
24. 酶的特异性：一种酶只能催化一种或一类化合物，或一定的化学键，催化一定的化学反应，产生一定的产物，这种特性称为酶的特异性。
25. 最适 pH：在某一 pH 时，酶、底物、辅酶的解离状态最适合相互结合及催化反应速度最大，此 pH 称为该酶的最适 pH。
26. 不可逆性抑制：抑制剂以共价键与酶活性中心上的必需基团共价结合，使酶失活。这种抑制剂不能用简单透析或过滤方法去除，酶的活力难以恢复，这种抑制作用称不可逆性抑制。
27. 可逆性抑制：抑制剂与酶以非共价键结合，使酶活力降低或丧失，用简单透析或过滤方法去除抑制剂，酶的活力得以恢复，这种抑制作用称可逆性抑制。
28. K_m 与 K_s ： K_m 又称米氏常数是反应速度达到最大速度一半时底物的浓度； K_s 是酶底复合物的解离平衡常数，其值大小可以反映酶对底物的亲和力大小。
29. 双成分酶：由蛋白质和非蛋白质两种组分构成的酶，酶分子中的蛋白质组分称酶蛋白，非蛋白质组分称辅因子。
30. 活性中心：又称活性部位是指酶分子中参与和底物的结合，并与酶的催化作用密切相关的部位，由酶分子中相距较近的

几个氨基酸残基及必需的辅因子构成。

31. 变构酶：酶分子通过与专一性效应物的结合，使其空间结构发生变化，并进一步导致酶活性改变的一类调节酶类。
32. 酶原激活：酶原在专一性蛋白酶的催化下，肽链发生特异性断裂，并进一步导致空间结构发生变化形成酶的催化作用所必需的空间结构的现象。
33. 寡聚酶：由两个或两个以上具有三级结构的多肽链构成的酶或者说具有四级蛋白质结构的一类酶。
34. 同工酶：能够催化同一种化学反应，但理化性质有所不同的一组酶。
35. 酶活力、比活力：酶加速其化学反应速度的能力称酶活力；单位质量或体积酶制剂所具有的酶活力大小称比活力，用 U/mg 或 Katal/Kg 来表示。
36. 维生素：维持生物体正常生命活动所必需的一类微量有机小分子。
37. 辅酶、辅基：与酶蛋白结合不太紧密，可以用透析等物理方法将两者分开的小分子有机物质称辅酶；与酶蛋白结合紧密，不能用透析等物理方法将两者分开的小分子有机物质称辅基。
38. 维生素缺乏症：由于生物体内维生素的缺乏，致使机体不能正常生长，甚至发生疾病的现象称为维生素缺乏病。维生素缺乏的主要原因有：①摄入量不足。②维生素的吸收发生障碍。③维生素需要量增加，使摄入量相对不足等。
39. 维生素中毒症：由于某种维生素长期的大量摄入，所导致的疾病或不适称为维生素中毒症。
40. 脂溶性、水溶性维生素：能溶于有机溶剂的维生素称为脂溶性维生素，如维生素 A、维生素 D、维生素 K、维生素 E；能溶于水的维生素称为水溶性维生素，如维生素 C、维生素 B1、维生素 B2 等。
41. 维生素原：某些物质本身虽然不是维生素，但在生物体内可转化成维生素，这些物质称为维生素原如： β -胡萝卜素、7-脱氢胆固醇等。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 对 4. 对 5. 对 6. 对 7. 对 8. 对 9. 对 10. 对
11. 对 12. 错 13. 对 14. 错 15. 对 16. 对 17. 对 18. 对 19. 错 20. 对
21. 对 22. 对 23. 对 24. 对 25. 对 26. 错 27. 错 28. 错 29. 对 30. 错
31. 对 32. 对 33. 对 34. 错 35. 对 36. 对

三、填空题

1. 活化能平衡常数
2. 催化基团结合基团
3. 绝对相对立体异构
4. 一半底物浓度
5. 亲和力
6. 不是，底物浓度，缓冲液的种类与浓度，酶的纯度
7. 不是降低
8. 竞争性非竞争性
9. 活性中心共价
10. 增大，不变
11. 不变，下降
12. 酶-底物复合物，下降，下降
13. 活性中心
14. 相同，不同
15. 五，四
16. HM
17. 调节部位（或调节亚基）
18. 刚刚开始，未发挥作用
19. 金属离子，小分子有机化合物
20. 抗体酶
21. 活化能，平衡常数
22. 辅酶，活性中心
23. 绝对，相对
24. 一半，底物浓度

25. 酶原, 活性中心
26. M, H
27. 金属酶, 金属活化酶
28. 催化基团, 结合基因
29. 竞争性, 非竞争性
30. 相同, 不同
31. 不是, 底物浓度、缓冲液的种类与浓度、以及酶的纯度
32. 不是, 降低
33. 活性中心, 共价
34. 氧化还原酶类, 转移酶类, 水解酶类, 裂合酶类, 异构酶类, 合成酶类
35. 酶蛋白, 辅因子
36. 底物浓度远远过量、最适 pH、最适温度
37. 正比
38. 酶浓度、底物浓度、pH、温度、抑制剂、激活剂
39. 天冬氨酸、谷氨酸, 酸碱催化
40. 丝氨酸残基、组氨酸残基、天冬氨酸残基, 专一性不同
41. $1/V$, $1/S$
42. U/mg, Katal/Kg
43. 变大, 不变
44. 天冬氨酸, 氨甲酰磷酸
45. 多, 最小
46. 高度的催化活性、高度的专一性、作用条件的温和性、酶活性的可调性
47. NAD, 4, H, M
48. 寡聚酶类, 2, 别构中心(调节中心)
49. α , β , β
50. TPP, 丙酮酸、乳酸
51. 核糖醇, 核黄素
52. 氢载体, 6, 7-二甲基异咯嗪环
53. 羟基化酶, 脯氨酸、赖氨酸
54. 烟酰胺和烟酸, 糙皮病
55. 吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺, 吡哆醛、吡哆胺, 转氨
56. 羧化酶, CO_2
57. 喋呤啶、对氨基苯甲酸, FH_4 , 一碳单位载体
58. 5-脱氧腺苷钴胺素, 变位酶
59. 维生素 C、维生素 A
60. 吡啶, 色氨酸
61. 糖蛋白(内在因子), 吸收, 保护维生素 B12 不受肠道细菌的破坏

四、选择题

1. E 2. C 3. D 4. C 5. B 6. A 7. B 8. A 9. D 10. E 11. A 12. C 13. C 14. B 15. A
16. D 17. E 18. D 19. A 20. C 21. D 22. B 23. C 24. E 25. A 26. A 27. B 28. D 29. E 30. C
31. B 32. D 33. E 34. A 35. C 36. ABC 37. AB 38. ABD 39. ADE 40. ABC
41. ABDE 42. ABC 43. ABDE 44. ABC 45. ABDE 46. C 47. C 48. E 49. D 50. C
51. E 52. C 53. C 54. E 55. E 56. A 57. E 58. D 59. E 60. B 61. A 62. A 63. D 64. B 65. B
66. D 67. D 68. 无答案 69. A 70. C 71. B 72. D 73. D 74. C 75. A
76. D 77. D 78. B 79. ABD 80. BD 81. B 82. B 83. B 84. B 85. B 86. C

五、问答与计算

1. 相同点: ①反应前后无质和量的改变; ②只能催化热力学允许进行的化学反应; ③不改变反应的平衡点; ④作用的机理都是降低反应的活化能。
不同点: ①酶的催化效率高; ②酶对底物有高度特异性; ③酶的催化作用受多种因素的影响; ④酶是蛋白质, 对热不稳定,

对反应条件要求严格。

2. 酶催化反应的特异性有三种类型。

①绝对特异性：一种酶只能作用于特定结构的底物，催化一种专一的反应，得到一种特定的产物，这种特异性称为绝对特异性。如脲酶只能催化尿素水解。

②相对特异性：一些酶可以作用一类化合物或一种化学键，生成一定的产物，这种酶对底物不太严格的选择性称为相对特异性。例如脂肪酶可以使脂肪水解，蛋白酶可以水解各种蛋白质的肽键等。

③立体异构特异性：有一些酶仅作用于底物立体异构体中的一种，这种酶对底物立体异构体的选择性称为立体异构特异性。例如乳酸脱氢酶只作用于L-乳酸，而不催化D-乳酸脱氢。

3. 金属离子的作用：①作为酶活性中心的催化基团参与反应；②传递电子；③作为连接酶与底物的桥梁；④稳定酶的构象；⑤中和阴离子，降低反应的静电斥力。

4. 酶的必需基团有活性中心以内必需基团和活性中心以外的必需基团。活性中心内的必需基团有催化基团和结合基团。结合基团与底物分子结合，将其固定于酶的活性中心；催化基团使底物分子不稳定，形成过渡态，并最终转变为产物。活性中心以外的必需基团为维持酶分子活性中心空间构象所必需。

5. 影响酶促反应速度的因素主要有：酶的浓度、底物浓度、温度、pH、激活剂、抑制剂和反应时间等。

6. K_m 值等于酶促反应速度为最大速度一半时的底物浓度。 K_m 可以近似表示酶与底物的亲和力， K_m 值愈大，表明酶与底物亲和力小，反之 K_m 值愈小，表明酶与底物亲和力愈大。 K_m 值是酶的特征性常数之一，只与酶的结构、酶催化的底物、环境的 pH、温度有关，与酶的浓度无关。酶的 V_{max} 是酶完全被底物饱和时的反应速度，与酶浓度成正比。一般在作酶活性研究时都用 V_{max} 。

7. 酶是生物催化剂，温度对酶促反应速度具有双重影响，温度升高一方面可以加快酶促反应速度，但同时也增加酶变性机会，又使酶促反应速度降低，温度升高到 60°C 以上大多数酶开始变性； 80°C 以上时多数酶的变性已不可逆。综合这两种因素，在环境温度低于最适温度时，温度升高加快反应速度起主导作用；温度高于最适温度时，酶的变性作用加大，酶促反应速度降低。

8. 酶分子中的必需基团在不同的 pH 条件下解离状态不同，其所带电荷的种类和数量也不同。酶活性中心的某些必需基团往往在某一解离状态时才最容易同底物结合而具有最大催化作用，同时，底物的解离状态也受 pH 的影响，只有在某一 pH 条件下酶与底物分子的解离状态最有利于酶和底物的结合，使酶有最大催化效率，这时环境的 pH 称为酶的最适 pH。

9. 竞争性抑制作用的特点：抑制剂与底物结构相似，竞争酶的活性中心，抑制剂与酶结合后，酶与底物亲和力减小，增加底物浓度可以减轻抑制，可以达到原来的最大反应速度， K_m 变大， V_{max} 不变。

10. 非竞争性抑制：抑制剂与底物结构无相似之处，抑制剂与酶活性中心以外的必需基团结合，抑制剂与酶结合后不影响酶与底物的结合，增加底物浓度不能解除抑制，也不能达到原来的最大速度， V_{max} 下降， K_m 不变。

11. 反竞争性抑制剂只能与酶-底物复合物结合，抑制剂与酶-底物结合后使酶更容易与底物结合，但不能转变成产物，使反应受到抑制。 K_m 值变小， V_{max} 变小。

12. 磺胺类药物的抑菌作用属于竞争性抑制。磺胺类药物成分中的对氨基苯磺酸，与四氢叶酸分子中的对氨基苯甲酸结构相似，是细菌体内二氢叶酸合成酶的竞争性抑制剂，抑制二氢叶酸的合成，进而抑制四氢叶酸的合成，干扰细菌体内一碳单位代谢，使核酸的合成受阻而影响生长繁殖，人体能直接利用食物中的叶酸，体内核酸的合成不受磺胺类药物的干扰。由于磺胺类药物以竞争性抑制作用，所以服用磺胺类药物必须保持血液中药物的高浓度，发挥有效的竞争性抑制作用。

13. 属于竞争性抑制。丙二酸与琥珀酸结构相似，竞争性抑制琥珀酸脱氢酶的活性，丙二酸与琥珀酸脱氢酶结合，使酶与琥珀酸的结合力下降，增加丙二酸浓度，抑制作用加大，增加琥珀酸浓度，可以减轻抑制。 K_m 值变大， V_{max} 不变。

14. 有些酶在细胞内合成或初分泌时只是无活性的酶前体，在一定条件下，酶原水解掉一个或几个肽键，使活性中心形成或暴露出来，即为酶原激活。有重要生理意义。消化道内的蛋白酶初分泌时以酶原形式存在，可以保护消化器官本身不遭酶的水解破坏，并且可以保证酶在其特定的部位和环境发挥其催化作用。

15. 同工酶是生物体长期进化过程中基因分化的产物，同工酶是由不同基因或等位基因编码的多肽链，或同一基因转录生成的不同 mRNA 翻译的不同多肽链组成的蛋白质。不同的同工酶在不同的组织器官的含量与分布比例不同，使不同组织有不同代谢特点。当某一组织发生病变，可能有某种同工酶释放出来，同工酶图谱改变，可以做为某种疾病的诊断指标。

16. 根据 $V = V_{max} \cdot \frac{S}{K_m + S}$ 公式计算出 $V_{max} = 1.33 \mu\text{mol}/\text{分}$ ，再将 $S = 5K_m$ ， $V_{max} = 1.33 \mu\text{mol}/\text{分}$ ，代入米氏方程计算出 $V = 1.11 \mu\text{mol}/\text{分}$

17. 根据 $V = V_{max} \cdot \frac{S}{K_m + S}$ 公式计算出： $V = 0.90V_{max}$ 时 $S = 1.35\text{mmol}/\text{L}$

18. 根据题中所给条件：

(1) 该酶的最大反应速度 $V_{max} = 0.25 \mu\text{mol}/\text{分}$

(2) 把题中给出的任何一组数据代入米氏方程求出，该酶的 $K_m = 1.25 \times 10^{-5} \text{mol}/\text{L}$ 。

(3) 该酶符合米氏方程。根据求出的 K_m 、 V_{max} 数值和题中给出的任何一组数据 S ，求出 V 值进行检验、相符合。

- (4) 根据米氏方程、将 $(S) = 1.0 \times 10^{-6} \text{mol/L}$ 代入计算出 $V = 0.018 \mu \text{mol/分}$ 。
- (5) 如果酶浓度增加 4 倍, K_m 值不变, 因为 K_m 值大小与酶浓度无关; 酶浓度增加 4 倍, V_{\max} 增大 4 倍, 因为在底物充足条件下, V_{\max} 与酶浓度成正比。
- (6) 加入竞争性抑制剂时 K_m 值变大, V_{\max} 不变。

19. 酶促反应的特点:

- (1) 具有极高的催化效率, 比一般催化剂更有效的降低化学反应所需活化能。催化效率比非催化反应高 $10^8 \sim 10^{20}$, 比一般催化剂高 $10^7 \sim 10^{13}$ 。
- (2) 高度的特异性, 根据酶对底物结构 严格选择程度的不同, 又分为绝对特异性、相对特异性和立体异构特异性。
- (3) 高度不稳定性, 酶是蛋白质易受多种因素影响而不稳定发生变性。
- (4) 酶促反应的可调节性, 为适应不断变化的内环境和生命活动的需要, 酶促反应受多种因素的调控, 如酶的区域化分布、多酶体系、多功能酶、酶活性调节及酶含量调节等。

20. 酶之所以加快化学反应速度提高催化效率, 其根本原因在于能降低反应的活化能, 目前认为酶的催化机制: (1) 诱导契合学说; (2) 邻近效应与定向排列; (3) 多元催化 (即同一种酶分子即可进行酸催化, 又可进行碱催化)。(4) 表面效应。总之, 通过以上几种效应可减低反应的活化能, 而实际上酶促反应高效率的原因往往是多种催化机制的综合作用。

21. 磺胺类药物能抑制细菌生长, 是因为这些细菌在生长繁殖时需要利用对氨基苯甲酸作底物。在二氢叶酸合成酶的催化下合成二氢叶酸, 二氢叶酸是核苷酸合成过程中四氢叶酸的前体。磺胺药物的结构与对氨基苯甲酸相似, 可竞争性抑制二氢叶酸合成酶, 从而阻碍了二氢叶酸的合成。菌体内二氢叶酸缺乏, 导致核苷酸、核酸的合成受阻, 因而影响细菌的生长繁殖, 起到杀菌的目的。根据竞争性抑制的特点, 服用磺胺类药物是必须保持血液中药物的浓度, 以发挥其有效的竞争性抑制作用。

22. 由酶蛋白和辅助因子组成的结合酶又称全酶。全酶才有催化性, 全酶中的酶蛋白起决定性作用的专一性。辅助因子是金属离子或小分子有机化合物。金属离子作用: (1) 作为酶活性中心的催化基团参与反应传递电子; (2) 作为连接酶, 酶与底物的桥梁, 便于酶对底物的作用; (3) 稳定酶分子的空间构象; (4) 中和阴离子降低反应的静电斥力。小分子有机物主要参与酶的催化过程, 在反应中传递电子、质子和一些基团。

23. 答案略

24. 答: 酶分子中参与和底物的结合并与酶的催化作用密切相关的部位称为酶的活性中心 (活性部位)。酶活性中心包括结合部位和催化部位, 结合部位是指酶分子中能与底物结合的活性基团所在的部位, 与酶促反应的底物特异性有关; 催化部位是指酶分子中使底物转变为产物的活性基团所在的部位, 与酶促反应的类型有关。变构部位是指效应物与酶分子结合的部位, 效应物与酶分子结合后可以引起酶分子构象变化, 并进一步导致酶活性的改变。逆向反应的底物是正向反应的产物, 反之, 正向反应的底物是逆向反应的产物。对于可以催化可逆性反应的酶来说, 正向反应的底物和逆向反应的底物都能与酶专一性接合, 对于不能催化可逆性反应的酶来说, 只能与正向反应的底物专一性结合, 不同的酶与底物结合的活性基团不同。

23. 答: 酶加速其化学反应的能力称为酶活力, 酶活力是用于表示单位质量或体积酶制剂催化能力的一种指标。由于绝大多数酶的化学本质都是蛋白质, 往往难以制得纯粹的精品, 常含有一定的杂质; 另外, 由于酶制剂不稳定, 易变性失活, 因此酶活力不能直接用酶制剂的质量和体积来表示。

25. 答: 酶的催化本质是可以降低酶促化学反应所需的自由能。酶与无机催化剂相比催化效率较高主要是由于酶促反应与非酶促反应两者的反应历程不同。在酶促反应的过程中, 酶先与底物结合形成酶-底中间物, 然后酶-底中间物进一步转化形成产物, 并释放出游离的酶。在酶与底物的结合过程中, 由于临近及定向效应、电子张力、共价催化、酸碱催化等效应的存在, 使底物分子结构更不稳定更易于转变成产物。

26. 什么是酶的抑制作用? 有哪几种类型? 研究酶的抑制作用有什么实际意义?

答: 某些化学物质与酶分子结合之后, 引起酶活性的降低, 这种现象称为酶的抑制作用。抑制作用根据酶与抑制剂的结合作用是否可逆分为不可逆性抑制作用和可逆性抑制作用; 可逆性抑制作用又根据底物与抑制剂两者与酶活性部位的结合是否存在竞争性分为竞争性抑制作用和非竞争性抑制作用。研究抑制作用的实际意义主要体现在一是可以研究酶活性部位的空间结构, 二是可以为新型农药或医药的研制提供理论依据。

27. 答: 从结构上看, 酶可以分为单体酶、寡聚酶和多酶复合物三种类型。参与寡聚酶形成的亚基可以相同也可以不相同。当底物与某个亚基结合时, 产生构象变化, 引起正或负协同效应, 达到调节细胞内各种化学反应速度的目的, 寡聚酶大部分是调节酶。

28. 答: “锁钥”学说是用以解释酶促反应专一性机制的一种理论。根据这一学说底物与酶活性部位的结合就像钥匙插入锁中一样, 底物结构与酶活性部位的结构具有“刚性”的互补关系。后来人们发现在底物与酶分子结合之前, 酶活性部位的结构与底物分子的结构两者未必是绝对互补的, 酶活性部位的结构往往可以受底物分子结合的诱导作用而发生适应性变化, 最终形成酶-底复合物。Koshland 据此提出了“诱导契合”学说, 该学说认为: 底物与酶靠近时诱导酶构象变化, 使之有利于酶与底物的结合, 形成酶-底复合物。

29. 答: 同工酶是指酶的多型性, 即催化同种反应而结构不完全相同的酶。如乳酸脱氢酶有五种同工酶, 分布在不同的组织

和器官中，在不同条件下，分别催化乳酸的脱氢作用。同工酶在物质代谢中起调节作用，如在氨基酸的合成过程中，通常是几种氨基酸由同一起始物合成，合成反应的第一步都是共同的，由共同的酶催化，这种酶以及在分支途径中起作用的酶往往都是同工酶，它们受不同氨基酸的反馈调节。在生物的不同发育阶段，常有不同的同工酶出现，这是基因表达的结果，是不同发育阶段的需要。

30. 答：（1）缓冲液对反应液的 pH 有缓冲作用，酶和底物分别用缓冲液配制，可以保证在此 pH 条件下，酶和底物都处在反应的最佳状态。（2）先分别保温，再混合进行反应，如果先混合后保温不能保证酶与底物在最适温度条件下进行反应，在达到最适温度前的反应无法排除，导致测出的最大反应速度较小。

31. 解：（1）葡萄糖和果糖磷酸化的反应式（略）。

（2）己糖激酶在相同底物浓度下分别催化葡萄糖和果糖磷酸化的速度如下：

[S] (mmol/L)	0.15	1.5	15
葡萄糖 V	0.5V _{max}	0.5V _{max}	V _{max}
果糖 V	0.091V _{max}	0.5V _{max}	0.91V _{max}

32. （1）纯水不能为酶催化反应提供最适的 pH 环境，酶分子及底物分子不能以合适的解离形式存在；

（2）纯水无缓冲作用，在酶促反应过程中，蛋白质容易变性；

（3）纯水中缺乏必须的离子，酶对温度变化敏感，易变性失活。

33. 答：这是由于较稀的蛋白质溶液经激烈振荡会产生泡沫，增加表面张力，导致蛋白质空间结构破坏而变性失活。

34. 答：这种酶活性部位中含有-SH，容易与其它-SH 生成二硫键，加入巯基乙醇可以保护酶活性部位的-SH，防止酶失活。

35. 解：（a）按规定：每分钟产生 1μg 酪氨酸的酶量为 1 个活力单位。

1ml 酶液含蛋白 = 0.2 × 6.25 / 2 = 0.625mg

0.1ml 的酶液具有的活力单位是：1500 / 60 = 25 活力单位，1ml 酶液应有 250 个活力单位。

（b）1g 酶制剂的总蛋白量 = 0.625 × 103 = 625mg

1g 酶制剂的总活力 = 250 × 103 = 2.5 × 10⁵ 单位

（c）比活力 = 250 / 0.625 = 400 活力单位/mg 蛋白质

36. 解：由于规定每小时分解一克淀粉的酶量为一个酶活力单位，1ml 酶液每分钟可以分解 0.25 克淀粉，即 0.25 酶活力单位，因此每克酶制剂的酶活力 0.25 × 1000 = 250 活力单位。

37. 解：（1）从反应结果可以看出，当 [S] ≥ 5.0 × 10⁻⁵ mol/L 时，酶促反应的速度不再增加，故 V_{max} = 0.25 μmol/min。

（2）对于遵从米氏方程的酶促反应的 K_m，可以通过选择一组反应速度小于 V_{max} 的 V 及其对应的 [S] 并将其代入米氏方程即可计算出 K_m，选择 [S] = 5.0 × 10⁻⁵ mol/L V = 0.20 μmol/min

$$0.20 = \frac{0.25 \times 5.0 \times 10^{-5}}{K_m + 5.0 \times 10^{-5}} \quad K_m = \frac{0.25 \times 5.0 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-5}}{0.20} = 1.25 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$V = \frac{0.25 \times 1.0 \times 10^{-6}}{1.25 \times 10^{-5} + 1.0 \times 10^{-6}} = 0.185 \mu\text{mol/min}$$

[S] = 1.0 × 10⁻¹ M 时

$$V = \frac{0.25 \times 1.0 \times 10^{-1}}{1.25 + 1.0 \times 10^{-1}} = 0.25 \mu\text{mol/min}$$

（4）K_m 与底物浓度无关，因而 K_m = 1.25 × 10⁻⁵ mol/L

V_{max} = K[Et]，酶浓度增加 4 倍，最大反应速度也应增加 4 倍，V_{max} = 1.0 μmol/min

38. 答：维生素 B6 在体内以磷酸吡哆醛的形式参与多种氨基酸的代谢，是多种氨基酸代谢酶的辅酶如转氨酶、脱羧酶、消旋酶等。维生素 B6 的缺乏严重地影响各种氨基酸的分解代谢，尤其是氨基酸的脱氨作用，由于谷氨酸参与的转氨作用在氨基酸合成及氨基酸的分解代谢中都起着重要作用，因此对与谷氨酸有关的氨基酸代谢影响最大如丙氨酸、天冬氨酸等的合成及分解等。

39. 答：维持生物体正常生命活动所必需的一类微量有机物质称为维生素。它在生物体内主要以辅酶辅基或辅酶辅基的重要构成成分，参与许多重要的酶促反应如糖代谢、脂代谢、氨基酸代谢等，一旦这些维生素缺乏，就必然导致有关酶活性的降低，最终对多种代谢产生严重影响。

40. 答：咖啡中含有咖啡碱，是环腺苷酸磷酸二酯酶的抑制剂，而且具有十分强烈的作用。环腺苷酸磷酸二酯酶在体内的作用是 cAMP 作为第二信使的激素作用停止时分解 cAMP，如果该酶的活性被抑制，cAMP 不能被分解就会继续起作用。换句话说，咖啡碱与这些激素协同作用阻止 cAMP 的分解，增强激素的作用使神经保持兴奋。

41. 答：容易产生维生素 A 和 C（抗坏血酸）缺乏症。在新鲜蔬菜和胡萝卜中含有 α、β 和 γ-胡萝卜素，其中 β-胡萝卜素是主要的维生素 A 原，其它两种也可转变为维生素 A，只是转化效率比较低。另外新鲜蔬菜和水果中维生素 C 的含量也比较

高，经过高温和高压容易被破坏。缺乏维生素 A 容易产生夜盲症，缺乏维生素 C 容易产生坏血症，典型症状是毛细血管容易出血，伤口愈合时间延长等。

42. 试述磺胺类药物抗菌的作用原理。

答：磺胺类药物与叶酸的组成成分对-氨基苯甲酸的化学结构类似，可与对-氨基苯甲酸竞争地与细菌体内的 叶酸合成酶结合，竞争性地抑制该酶活性，使对于磺胺类敏感的细菌很难利用对-氨基苯甲酸合成细菌生长 所必需的叶酸。由于叶酸是核苷酸、某些氨基酸合成过程中所需要一碳单位的载体，缺乏叶酸必将导致细菌体核酸及蛋白质合成受阻，最终抑制细菌的生长、繁殖。另一方面，由于人体所必需的叶酸是从食物中 获得的（人体不合成叶酸），所以人服用磺胺类药物只影响磺胺类敏感细菌的生长繁殖，而对于人体影响很小，达到治病的目的。

第四章 糖代谢

一、名词解释

1. glycolysis 糖酵解在缺氧情况下，葡萄糖分解为乳酸的过程称为糖酵解。
2. glycolytic pathway 酵解途径葡萄糖分解为丙酮酸的过程称为酵解途径。
3. glyconeogenesis 糖异生由非糖物质转变为葡萄糖或糖原的过程称为糖异生。
4. glycogenesis 糖原合成由葡萄糖合成糖原的过程称为糖原合成。
5. substrate cycle 底物循环在代谢过程中由催化单向反应的酶催化两种底物互变的循环称为底物循环。
6. blood sugar 血糖血液中的葡萄糖称为血糖。其正常水平为 $3.89\sim 6.11\text{mmol/L}$ ($70\sim 110\text{mg/dl}$)。
7. pasteur effect 巴斯德效应糖有氧化抑制糖酵解的现象称为 Pasteur effect。
8. 乳酸循环在肌肉中葡萄糖经糖酵解生成乳酸，乳酸经血液运到肝脏，肝脏将乳酸异生成葡萄糖，葡萄糖释放入血液后又 被肌肉摄取，这种代谢途径称为乳酸循环。
9. 底物水平磷酸化 ADP 或其他核苷酸的磷酸化作用与底物的脱氢作用直接相偶联的反应过程称为底物水平磷酸化。
10. 三碳途径摄入的相当一部分葡萄糖先分解为丙酮酸、乳酸等三碳化合物，后者再异生成糖原，我们把这条途径称为三碳途径或糖原合成的间接途径。
11. 三羧酸循环由乙酰 CoA 与草酰乙酸所合成柠檬酸开始，经反复脱氢、脱羧再生成草酰乙酸的循环反应过程称为三羧酸循环。
12. 糖的有氧化葡萄糖在有氧条件下彻底氧化生成 CO_2 和 H_2O 的反应过程。
13. glycolysis 糖酵解在缺氧情况下，葡萄糖分解为乳酸，产生少量 ATP 的过程称为糖酵解。
14. tricarboxylic acid cycle (TAC) 三羧酸循环由乙酰 CoA 与草酰乙酸缩合成柠檬酸开始，经反复脱氢、脱羧再生成草酰乙酸的循环反应过程称为三羧酸循环。
15. glycogen 糖原 动物体内糖的储存形式，是可以迅速动用的葡萄糖储备。
16. gluconeogenesis 糖异生 由非糖化合物转变为葡萄糖或糖原的过程称为糖异生。
17. 糖有氧化 台阶葡萄糖在有氧条件下氧化生成 CO_2 和 H_2O 的反应过程。
18. 高血糖空腹血糖浓度高于 7.22mmol/L ($130\text{mg}\%$) 称为高血糖。
19. 低血糖空腹血糖浓度低于 3.89mmol/L ($70\text{mg}\%$) 称为低血糖。
20. 淀粉磷酸解：细胞内淀粉在淀粉磷酸化酶的催化下分解生成 1-磷酸葡萄糖的淀粉降解途径。
21. 糖酵解：糖在动物肌肉组织中经无氧分解形成乳酸的糖代谢途径。
22. 糖的有氧化：在有氧条件下，糖在生物体内完全氧化分解形成 CO_2 和 H_2O ，并释放大量能量的代谢过程。
23. PPP 途径：磷酸葡萄糖经磷酸核糖、磷酸木酮糖等代谢中间物完全氧化分解形成 CO_2 及大量 NADPH 的糖分解途径。
24. 糖异生作用：丙酮酸等糖的前体物质在动物体内经糖酵解“逆转”等化学反应过程转变成葡萄糖的糖的代谢过程。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 对 4. 对 5. β -淀粉酶在水解-1, 4-糖苷键时引起葡萄糖分子转位，使-型麦芽糖变成 β -型麦芽糖，所以此酶称 β -淀粉酶。 6. 错 7. 错 8. 错 9. 错 10. 对 11. 错 12. 对 12. 错 13. ①对 ②对 ③错 ④对
14. ①对 ②错 ③错 ④对 15. ①错 ②对 ③对 ④对 16. ①对 ②对 ③错 ④错 17. ①对 ②对 ③错 ④错
18. ①对 ②对 ③错 ④对

三、填空题

1. 葡萄糖，糖原
2. 己糖激酶，6-磷酸果糖激酶-1，丙酮酸激酶
3. ATP，柠檬酸

4. 磷酸甘油酸激酶, 丙酮酸激酶
5. 胞液, 迅速供能 2
6. 活化中心内的催化部位, 活性中心以外的与别构效应物结合的部位
7. 甘油, 乳酸, 生糖氨基酸
8. 糖酵解途径, 丙酮酸进入线粒体氧化脱羧生成乙酰 CoA, 乙酰 CoA 进入三羧酸循环和氧化磷酸化
9. 丙酮酸脱氢酶, 二氢硫辛酰胺转乙酰化酶, 二氢硫辛酰胺脱氢酶 TPP NAD⁺ CoA FAD 硫辛酸
10. 琥珀酰 CoA 琥珀酸, 异柠檬酸脱氢酶 α -酮戊二酸脱氢酶复合体 12
11. 37 或 39
12. 异柠檬酸脱氢酶 α -酮戊二酸脱氢酶复合体
13. 胞液, 生成核糖 NADPH
14. 引物, UDPG, 糖原合酶, 分枝酶
15. 糖原合酶磷酸化酶
16. 丙酮酸羧化酶磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶果糖双磷酸酶-1, 葡萄糖, 6-磷酸酶
17. 胰高血糖素胰岛素
18. 肝糖原肌糖原
19. 磷酸果糖激酶-2, 果糖双磷酸酶-2
20. 己糖激酶磷酸果糖激酶-1, 丙酮酸激酶丙酮酸脱氢酶复合体异柠檬酸脱氢酶 α -酮戊二酸脱氢酶复合体柠檬, 柠檬合酶
21. 线粒体糖酵解
22. 磷酸化细胞膜
23. 葡萄糖; 糖原
24. 磷酸戊糖途径; 核苷酸
25. 异柠檬酸脱氢酶; α -酮戊二酸脱氢酶
26. 线粒体; 糖酵解
27. 磷酸甘油酸激酶; 丙酮酸激酶
28. 糖原合酶; 磷酸化酶
29. 36; 38
30. 磷酸化; 细胞膜
31. 1; 4
32. 胰高血糖素; 肾上腺素
33. 甘油; 乳酸
34. 肝糖原; 肌糖原
35. 胞液; 丙酮酸
36. 磷酸甘油酸激酶; 丙酮酸激酶
37. 丙酮酸进入线粒体氧化脱羧成乙酰 CoA; 乙酰 CoA 进入三羧酸循环及氧化磷酸化
38. 磷酸化酶; 磷酸果糖激酶 -1
39. 4mol; 2mol
40. 胰岛素; 胰高血糖素
41. 丙酮酸脱羧酶、硫辛酸转乙酰基酶、二氢硫辛酸脱氢酶, COA、FAD、NAD⁺、TPP、硫辛酸
42. 乙醛、乙醇, 乙酰辅酶 A, CO₂
43. 1, 6-二磷酸果糖生成, 磷酸丙糖形成, 丙酮酸形成, 乳酸形成
44. 丙酮酸、异柠檬酸、 α -酮戊二酸、琥珀酸、苹果酸
45. 琥珀酰 CoA, 甲基丙二酸单酰 CoA 变位酶, B12 辅酶
46. 柠檬酸合成酶、异柠檬酸脱氢酶、 α -酮戊二酸脱氢酶系
47. EMP、TCA、呼吸链氧化磷酸化
48. 丙酮酸羧化酶、磷酸甘油酸激酶、果糖磷酸酯酶
49. 物质合成原料、能量, 还原剂
50. 丙酮酸羧化酶

四、选择题

1. A 2. B 3. B 4. E 5. A 6. A 7. E 8. B 9. B 10. E 11. A 12. E 13. E 14. A 15. B

16. C 17. D 18. C 19. D 20. E 21. C 22. C 23. E 24. E 25. E 26. E 27. C 28. A 29. A 30. B
31. C 32. D 33. A 34. B 35. C 36. E 37. D 38. E 39. B 40. B 41. D 42. C 43. D 44. B 45. E
46. E 47. D 48. B 49. B 50. C 51. E 52. E 53. E 54. C 55. E 56. B 57. B 58. E 59. E 60. A
61. C 62. B 63. E 64. E 65. E 66. B 67. D 68. E 69. E 70. D 71. A 72. E 73. E 74. A 75. D
76. E 77. D 78. D 79. E 80. E 81. A 82. C 83. D 84. C 85. D 86. A 87. B 88. E 89. B 90. B
91. C 92. D 93. C 94. A 95. E 96. A 97. C 98. A 99. D 100. B 101. D 102. C 103. D 104. E
105. B 106. D 107. B 108. E 109. D 110. D 111. E 112. A 113. E 114. B 115. C 116. D 117. C
118. B 119. D 120. A 121. B 122. C 123. A 124. A 125. ABCDE 126. AB 127. AC 128. ABCDE 129. ABCD
130. ABCD 131. ABD 132. D 133. A 134. C 135. D 136. C 137. B 138. A 139. B 140. D 141. B 142. A
143. B 144. E 145. B 146. B 147. A 148. C 149. D 150. E 151. B 152. C 153. D 154. A 155. A
156. A 157. D 158. B 159. C 160. A 161. C 162. D 163. C 164. C 165. C 166. D 167. C 168. D

五、问答题

- (1) 6-磷酸葡萄糖的来源：①己糖激酶或葡萄糖激酶催化葡萄糖磷酸化生成 6-磷酸葡萄糖。②糖原分解产生的 1-磷酸葡萄糖转变为 6-磷酸葡萄糖。③非糖物质经糖异生由 6-磷酸果糖异构成 6-磷酸葡萄糖。
(2) 6-磷酸葡萄糖的去路：①经糖酵解生成乳酸。②经糖有氧氧化彻底氧化生成 CO₂、H₂O 和 ATP。③通过变位酶催化生成 1-磷酸葡萄糖，合成糖原。④在 6-磷酸葡萄糖脱氢酶催化下进入磷酸戊糖途径。由上可知，6-磷酸葡萄糖是糖代谢各个代谢途径的交叉点，是各代谢途径的共同中间产物，如己糖激酶或变位酶的活性降低，可使 6-磷酸葡萄糖的生成减少，上述各条代谢途径不能顺利进行。因此，6-磷酸葡萄糖的代谢方向取决于各条代谢途径中相关酶的活性大小。
- 净生成 37 或 39molATP。消耗 1molATP 6-P-葡萄糖-ATP1, 6-双磷酸果糖 2 • (3-磷酸甘油醛) 2 (NADH+H⁺) + 2 × 2ATP2 × (2 或 3ATP) + 4ATP2 丙酮酸 2 (NADH+H⁺) 2 × 3ATP2 乙酰 CoA 2 × 12ATP 三羧酸循环关键酶：6-磷酸果糖激酶-1, 丙酮酸激酶及三羧酸循环中的关键酶
- 糖酵解 糖有氧氧化 反应条件 供氧不足 有氧情况 进行部位 胞液 胞液和线粒体 关键酶 己糖激酶 (或葡萄糖激酶)、磷酸果糖激酶-1、丙酮酸激酶 有左列 3 个酶及丙酮酸脱氢酶系、异柠檬酸脱氢酶、α-酮戊二酸脱氢酶系、柠檬酸合酶 产物 乳酸, ATP H₂O, CO₂, ATP 能量 1mol 葡萄糖净得 2molATP 1mol 葡萄糖净得 36 或 38molATP
生理意义：迅速供能；某些组织依赖糖酵解供能，是机体获取能量的主要方式。
- 糖原磷酸化酶 1 磷酸葡萄糖 6-磷酸葡萄糖 6-磷酸果糖 6-磷酸果糖激酶-1-ATP1, 6-双磷酸果糖 2 × 3-磷酸甘油醛 2 (NADH+H⁺) [] + 2ATP2 × 磷酸烯醇式丙酮酸丙酮酸激酶+2ATP2 × 丙酮酸。消耗 1molATP, 生成 4molATP
- 三羧酸循环的要点：(1) TAC 中有 4 次脱氢、2 次脱羧及 1 次底物水平磷酸化。
(2) TAC 中有 3 个不可逆反应、3 个关键酶 (异柠檬酸脱氢酶、α-酮戊二酸脱氢酶系、柠檬酸合酶)。
(3) TAC 的中间产物包括草酰乙酸在内起着催化剂的作用。草酰乙酸的回补反应是丙酮酸的直接羧化或者经苹果酸生成。
三羧酸循环的生理意义：(1) TAC 是三大营养素彻底氧化的最终代谢通路。(2) TAC 是三大营养素代谢联系的枢纽。(3) TAC 为其他合成代谢提供小分子前体。(4) TAC 为氧化磷酸化提供还原当量。
- 糖的氧化途径与糖异生具有协调作用，若一条代谢途径活跃时，另一条代谢途径必然减弱，这样才能有效地进行糖氧化或糖异生。这种协调作用依赖于别构效应物对两条途径中的关键酶的反作用以及激素的调节。
(1) 别构效应物的调节作用：①ATP 及柠檬酸抑制 6-磷酸果糖激酶-1；而激活果糖双磷酸酶-1。②ATP 抑制丙酮酸激酶；而激活丙酮酸羧化酶。③AMP 及 2, 6-双磷酸果糖抑制果糖双磷酸酶-1；而激活 6-磷酸果糖激酶-1。④乙酰 CoA 抑制丙酮酸脱氢酶系；而激活丙酮酸羧化酶。
(2) 激素调节：主要取决于胰岛素和 胰高血糖素。胰岛素能增强参与糖氧化的酶活性，如己糖激酶、6-磷酸果糖激酶-1、丙酮酸激酶、丙酮酸脱氢酶系等；同时抑制糖异生关键酶的活性。胰高血糖素能抑制 2, 6-双磷酸果糖的生成和丙酮酸激酶的活性，则抑制氧化而促进糖异生。
- 维生素 B₁、B₂、PP、硫辛酸、泛酸、生物素。前五种维生素是丙酮酸脱氢酶复合体和 α-酮戊二酸脱氢酶 复合体的辅酶组份。而维生素 PP 是三磷酸甘油醛、异柠檬酸、苹果酸脱氢酶的辅酶组份。B₂ 是琥珀酸脱氢酶辅酶的组份。生物素是丙酮酸羧化酶的主要组份。
- 无答案
- 乳酸循环的形成是由于肝脏和肌肉组织中酶的特点所致。肝内糖异生很活跃，又有葡萄糖-6-磷酸酶可水解 6-磷酸葡萄糖，释出葡萄糖。肌肉组织中除糖异生的活性很低外，又没有葡萄糖-6-磷酸酶；肌肉组织内生成的乳酸既不能异生成糖，更不能释放出葡萄糖。乳酸循环的生理意义在于避免损失乳酸 (能源物质) 以及防止因乳酸堆积引起酸中毒。
- 因为体内有些组织细胞无线粒体，故靠糖酵解供应能量同时也生成一定量的乳酸，进血液中。
- 细胞内 ATP 浓度低时，ATP 作为底物与该酶活性中心内的催化部位结合，使酶活化，而相反 ATP 浓度 高时，ATP 作为变

构抑制剂与酶活性中心外的别构效应物结合部位结合，使酶活性丧失。

12. $2 \times$ 草酰乙酸 + 磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶 + GTP \rightarrow $\text{CO}_2 + 2 \times$ 磷酸烯醇式丙酮酸 + 2 (3-磷酸甘油醛) + 1,6-二磷酸果糖 + 果糖双磷酸酶-1 + $\text{H}_2\text{O} + \text{P}_i$ + 6-磷酸葡萄糖 + $\text{H}_2\text{O} + \text{P}_i$ + 葡萄糖 + 6-磷酸葡萄糖所以草酰乙酸的代谢去向是进行糖异生。

13. 肝糖原合成时由葡萄糖经 UDPG 合成糖原的过程称为直接途径。由葡萄糖先分解成三碳化合物如乳酸、丙酮酸，再运至肝脏异生成糖原的过程称为三碳途径或间接途径。

14. 糖原的合成与分解是通过两条不同的代谢途径，这样有利于进行精细调节。糖原的合成与分解的关键酶分别是糖原合酶与磷酸化酶。机体的调节方式是通过同一信号使一个酶呈活性状态，另一个酶则呈非活性状态，可以避免由于糖原分解、合成两个途径同时进行造成 ATP 的浪费。

(1) 磷酸化酶：有 a、b 两型，磷酸化酶 a 是有活性的磷酸型，磷酸化酶 b 是无活性的去磷酸化型。磷酸化酶 b 激酶催化磷酸化酶 b 的丝氨酸残基磷酸化而成为磷酸化酶 a。磷酸化酶 b 激酶催化磷酸化酶 a 的磷酸，使其转变为磷酸化酶 b。

(2) 糖原合酶：亦有 a、b 两型，糖原合酶 a 有活性，磷酸化成糖原合酶 b 后即失去活性。胰高血糖素和肾上腺素能激活腺苷酸环化酶，使 ATP 转变成 cAMP，后者激活依赖 cAMP 的蛋白激酶，使糖原合酶 a 磷酸化而活性降低。该蛋白激酶可使磷酸化酶 b 激酶磷酸化，从而催化磷酸化酶 b 磷酸化，结果糖原分解加强，糖原合成受到抑制，使血糖增高。

15. (1) 肝脏有较强的糖原合成与分解的能力。在血糖升高时，肝脏可以大量合成糖原储存；而在血糖降低时，肝糖原可迅速分解为葡萄糖以补充血糖。

(2) 肝脏是糖异生的主要器官，可将乳酸、甘油、生糖氨基酸异生成糖。

(3) 肝脏可将果糖、半乳糖等转变成葡萄糖。因此，肝脏是维持血糖相对恒定的重要器官。

16. 草酰乙酸在葡萄糖的氧化分解及糖异生代谢中起着十分重要的作用。

(1) 草酰乙酸是三羧酸循环的起始物，糖氧化产生的乙酰 CoA 必须首先与草酰乙酸缩合成柠檬酸，才能彻底氧化。

(2) 草酰乙酸可作为糖异生的原料，循糖异生途径异生为糖。

(3) 草酰乙酸是丙酮酸、乳酸及生糖氨基酸等异生为糖的中间产物，这些物质必须转变成草酰乙酸后再异生为糖。

17. 在糖代谢过程中生成的丙酮酸具有多条代谢途径

(1) 在供氧不足时，丙酮酸在 LDH 催化下，接受 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 的氢原子还原生成乳酸。

(2) 在供氧充足时，丙酮酸进入线粒体，在丙酮酸脱氢酶复合体的催化下，氧化脱羧生成乙酰 CoA，再经三羧酸循环和氧化磷酸化，彻底氧化生成 CO_2 、 H_2O 和 ATP。

(3) 丙酮酸进入线粒体在丙酮酸羧化酶催化下生成草酰乙酸，后者经磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶催化生成磷酸烯醇式丙酮酸，再异生为糖。

(4) 丙酮酸进入线粒体在丙酮酸羧化酶催化下生成草酰乙酸，后者与乙酰 CoA 缩合成柠檬酸，可促进乙酰 CoA 进入三羧酸循环彻底氧化。

(5) 丙酮酸进入线粒体在丙酮酸羧化酶催化下生成草酰乙酸，后者与乙酰 CoA 缩合成柠檬酸；柠檬酸出线粒体在胞液中经柠檬酸裂解酶催化生成乙酰 CoA，后者可作为脂酸、胆固醇等的合成原料。

(6) 丙酮酸可经还原性氨基化生成丙氨酸等非必需氨基酸。决定丙酮酸代谢方向的是各条代谢途径中关键酶的活性，这些酶受到别构效应剂与激素的调节。

18. B 族维生素以辅酶参与糖代谢的酶促反应过程，当其缺乏时会导致糖代谢障碍。

(1) 糖酵解途径：3-磷酸甘油醛脱氢生成 1,3-二磷酸甘油酸，需要维生素 PP 参与。

(2) 糖有氧氧化：丙酮酸及 α -酮戊二酸氧化脱羧需要维生素 B1、B2、PP、泛酸和硫辛酸参与。异柠檬酸氧化脱羧及苹果酸脱氢需要维生素 PP；琥珀酸脱氢需要维生素 B2。

(3) 磷酸戊糖途径：6-磷酸葡萄糖及 6-磷酸葡萄糖酸脱氢需要维生素 PP 参与。

(4) 糖异生途径中也需要维生素 PP 参与。

19. 糖异生过程不是糖酵解的逆过程，因为糖酵解中己糖激酶、6-磷酸果糖激酶-1、丙酮酸激酶催化的反应是不可逆的，所以非糖物质必须依赖葡萄糖-6-磷酸酶、果糖双磷酸酶-1、丙酮酸羧化酶和磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶的催化才能异生为糖，亦即酶促反应需要绕过三个能障以及线粒体膜的膜障。

20. (1) 丙氨酸经 GPT 催化生成丙酮酸。

(2) 丙酮酸在线粒体内经丙酮酸羧化酶催化生成草酰乙酸，后者经苹果酸脱氢酶催化生成苹果酸出线粒体，在胞液中经苹果酸脱氢酶催化生成草酰乙酸，后者在磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶作用下生成磷酸烯醇式丙酮酸。

(3) 磷酸烯醇式丙酮酸循糖酵解途径至 1,6-二磷酸果糖。

(4) 1,6-二磷酸果糖经果糖双磷酸酶-1 催化生成 6-磷酸果糖，再异构为 6-磷酸葡萄糖。

(5) 6-磷酸葡萄糖在葡萄糖-6-磷酸酶作用下生成葡萄糖。

21. (1) 乳酸经 LDH 催化生成丙酮酸。

(2) 丙酮酸在线粒体内经丙酮酸羧化酶催化生成草酰乙酸，后者经 GOT 催化生成天冬氨酸出线粒体，在胞液中经 GOT 催化

生成草酰乙酸，后者在磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶作用下生成磷酸烯醇式丙酮酸。

(3) 磷酸烯醇式丙酮酸循糖酵解途径至 1, 6-双磷酸果糖。

(4) 1, 6-双磷酸果糖经果糖双磷酸酶-1 催化生成 6-磷酸果糖，再异构为 6-磷酸葡萄糖。

(5) 6-磷酸葡萄糖在葡萄糖-6-磷酸酶作用下生成葡萄糖。

22. 肝匀浆悬液中有三羧酸循环的各种酶及中间产物。苹果酸是三羧酸循环的中间产物之一，它的大量加入可推动三羧酸循环的快速进行，生成大量的琥珀酸。而丙二酸与琥珀酸结构类似，丙二酸可竞争性抑制琥珀酸脱氢酶的活性，故琥珀酸堆积。

23. (1) 迅速供能。(2) 某些组织细胞依赖糖酵解供能，如成熟红细胞等。

24. 三羧酸循环的要点：

(1) TAC 中有 4 次脱氢、2 次脱羧及 1 次底物水平磷酸化。

(2) TAC 中有 3 个不可逆反应、3 个关键酶（异柠檬酸脱氢酶、 α -酮戊二酸脱氢酶系、柠檬酸合酶）。

(3) TAC 的中间产物包括草酰乙酸在内起着催化剂的作用。草酰乙酸的回补反应是丙酮酸的直接羧化或者经苹果酸生成。

三羧酸循环的生理意义：

(1) TAC 是三大营养素彻底氧化的最终代谢通路。

(2) TAC 是三大营养素代谢联系的枢纽。

(3) TAC 为其他合成代谢提供小分子前体。

(4) TAC 为氧化磷酸化提供还原当量。

25. (1) 提供 5-磷酸核糖，是合成核苷酸的原料。

(2) 提供 NADPH；后者参与合成代谢（作为供氢体）、生物转化反应以及维持谷胱甘肽的还原性。

26. (1) 乳酸经 LDH 催化生成丙酮酸。(2) 丙酮酸在线粒体内经丙酮酸羧化酶催化生成草酰乙酸，后者经 AST 催化生成天冬氨酸出线粒体，在胞液中经 AST 催化生成草酰二酸，后者在磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶作用下生成磷酸烯醇式丙酮酸。

(3) 磷酸烯醇式丙酮酸循糖酵解途径至 1, 6-双磷酸果糖

(4) 1, 6-双磷酸果糖经果糖双磷酸酶-1 催化生成 6-磷酸果糖，再异构为 6-磷酸葡萄糖。

(5) 6-磷酸葡萄糖在葡萄糖-6-磷酸酶作用下生成葡萄糖。

27. (1) 空腹或饥饿时利用非糖化合物异生成葡萄糖，以维持血糖水平恒定。

(2) 糖异生是肝脏补充或恢复糖原储备的重要途径。

28. 血糖的来源：(1) 食物经消化吸收的葡萄糖；(2) 肝糖原分解；(3) 糖异生。

血糖的去路：(1) 氧化供能；(2) 合成糖原；(3) 转变为脂肪及某些非必需氨基酸；(4) 转变为其他糖类物质。

29. 答：新鲜鸡蛋在冰箱中保存时间较长，是由于蛋清中存在有抗生物素因子和溶菌酶能阻止细菌繁殖的原因。如除去蛋清只剩蛋黄即使在冰箱中也不能保存数天不坏，这是由于失去蛋清中所含抗生物素因子和溶菌酶对细菌繁殖的抑制所致。

30. 答：维生素 B6 在体内以磷酸吡哆醛的形式参与多种氨基酸的代谢，是多种氨基酸代谢酶的辅酶如转氨酶、脱羧酶、消旋酶等。维生素 B6 的缺乏严重地影响各种氨基酸的分解代谢，尤其是氨基酸的脱氨作用，由于谷氨酸参与的转氨作用在氨基酸合成及氨基酸的分解代谢中都起着重要作用，因此对与谷氨酸有关的氨基酸代谢影响最大如丙氨酸、天冬氨酸等的合成及分解等。

31. 答：维持生物体正常生命活动所必需的一类微量有机物质称为维生素。它在生物体内主要以辅酶辅基或辅酶辅基的重要构成成分，参与许多重要的酶促反应如糖代谢、脂代谢、氨基酸代谢等，一旦这些维生素缺乏，就必然导致有关酶活性的降低，最终对多种代谢产生严重影响。

32. 答：咖啡中含有咖啡碱，是环腺苷酸磷酸二酯酶的抑制剂，而且具有十分强烈的作用。环腺苷酸磷酸二酯酶在体内的作用是 cAMP 作为第二信使的激素作用停止时分解 cAMP，如果该酶的活性被抑制，cAMP 不能被分解就会继续起作用。换句话说，咖啡碱与这些激素协同作用阻止 cAMP 的分解，增强激素的作用使神经保持兴奋。

33. 答：容易产生维生素 A 和 C（抗坏血酸）缺乏症。在新鲜蔬菜和胡萝卜中含有 α 、 β 和 γ -胡萝卜素，其中 β -胡萝卜素是主要的维生素 A 原，其它两种也可转变为维生素 A，只是转化效率比较低。另外新鲜蔬菜和水果中维生素 C 的含量也比较高，经过高温和高压容易被破坏。缺乏维生素 A 容易产生夜盲症，缺乏维生素 C 容易产生坏血症，典型症状是毛细血管容易出血，伤口愈合时间延长等。

34. 试述磺胺类药物抗菌的作用原理。

答：磺胺类药物与叶酸的组成成分对-氨基苯甲酸的化学结构类似，可与对-氨基苯甲酸竞争地与细菌体内的叶酸合成酶结合，竞争性地抑制该酶活性，使对于磺胺类敏感的细菌很难利用对-氨基苯甲酸合成细菌生长所必需的叶酸。由于叶酸是核苷酸、某些氨基酸合成过程中所需要一碳单位的载体，缺乏叶酸必将导致细菌体核酸及蛋白质合成受阻，最终抑制细菌的生长、繁殖。另一方面，由于人体所必需的叶酸是从食物中获得的（人体不合成叶酸），所以人服用磺胺类药物只影响磺胺类敏感细菌的生长繁殖，而对于人体影响很小，达到治病的目的。

第五章 脂类代谢

一、名词解释

1. 必需脂肪酸：机体必需但自身不能合成或合成量不足，必须由食物（植物油）提供的脂肪酸叫必需脂肪酸。
2. 脂肪动员：储存在脂肪细胞中的脂肪在脂肪酶的作用下，逐步水解，释放出游离脂肪酸和甘油供其他组织细胞氧化利用的过程。
3. 酮体：是脂酸在肝分解氧化时特有的中间代谢物，包括乙酰乙酸、 β -羟丁酸和丙酮。
4. 抗脂解激素：能抑制脂肪细胞中甘油三酯脂肪酶活性，抑制脂肪动员的激素叫抗脂解激素，如胰岛素。
5. 血脂：是血浆中脂类物质的总称，它包括甘油三酯、胆固醇、胆固醇酯、磷脂和游离脂肪酸等。
6. ACAT：脂酰 CoA 胆固醇脂酰转移酶，分布于细胞内质网，能将脂酰 CoA 的脂酰基转移至游离的胆固醇的 3 位羟基上，使胆固醇酯化储存在胞液中。
7. Apolipoprotein：载脂蛋白，它是脂蛋白中的蛋白质部分，按发现的先后分为 A、B、C、E 等，在血浆中起运载脂质的作用，还能识别脂蛋白受体、调节血浆脂蛋白代谢酶的活性。
8. Lipoprotein：脂蛋白，血浆脂蛋白是脂质与载脂蛋白结合成的球形复合体，球体的表面为载脂蛋白、磷脂、胆固醇等的亲水基团，这些化合物的疏水基团朝向球内，内核为甘油三酯、胆固醇酯等疏水脂质。血浆脂蛋白是血浆脂质的运输和代谢形式。
9. LCAT：卵磷脂胆固醇脂酰转移酶，在肝实质细胞合成，在血浆中起作用，催化 HDL 中卵磷脂 2-位上的脂酰基转移到游离胆固醇的 3 位羟基上，使胆固醇酯化。
10. 胆固醇的逆向转运：HDL 在 LCAT、apoA I 及 CETP 等的作用下，可将胆固醇从肝外组织转运到肝脏进行代谢，这种将胆固醇从肝外组织向肝转运的过程，称为胆固醇的逆向转运。
11. HMGCoA：还原酶在胆固醇的生物合成过程中，催化 HMGCoA 还原成甲羟戊酸，是细胞胆固醇合成的关键酶。
12. 脂解激素：能增高脂肪细胞甘油三酯脂肪酶活性，促进脂肪动员的激素叫脂解激素，如胰高血糖素、肾上腺素等。
13. LDL：受体广泛地分布在体内各组织细胞表面，能特异地识别和结合 LDL，主要功能是摄取降解 LDL 并参与维持细胞内胆固醇平衡。
14. 必需脂肪酸：机体必需但自身又不能合成或合成量不足、必须靠食物提供的脂肪酸叫必需脂肪酸，人体必需脂肪酸是一些多不饱和脂肪酸，包括亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸。
15. 脂肪动员：储存在脂肪细胞中的脂肪在脂肪酶的作用下，逐步水解，释放出游离脂肪酸和甘油供其它组织细胞氧化利用的过程叫脂肪动员。
16. 激素敏感性脂肪酶：即脂肪细胞中的甘油三酯脂肪酶，它对多种激素敏感，活性受多种激素的调节，胰岛素能抑制其活性，胰高血糖素、肾上腺素等能增强其活性。是脂肪动员的关键酶。
17. 酮体：是脂肪酸在肝脏经有限氧化分解后转化形成的中间产物，包括乙酰乙酸、 β -羟基丁酸和丙酮。酮体经血液运输至肝外组织氧化利用，是肝脏向肝外输出能量的一种方式。
18. 脂解激素：能增高脂肪细胞甘油三酯脂肪酶活性，促进脂肪动员的激素叫脂解激素。如胰高血糖素、肾上腺素等。
19. 抗脂解激素：能抑制脂肪细胞甘油三酯脂肪酶活性，抑制脂肪动员的激素叫抗脂解激素。如胰岛素。
20. 血脂：是血浆中脂类物质的总称，它包括甘油三酯、胆固醇、胆固醇酯、磷脂和游离脂肪酸等。临床上常用的血脂指标是甘油三酯和胆固醇，正常人空腹甘油三酯为 10~150mg / dL（平均 100mg/dL），总胆固醇为 150~250mg / dL（平均 200mg / dL）。
21. Apolipoprotein：载脂蛋白，它是脂蛋白中的蛋白质部分，按发现的先后分为 A、B、CE 等，在血浆中起运载脂质的作用，还能识别脂蛋白受体、调节血浆脂蛋白代谢酶的活性。
22. β -氧化：在 β -氧化途径有关酶的催化下，脂肪酸分子中 β -碳原子被氧化，并在 α ， β 原子之间断裂生成一分子乙酰 CoA 及比原脂肪酸少两个碳原子的脂酰 CoA 的脂肪酸降解途径。
23. 从头合成途径：以乙酰 CoA 和丙二酸单酰 CoA 为原料合成 16 碳原子以下脂肪酸的脂肪酸合成途径。
24. 柠檬酸穿梭：线粒体内的乙酰 CoA 和草酰乙酸缩合形成柠檬酸，并以柠檬酸形式将线粒体内乙酰 CoA 运出线粒体的一种乙酰 CoA 跨膜运输机制。

二、是非题

1. 错 2. 对 3. 错 4. 错 5. 对 6. 错 7. 对 8. 错 9. 对 10. 错 11. 对 12. 对 13. 错

三、填空题

1. 小肠上段，十二指肠下段和空肠上段

2. 电泳法 超速离心法
3. 肝脏 胆汁酸
4. 亲水 疏水
5. LCAT ACAT
6. CM 和 VLDL
7. 肝脏 血浆
8. LPL ApoE 受体
9. LCAT 和 HL
10. CM 和 VLDL
11. LDL HDL
12. HMGCoA 还原酶 ACAT
13. CM VLDL
14. 肉毒碱肉碱脂酰转移酶 I
15. NAD⁺ FAD
16. 丙二酰 CoA 乙酰 CoA 羧化酶
17. ATP CTP
18. apo B100 胆固醇酯
19. B100 E
20. LPL HL
21. 亚油酸 亚麻酸
22. 肝 肝
23. 软脂酸 碳链延长酶
24. 前列腺素 血栓素 白三烯
25. 7 次 乙酰 CoA
26. 8 14 磷酸戊糖途
27. 乙酰乙酸 β -羟丁酸 丙酮
28. 胞浆 肉毒碱 线粒体
29. 脱氢 水化 再脱氢
30. 肝 70~80
31. 辅酶 A, 酰基载体蛋白, 脂肪酸合成中起脂酰基载体作用
32. 脂酰 CoA, NAD
33. 肉毒碱、脂酰肉毒碱
34. 脱氢、水合、再脱氢、硫解
35. 脂酰 CoA 脱氢酶、 β -羟脂酰 CoA 脱氢酶, 129
36. 泛酸、Ser-OH
37. 生物素、生物素中戊酸、赖氨酸 ϵ -氨基
38. 腺苷蛋氨酸、蛋氨酸
39. 脂酰基转移、丙二酸单酰转酰基、缩合、还原、脱水、再还原
40. 亚油酸、亚麻酸

四、选择题

1. E 2. D 3. B 4. C 5. C 6. B 7. D 8. D 9. E 10. C 11. B 12. E 13. E 14. B 15. E
16. E 17. C 18. D 19. C 20. B 21. A 22. B 23. A 24. E 25. D 26. D 27. D 28. D 29. A 30. B
31. C 32. D 33. B 34. E 35. C 36. C 37. C 38. E 39. B 40. B 41. D 42. D 43. A 44. E 45. B
46. B 47. C 48. E 49. A 50. D 51. E 52. D 53. E 54. B 55. A 56. B 57. D 58. C 59. E 60. C
61. B 62. D 63. A 64. C 65. A 66. A 67. B 68. A 69. E 70. E 71. D 72. C 73. D 74. D 75. D
76. C 77. D 78. E 79. D 80. C 81. D 82. B 83. D 84. D 85. A 86. C 87. B 88. B 89. D 90. A
91. A 92. B 93. E 94. D 95. C 96. A 97. C 98. B 99. D 100. E 101. A 102. E 103. A 104. E
105. E 106. B 107. A 108. E 109. B 110. D 111. D 112. C 113. ABCE 114. ABCD 115. ABCD 116. ABC
117. ABCD 118. AB 119. BCD 120. ABCDE 121. ACDE 122. ACD 123. ABE 124. ABC 125. AE 126. ACDE

127. AC 128. ACDE 129. ABCE 130. ABC 131. ABCE 132. ABC 133. D 134. D 135. E 136. D 137. E 138. E
 139. B 140. C 141. A 142. B 143. C 144. C 145. D 146. B 147. C 148. C 149. A 150. D 151. A
 152. A 153. ABCD 154. B 155. C 156. AC 157. B 158. C 159. B 160. C 161. A 162. B 163. B 164. D
 165. C 166. D 167. D 168. C 169. C 170. C 171. B 172. A 173. D

五、问答题

- ①主要部位在小肠。
 ②需胆汁酸盐的参与。
 ③有两条吸收途径，中短链脂肪酸通过门静脉系统吸收；长链脂肪酸、胆固醇、磷脂等通过淋巴系统吸收。
 ④甘油三酯在小肠粘膜细胞需进行再合成。
 ⑤需载脂蛋白参与。

2. 脂肪酸分解与合成代谢的区别

特征：	脂肪酸的分解	脂肪酸的合成
进行部位	线粒体内	胞液
中间代谢物	乙酰 CoA	乙酰 CoA, 丙二酰单酰 CoA
脂酰基载体	CoA-SH	ACP
辅酶	FAD、NAD ⁺	NADPH+H ⁺
CO ₂	(-)	CoA
ADP/ATP	高	低
柠檬酸激活作用	无	有
膳食状况	禁食	高糖饮食

3. 是脂蛋白中的蛋白质部分，主要作用有：

- ①在血浆中起运输脂质的作用。
- ②能识别脂蛋白受体，如 ApoE 能识别 ApoE 受体；ApoB100 能识别 LDL 受体，ApoAI 能识别 HDL 受体。
- ③调节血浆脂蛋白代谢酶的活性，如 ApoCII 能激活 LPL，ApoAI 能激活 LCAT，ApoCIII 能抑制 LPL。
4. LDL 受体是一种广泛地分布于体内各组织细胞表面，能特异地识别和结合 LDL 的特殊蛋白质。当与 LDL 结合后，以内吞的方式将其转移至胞液，与溶酶体融合。溶酶体中的胆固醇酯酶能调节细胞胆固醇的代谢。
 - ①抑制内质网 HMGCoA 还原酶活性，从而抑制细胞本身的胆固醇合成。
 - ②从转录水平抑制 LDL 受体蛋白的合成，减少细胞对 LDL 的进一步摄取。
 - ③激活内质网脂酰 CoA 胆固醇脂酰转移酶 (ACAT)，使游离胆固醇转变成胆固醇酯储存在胞液中。
5. 胆固醇逆向转运是将肝外胆固醇运输至肝脏进行转化，胆固醇逆向转运的主要承担者是 HDL。在肝外组织，HDL 与受体结合后，能获取细胞多余的胆固醇。在肝脏，HDL 与受体结合后，肝细胞能将其中的胆固醇摄取并转化成胆汁酸排出体外。这是机体排出多余胆固醇的唯一途径。
6. 磷脂的主要生理功能：
 - ①作为基本组成成分，构成各种细胞膜结构。
 - ②作为血浆脂蛋白的组成成分，稳定血浆脂蛋白的结构。
 - ③参与甘油三酯从消化道至血液的吸收过程。合成卵磷脂所需要的原料包括：甘油、脂肪酸、磷酸、胆碱、ATP、CTP 等。
7. 正常情况下血中酮体含量为 0.3~5mg/dl，其中乙酰乙酸占 30%，β-羟丁酸占 70%。酮体是肝脏正常的中间代谢产物，是肝脏输出能源的一种形式，酮体溶于水，分子小能通过血脑屏障及肌肉毛细血管，所以当长期饥饿及糖供给不足时，酮体可以代替葡萄糖成为脑组织及肌肉的主要能源。当饥饿、高脂低糖膳食及糖尿病时，脂肪动员加强，酮体含量增加，严重时导致酮症酸中毒。
8. 胆碱不足时会使肝中卵磷脂的合成减少，导致 VLDL 的形成障碍，肝细胞内甘油三酯因不能运出而致含量升高。同时由于甘油二酯转变成磷脂减少，而使转变甘油三酯增加，因此肝内合成甘油三酯增多。这样导致肝细胞内甘油三酯来源增加，去路减少，从而引起甘油三酯在肝细胞内堆积，形成脂肪肝。
9. 主要的脂蛋白受体有：
 - ①ApoE 受体分布于肝细胞膜，能特异地识别和结合 CM 残粒，参与外源性 TG 和胆固醇的代谢。
 - ②LDL 受体广泛地分布于机体各组织细胞表面，能特异识别和结合含 ApoB100 和 ApoE 的脂蛋白，参与内源性胆固醇、TG 代谢和维持胆固醇的平衡。
 - ③HDL 受体广泛地分布于全身各组织细胞膜，能特异的识别和结合 HDL。在肝外组织，HDL 与受体结合后，将细胞多余的胆固醇转运到肝内并转化成胆汁酸。HDL 受体是参与胆固醇的逆向转运。

10. 酮体在肝内生成，但是肝脏不能利用酮体。因为缺乏琥珀酰 CoA 转硫酶和乙酰乙酰硫激酶。肝内生成的酮体需透过细胞膜进入血液运输到肝外组织（心、肾、脑及骨骼肌）进一步分解氧化。其过程为：

①在有琥珀酰 CoA 存在时，在琥珀酰 CoA 转硫酶作用下，使乙酰乙酸活化生成乙酰乙酰 CoA，后者又在乙酰乙酰 CoA 硫解酶作用下，使乙酰乙酰 CoA 硫解，生成 2mol 乙酰 CoA 进入三羧循环彻底氧化。

②在乙酰乙酰硫激酶作用下，可直接活化乙酰乙酸生成乙酰乙酰 CoA，后者在硫解酶的作用下硫解为 2mol 乙酰 CoA。 β -羟丁酸脱氢生成乙酰乙酸；然后再转变成乙酰 CoA 而被氧化。丙酮量很少，又具有挥发性，主要通过肺呼出和肾排出。

11. 参与血浆脂蛋白代谢的主要酶有：

①脂蛋白脂肪酶（LPL）：是由肾、心肌、骨骼肌及脂肪细胞合成分泌出细胞。主要作用部位在毛细血管内皮细胞表面。

ApoCII 是体内 LPL 的激活剂；ApoCIII 则抑制 LPL 活性。催化 CM 及 VLDL 中的 TG 水解，释放出甘油和脂肪酸供组织利用。

②卵磷脂胆固醇脂酰转移酶（LCAT）：是由肝实质细胞合成分泌入血，在血浆中发挥作用。它催化卵磷脂分子中 2 位脂酰基转移至胆固醇的 3 位羟基上，使胆固醇转变为胆固醇酯。LCAT 的活性受 ApoAI 激活，ApoAII 抑制。其功能是催化胆固醇酯化，促进 HDL 成熟及胆固醇逆向转运。

③肝脂肪酶（HL）：由肝实质细胞合成；转运至肝窦内皮细胞表面发挥作用。HL 能水解 IDL 中的 TG 和 HDL2 中的磷脂、TG，促进 LDL 的形成和胆固醇逆向转运。

12. 线粒体内乙酰 CoA 与草酰乙酸缩合生成柠檬酸转运出线粒体，在胞液中又裂解为乙酰 CoA 及草酰乙酸。草酰乙酸还原成苹果酸后再氧化脱羧生成丙酮酸，又可进入线粒体，再羧化为线粒体内的草酰乙酸，参与下一次乙酰 CoA 的转运，即构成柠檬酸-丙酮酸循环。此循环的意义是：将不能自由通过线粒体内膜的乙酰 CoA 转运到胞液，为脂肪酸和胆固醇的合成提供原料。

13. 甘油三酯在机体能量代谢中的作用是氧化供能和储存能量，其特点是：①产能多。②储能所占体积小。③有专门储存场所。④常温下呈液态，有利于能量的储存和利于。

14. 人体胆固醇的来源有：

①从食物中摄取。

②机体细胞自身合成。

去路有：

①用于构成细胞膜。

②在肝脏可转化成胆汁酸。

③在性腺、肾上腺皮质可转化成性激素、肾上腺皮质激素。

④在皮肤可转化成维生素 D3。

⑤还可酯化成胆固醇酯，储存在胞液中。

15. 酮体是脂肪酸在肝脏经有限氧化分解后转化形成的中间产物，包括乙酰乙酸、 β -羟基丁酸和丙酮。肝细胞以 β -氧化所产生的乙酰辅酶 A 为原料，先将其缩合成羟甲戊二酸单酰 CoA（HMG-CoA），接着 HMG-CoA 被 HMG-CoA 裂解酶裂解产生乙酰乙酸。乙酰乙酸被还原产生 β -羟丁酸，乙酰乙酸脱羧生成丙酮。HMG-CoA 合成酶是酮体生成的关键酶。肝脏没有利用酮体的酶类，酮体不能在肝内被氧化。酮体在肝内生成后，通过血液运往肝外组织，作为能源物质被氧化利用。丙酮量很少，又具有挥发性，主要通过肺呼出和肾排出。乙酰乙酸和 β -羟丁酸都先被转化成乙酰辅酶 A，最终通过三羧酸循环彻底氧化。

16. 是脂蛋白中的蛋白质部分，按发现的先后分为 A、B、C、E 等。其主要作用有：①在血浆中起运载脂质的作用。②能识别脂蛋白受体，如 apoE 能识别 apoE 受体，apo B100 能识别 LDL 受体，apo A I 能识别 HDL 受体。③调节血浆脂蛋白代谢酶的活性，如 apo C II 能激活 LPL，apo AI 能激活 LCAT。

17. 血浆脂蛋白是脂质与载脂蛋白结合形成的球形复合体，是血浆脂质的运输和代谢形式，主要包括 CM、VLDL、LDL 和 HDL4 大类。CM 由小肠粘膜细胞合成，功能是运输外源性甘油三酯和胆固醇。VLDL 由肝细胞合成和分泌，功能是运输内源性甘油三酯和胆固醇。LDL 由 VLDL 在血浆中转化而来，功能是转运内源性胆固醇。HDL 主要由肝细胞合成和分泌，功能是逆向转运胆固醇。

18. 答案（略）

19. 答案（略）

20. 答：将 0.01M 丙二酸钠加到正在进行呼吸的线粒体制备液中，呼吸很快停止，并有一代谢中间物积累，该中间物是琥珀酸（丁二酸），它主要是由于丙二酸竞争性抑制琥珀酸脱氢酶的活性造成的。由于制备液中大量琥珀酸不能转变成草酰乙酸，使三羧酸循环由于缺乏起始物而停止，不能产生还原性的 NADH 及 FADH，故氧耗停止。除了移去丙二酸外，丙二酸盐对呼吸的抑制作用还可以通过向线粒体制备液中添加琥珀酸方式来克服。

21. 答：如果在兔子肌肉组织中缺乏乳酸脱氢酶，它就不能进行激烈活动。在动物的紧张运动中需要消耗大量的能量，这些能量主要是由糖酵解产生的，在无氧条件下，肌肉组织要维持糖的无氧氧化作用不停止，就必须在乳酸脱氢酶的催化下，以丙酮酸为氢受体，实现 NAD⁺的再生。如果没有乳酸脱氢酶的催化，细胞内所有的 NAD 都将以还原形式存在，使 3-磷酸甘

油醛的脱氢反应由于缺乏 NAD^+ 的供应而停止，并进而导致糖酵解代谢的停止。

22. 答案（略）

23. 答：因为甲醇在乙醇脱氢酶作用下，生成甲醛产生毒害。乙醇脱氢酶对乙醇的 K_m 值比甲醇低，因此大量乙醇能竞争性抑制甲醇氧化，导致甲醇被排泄出来。）。

24. 答：酵解过程中产生的 6-磷酸葡萄糖可通过磷酸戊糖途径生成 3-磷酸甘油醛，后者经酵解途径产生丙酮酸。

6-磷酸葡萄糖 \rightarrow \rightarrow 3-磷酸甘油醛 \rightarrow \rightarrow 丙酮酸。

25. 答：Glu \rightarrow 土-酮戊二酸 \rightarrow 琥珀酰 CoA \rightarrow 琥珀酸 \rightarrow 延胡索酸 \rightarrow 苹果酸 \rightarrow 草酰乙酸 \rightarrow 磷酸烯醇式丙酮酸 \rightarrow 烯醇式丙酮酸 \rightarrow 丙酮酸 \rightarrow TCA \rightarrow CO_2 和 H_2O

由谷氨酸生成丙酮酸总共产生： $3\text{NADH} + 3\text{H}^+$ ， FADH_2 和 1 个 ATP，即 12 个 ATP。丙酮酸经氧化脱羧生成乙酰 CoA，通过柠檬酸循环可生成 15 个 ATP，所以，谷氨酸彻底氧化可生成 27 个 ATP。

26. 答：柠檬酸循环中，有几处反应是底物脱氢生成 NADH 和 FADH_2 ， NADH 和 FADH_2 上的氢必须通过呼吸链与氧结合生成水，否则 NADH 和 FADH_2 的大量积累，使柠檬酸循环的速度降低，严重时完全停止。

27. 答：加入安密妥可产生 36 个 ATP。正常情况下，每一分子十六碳脂肪酸彻底氧化可净生成 129 个 ATP，如果在线粒体制剂中加入安密妥，由于安密妥能够抑制质子和电子从 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 向辅酶 Q 传递，致使 β -氧化中生成的 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 和乙酰 CoA 经柠檬酸循环分解生成的 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 不能进行氧化磷酸化生成 ATP，但由于安密妥不阻止 FADH_2 进行氧化磷酸化，所以在有安密妥存在时，十六碳脂肪酸彻底氧化只能净生成 36 个 ATP。

28. 答：每个葡萄糖分子彻底氧化产生 38 个 ATP，每个六碳单位的脂肪酸经过三次 β -氧化，产生 3 分子 NADH 、2 分子 FADH_2 和 3 分子乙酰 CoA，彻底氧化可净生成 47 个 ATP，而活化一个十六碳左右的脂肪酸只消耗 1 个 ATP（或 2 个高能键），因此可以说每个六碳单位的脂肪酸彻底氧化可以产生大约 50 个 ATP。这种差异主要是由于脂肪酸的还原程度大于糖类物质所致。

29. 答：在软脂酸氧化过程生成的 145 个水分子中，有 129 个水分子来自 ADP 和 P_i 结合生成 ATP 释放的 H_2O ；另一部分是脂肪酸彻底氧化生成的 H_2O ，每个软脂酸分子中有 32 个氢原子，与氧结合可生成 16 个水分子，这部分水称为代谢水，对于在干燥或沙漠中生活的动物来说，体内代谢水生成的多少是非常重要的，可以在缺水的情况下，为体内提供必需的水。例如，被称之为沙漠之舟的骆驼，产生代谢水的能力就特别强。

30. 答：在长期饥饿糖代谢不正常时，产生酮症的情况下，脂肪酸经 β -氧化形成的乙酰 CoA 不能通过柠檬酸循环氧化分解，一分子软脂酸氧化只能产生 33 个 ATP，与正常情况下生成的 129 个 ATP 相比，即相对能量为 $33:129=25.6\%$ 。也就是说，在酮症的情况下，软脂酸氧化产生的能量是原来的四分之一左右。

31. 答：乙酰 CoA 羧化为丙二酸单酰 CoA 是脂肪酸合成的限速反应，催化该反应的酶是乙酰 CoA 羧化酶，柠檬酸是该酶的正调节物。乙酰 CoA 羧化酶有活性的聚合体和无活性的单体两种形式，柠檬酸促进酶向有活性形式转变，细胞内柠檬酸浓度高表明，乙酰 CoA 和 ATP 的浓度也高，有利于脂肪酸的合成。反之则不利于脂肪酸的合成。

32. 答：脂肪酸氧化产生能量生成 ATP，但脂肪酸在生物体内氧化前必须在 ATP 参加的情况下，进行活化由脂肪酸生成脂酰 CoA，所以在无 ATP 的肝脏匀浆中不能进行脂肪酸的氧化分解。

33. 某病人表现出肌肉逐渐乏力和痉挛，这些症状可因运动、饥饿以及高脂饮食而加重，检验结果表明，患者脂肪酸氧化的速度比正常人慢，给病人服用含肉毒碱的食物，症状消失恢复正常。那么（1）为什么肉毒碱可以提高脂肪酸氧化的速度？

（2）为什么运动、饥饿以及高脂饮食会使肉毒碱缺乏症患者病情加重？

（3）肉毒碱缺乏的可能原因是什么？

答：（1）脂肪酸 β -氧化的主要过程虽然是在线粒体内进行的，但脂肪酸活化生成脂酰 CoA 的反应是在线粒体外发生的。脂酰 CoA 穿过线粒体内膜必须在肉毒碱的携带下才能完成，缺乏肉毒碱，脂肪酸的 β -氧化不能正常进行，病人体内能量供应不足和脂肪酸积累，导致肌肉乏力和痉挛。

（2）禁食、运动以及高脂饮食使患者体内的脂肪酸氧化成为能量的主要来源，就会加重由于脂肪酸氧化障碍引起的症状。

（3）肉毒碱缺乏的原因可能有二：一是食物中肉毒碱含量太低，或机体吸收障碍。二是体内合成肉毒碱的过程受阻，可能是有关合成酶缺乏或活性低，也可能是合成肉毒碱的原料（如： Lys 和 Met ）不足。由于肉毒碱可以反复利用，人体的需要量很少，体内可以合成，一般不会产生缺乏症。

34. 答：线粒体内的乙酰 CoA 与草酰乙酸缩合生成柠檬酸，以柠檬酸形式通过线粒体内膜进入胞浆，然后再裂解为乙酰 CoA 与草酰乙酸，草酰乙酸被还原为苹果酸再转化为丙酮酸，放出 CO_2 和 NADPH ，丙酮酸通过内膜可以重新回到线粒体内，由丙酮酸羧化酶催化再生成草酰乙酸。（注，在柠檬酸穿梭中虽然能够产生 NADPH ，但脂肪酸合成中所需的 NADPH 主要是由葡萄糖经 PPP 途径分解形成的。）

第六章 生物氧化

一、名词解释

1. 即生物氧化。物质在生物体内进行的氧化分解作用，统称为生物氧化。这里主要指营养物质在氧化分解时逐步释放能量、最终生成 CO_2 和 H_2O 的过程。
2. 呼吸链。在生物氧化过程中，代谢物脱下的 2H ，经过多种酶和辅酶催化的连锁反应逐步传递，最终与氧结合生成水。由于该过程与细胞呼吸联系紧密，故称此传递链为呼吸链。
3. 在呼吸链中，能传递氢的酶或辅酶称为递氢体，能传递电子的称为递电子体。（注：由于氢原子中含有电子，递氢也必然递电子，所以呼吸链又常称为电子传递链。）
4. 氧化磷酸化。代谢物脱下的 2H 在呼吸链传递过程偶联 ADP 磷酸化并生成 ATP 的过程，称氧化磷酸化。是体内产生 ATP 的主要方式。
5. 在氧化磷酸化过程中，每消耗一原子氧所消耗的无机磷的原子数，称为 P/O 比值。也可以说，每消耗一原子氧所产生的 ATP 分子数。
6. 化学渗透假说，由 Peter Mitchell 首先提出，用于解释偶联机理的学说。它的基本内容是：电子经呼吸链传递释放的能量，将质子从线粒体内膜的基质侧泵至内膜外侧，在膜两侧形成质子电化学梯度而积蓄能量；当质子顺此梯度经 ATP 合酶 F_0 部分回流时， F_1 催化 ADP 与 P_i 结合，形成 ATP。
7. 寡霉素敏感（授予）蛋白，缩写为 OSCP。位于 ATP 合酶 F_1 和 F_0 之间的柄部（有的认为是 F_0 的一个组分），参与 F_1 和 F_2 的连接。有 OSCP 存在时， F_1 对寡霉素敏感而被抑制，结果 ATP 合酶不能催化 ATP 的合成。
8. 能使氧化与磷酸化偶联脱节的物质，称解偶联剂。其基本作用在于，经呼吸链泵出的 H^+ 不经过 F_0 质子通道，而通过其它途径返回线粒体基质，破坏了电化学梯度，ATP 合成被抑制。
9. 呼吸控制率（RCR）。当底物足够时，在含有完整线粒体的系统中加入 ADP 后的耗氧率（呼吸速度）与仅有底物（无 ADP）时的耗氧率之比，称为呼吸控制率。在完整的线粒体中该比值是高的，线粒体受损伤后比值下降。
10. 是 ATP 合酶。该酶是氧化磷酸化的结构基础。它由 F_1 和 F_0 两个主要部分组成，前者催化 $\text{ADP} + \text{P}_i \rightarrow \text{ATP}$ ，后者是 H^+ 通道，共同参与 ATP 的合成。在电子显微镜下显示线粒体内膜内表面的球状颗粒，即是 ATP 合酶。
11. 是将胞液中的 NADH 携带的 2H 转移进入线粒体的一种方式，因该系统中有苹果酸和 Asp 参与故名。
12. 是主要存在棕色脂肪组织线粒体内膜内的一种蛋白质，由于它可使 H^+ 不经过 F_0 进入线粒体内膜的基质侧、偶联磷酸化脱节，所以称解偶联蛋白。
13. 是在水解时释放较多能量的磷酸酯或磷酸酐一类的化学键，常用 $\sim\text{P}\text{O}$ 表示。这种高能磷酸键实际代表整个分子具有较高的能量，并不存在键能特别高的化学键，但因长期沿用，一般仍称高能磷酸键。
14. 即磷酸肌酸 CP。是高能肌基化合物，在肌酸激酶催化下，由肌酸和 ATP 转变而来，主要存在肌、脑组织中，需要时可使 ADP 转变成 ATP 供机体利用。
15. 又称 ATP-ADP 转位酶，位于线粒体内膜，由 2 个亚基组成，线粒体内膜两侧 ADP 和 ATP 的反向交换 是由该载体完成的。
16. 即生物氧化。物质在生物体内进行的氧化分解作用，统称为生物氧化。这里主要指营养物质在氧化分解时逐步释放能量、最终生成 CO_2 和 H_2O 的过程。
17. 呼吸链。在生物氧化过程中，代谢物脱下的 2H ，经过多种酶和辅酶催化的连锁反应逐步传递，最终与氧结合生成水。由于该过程与细胞呼吸联系紧密，故称此传递链为呼吸链。
18. 氧化磷酸化。代谢物脱下的 2H 在呼吸链传递过程中偶联 ADP 磷酸化并生成 ATP 的过程，称氧化磷酸化。是体内产生 ATP 的主要方式。
19. 在氧化磷酸化过程中，每消耗一原子氧所消耗的无机磷的原子数，称为 P / O 比值。也可以说，每消耗一原子氧所生成的 ATP 分子数。
20. 是在水解时释放较多能量的磷酸酯或磷酸酐一类的化学键，常用 \sim 表示。这种高能磷酸键实际代表整个分子具有较高的能量，并不存在键能特别高的化学键，但因长期沿用，一般仍称高能磷酸键。
21. 即磷酸肌酸 CP。是高能肌基化合物，在肌酸激酶催化下，由肌酸和 ATP 转变而来，主要存在肌、脑组织中，需要时可使 ADP 转变成 ATP 供机体利用。
22. 生物氧化：糖、脂、蛋白质等有机物质在生物体内氧化分解，并释放出能量的化学过程。
23. 有氧呼吸与无氧呼吸：以分子氧为氢受体将有机物质完全氧化分解的代谢过程称有氧呼吸；以分子氧之外的物质为氢受体将有机物质部分氧化分解的代谢过程称无氧呼吸。
24. 呼吸链：将代谢物上的氢激活脱落，并将其沿一系列传递体的传递，最终与分子氧化合成水的完整体系称呼吸链。
25. 氧化磷酸化：伴随着代谢的氧化放能，将 ADP 磷酸化形成 ATP 有化学反应过程称氧化磷酸化。

26. P/O 比：在氧化磷酸化过程中，每消耗一摩尔原子氧能够形成的 ATP 摩尔数。
27. 末端氧化酶：在呼吸链末端，可以将电子直接交给分子 O₂，并使其活化的酶称末端氧化酶。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 错 4. 对 5. 对 6. 对 7. 对 8. 错 9. 错 10. 对
11. 错 12. 对 13. 对 14. 对 15. 错 16. 对

三、填空题

1. 泛醌-Cytc 还原酶，血红素
2. I, FMN
3. 醌，由 10 个异戊间二烯组成
4. III, II
5. 琥珀酸硫激酶（或称琥珀酰 CoA 合成酶）3-磷酸甘油酸激酶
6. 琥珀酸，NADH
7. IV, 细胞色素氧化酶
8. 低， $\Delta G_0' = -nFE_0'$
9. 线粒体内膜的基质侧，5
10. 二巯基醇 Cytb, Cytcl（或复合体 III）
11. 肌酸，肌酸激酶
12. OSCP，或寡霉素敏感（授予）蛋白电子传递
13. 二硝基苯酚，破坏内膜的电化学梯度
14. 缺乏蛋白质保护，缺乏损伤修复系统
15. 琥珀酸氧化呼吸链（FADH₂ 氧化呼吸链），NADH 氧化呼吸链
16. 复合体 II，泛醌，复合体 III，细胞色素 C，复合体 IV
17. NADH→泛醌，泛醌→细胞色素 C，细胞色素 aa₃→O₂，30.5
18. 氧化磷酸化，底物水平磷酸化
19. 异咯嗪环
20. 一氧化碳，氰化物，硫化氢
21. 二巯基丙醇，Cytb, Cytcl（或复合体 III）
22. 肌酸，肌酸激酶
23. OSCP 或寡霉素敏感（授予）蛋白，电子传递
24. 二硝基苯酚，破坏内膜的电化学梯度
25. 棕色脂肪（肌肉也可），在线粒体内膜中形成 H⁺ 通道而不能形成 ATP
26. 底物水平氧化磷酸化、呼吸链氧化磷酸化、光合磷酸化
27. 常温常压下进行、反应分步进行、释放的能量可以化学能的形式贮存起来
28. 脱氢、氢与分子氧的化合作用
29. -2.303RTlgK
30. $-nF \Delta E_0$
31. 脱氢酶、氢或电子传递体、氧化酶
32. NADH、NADPH，受体
33. 线粒体，质子泵，质子电化学梯度，ATP
34. 氢、电子，ATP，氢、电子，合成
35. NAD⁺，FAD
36. 结合蛋白，NAD⁺
37. F₀，F₁
38. a、a₃，5，O₂，CO、CN⁻
39. 底物水平氧化磷酸化、呼吸链氧化磷酸化、光合磷酸化
40. NADH→CoQ、Cytb→Cytcl、Cytaa₃→O₂
41. NADH→CoQ、Cytb→Cytcl、Cytaa₃→O₂，Cytaa₃→O₂
42. 15、2 或 3、36 或 38、16

四、选择题

1. D 2. C 3. B 4. E 5. C 6. E 7. E 8. A 9. D 10. B 11. A 12. B 13. E 14. D 15. D
16. A 17. D 18. B 19. E 20. B 21. D 22. B 23. D 24. C 25. A 26. E 27. C 28. D 29. E 30. A
31. E 32. C 33. C 34. E 35. C 36. E 37. D 38. B 39. A 40. D 41. E 42. B 43. E 44. A 45. D
46. B 47. ABCDE 48. ACD 49. ABCE 50. DE 51. BCD 52. ADE 53. BC 54. ABCE 55. BCD
56. AC 57. BD 58. E 59. B 60. A 61. C 62. B 63. C 64. A 65. C 66. C 67. A 68. C 69. C 70. D
71. D 72. C 73. A 74. D 75. D 76. D 77. B 78. C 79. D

五、问答题

1. 例如糖和脂肪在体内外氧化，相同点：终产物都是 CO_2 和 H_2O ；总能量变化不变；耗氧量相同。不同之处在于：体内条件温和，在体温情况下进行、pH 近中性、有水参加、逐步释放能量；体外则是在高温下进行，甚至出现火焰。体内有部分能量形成 ATP 储存，体外全以光和热的形式释放。体内以有机酸脱羧方式生成 CO_2 ，体外则碳与氧直接化合生成 CO_2 。体内以呼吸链氧化为主使氢与氧结合成水，体外是氢与氧直接结合生成 H_2O 。
2. 呼吸链抑制剂抗霉素 A，能抑制复合体中的 CytbCytcl 间的电子传递。辅酶 I 位于其氧化还原电位较低的一侧，所以处于还原态；而 Cyta 处于其氧化还原电位较高的一侧，因此呈氧化态。
3. 该图表示不同底物存在，但因缺乏 ADP，线粒体耗氧速度缓慢。当加入过量的 ADP 后，因强烈的诱导作用，氧化反应加速，氧耗明显增加，说明 ADP 有重要的调节作用。
- b 点：加入另外底物琥珀酸，抑制剂鱼藤酮对琥珀酸呼吸链无影响，说明该抑制剂的作用点在 CoQ 之前。
- c 点：加入解偶联剂 DNP，氧化与磷酸化脱离，抑制 ATP 的生成，ADP 刺激呼吸链的氧化作用，氧耗增加；此时系统中虽有寡霉素，但它在呼吸链上无具体作用位点，其抑制作用可被 DNP 解除；加入 DNP 后氧耗增加，在该系统中仍是琥珀酸呼吸链进行氧化反应的结果。
4. 解偶联剂大部分是脂溶性物质，最早被发现的是 2, 4-二硝基苯酚 (DNP)。它对电子传递链无抑制作用，但可使线粒体内膜对 H^+ 的通透性升高，影响了 $\text{ADP} + \text{P}_i \rightarrow \text{ATP}$ 的进行，使产能过程与能量的贮存脱离，刺激线粒体对氧的需要，呼吸链的氧化作用加强，能量以热的形式释放。因此，给受试动物 DNP 后，产生的主要现象是体温升高、氧耗增加、P/O 比值下降、ATP 的合成减少。
5. 这可以从能量的生成、利用、储存、转换与 ATP 的关系来说明。
- 生成：底物水平磷酸化和氧化磷酸化，都以生成高能物质 ATP 为最重要。
- 利用：绝大多数的合成反应需要 ATP 直接提供能量，仅少数情况下利用其它三磷酸核苷供能。在一些生理活动中，如肌肉收缩、分泌吸收、神经传导和维持体温等，也需 ATP 参与。
- 贮存：由 ATP 和肌酸可生成 CP 贮存，需要时再转换成 ATP。
- 转换：在相应的酶催化下，ATP 可供其它二磷酸核苷转变成三磷酸核苷，参加有关反应。据估计，中等体力劳动的正常人，每日合成和利用的 ATP 数量约 70kg，周转很快，说明 ATP 在生物体内能量代谢中的中心地位。
6. 两者都属于氧化还原酶类，催化底物脱去 2H 被氧化，发军催化作用时都需要辅酶 (基)。两者的区别在于：需氧脱氢酶以氧作为受氢体，辅基为黄素类 FAD 或 FMN，有的还含有金属，其产物中一定有 H_2O_2 。不需氧脱氢酶以辅酶为受氢体，有的是黄素类、有的是烟酰胺类；反应中生成的还原型辅酶，除参与物质合成等生物化学反应外，一般是经过呼吸链传递使 2H 与氧结合成水，但这已不属于该类酶的催化作用，所以氧不是其受氢体。
7. 例如糖和脂肪在体内外氧化。相同点：终产物 CO_2 和 H_2O ；总能量变化不变；耗氧量相同。不同之处在于：体内条件温和，在体温情况下进行、pH 近中性、有水参加、逐步释放能量；体外则是在高温下进行，甚至出现火焰。体内有部分能量形成 ATP 储存，体外全以光和热的形式释放。体内以有机酸脱羧方式生成 CO_2 ，体外则碳与氧直接化合生成 CO_2 。体内以呼吸链氧化为主使氢与氧结合成水，体外是氢与氧直接结合生成 H_2O 。
8. ATP 的结构特点是：由腺嘌呤、核糖和三个磷酸组成，在分子结构中具有两个高能磷酸键。
- ATP 的功能：(1) 是生物体内能量的直接供应者，提供物质代谢时需要的能量；
- (2) 供给机体生命活动时所需的能量；
- (3) 生成其它核苷三磷酸和磷酸肌酸；
- (4) 参与构成辅酶成分。
9. 线粒体内膜上的呼吸链的电子传递体中，细胞色素 aa3 分子中所含有的血红素 A 中的铁原子形成了五个配位键，还空着一个配位键能与 O_2 、 CO 、 CN^- 结合。当氧化物、一氧化碳进入体内时， CN^- 、 CO 就可与细胞色素 aa3 的 Fe^{3+} 结合，使其丧失传递电子的能力，结果呼吸链中断，产生中毒。
10. (1) 能量的生成：糖、脂、蛋白质等各种能源物质经生物氧化释放大量能量，其中约 40% 的能量以化学能的形式贮存于一些高能化合物中，主要是 ATP。ATP 的生成主要有氧化磷酸化和底物水平磷酸化两种方式。

(2) 能量的贮存: ATP 是机体生命活动的能量直接供应者, 每日要生成和消耗大量的 ATP。ATP 可将~P 转移给肌酸生成磷酸肌酸作为骨骼肌、心肌和脑中能量的一种储存形式, 当机体消耗 ATP 过多时磷酸肌酸可与 ADP 反应生成 ATP, 供生理活动之用。

(3) 能量的利用: 用于物质转运、合成; 肌肉收缩; 生物电和维持体温等。

11. 答案(略)

12. 答: 2, 4-二硝基苯酚是呼吸链氧化磷酸化作用的解耦联剂, 给大白鼠注射 2, 4-二硝基苯酚, 可以解除电子传递和磷酸化作用之间的偶联, 使其只能进行电子传递, 但其释放出的能量不能用于 ADP 的磷酸化, 只能热能形式释放出来, 故引起鼠体温升高。

13. 答: DCCD 抑制质子转运, 质子转运是通过 ATP 合成酶的 F_0 亚基, 加入 DCCD 后, 由于 ATP 不能合成, 影响电子传递, 这是因为过多能量的产生不能利用。从热力学上来看, 不利于氧化放能反应的进行。解耦联剂 2, 4-二硝基苯酚的加入, 使氧化磷酸化解耦联, 允许电子通过, 使电子传递正常进行。

14. 解: (1) 异柠檬酸 \rightarrow 草酰琥珀酸 \rightarrow 士-酮戊二酸 \rightarrow 琥珀酰 COA \rightarrow 琥珀酸, 产生 $2\text{NADH} + 2\text{H}^+$ 和 1GTP (ATP) , 所以 $P/O = 7/2 = 3.5$

(2) 在二硝基苯酸存在时 NADH 的氧化不生成 ATP, 只消耗氧。所以 $P/O = 1$

(3) 琥珀酸 \rightarrow 延胡索酸 \rightarrow 苹果酸 \rightarrow 草酰乙酸, 产生 1FADH_2 和 $1\text{NADH} + \text{H}^+$, 所以 $P/O = 5/2 = 2.5$

15. 答: 不对, 超氧化物歧化酶是蛋白质, 在细胞内虽然具有消除自由基的作用, 但如果通过口服的方法是不能得到更多的超氧化物歧化酶, 因为蛋白质通过消化道会被肠道中的蛋白酶水解。另外, 蛋白质为大分子物质, 不能被人体吸收。

16. 解: (1) $\therefore \Delta G_0 = -2.303RT \lg K \quad \therefore \lg K = 30.5 / -2.303RT = 5.35 \quad \therefore K = 2.2 \times 10^5$

(2) 在细胞内该反应不能达到平衡。如果达平衡 ATP 就不可能做功, 从能量的利用来看, 反应离平衡点愈远, ATP 的利用效率就愈高。

第七章 蛋白质降解及氨基酸代谢

一、名词解释

- 氮平衡: 摄入食物的含氮量(摄入氮)与经粪、尿排出氮量(排出量)之间的对比关系称为氮平衡。
- 营养必需氨基酸: 人体不可缺少、但体内又不能自行合成而必须由食物提供的氨基酸, 称为营养必需氨基酸。
- 鸟氨酸循环: 又称尿素循环或 Krebs-Henseleit 循环。指由 2 分子 NH_3 及 1 分子 CO_2 合成 1 分子尿素过程所经历的循环式的反应。
- 一碳单位: 指某些氨基酸分解代谢过程中产生的含有一个碳原子的基团。主要的一碳单位有: 甲基、亚甲基、甲炔基、甲酰基、亚氨甲基等。
- 必需氨基酸: 体内需要而不能自身合成, 必须由食物提供的一类必需氨基酸。
- 食物蛋白质的互补作用: 指营养价值较低的蛋白质食物混合食用, 则必需氨基酸之间可以相互补充, 从而提高营养价值。
- 生糖氨基酸: 指在体内能转变成糖的一类氨基酸。
- 生酮氨基酸: 指在体内能转变成酮体的一类氨基酸。
- 丙氨酸-葡萄糖循环: 肌肉中的氨基酸经转氨基作用将氨基转给丙酮酸, 生成丙氨酸。丙氨酸经血液运至肝, 在肝中, 丙氨酸通过联合脱氨基作用释放氨, 合成尿素。丙氨酸脱氨基后生成的丙酮酸, 经糖异生途径生成葡萄糖, 由血液输送至肌组织, 经糖酵解途径再转变成丙酮酸, 后者再接受氨基生成丙氨酸, 这种丙氨酸和葡萄糖在肌肉和肝之间进行氨的转运过程。
- 鸟氨酸循环: 指氨与 CO_2 通过鸟氨酸、瓜氨酸、精氨酸生成尿素的过程。
- 高氨血症: 肝功能严重损伤时, 尿素合成障碍导致血氨浓度升高。
- 一碳单位: 指某些氨基酸分解代谢过程中产生含有一个碳原子的基团, 包括甲基、亚甲基、甲炔基、亚氨甲基、甲酰基。
- 甲硫氨酸循环: 指甲硫氨酸经 S 腺苷蛋氨酸、S 腺苷同型半胱氨酸、同型半胱氨酸, 重新合成甲硫氨酸的过程。
- 苯酮酸尿症: 体内苯丙氨酸羟化酶缺陷, 苯丙氨酸不能正常转变为酪氨酸, 因此苯丙氨酸经转氨基作用生成苯丙酮酸、苯乙酸等, 并从尿中排出的一种先天遗传性疾病。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 对 4. 错 5. 对 6. 对 7. 错 8. 对 9. 错 10. 对

三、填空题

- 谷草转氨酶, 谷丙转氨酶
- 磷酸吡哆醛, 磷酸吡哆醛

3. 转氨基与谷氨酸氨基的联合作用，嘌呤核苷酸循环
4. 丙氨酸，谷氨酰氨
5. 线粒体，胞浆
6. 氨，天冬氨酸
7. 四氢叶酸，二氢叶酸还原酶
8. 半胱氨酸，胱氨酸
9. S 腺苷甲硫氨酸，维生素 B12
10. 氨天冬氨酸
11. 尿素嘧啶核苷酸
12. γ 氨基丁酸组胺
13. 精胺精胺
14. 四氢叶酸二氢叶酸还原酶
15. 半胱氨酸胱氨酸
16. S 腺苷甲硫氨酸维生素 B12
17. 3' 磷酸腺苷-5' 磷酸硫酸 (PAPS) 半胱氨酸
18. 酪氨酸苯丙氨酸羟化酶
19. 多巴胺去甲肾上腺素
20. 酪氨酸酪氨酸
21. 谷氨酰胺谷氨酰胺
22. 碱酸
23. 丙酮酸、草酰乙酸， α -酮戊二酸
24. 5-羟色胺，对神经有抑制作用，收缩血管的作用
25. Ala、Gly、Ser、Thr、Cys
26. Asp、Asn
27. γ -氨基丁酸、抑制性神经递质 (注：题中脱氨应改为脱羧)
28. 鸟氨酸、分子中含有许多氨基
29. 肝脏

四、选择题

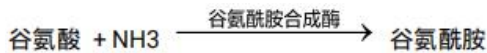
1. D 2. E 3. B 4. B 5. C 6. C 7. B 8. D 9. D 10. E 11. C 12. B 13. D 14. D 15. A
 16. D 17. D 18. C 19. B 20. A 21. B 22. C 23. B 24. C 25. B 26. D 27. B 28. A 29. C 30. D
 31. C 32. C 33. E 34. B 35. E 36. C 37. C 38. B 39. A 40. B 41. D 42. C 43. B 44. D 45. B
 46. E 47. D 48. A 49. B 50. A 51. B 52. E 53. A 54. C 55. D 56. B 57. E 58. C 59. D 60. ADE
 61. AC 62. CDE 63. ABC 64. ABC 65. ABCE 66. ABCD 67. ABCD 68. BD 69. ABCD 70. ABD
 71. ABCDE 72. ABCDE 73. CD 74. ACD 75. DE 76. ABCD 77. ABCD 78. CDE 79. A 80. B
 81. E 82. E 83. D 84. C 85. C 86. A 87. E 88. B 89. B 90. C 91. C 92. C 93. A 94. D 95. C
 96. C 97. C 98. A 99. B 100. A 101. C 102. A 103. A 104. C 105. A

五、问答题

1. 一碳单位是合成嘌呤和嘧啶的原料，将氨基酸代谢和核酸代谢紧密联系起来。N5-CH₃-FH₄ 还是体内甲基间接供体，参与体内甲基化反应。
2. 来源：(1) 氨基酸脱氨基作用产生的氨。(2) 肠道吸收的氨。(3) 肾小管分泌的氨。
去路：(1) 合成尿素。(2) 生成各氨酰胺。(3) 生成非必需氨基酸。(4) 生成铵盐 (NH₄⁺) 随尿排出。
3. 答题要点：(1) 主要是合成尿素：



- (2) 合成谷氨酰胺：



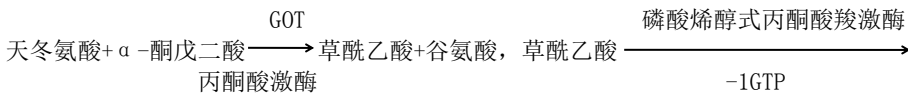
(3) 合成非必需氨基酸。

(4) 生成铵盐随尿排出: NH₃ + H⁺ → NH₄⁺ 随尿排出。

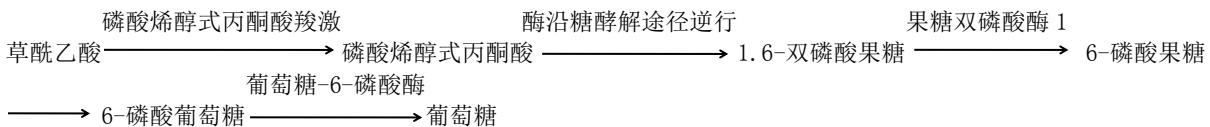
4. 正常生理情况下, 血氨的来源与去路保持动态平衡, 血氨浓度处于较低的水平。氨在肝中合成尿素 是维持这种平衡的关键, 当肝功能严重损伤时, 尿素合成发生障碍, 血氨浓度升高, 氨进入脑组织, 可与脑中的 α-酮戊二酸结合生成谷氨酸; 氨也可与脑中谷氨酸进一步结合生成谷氨酰胺。因此, 脑中氨的增加可以使脑细胞中的 α-酮戊二酸减少, 导致三羧酸循环减弱, 从而使脑组织中 ATP 生成减少, 引起大脑功能 障碍, 严重时可发生昏迷, 这就是肝昏迷氨中毒学说的基础。另一种可能性是谷氨酸、谷氨酰胺增多, 产生渗透压效应, 引起脑水肿。

5. GPT

丙氨酸+ α-酮戊二酸 $\xrightarrow{\text{GPT}}$ 丙酮酸+谷氨酸, 谷氨酸氧化脱氨以合成尿素, 丙酮酸氧化脱羧生成乙酰 CoA, 此步生成 3 分子 ATP, 乙酰 CoA 进入三羧酸循环生成 12 分子 ATP, 共计 15 分子 ATP。



6. 将在体内可以转变成糖的氨基酸称为生糖氨基酸。天冬氨酸转氨基后生成草酰乙酸。



7. 谷氨酰胺是从脑、肌肉等组织向肝或肾运氨的一种重要形式, 在脑、肌肉组织内, 氨与谷氨酸在谷 氨酰胺合成酶的催化下生成谷氨酰胺, 此过程消耗能量, 需要 ATP 参与。谷氨酰胺既是氨的解毒产物, 也是氨的储存及运输形式。谷氨酰胺在脑内固定和转运氨的过程中起着重要作用。

8. 15NH₄H₁₄CO₃ 可为机体提供 15NH₄⁺ 及 14CO₂。14CO₂ 可用于丙酮酸羧化成草酰乙酸, 而 15NH₄⁺ 可与 α-酮戊二酸反应生成谷氨酸, 谷氨酸再与草酰乙酸经转氨基作用生成天冬氨酸。因此所生成的天 冬氨酸既含有 14C, 又含有 15N。

9. 15N-丙氨酸可经联合脱氨基反应脱去氨基, 后者用于尿素的合成, 并随尿排出, 故尿中出现 15N。15N-丙氨酸还可以经两次转氨基反应, 将 15N 转给草酰乙酸生成天冬氨酸再参与尿素的合成。故尿素分子中的两个氮都可以是 15N。

10. 叶酸在叶酸还原酶作用下转化成四氢叶酸是一碳单位代谢的运载体; VB₁₂ 是由同型半胱氨酸与 N₅-CH₃FH₄ 合成甲硫氨酸的重要辅酶。二者缺乏时会导致巨幼红细胞性贫血。一碳单位的主要生理功用是参与核酸的合成, 所以叶酸缺乏, 一碳单位代谢障碍, DNA 合成受阻, 妨碍细胞分裂, 产生巨幼红细胞性贫血。VB₁₂ 缺乏时, 则 N₅-CH₃FH₄ 的甲基不能转移, 不仅影响甲硫氨酸的合成, 同时由于结合了甲基的 FH₄ 不能游离出来以重新利用转运一碳单位, 导致 DNA 合成障碍, 影响细胞分裂, 因此也会产生巨幼红细胞性贫血。

11. 不会出现缺乏天冬氨酸的表现。天冬氨酸是非必需氨基酸, 可以由草酰乙酸经转氨基作用生成。 丙氨酸可经脱氨基反应生成丙酮酸, 后者进一步羧化成草酰乙酸。因此丙氨酸在体内可以生成天冬氨酸, 丙氨酸的充足供应可保证机体对天冬氨酸的需要。

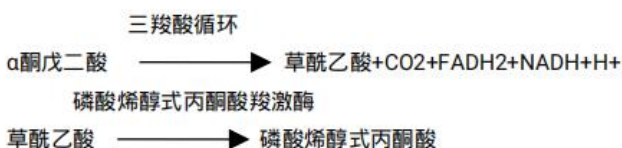
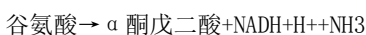
12. 一碳单位的转运形式有: N₅, N₁₀-甲烯四氢叶酸, N₅, N₁₀-甲炔四氢 叶酸, N₅-甲基四氢叶酸, N₁₀-甲酰四氢叶酸及 N₅-亚氨甲基四氢叶酸。

意义: ①一碳单位参与嘌呤和胸腺嘧啶的合成, 进而为核酸 的合成提供原料。

②一碳单位还直接参与 S-腺苷甲硫氨酸的合成, 有效地促进甲硫氨酸循环。通过此循环可提供活性甲基, 用于肾上腺素、肌酸、胆碱、肉毒碱等许多生理活性物质的合成。可见一碳单位的代谢与体内氨 基酸、核酸以及其他物质代谢密切相关, 对机体生命活动有重要意义。

13. 维生素 B₆ 是辅酶磷酸吡哆醛的重要组成成分, 而磷酸吡哆醛是转氨酶的辅酶, 又是氨基酸脱羧酶的辅酶。所以氨基酸的分解代谢必须有维生素 B₆ 参与。维生素 B₆ 缺乏必然导致氨基酸代谢障碍。

14. L-谷氨酸脱氢酶





15.

代谢循环	基本过程	生理意义
鸟氨酸循环	经鸟氨酸、瓜氨酸及精氨酸等步骤合成尿素后，又重新回到鸟氨酸的一种循环过程	不断地将体内有毒性的氨转变成尿素，达到解除氨毒的作用
丙氨酸-葡萄糖循环形式	将肌肉蛋白分解的氨经丙酮酸转氨基生成丙氨酸后随血液转运到肝，丙氨酸经肝脱氨基生成丙酮酸和氨，丙酮酸经肝糖异生形成葡萄糖，而氨经肝鸟氨酸循环合成尿素，葡萄糖经血液回到肌肉经酵解过程再生成丙酮酸	将肌肉中代谢产生的氨通过丙氨酸形式转运到肝而合成尿素
甲硫氨酸循环	甲硫氨酸经 SAM、同型半胱氨酸等中间代谢，进而重新生成甲硫氨酸的循环过程	为体内甲基化反应提供活性甲基的供体(SAM)

16. 苯丙氨酸羟化酶



正常时苯丙氨酸主要生成酪氨酸，当苯丙氨酸羟化酶缺乏时苯丙氨酸经转氨酶的转氨作用形成苯丙酮酸等，即出现苯酮酸尿症。

酪氨酸酶



白化病患者色素细胞内酪氨酸酶缺陷时黑色素生成受阻。

17. H^+
 H^+ 在肠道 NH_3 比 NH_4^+ 易吸收， $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{NH}_4^+$ ，用碱性肥皂水灌肠会加速肠道氨的吸收，而使用碱性利尿剂会阻碍肾小管细胞的泌氨作用，二者的结果均会使血氨升高。

18. 正常时体内多种转氨酶主要存在于相应组织细胞内，血清含量极低，如谷丙转氨酶（GPT）在肝细胞中活性最高，而谷草转氨酶（GOT）在心肌细胞中活性最高，当肝细胞或心肌细胞损伤时上述转氨酶分别释放入血。

19. 肌酸是以甘氨酸为骨架，精氨酸提供胍，S-腺苷甲硫氨酸供给甲基而合成的，肝是合成肌酸的主要器官，在肌酸激酶的作用，肌酸将 ATP 的能量以磷酸肌酸的形式贮存起来，肌酸与磷酸肌酸代谢的终产物是肌酸酐。正常每日成人尿中肌酸酐排出量恒定，当肾脏严重病变时，肌酸酐排出受阻导致血中肌酸酐浓度升高，所以临床上测定肌酸酐清除率是反应肾脏排泄功能的一个可靠的指标。

20. 谷氨酸彻底氧化分解的途径：谷氨酸氧化脱氨基生成 α -酮戊二酸 \rightarrow 琥珀酰 CoA \rightarrow 琥珀酸 \rightarrow 延胡索酸 \rightarrow 苹果酸 \rightarrow 草酰乙酸 \rightarrow 天冬氨酸出线粒体 \rightarrow 草酰乙酸 \rightarrow 磷酸烯醇式丙酮酸 \rightarrow 丙酮酸 \rightarrow 乙酰 CoA \rightarrow 三羧酸循环。谷氨酸氧化脱氨基生成 $\text{NADH} + \text{H}^+$ ， α -酮戊二酸脱氢酶复合体催化氧化脱羧 $\text{NADH} + \text{H}^+$ ，底物水平磷酸化生成 GTP，琥珀酸脱氢酶催化脱氢 FADH_2 ，苹果酸脱氢酶催化脱氢 $\text{NADH} + \text{H}^+$ ，草酰乙酸 \rightarrow 磷酸烯醇式丙酮酸 \rightarrow 丙酮酸 \rightarrow 乙酰 CoA \rightarrow 三羧酸循环 $15\text{ATP} + 3(\text{NADH} + \text{H}^+) + \text{FADH}_2 + \text{GTP} = 15 + 9 + 2 + 1 = 27\text{ATP}$

21. 答：一般来说，蛋白质及其分解生成的氨基酸不进行氧化分解为生物体生长发育提供能量，但是在长期禁食或因疾病

及其它原因，糖类供应不足导致糖代谢不正常时，氨基酸分解产生能量；过多的氨基酸分解在体内就会生成大量的游离氨基，肝脏无力将这些氨基全部转变为尿素排出体外，血液中游离氨基过多会造成氨中毒，肝脏中游离氨基过多产生肝昏迷，脑组织中游离氨基过多导致死亡。

22. 答：一碳单位或一碳基团是指含有一个碳原子的各类基团的通称，如甲酰基、羟甲基、亚甲基（甲叉基）、次甲基（甲川基）和甲基。一碳单位与氨基酸、嘌呤和嘧啶核苷酸的合成有密切关系。一碳单位的转移靠四氢叶酸，S-腺苷蛋氨酸（SAM）作为甲基载体是生物体内各种化合物甲基的来源。

23. 答：谷氨酸在生物体内具有非常重要的作用，主要表现在以下几方面：

- (1) 谷氨酸是组成蛋白质二十种氨基酸之一。
- (2) 脑中积累过多的游离氨基会导致休克死亡，在正常情况下游离氨可与谷氨酸结合生成谷氨酰胺，通过血液运到肝脏，通过尿素循环生成尿素。
- (3) 谷氨酰胺是细胞内氨基的重要来源，由谷氨酰胺中的氨基与二氧化碳及 ATP 形成的氨甲酰磷酸，可以参与多种化合物的形成如嘧啶核苷酸的合成。
- (4) 谷氨酸脱羧生成 γ -氨基丁酸，对神经有抑制作用。
- (5) 动植物和微生物细胞中的 L-谷氨酸脱氢酶活性很高，因此谷氨酸在氨基酸的合成及代谢中处于中心地位。
- (6) 在氨基酸的分解代谢中，Pro、Arg、Gln 和 His 都是先转变为谷氨酸，再脱氨生成 α -酮戊二酸进一步分解。

24. 答：谷氨酸彻底氧化分解的途径如下：

谷氨酸 \rightarrow 土-酮戊二酸 \rightarrow 三羧酸循环 \rightarrow 草酰乙酸 \rightarrow 丙酮酸 \rightarrow 三羧酸循环。

- (1) 谷氨酸脱氢酶催化氧化脱氨，形成 NADH (3 分子 ATP)
- (2) α -酮戊二酸 \rightarrow 三羧酸循环 \rightarrow 草酰乙酸，产生 9 分子 ATP
- (3) 草酰乙酸 \rightarrow 丙酮酸 \rightarrow 三羧酸循环 (15 分子 ATP)。合计生成 27 分子 ATP。

25. 答：联合脱氨在生物体内各种氨基酸的相互转化中起非常重要的作用。一般来说有两个方面：

- (1) 以谷氨酸脱氢酶为中心的联合脱氨。
- (2) 以嘌呤核苷酸循环为中心的联合脱氨。谷氨酸脱氢酶在体内广泛存在且活性较高，但是在代谢比较旺盛的组织如骨骼肌、心肌、肝脏和脑组织中，是以嘌呤核苷酸循环为中心的联合脱氨方式为主。

第八章 核苷酸代谢

一、名词解释题

1. 从头合成途径：机体利用磷酸核糖、氨基酸、一碳单位、CO₂ 等简单物质为原料，经过一系列酶促反应合成核苷酸的途径。
2. 补救合成途径：某些组织器官利用游离的碱基或核苷为原料，经过简单的反应过程，合成核苷酸，称为补救合成途径。
3. 核苷酸的抗代谢物：某些药物是嘌呤、嘧啶、叶酸以及某些氨基酸的类似物，它们可以通过竞争性抑制或“以假乱真”等方式干扰或阻断核苷酸的正常合成代谢，从而进一步抑制核酸、蛋白质合成及细胞增殖。这些药物即为核苷酸的抗代谢物。
4. Lesch-Nyhan 综合征：由于基因缺陷而导致 HGPRT 完全缺失的患儿，表现为自毁容貌征。

二、填空题

1. 6-巯基嘌呤，5 氟尿嘧啶
2. PRPP 合成酶，PRPP 酰胺转移酶
3. IMP, GMP
4. 二氢叶酸还原酶，四氢叶酸
5. 黄嘌呤，黄嘌呤氧化酶
6. N⁵, N¹⁰-甲烯四氢叶酸，胸苷激酶
7. cAMP, cGMP
8. 反馈调节，既满足对核苷酸的需要，又避免营养物质及能量的浪费
9. 二磷酸核苷，核糖核苷酸还原酶
10. 叶酸，二氢叶酸还原酶
11. 核糖核苷酸还原酶
12. N¹⁰-甲酰 FH₄, N⁵, N¹⁰-甲炔 FH₄
13. 肝，小肠
14. 从头合成途径
15. 竞争抑制，以假乱真

16. PRPP、谷氨酰胺、天冬氨酸、CO₂
17. dTMP
18. 先合成嘧啶环，再与 PRPP 相连
19. 尿酸，黄嘌呤氧化酶。
20. 尿酸；别嘌呤醇
21. 腺苷酸代琥珀酸合成酶；腺苷酸代琥珀酸裂解酶
22. IMP 脱氢酶；鸟苷酸合成酶
23. 次黄嘌呤核苷酸 (IMP)
24. 乳清酸核苷酸 (或尿嘧啶核苷酸) (OMP 或 UMP)
25. UTP；dUMP
26. 核糖核苷酸还原酶；硫氧化还原蛋白；NADPH
27. 从头合成途径；补救合成途径
28. NH₃；CO₂；β-丙氨酸；β-氨基异丁酸
29. 尿酸

三、选择题

1. B 2. C 3. C 4. D 5. C 6. D 7. D 8. B 9. E 10. C 11. E 12. C 13. D 14. C 15. A
16. D 17. B 18. B 19. A 20. C 21. C 22. B 23. B 24. A 25. E 26. D 27. D 28. B 29. A 30. B
31. B 32. C 33. C 34. C 35. B 36. A 37. E 38. A 39. E 40. A 41. B 42. D 43. A 44. A 45. A
46. D 47. B 48. A 49. D 50. A 51. D 52. C 53. B 54. C 55. E 56. ABCD E57. ABCE 58. ABC 59. ACE
60. ABCD 61. AC 62. AC 63. ACDE 64. D 65. A 66. ABC 67. ACD 68. A 69. B 70. C
71. B 72. E 73. E 74. C 75. B 76. D 77. C 78. D 79. E 80. C 81. C 82. E 83. C 84. D

四、问答与计算

1. (1) 可以节省从头合成时能量和一些氨基酸的消耗。
(2) 体内某些器官(如脑、骨髓)不能从头合成嘌呤核苷酸，它们只能利用现成的碱基或核苷进行补救合成嘌呤核苷酸。如若缺乏 HGPRT 会出现 Lesch-Nyhan 综合征。
2. (1) 相同：氨基甲酰磷酸合成酶 I 和 II 都属于连接酶类，催化 CO₂ 和氨合成氨基甲酰磷酸，同时断裂 2 分子 ATP 的磷酸酯键，生成 ADP 和 Pi，反应均不可逆。
(2) 不同：酶 I 分布在肝细胞线粒体基质内，氨来源于游离氨，它需要 N-乙酰谷氨酸作为正变构效应物，酶 I 的活性与其浓度成正比。酶促反应需 Mg²⁺ 激活。反应产物将与鸟氨酸结合成瓜氨酸，合成尿素。酶 II 存在于绝大多数细胞的胞液中，谷氨酰胺提供的氨与 CO₂ 结合生成氨基甲酰磷酸。产物与天冬氨酸在氨基甲酰转移酶的催化下生成氨基甲酰天冬氨酸，进而合成 UMP。酶 II 是嘧啶核苷酸合成代谢的关键酶，终产物 UMP 为其变构抑制剂。
3. 痛风症多见于成年男性，其原因尚不完全清楚，可能与嘌呤核苷酸代谢酶的缺陷有关。痛风症患者血中尿酸含量升高，当超过 8mg% 时，尿酸盐晶体即可沉积于关节、软组织、软骨及肾等处，而导致关节炎、尿路结石及肾疾病。临床上常用别嘌呤醇治疗痛风症。别嘌呤醇与次黄嘌呤结构类似，可抑制黄嘌呤氧化酶，从而抑制尿酸的生成，减少尿酸的沉积。
4. ①作为核酸合成的原料。②体内能量的利用形式。③参与代谢和生理调节。④组成辅酶。⑤活化中间代谢物的载体。
5. ①节省从头合成时的能量和一些氨基酸的消耗。②体内某些组织器官如脑、骨髓由于缺乏有关酶，不能从头合成嘌呤核苷酸，只能利用由红细胞从肝运送来的自由嘌呤碱及腺嘌呤核苷补救合成嘌呤核苷酸。因此具有更重要的意义。
6. PRPP。PRPP 合成酶。PRPP 合成酶
$$R-5-P+ATP \longrightarrow PRPP+AMP$$
7. 合成酶 I 存在于肝脏线粒体，以 NH₃ 为氮源，催化尿素的合成，N-乙酰谷氨酸为其别构激活剂。合成酶 II 存在于体细胞胞液，以谷氨酰胺为氮源，催化嘧啶合成，受 UMP 的反馈抑制。
8. 核苷酸的还原反应是在二磷酸核苷的水平上进行的。由核糖核苷酸还原酶催化完成的。核糖核苷酸还原酶需 NADPH 提供电子，需要一种硫氧化还原蛋白作为电子载体。
9. PRPP (磷酸核糖焦磷酸) 在嘌呤核苷酸、嘧啶核苷酸从头合成与补救合成过程中都是不可缺少的成分，表现在：
(1) 核苷酸补救合成中，PRPP 与游离碱基直接生成各种一磷酸核苷；
(2) 嘌呤核苷酸从头合成过程中，PRPP 作为起始原料与谷氨酰胺生成 PRA，然后逐步合成各种嘌呤核苷酸；
(3) 嘧啶核苷酸从头合成过程中，PRPP 参与乳清酸核苷酸的生成，再逐渐合成尿嘧啶一磷酸核苷等。

10. 5-氟尿嘧啶、6-巯基嘌呤、氨基碟呤和氨甲喋呤、氮杂丝氨酸等核苷酸抗代谢物均可作为临床抗肿瘤药物，其各自机理如下表所示：

抗肿瘤药物	5-氟尿嘧啶	6-巯基嘌呤	氨基碟呤和氨甲喋呤	氮杂丝氨酸
核苷酸代谢 中类似物	胸腺嘧啶	次黄嘌呤	叶酸	谷氨酰胺
作用机理	抑制胸腺嘧啶核苷 酸合成酶 和 GMP 的反应；抑制 IMP 和 GMP 的补救合成	抑制 IMP 转变为 AMP 还原酶	抑制二氢叶酸 核苷酸的合成	干扰嘌呤、 嘧啶

第九章 代谢的调控

一、名词解释

1. 变构调节：某些小分子物质可与酶蛋白分子上的调节亚基（部位）非共价键结合，引起酶蛋白分子构象的改变，从而改变酶的催化活性。这种调节方式称为酶的变构调节或别构调节。
2. 酶的化学修饰：酶蛋白分子上某些基团在另一种酶的催化下发生可逆的共价修饰，从而引起酶活性改变。这种调节方式称为酶的化学修饰。
3. 限速酶：指整条代谢途径中催化反应速度最慢的酶，它不但可以影响整条代谢途径的总速度，还可改变代谢的方向。由于是整条代谢途径的关键部位，故又称关键酶。
4. 变构酶：是一类多亚基的寡聚酶，酶分子中除活性中心外，还有一个变构部位。当其变构剂结合时可引起酶分子构象的变化，从而改变酶的催化活性。
5. 蛋白激酶：细胞内由 ATP 提供磷酸基及能量。催化酶蛋白或其它蛋白质分子中的丝氨酸、苏氨酸或酪氨酸上的羟基磷酸化的酶，它包括蛋白激酶 A、K。
6. 酶的化学修饰：酶肽链上某些残基在酶的催化下发生可逆的共价修饰，从而引起酶活性的改变，这种调节称为酶的化学修饰。
7. 受体：选择性识别外来信号，并与之特异地结合，产生细胞内一系列生物效应的结构。

二、是非题

1. 对 2. 对 3. 错 4. 对 5. 错 6. 错 7. 错 8. 错 9. 错 10. 对 11. 错 12. 错

三、填空题

1. 细胞水平，激素水平
2. 结构，含量
3. 膜受体激素，胞内受体激素
4. 酶的变构调节，酶的化学修饰调节
5. 合成，降解
6. 降低，增加
7. 葡萄糖，酮体
8. 葡萄糖酵解，有氧氧化
9. 最慢，单向反应或非平衡反应
10. 乙酰 CoA, NADPH
11. 氧化脂酸，糖的无氧酵解，乳酸
12. 葡萄糖-6-磷酸酶
13. 糖酵解，脂酸和酮体的有氧氧化
14. 寡聚酶，催化部位，调节部位，构象，酶活性。
15. cAMP, cGMP, Ca²⁺, IP₃, DAG。
16. 酮体
17. 特异性，高度亲和力，结合的可逆性，饱和性。
18. 剪接、加上帽子结构、加上 (PolyA) 的尾巴

19. RNA、DNA、cDNA
20. 小
21. 识别起始位点
22. PGpUpCpCpApG
23. 5' , RNA, 5' , 3'
24. 连续地, 相同, 不连续地, 相反
25. 特异性核酸内切酶、外切酶、DNA 聚合酶、连接酶
26. 直接, 间接
27. D-环式
28. 细胞水平, 激素水平, 整体水平
29. 酶活性, 酶量, 酶的变构调节, 酶的化学修饰调节
30. 磷酸化, 脱磷酸化
31. 降低, 增高
32. 寡聚酶, 催化部位, 调节, 构象, 酶活性
33. 酮体

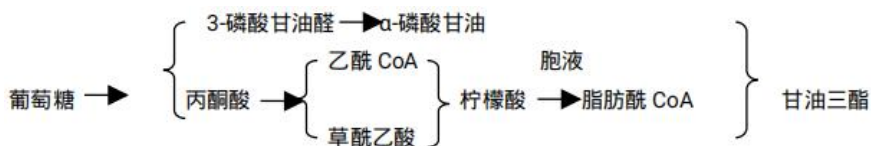
四、选择题

1. E 2. D 3. C 4. C 5. C 6. C 7. D 8. C 9. A 10. D 11. C 12. C 13. E 14. A 15. B
16. E 17. E 18. B 19. A 20. C 21. B 22. C 23. D 24. E 25. D 26. D 27. A 28. E 29. B 30. E
31. C 32. B 33. E 34. B 35. E 36. D 37. D 38. D 39. C 40. C 41. E 42. A 43. C 44. B 45. B
46. E 47. C 48. D 49. D 50. A 51. C 52. B 53. AB 54. ABDE 55. ABDE 56. ABCD 57. ABCD 58. ABC
59. ABCE 60. ACDE 61. ABCD 62. BDE 63. ABCD 64. CDE 65. ABCE 66. BDC 67. A 68. D 69. D 70. C
71. D 72. A 73. D 74. A 75. C 76. C 77. B 78. D 79. D 80. A 81. A 82. E 83. A 84. A
85. A→(2)B→(3)C→(1) 86. E 87. D 88. C 89. C 90. B 91. D 92. C 93. E 94. A 95. C 96. E 97. C

五、问答与计算

1. 乙酰 CoA 是糖、脂、氨基酸代谢共有的重要中间代谢物, 也是三大营养物质代谢联系的枢纽。
乙酰 CoA 的生成: 糖有氧化; 脂酸 β 氧化; 酮体氧化分解; 氨基酸分解代谢; 甘油及乳酸分解。
乙酰 CoA 代谢去路: 进入三羧酸循环彻底氧化分解, 体内能量的主要来源; 在肝细胞线粒体生成酮体, 为缺糖时重要能源之一; 合成脂肪酸; 合成胆固醇; 合成神经递质乙酰胆碱。
2. 三羧酸循环是糖、脂、蛋白质分解代谢的最终共同途径, 体内各种代谢产生的 ATP、CO₂、H₂O 主要来源于此循环。三羧酸循环是三大物质相互联系的枢纽, 机体通过神经体液的调节, 使三大物质代谢处于动态平衡之中, 正常情况下, 三羧酸循环原料-乙酰 CoA 主要来源于糖的分解代谢, 脂主要是储能; 病理或饥饿状态时, 则主要来源于脂肪的动员, 蛋白质分解产生的氨基酸也可三羧酸循环提供原料。

(1) 糖脂代谢的联系: 当糖供充足时:



同时, 合成所需能量主要由三羧酸循环提供, 还原当量主要由磷酸戊糖途径提供。此外, 乙酰 CoA 也可合成胆固醇, 可见糖很容易转变为脂。但脂肪酸 β 氧化产生的乙酰 CoA 很难转变为糖, 只有甘油, 丙酮, 丙酰 CoA 可异生成糖, 但其量微不足道。

(2) 在病理或饥饿时, 脂肪动员产生脂肪酸 \rightarrow 乙酰 CoA \rightarrow 肝酮体 \rightarrow 肝外乙酰 CoA \rightarrow 三羧酸循环, 脂代谢要顺利进行, 依赖于糖代谢的正常进行, 因为乙酰 CoA 进入三羧酸循环需草酰乙酸, 后者主要由糖代谢的丙酮酸经羧化产生, 此外, 酮本在体外分解需琥珀酰 CoA 参与。

(3) 糖、脂代谢可受到代谢物、神经、体液的调节, 使其处于动态平衡之中。

3. 相同点: 均为细胞水平的调节, 属快速调节, 受调节的酶为代谢的关键酶或限速酶。
不同点: 变构调节: 变构剂与酶非催化部位通过非共价键可逆结合, 使酶构象改变, 活性改变。无放大效应。
化学修饰调节: 需酶催化, 通过共价键连上或去掉一些基团, 使酶结构改变, 活性改变, 消耗少量 ATP, 有放大效应。
4. 饥饿 48 小时属短期饥饿, 此时, 血糖趋于降低, 引起胰岛素分泌减少, 胰高血糖素分泌增加。

糖：糖原已基本耗竭，糖异生作用加强，组织对葡萄糖的氧化利用降低，大脑仍以葡萄糖为主要能源。

脂：脂肪动员加强，酮体生成增加，肌肉脂酸分解方式供能。

蛋白：肌肉蛋白分解加强。

5. 长期饥饿

糖：肾脏糖异生作用加强，乳酸和甘油成为肝糖异生的主要原料。

脂：脂肪进一步动员，大量酮体生成，脑组织利用酮体增加，超过葡萄糖，肌肉主要以脂酸供能。

蛋白：肌肉蛋白分解减少，负氮平衡有所改善。

6. 脑：是机体耗能的主要器官，一般主要以葡萄糖供能，耗用葡萄糖由血糖供应，不能直接分解脂肪酸，糖供给不足时，可以酮体作为能源物质。

肝：是机体糖脂代谢的主要器官，对维持血糖恒定起重要作用。合成储存糖原可达肝重的 10%；

糖异生：具有葡萄糖-6-磷酸酶，可使储存的糖原分解为葡萄糖释放入血，维持血糖恒定。合成甘油三酯、胆固醇、磷脂的主要器官，合成的脂类主要以 VLDL 运输到其它组织储存；肝合成 HDL 具有胆固醇逆向转运及抗 LDL 氧化的作用，有抗动脉粥样硬化的作用；具有高活性的脂酸 β-氧化酶类，可大量合成酮体供肝外组织利用。肝是机体耗能的主要器官之一。

肌肉：通常以氧化脂肪酸为主，剧烈运动时，以糖无氧酵解补充能量，能合成糖原，但缺乏葡萄糖-6-磷酸酶，因此肌糖原基本不能分解成葡萄糖以补充血糖。

7. 草酰乙酸在三羧酸循环中起着催化剂一样的作用，其量决定细胞内三羧酸循环的速度，草酰乙酸主要来源于糖代谢丙酮酸羧化，故糖代谢障碍时，三羧酸循环及脂的分解代谢将不能顺利进行；草酰乙酸是糖异生的重要代谢物；草酰乙酸与氨基酸代谢及核苷酸代谢有关；草酰乙酸参与了乙酰 CoA 从线粒体转运至胞浆的过程，这与糖转变为脂的过程密切相关；草酰乙酸参与了胞浆内 NADH 转运到线粒体的过程（苹果酸一天冬氨酸穿梭）；草酰乙酸可经转氨基酸作用合成天冬氨酸；草酰乙酸在胞浆中可生成丙酮酸，然后进入线粒体进一步氧化为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$ 。

8. (1) 能。



(2) 不能。软脂酸经 β 氧化生成乙酰 CoA，乙酰 CoA 不能转变为丙酮酸（丙酮酸脱氢酶复合体催化的反应不可逆），故软脂酸不能异生成糖。

(3) 能。丙氨酸脱氨基生成丙酮酸，经糖异生可生成葡萄糖。

(4) 不能。亚油酸是必需脂肪酸。

(5) 不能。亮氨酸是生酮氨基酸。

9.(1) 转氨基



(2) 无氧酵解



(3) 糖异生



(4) 酵解逆行



(5) 氧化脱羧 呼吸链



(6) 氧化脱羧 脂肪酸合成



(7) 氧化脱羧 酮体合成



(8) 氧化脱羧 胆固醇合成



羧化



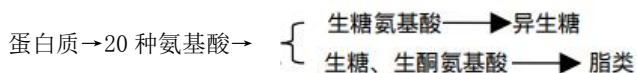
10. 糖与脂：糖容易转变为脂类



脂变糖可能性小，仅甘油，丙酮，丙酰 CoA 可异生成糖，其量甚微。

蛋白质与糖、脂：蛋白质可以转变为糖、脂，但数量较小。

生糖氨基酸 异生糖



糖、脂不能转变为蛋白质，糖、脂不能转变为必需氨基酸，虽可提供非必需氨基酸的碳氢氧骨架，但缺乏氮源。

11. 激素和受体结合，通过 G 调节蛋白传导作用，激活腺苷酸环化酶活性，产生 cAMP，激活 A 激酶，发生生物学效应。
12. 激素和受体结合，经 G 调节蛋白传导作用，激活磷脂酶 C，水解磷脂酰肌醇-4,5-二磷酸成 DG 和 IP₃。DG 激活 C 激酶体系，IP₃ 使细胞内 C²⁺ 浓度增加，通过和钙调蛋白结合，激活 C²⁺ 一钙调蛋白蛋白激酶，协同发挥作用。
13. 激素进入细胞内，与受体结合，进入细胞内，影响染色体的基因表达，即影响 mRNA 的转录和蛋白质合成，产生效应蛋白质调节代谢。
14. 答案（略）。
15. 答：用带放射性标记的脱氧三磷酸核苷酸作为合成 DNA 的原料，经过一段时间后，加入碱溶液使合成停止，检查发现带放射性标记的核苷酸出现在小片段 DNA 上，这些小片段 DNA 分子量相同，并且在细胞 DNA 中含量较多。
16. 答：（1）已经开始合成的所有 DNA 分子，将会继续完成其复制过程，没有开始合成的 DNA，将会停止其新的复制过程。（2）由于氨基酸饥饿，所有正在进行合成的 DNA 分子都会停止，以后加入必需氨基酸和利福平，所有的 DNA 分子，都不会重新开始复制过程。
17. 解：每个复制叉 5 小时复制 DNA 片段的长度为： $16 \mu\text{m} / \text{min} \times 300\text{min} = 4800 \mu\text{m}$ ，每个细胞内 DNA 长 $1.2\text{m} = 1.2 \times 10^6 \mu\text{m}$ ，染色体复制时应当有： $1.2 \times 10^6 \mu\text{m} \div 4800 \mu\text{m} = 250$ 个复制叉
18. 解：按照 Watson-Crick 模型，10 个核苷酸对形成一个螺旋长 0.34nm，所以 E. coli DNA 应含有： $1100 \mu\text{m} \div (3.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}) = 3.24 \times 10^5$ 个螺旋， 3.24×10^6 个核苷酸对。复制体的链增长速度为： 3.24×10^6 核苷酸对 / $40\text{min} = 8100$ 核苷酸对 / min 正在复制的 DNA 分子旋转速度为：8100 转 / min。
19. 代谢调节大致可分为以下三个层次：细胞水平的调节；激素水平的调节；整体水平的调节。
20. 两者均属细胞水平的物质代谢调节，都是通过细胞内酶活性的改变来调节代谢速度，同属快速调节。变构调节是通过小分子变构剂与酶的调节亚基进行非共价结合，使酶分子发生构象改变而影响酶的活性。化学修饰是一种酶蛋白催化另一种酶蛋白的共价修饰以改变酶的活性，由于是酶促反应，故有放大效应，因而其催化效率常较变构调节高。

第十章 DNA 的生物合成

一、名词解释

1. 遗传密码：mRNA 分子上核苷酸顺序与蛋白质分子中氨基酸顺序的对应关系称为遗传密码。
2. 变偶假说：密码子与反密码子的反向补配对时，第三位核苷酸与反密码子相应位置上的核苷酸配对关系不严格，可以在一定的范围内变动如 A 和 G，C 和 U，这种现象称为碱基配对的变偶性（摆动性）。
3. 翻译：将 mRNA 分子中的核苷酸顺序转变为蛋白质中的氨基酸顺序的过程称为翻译。
4. 简并密码：能够为同一种氨基酸编码的所有密码子通称简并密码，也称同义密码。
5. 半保留复制：以 DNA 的两条链为模板，以 dNTP 为原料，在 DNA 聚合酶作用下，按照碱基配对规律（A-T；C-G）合成新的互补链，这样形成的两个子代 DNA 分子中的双链一条来自亲代，另一条是新合成的，这种复制方式称半保留复制。
6. 冈崎片段：DNA 复制时，由于解链方向与复制方向不一致，其中一股子链的复制需待母链解出足够长度才开始生成引物接着延长。这种不连续的复制片段就是冈崎片段。
7. 中心法则：细胞遗传信息从 DNA 向 RNA，再向蛋白质传递的规律；包括复制、转录和翻译三个基本环节。
8. 半不连续复制：在 DNA 复制过程中，以 3' → 5' DNA 链为模板能连续合成 5' → 3'，互补新链；而以 5' → 3'，DNA 链为模板的只能合成若干反向互补的 5' → 3'，冈崎片段，这些片段再相连成随从链，故名半不连续复制。
9. DNA 损伤：指个别 dNMP 残基（或碱基）以至片段 DNA 在结构、复制或表型功能的异常变化，称为 DNA 损伤，也称为 DNA 突变。
10. 含有解螺旋酶、DnaC 蛋白、引物酶和 DNA 的起始复制区域的复合结构称为引发体。

11. 复制子是独立完成复制的功能单位，习惯上把两个相邻起始点之间的距离定为一个复制子。
12. 端粒是真核生物染色体线性 DNA 分子末端的结构。
13. 遗传物质结构改变引起遗传信息的改变均可称为突变，从分子水平来看，突变就是 DNA 分子上碱基的改变。
14. 以 RNA 为模板，由逆转录酶催化，按照 RNA 中核苷酸序列，以 dNTPs 为原料合成 DNA 链的过程。
15. cDNA 是指经逆转录合成的、与 mRNA（通常指 RNA 或病毒 RNA）互补的单链 DNA。
16. 密码子：mRNA 分子中顺序相连的三个核苷酸可以代表一个特定的氨基酸或其他的含义称密码子（codon）或三联体密码（triplet codon）。
17. 逆转录：在逆转录酶的催化下，以病毒 mRNA 为模板合成 cDNA 的过程称为逆转录。
18. 中心法则：是指遗传信息在分子水平上的传递规律，主要是 DNA→DNA，DNA→RNA→蛋白质，在病毒还可用 RNA→DNA（反向转录）或 RNA→RNA（RNA 复制）。
19. 基因重组：也称基因体外重组技术，即利用工程技术方法，按照人们既定的目标，将不同生物的基因进行拼接，然后再将其转入特定的细胞或生物体，使其遗传性状发生改变的技术。
20. 不对称转录：以 DNA 双链中某一条单链的某一个片段为模板合成 RNA 的过程称为不对称转录。
21. 冈崎片段：在随后链的合成中，首先合成出来的 DNA 小片段称为冈崎片段。

二、是非题

1. 对 2. 错 3. 对 4. 错 5. 错 6. 错 7. 错 8. 对 9. 错 10. 对
11. 对 12. 错 13. 对 14. 对 15. 错 16. 对 17. 对 18. 错 19. 对 20. 错
21. 错 22. 错 23. 错 24. 错 25. 对 26. 错 27. 错

三、填空题

1. 5' -端，3' -端
2. 半保留性，高保真性，半不连续性，双向性
3. 领头链，随从链
4. 增殖细胞核抗原
5. 5' -3' 聚合活性核酸外切酶
6. 细胞周期蛋白
7. RNA，逆转录
8. 错配，缺失，插入，重排，缺失和插入
9. 光修复，切除修复，重组修复，SOS 修复，切除修复
10. RNA，DNA，RNase
11. 甲酰甲硫氨酸
12. 肽酰基部
13. 氨基酸活化
14. 甲酰甲硫氨酸，甲硫氨酸
15. 结合在核糖体的 A 位使肽链合成提前结束
16. UAA、UAG、UGA
17. U、C、A
18. 氨基端，5'，3'
19. 转肽酶，将肽链从 tRNA 水解下来
20. 羧基、脱水
21. DNA，DNA，RNA，蛋白质
22. 解链方向，复制方向
23. 缺失，插入
24. DNA，RNA，dNTP，拓扑异构酶，解螺旋酶，引物酶，DNA 聚合酶，DNA 连接酶
25. 前导链，随从链
26. 来自亲代 DNA，新合成的
27. 3，→5，5，→3，DNA 聚合酶
28. TCGAT
29. 半保留复制，DNA 的损伤修复，逆转录

30. 光修复, 切除修复, 重组修复, SOS 修复

四、选择题

1. D 2. B 3. E 4. B 5. A 6. A 7. B 8. C 9. D 10. B 11. D 12. C 13. B 14. A 15. D
16. D 17. C 18. B 19. C 20. D 21. A 22. D 23. E 24. D 25. C 26. E 27. C 28. B 29. D 30. A
31. E 32. C 33. B 34. D 35. A 36. A 37. C 38. D 39. B 40. E 41. D 42. E 43. A 44. B 45. C
46. E 47. C 48. A 49. B 50. D 51. ABCDE 52. ABC 53. ABDE 54. BCD 55. ABCDE
56. ABCD 57. ABCE 58. BDE 59. ACE 60. AC 61. ABCD 62. BE 63. AB 64. ABCDE 65. ABCDE
66. ACDE 67. BCD 68. BE 69. ACDE 70. ABC 71. B 72. A 73. A 74. C 75. A
76. D 77. D 78. C 79. C 80. A 81. E 82. C 83. E 84. A 85. B 86. B 87. E 88. E 89. C

五、问答与计算

1.



2. 按半保留复制的方式, 子代 DNA 与亲代 DNA 的碱基序列一致, 即子代保留了亲代的全部遗传信息, 体现了遗传的保守性。遗传的保守性是物种稳定性的分子基础, 但不是绝对的。
3. (1) 解螺旋酶: 利用 ATP 供能解开 DNA 双螺旋。
(2) DNA 拓扑异构酶: 在复制全过程中均有用, 解除 DNA 解链过程中的超螺旋。
(3) 单链 DNA 结合蛋白 (SSB): 与模板 DNA 的单链结合, 在复制中维持模板处于单链状态。
(4) 引物酶: 合成 RNA 引物。
(5) DNA 连接酶: 连接 DNA 链 3' -末端 和相邻 DNA 链的 5' -末端, 生成磷酸二酯键, 把两段相邻的 DNA 链连成完整的链。
(6) DNA-pol III 催化磷酸二酯键的合成, 完成领头链和随后链 DNA 的延伸。
(7) DNA-pol I 催化磷酸二酯键的合成, 填补引物切除后留下的空隙。
4. 真核生物 DNA-pol 有五种, DNA-pol α 合成引物, DNA-pol δ 是核 DNA 复制的酶, DNA-pol γ 是线粒体 DNA 复制的酶。DNA-pol β 和 ϵ 是修复酶。
5. 端粒是真核生物染色体线性 DNA 分子末端的结构。它由末端单链 DNA 序列和蛋白质构成, 末端 DNA 序列是多次重复的富含 T、G 碱基的短序列。其功能是维持染色体的稳定性和 DNA 复制的完整性。
6. 逆转录是 RNA 病毒的复制形式, 逆转录的信息流动方向 (RNA-DNA) 与转录过程 (DNA-RNA) 相反, 也可称为反转录, 是一种特殊的复制形式。逆转录现象的发现, 加深了人们对中心法则的认识, 拓宽了 RNA 病毒致癌、致病的研究。在基因工程操作上, 还可用逆转录酶制备 cDNA。
7. 在复制过程中发生的 DNA 突变称为 DNA 损伤。引发突变的因素主要有物理和化学因素, 物理因素指紫外线和各种辐射, 化学因素指常见的化学诱变剂如稠环芳香烃、硝基胺和芳香胺、烷化剂、变质食物等。DNA 修复是对已发生分子改变的补偿措施, 使其回复为原有的天然状态。主要有光修复、切除修复、重组修复和 SOS 修复。
8. DNA 分子上的碱基错配又称为点突变。点突变发生在基因的编码区, 可导致氨基酸的改变。正常人血红蛋白 β 亚基的第 6 位氨基酸是谷氨酸, 而镰形红细胞贫血病人的血红蛋白中, 谷氨酸变成了缬氨酸, 仅此一个氨基酸之差, 本是水溶性的血红蛋白, 就聚集成丝, 相互粘着, 导致红细胞变形成为镰刀状而极易破碎, 产生贫血。其病因是编码第 6 位氨基酸的密码子发生了点突变。
9. 解: (1) DNA 另一条链的碱基顺序:
3'-AGCAGCTGCTACTAGCCGATGAGCT-5'
(2) 从 DNA 第一条链转录出来的 mRNA 的碱基顺序:
3'-AGCUGCUGCUACUAGCCGAUGAGCU-5'
(3) 由此 mRNA 编码的肽链的氨基酸顺序:
Ser-Ser-Cys-Tyr-
(4) DNA 的 3' 端的第二个 T 缺失, 此时氨基酸顺序为:
Ser-Ala-Ala-Thr-Ser-Arg-
10. 答: 蛋白质的生物合成需要 mRNA、rRNA、tRNA 及起始因子、延长因子、终止因子等多种蛋白质因子的参与。其中 mRNA 是蛋白质合成的模板, rRNA 是核糖体的重要构成成份, 并在蛋白质的合成中可能还有某些酶促催化功能, tRNA 不仅是活化氨基酸的载体而且还是 mRNA 分子上遗传信息的解读者。在蛋白质的合成中, 在氨酰-tRNA 合成酶的作用下, tRNA 与氨基酸

实行专一性结合，氨酰-tRNA 通过反密码子与密码子的反向互补结合作用，将氨基酸根据 mRNA 所规定的氨基酸顺序将其连接起来，形成特定的蛋白质。

11. 答：蛋白质分子中各种氨基酸由于所处位置的不同，作用也不同，对于处于酶等功能分子功能部位的氨基酸或对蛋白质空间结构维持起重要作用的氨基酸一旦发生变化，可以引起蛋白质活性的变化，而位于其它部位的氨基酸，由于重要性有限，因此它们的变化对蛋白质功能的影响较小。

12. 答：两个必要条件是：

- (1) 点突变必须发生在被转录的 DNA 分子内；
- (2) 变化必须在变异氨基酸的密码子内。

13. 解：在蛋白质的合成中消耗能量的步骤主要包括：

- (1) 氨基酸活化 104×2
- (2) 多肽链的延长 $(104-1) \times 2$
- (3) 多肽链合成的起始与延长 2

共需要消耗的高能键数量 = $208 + 206 + 2 = 416$ 。

14. 答案要点：

- (1) 参与 DNA 复制的酶类和蛋白质因子有：拓扑异构酶、解螺旋酶、引物酶、DNA 聚合酶、DNA 连接酶、DNA 结合蛋白。
- (2) 它们主要的生理功能是：

- ① 拓扑异构酶，松解 DNA 的螺旋或超螺旋；
- ② 解螺旋酶，打开 DNA 双螺旋链
- ③ 引物酶，在 DNA 复制的起始处以 DNA 为模板，催化合成互补的 RNA 短片段；
- ④ DNA 聚合酶，以 DNA 为模板、dNTP 为原料，合成互补的 DNA 新链；
- ⑤ DNA 连接酶，连接两条不连续链相邻的 3', -OH 和 5', -P, 生成磷酸二酯键；
- ⑥ DNA 结合蛋白，结合在打开的 DNA 单链上，维持稳定单链的作用。

15. 答案要点：

DNA 复制主要特点是半保留复制和半不连续复制；其次在复制过程中需 RNA 引物、dNTP (dATP、dGTP、dCTP、dTTP) 为原料，新链合成方向 5', \rightarrow 3', 依赖 DNA 的 DNA 聚合酶 (DDDP)。

16. 答案要点：

- (1) 在细胞核内

- (2) 复制分为以下几个阶段：

- ① 复制的起始：在 DNA 拓扑异构酶、解螺旋酶作用下分别使 DNA 解旋、解链，形成复制叉，在起始点由引物酶催化合成 RNA 引物；
- ② 复制的延长：以 DNA 的两条链分别为模板，dNTP 为原料按碱基互补原则 (A-T, G-C) 在 RNA 引物引导下由 DNA 聚合酶催化合成 DNA 新链 (前导链 与随从链)；
- ③ 复制的终止：RNA 引物水解，完整子代 DNA 分子形成。

第十一章 RNA 的生物合成

一、名词解释

1. 反馈调节：反馈是结果对行为本身的调节或输出对输入的调节，在物质代谢调节中引用反馈是指产物的积累对本身代谢速度的调节。
2. 酶共价修饰调节：通过共价的方式在酶分子上连接上某一个基团或其逆反应，使酶活性发生可逆性变化，这种调节作用称为酶的共价修饰调节。
3. 操纵子学说：操纵子学说是 F. Jacob 和 J. Monod 于 1961 年首先提出用来解释原核生物基因表达调控的一个理论。该理论认为一个转录调控单位由结构基因、调节基因、启动子和操纵基因四个部分组成，其中调节基因的表达产物是阻遏蛋白，阻遏蛋白结合到操纵基因位置可以阻止基因的表达，否则，基因就可以表达。
4. 诱导酶、组成酶：诱导酶则是指细胞内存在的一些与某些特定的物质代谢有关的酶类，这些酶只有在环境中有相应物质存在时，细胞内才会大量产生，否则，其含量很少。组成酶是指在细胞内含量较为稳定，受外界的影响很小的一类酶。
5. 葡萄糖效应：是指在培养基中，葡萄糖与乳糖同时存在时，细菌优先利用葡萄糖不能利用乳糖的现象。只有在葡萄糖耗尽之后，经过短暂停滞，才能分解利用乳糖。这是由于葡萄糖降解物引起的调节作用。
6. 酶合成的阻遏：该操纵子的调节蛋白单独不具有与操纵基因结合的能力，只有与它的辅阻遏物 (正常代谢的终产物结合) 后，才有与操纵基因结合的能力，因此，它作用的结果是使细胞暂时停止某些酶的合成，失去合成某些物质的能力。

7. 转录：以 DNA 的一条链为模板，4 种 NTP 为原料，在 RNA 聚合酶作用下，按照碱基互补原则，合成 RNA 链的过程。
8. 不对称转录：在转录过程中 DNA 双链中仅有一股链可作为模板链指导 RNA 合成，而各个基因的模板链不都在同一条 DNA 链上，这种现象称为不对称转录。
9. 模板链：转录时，DNA 双链中能作为模板转录，生成 RNA 的那一股单链称为模板链。
10. 外显子：在 DNA 分子中或 mRNA 分子中既能被转录又能被翻译的核苷酸序列叫做外显子。
11. 内含子：在 DNA 分子中或 mRNA 分子中既能被转录，但不能被翻译的核苷酸序列叫做内含子。
12. 能转录出 RNA 的 DNA 区段，称为结构基因。
13. 和模板链相对的另一股单链称为编码链。
14. 和 RNA-pol 直接或间接结合的反式作用因子，称为转录因子（TF）。
15. 真核生物的结构基因，由若干个编码区和非编码区互相间隔开但又连续镶嵌而成，去除非编码区再连接后，可翻译出由连续氨基酸组成的完整蛋白质，这些基因称为断裂基因。

二、是非题

1. 对 2. 错 3. 对 4. 错 5. 错 6. 对 7. 对 8. 对 9. 错 10. 错 11. 对 12. 对

三、填空题

1. 模板链，编码链
2. 4，核心酶，全酶
3. 依赖 Rho 因子，非依赖 Rho 因子，mRNA 的尾部修饰
4. 启动子，控制转录
5. 编码序列，基因
6. RNA-pol，反式作用因子
7. hnRNA，首尾，剪接
8. 内含子，外显子
9. 45S-rRNA，5.8S-rRNA，18S-rRNA，28S-rRNA
10. 锤头结构
11. 肝脏；肾脏；肝脏及肾脏；甲状腺
12. 细胞核；核仁；核糖体，叶绿体，胞浆；线粒体；胞浆；线粒体
13. 基因，蛋白质，镰刀形贫血病
14. UTP，CTP，GTP，ATP
15. D，L， β -D-，L-磷脂
16. α -酮酸、乙酰 CoA
17. 酶水平，细胞水平，激素水平，神经水平
18. 操纵子结构
19. 葡萄糖，cAMP，cAMP-CAP，正
20. 转录前、转录水平、转录后、翻译水平、翻译后
21. 正常底物，诱导物的，终末，辅阻遏
22. ppGpp
23. 模板链；编码链
24. $\alpha 2\beta\beta$ ， σ ； $\alpha 2\beta\beta$ ， σ
25. 转录；RNA 聚合酶（DDRP）
26. snRNA；tRNA；5s-rRNA
27. TTGACA；TATAA
28. RNA 聚合酶 I；RNA 聚合酶 II；RNA 聚合酶 III
29. 5，—UUCGAU—3，
30. 剪接；加帽（m7Gppp）；加尾（polyA）；甲基化
31. 外显子；内含子
32. 茎环结构；一些保守碱基

四、选择题

1. B 2. C 3. D 4. C 5. A 6. B 7. A 8. D 9. D 10. C 11. E 12. C 13. C 14. A 15. B

16. C 17. B 18. A 19. D 20. B 21. C 22. B 23. A 24. E 25. C 26. B 27. A 28. C 29. E 30. D
 31. D 32. C 33. B 34. E 35. A 36. B 37. D 38. E 39. A 40. C 41. C 42. E 43. B 44. A 45. D
 46. E 47. B 48. C 49. A 50. D 51. BD 52. AD 53. ACD 54. ABDE 55. CE 56. ABC 57. BE 58. CDE
 59. ABCE 60. ABDE 61. AC 62. ABCD 63. ACDE 64. ABE 65. BCE 66. BCE 67. ABC 68. DE 69. BD 70. BDE
 71. AB 72. BD 73. ABC 74. B 75. A 76. C 77. C 78. B 79. B 80. A 81. D 82. D 83. D 84. B 85. A
 86. C 87. D 88. B 89. E

五、问答与计算

1. 相同点：都是酶促的核苷酸聚合过程；都以 DNA 为模板；都需依赖 DNA 的聚合酶；聚合过程都是核苷酸之间生成磷酸二酯键；都从 5' 至 3' 方向延伸聚核苷酸链；都遵从碱基配对规律。

不同点：

复制	转录	
模板	两股链均复制	模板链转录（不对称转录）
原料	dNTP	NTP
酶	DNA 聚合酶	RNA 聚合酶（RNA-pol）
产物	子代双链 DNA（半保留复制）	mRNA,tRNA,rRNA
配对	A-T, G-C	A-U, T-A, G-C

2. 原核生物 RNA-pol 是由多个亚基构成的。α₂ββ' 称为核心酶，α₂ββ'σ 称为全酶。真核生物 RNA pol 有 I、II、III 三种分别转录 45S-rRNA, hnRNA 和小分子的 RNA (5S-rRNA, tRNA 和 snRNA)。原核生物和真核生物 RNA pol 的特异性抑制剂分别是利福平和鹅膏蕈碱。
3. 拼板理论认为：一个真核生物基因的转录需要 3 至 5 个转录因子，转录因子之间互相结合，生成有活性、有专一性的复合物，在与 RNA 聚合酶搭配而有针对性地结合、转录相应的基因。
4. 基因是为生物大分子编码的核酸片段。在真核生物中，编码序列只占少数（约 5%），称为外显子，非编码序列称为内含子。这种在同一基因中外显子被内含子分隔的现象就是断裂基因。此外，基因与基因之间还有间隔序列，也是断裂基因的表现。
5. 剪接体是由 snRNP 和 hnRNA 结合，使内含子形成套索并拉近上、下游外显子距离的复合体。剪接体是 mRNA 剪接的场所。
6. 具有催化功能的 RNA 称为核酶。核酶的发现，对中心法则作了重要补充，是继逆转录现象之后，对 RNA 重要功能的另一阐明。核酶的发现又是对传统酶学的挑战。更有现实意义的是利用核酶的结构，设计合成人工核酶，已成为基因治疗的重要策略之一。
7. 答：胞外的核酸酶可以降解环境中存在的核酸，降解产物可被利用；胰脏分泌核酸酶进入肠中，可降解消化的食物中的核酸。血液中的核酸酶则用于破坏病毒释放的核酸。
8. 答：操纵基因加上它所控制的一个或几个结构基因构成的转录调控功能单位称为操纵子。按照操纵子学说，酶合成的控制分为酶合成的诱导及酶合成的阻遏。两者在控制上主要有重要区别：
- （1）诱导物是诱导酶的正常底物。酶诱导的结果是使细胞获得代谢某一种物质的能力；辅阻遏物通常是所阻遏酶的终末产物。阻遏的结果是使细胞暂时停止与其有关酶的合成。
- （2）在酶合成的诱导中，阻遏蛋白一合成即有和操纵基因结合的能力，阻遏蛋白结合到操纵基因部位可以阻止结构基因的表达；在酶合成的阻遏中，阻遏蛋白单独存在时，不具备和操纵基因结合的能力，只有它和辅阻遏物结合之后，才能获得与操纵基因结合的能力，阻止结构基因的表达。
- （3）诱导物也可以与阻遏蛋白结合，并且两者的亲合力大于阻遏蛋白与操纵基因的亲合力，因此可以将阻遏蛋白从操纵基因部位解离下来，使结构基因可以表达。
- （4）酶合成的诱导，除了需要诱导物存在外，它的作用还需要降解物激活蛋白（Catabolite gene activator protein, CAP）和 cAMP 存在，只有 CAP 和 cAMP 同时结合在 CAP 结合位点，才能启动酶的合成。
9. 答案（略）
10. 答：（1）没有糖的摄入，TCA 循环中间物来自生糖氨基酸，呼吸不佳表明 TCA 循环仅仅依赖这一途径不足以维持机体的正常需要，脂类成为主要能源，并且不能被充分利用，故体脂被迅速消耗。
- （2）似乎不存在这种可能，增加摄入的蛋白质和脂类必然减少体内脂肪的消耗。
11. 答：生物的代谢调节主要分为酶水平，细胞水平，激素水平
12. 答题要点：
 转录与复制的区别点：

转录	复制	
(1) 原料	NTP	dNTP
(2) 碱基配对	A—U, T—A	A—T, C—G
(3) 模板	DNA 双链中的一股单链	DNA 双链
(4) 酶	RNA 聚合酶, 不需引物	DNA 聚合酶, 需引物
(5) 产物	三种 RNA	子代 DNA

13. 答题要点:

原核生物细胞 RNA 聚合酶全酶由 α 2β β' , σ 四种亚基组成, 各亚基的功能如下: α 亚基的功能是决定哪些基因被转录; β 亚基的功能是与转录全过程有关 (催化); β' 的功能是结合 DNA 模板 (开链); σ 亚基的功能是辨认起始点。

第十二章 蛋白质的生物合成

一、名词解释

- mRNA 分子从 5' 端的 AUG 开始, 每 3 个核苷酸为一组, 决定肽链上一个氨基酸, 称为三联体密码。
- 从 mRNA 5' 端起始密码子 AUG 到 3' 端终止密码子之间的核苷酸序列, 各个三联体密码连续排列编码一个蛋白质多肽链, 称为开放阅读框架。
- 肽链合成时, 一个 mRNA 分子同时有多个核蛋白体在进行蛋白质合成, 形成多聚核蛋白体。
- 肽链延长在核蛋白体上连续性循环式进行, 称为核蛋白体循环。
- 在各种原核 mRNA 起始 AUG 密码上游约 8-13 核苷酸部位, 存在 4-9 个核苷酸的一致序列, 富含嘌呤碱基, 称为 Shine-Dalgarno 序列 (S-D 序列)。
- 蛋白质合成后经过复杂机制, 定向输送到最终发挥生物功能的目标地点, 这一过程称为蛋白质的靶向输送。
- 各种新生分泌蛋白的 N 端有保守的氨基酸序列称为信号肽。
- 分子伴侣是细胞中一类保守蛋白质, 可识别肽链的非天然构象, 促进各功能域和整体蛋白质的正确折叠。
- 翻译: 把 mRNA 分子中碱基顺序转变成蛋白质中氨基酸排列顺序的过程称为翻译。
- 密码子: mRNA 分子中, 每三个相邻的核苷酸编成一组, 在蛋白质合成时代表某一种氨基酸或肽链合成的起始、终止信号, 这种结构称为密码子。
- 移码突变: 一种突变形成。在 mRNA 分子中插入或减去某一个核苷酸, 会导致该核苷酸以后的三联密码改变, “阅读”及翻译发生错误, 这种由于移码引起的突变称之。

二、填空题

- 多, 单
- 连续性, 简并性, 摆动性, 通用性
- mRNA, tRNA, 核蛋白体
- 一, 三
- 特异性, 校正
- 进位, 成肽, 转位
- 5', 3', N 端, C 端
- 分子伴侣, 蛋白二硫键异构酶, 肽-脯氨酰顺反异构酶
- 热休克蛋白, 伴侣素
- 信号序列
- AUG; UAA; UAG; UGA
- 氨基酸-tRNA 合酶; 氨基酸-tRNA
- 进位; 成肽; 转位
- 模板; 携带转运氨基酸; 合成蛋白质场所
- 20; 3; ATP; GTP
- 5, → 3, ; N 端 → C 端
- 3; 1
- 核糖体释放因子; mRNA

三、选择题

1. B 2. D 3. A 4. C 5. E 6. C 7. A 8. E 9. B 10. D 11. C 12. A 13. C 14. B 15. B

16. A 17. E 18. D 19. C 20. B 21. D 22. B 23. A 24. C 25. E 26. A 27. E 28. B 29. C 30. D
 31. B 32. D 33. A 34. C 35. E 36. C 37. E 38. D 39. B 40. A 41. ABD 42. AB 43. ACE 44. BCE
 45. AD 46. ABCD 47. ABCDE 48. BCD 49. ABCD 50. ABC 51. ACD 52. ABCDE 53. ACD 54. BCE 55. CE
 56. ACDE 57. ABCDE 58. BCE 59. ABCE 60. ABCD 61. D 62. D 63. E 64. D 65. A 66. C 67. D 68. D
 69. B 70. C 71. C 72. C 73. C 74. E 75. D 76. C

四、问答与计算

- mRNA 是翻译的直接模板，以三联体密码子的方式把遗传信息传递为蛋白质的一级结构信息。tRNA 是氨基酸搬运工具，以氨基酸-tRNA 的方式使底物氨基酸进入核蛋白体生成肽链。rRNA 与核内蛋白质组成核蛋白体，作为翻译的场所。
- 遗传密码有四个重要特点：连续性、简并性、通用性和摆动性。连续性指编码蛋白质氨基酸序列的各个三联体密码连续阅读，密码间既无间断也无交叉。简并性指除甲硫氨酸和色氨酸只对应 1 个密码子外，其他氨基酸都有 2、3、4 或 6 个密码子为之编码。通用性指蛋白质生物合成的整套密码，从原核生物到人类都通用。摆动性指 tRNA 的反密码与 mRNA 密码间不严格遵守常见的碱基配对规律。
- 遗传学将编码一个多肽的遗传单位称为顺反子。原核细胞中数个结构基因常串联为一个转录单位，转录生成的 mRNA 可编码几种功能相关的蛋白质，为多顺反子 mRNA，而真核结构基因的遗传信息是不连续的，mRNA 转录后需要加工、成熟才成为翻译的模板。真核 mRNA 只编码一种蛋白质，为单顺反子 mRNA。
- 翻译的模板是 mRNA。原核生物 mRNA 有 SD 序列，真核生物 mRNA 有 5' 端帽子结构。翻译前应先形成起始复合物，即把 mRNA、tRNA 结合到核蛋白体上。原核生物 mRNA 靠 SD 序列，mRNA 先于蛋氨酰-tRNA 结合于核蛋白体小亚基上。而真核生物 mRNA 无 SD 序列，是先由蛋氨酰-tRNA 结合核蛋白体小亚基，再借助帽子结合蛋白及其他起始因子，mRNA 是后与蛋氨酰-tRNA 结合核蛋白体小亚基的。
- 参与多肽链折叠的蛋白质有分子伴侣家族、蛋白二硫键异构酶和肽-脯氨酰顺反异构酶。热休克蛋白、伴侣素等分子伴侣家族，可通过增加功能性蛋白折叠产率促进天然蛋白质折叠。蛋白二硫键异构酶催化蛋白质形成正确二硫键连接，肽-脯氨酰顺反异构酶促进多肽链在各脯氨酸弯折处形成准确折叠。
- 5'AUGCUUACGCACCAUGGUCAGUAG.....3' mRNA
 H2N-蛋氨酸-亮氨酸-苏氨酸-组氨酸-组氨酸-甘氨酸-谷氨酰胺-COOH
- CCACCACCA 的 mRNA 只有三种读码的可能性，即 CCA、CAC、ACC。脯氨酸的密码是 CCA。
- 干扰素抑制病毒蛋白质合成的途径有两方面，一是在双链 RNA 存在下可以诱导一种蛋白激酶，由蛋白激酶使 eIF2 磷酸化失活，进而抑制病毒蛋白质合成；其次是干扰素可诱导生成一种寡核苷酸，称为 2' -5' A，2' -5' A 则活化一种核酸内切酶-RNaseL，RNaseL 通过降解病毒 RNA，实现对病毒蛋白合成的抑制。
- 答题要点：
 - mRNA：合成蛋白质的模板
 - tRNA：携带转运氨基酸
 - rRNA：与蛋白质结合成核蛋白体是合成蛋白质的场所
 - 原料：20 种氨基酸
 - 酶类：氨基酰-tRNA 合成酶（氨基酸的活化），转肽酶（肽链的延长）等
 - 蛋白质因子：起始因子，延长因子，终止因子；分别促进蛋白质合成的起始、延长和终止。
 - 其他：ATP、GTP（提供能量），Mg²⁺、K⁺（酶的激活）等。
- 答题要点：
 - 连续性：密码的三联体不间断，需三个一组连续阅读的现象。
 - 简并性：几个密码共同编码一个氨基酸的现象。
 - 摆动性：密码子第三个碱基与反密码子的第一个碱基不严格配对的现象。
 - 通用性：所有生物共用同一套密码合成蛋白质的现象。

第十三章 基因表达与调控

一、名词解释

- 基本的（或组成性）基因表达是指某些基因产物对生命全过程都是必需的或必不可少的。这类基因在一个生物个体的几乎所有细胞中持续表达，通常被称为管家基因。管家基因较少受环境因素影响，而是在个体各个生长阶段的大多数或几乎全部组织中持续表达，或变化很小。这类基因表达被视为基本的或组成性基因表达。
- 基因表达就是基因转录及翻译的过程，在一定调节机制下大多数基因经转录、翻译产生蛋白质，合成 rRNA、tRNA 也属于基因表达。

- 按功能需要, 某一特定基因的表达严格按特定的时间顺序发生, 即为基因表达的时间特异性。多细胞生物基因表达的时间特异性又称阶段特异性。
- 在生物个体生长的全过程中, 某阶段某种基因产物按不同组织空间顺序出现, 即为基因表达的空间特异性, 又称细胞特异性或组织特异性。
- 管家基因即某些基因产物对生命全过程都是必需的或必不可少的。这类基因在一个生物个体的几乎所有细胞中持续表达, 通常被称为管家基因。
- 原核生物绝大多数基因按功能相关性成簇地串联、密集于染色体上, 共同组成一个转录单位叫操纵子。一个操纵子由一组结构基因加上启动序列、操纵序列和其它调节基因组成。
- 增强子即远离转录起始点(1~30kb)、决定基因的时间、空间特异性表达、增强启动子转录活性的 DNA 序列, 其发挥作用的方式通常与方向、距离无关。
- 顺式作用元件是指可影响自身基因表达活性的真核 DNA 序列。根据顺式作用元件在基因中的位置、转录激活作用的性质及发挥作用的方式, 可将真核基因的顺式作用元件分为启动子、增强子及沉默子等。
- 大多数真核转录调节因子由某一基因表达后, 通过与特异的顺式作用元件相互作用(DNA-蛋白质相互作用)反式激活另一基因的转录, 故称反式作用蛋白或反式作用因子。
- promoter 即启动序列(原核基因)或启动子(真核基因)。原核基因启动序列与真核基因启动子都是 RNA 聚合酶结合位点周围的一组转录控制组件, 包括至少一个转录起始点及一个以上的功能组件。在真核基因中增强子和启动子常交错覆盖或连续。有时, 对结构密切联系而无法区分的启动子、增强子样结构统称启动子。
- 是指来自一个遗传体系的一整套遗传信息。对所有原核细胞和噬菌体而言, 它们的基因组就是单个的环状染色体所含的全部基因; 对真核生物而言, 基因组就是指一个生物体的染色体所包含的全部 DNA, 通常称为染色体基因组。
- 反义 RNA 即指按碱基配对原则与 mRNA 起始部位互补的小分子 RNA, 调控翻译过程。

二、填空题

- 蛋白质, RNA
- 细胞(或组织)特异性, 空间特异性
- 启动子, RNA 聚合酶
- 增强子, 位置及方向
- 多级, 转录起始
- I, O
- 去阻遏, 转录衰减
- DNA 结合, 转录激活
- 转录调节因子, 基本转录因子, 特异转录因子
- DNA 结合域, 转录激活域
- CAP; cAMP-CAP 12. 30 亿; 5-10 万
- RNA 聚合酶; 阻遏物
- 顺式作用元件; 反式作用因子
- 分解代谢基因活化蛋白; CAP-cAMP 复合物

三、选择题

- E 2. A 3. C 4. C 5. B 6. E 7. A 8. B 9. C 10. D 11. B 12. D 13. A 14. B 15. A
- D 17. E 18. A 19. D 20. E 21. B 22. C 23. D 24. A 25. E 26. A 27. D 28. A 29. B 30. C
- D 32. A 33. B 34. ABCDE 35. ABE 36. ABCD 37. ACD 38. A BC 39. BCD 40. BC
- BD 42. ABC 43. ABCD 44. BD 45. B 46. E 47. 48. B 49. E 50. A 51. E 52. A 53. A 54. D 55. B
- E 57. C 58. D 59. A 60. C 61. D 62. E 63. D 64. A

四、问答与计算

- 生物体调节基因表达、适应环境的普遍性; 原核生物、单细胞生物与多细胞生物、高等生物调节基因表达的意义与差别。
- 解释组织特异性和阶段特异性概念; 组织特异性和阶段特异性各举一例。
- 解释管家基因的概念; 描述基本的或组成性基因表达方式; 举例。
- 结合具有调节功能的 DNA 序列、调节蛋白或转录调节因子、DNA-蛋白质/蛋白质-蛋白质的相互作用, 以及这些因素对 RNA 聚合酶活性的影响, 说明各要素的作用。
- 乳糖操纵子的结构; 阻遏蛋白的负性调节及机制; CAP 的正性调节及机制; 不同生长条件下的协调调节(参照 9 题)。

6. σ 因子决定 RNA 聚合酶识别特异性；操纵子模型的普遍性；阻遏蛋白与阻遏机制的普遍性。
7. 转录调节因子分类；基本转录因子、特异转录因子（转录激活因子与转录抑制因子）的定义、结构（DNA 结合域、转录激活域、介导蛋白质-蛋白质相互作用的结构域）及功能；依赖 DNA 的 DNA 结合蛋白及不依赖 DNA 的转录调节因子分别通过 DNA-蛋白质、蛋白质-蛋白质相互作用发挥作用。
8. 基因表达调控是在多级水平上进行的复杂事件，转录起始是基因表达的基本控制点，基因转录激活过程就是形成稳定的转录起始复合物，控制基因表达。由 TBP 相关因子与转录激活因子共同决定组织特异性转录。
9. ①阐述 Lac 操纵子的组成。
②葡萄糖和乳糖共存时，cAMP 水平低，阻遏蛋白结合操纵基因，Lac 操纵子关闭，细菌优先利用葡萄糖。
③只有乳糖存在时，cAMP 水平高，cAMP 作用于 CAP，CAP 变构结合于 Lac 操纵子的 CAP 结合位点，CAP 发挥正调控作用，阻遏蛋白由于诱导剂的存在而失去负调控作用，Lac 操纵子开放，合成分解乳糖的三种酶。
10. 答案要点：
lacoperon 是由一组结构基因、启动子、操纵基因及阻遏物基因组成。无乳糖时，i 基因产生阻遏蛋白结合着操纵基因，封闭 O 区，RNA 聚合酶虽与启动子结合，但不能通过 O 区，因而结构基因不转录。当有诱导物如乳糖存在时，诱导物与阻遏蛋白结合并使阻遏蛋白发生构象变化，失去结合 DNA 的能力，这时操纵基因放开，让 RNA 聚合酶通过，结构基因转录出 mRNA，翻译出利用乳糖的酶体系。
11. 答案要点：
(1) σ 因子决定 RNA 聚合酶识别特异性；
(2) 操纵子模型的普遍性；
(3) 阻遏蛋白与阻遏机制的普遍性。
12. 答案要点：真核基因结构特点为：(1) 基因组结构庞大；(2) 单顺反子；(3) 重复序列；(4) 基因不连续性。

第十四章 基因重组与基因工程

一、选择题

1. A 2. D 3. A 4. C 5. B 6. C 7. D 8. E 9. B 10. A 11. B 12. B 13. C 14. A 15. D
16. B 17. D 18. C 19. C 20. E 21. C 22. E 23. E 24. E 25. A 26. B 27. A 28. E 29. A 30. B
31. E 32. ABCD 33. ABCDE 34. ABC 35. ABCD 36. CDE 37. BC 38. ABCD 39. AC 40. ABCE 41. ACDE
42. ACE 43. BDE 44. ABCD 45. A 46. C 47. B 48. E 49. C 50. D 51. B 52. D 53. E 54. E

二、填空题

- 插入序列，转座子
- 同源重组，位点特异的重组，转座重组
- 特异位点间，位点特异的重组
- 同源重组，基本重组
- DNA 的特异序列，双链 DNA，内切酶
- 目的基因，化学合成，基因组 DNA 文库，cDNA 文库
- 外源 DNA，载体，重组 DNA 分子
- 分子；细胞
- 各种电泳；单克隆抗体
- cDNA；基因组 DNA
- DNA 连接酶；载体；目的基因
- 粘性末端连接；平端连接；同聚物加尾连接；人工接头连接
- 直接选择法；非直接选择法
- 基因重组；位点特异重组；同源重组
- 插入序列；转座子
- 能独立复制；便于检测；可导入宿主细胞
- 质粒 DNA；噬菌体 DNA；病毒 DNA
- 转化；转染；感染
- 限制性核酸内切酶；DNA 连接酶；DNA 聚合酶 I；逆转录酶

三、名词解释

1. 所谓质粒是存在于细菌染色体之外、并能在宿主细胞独立自主进行复制的小型环状双链 DNA 分子。
2. 限制性核酸内切酶就是识别 DNA 的特异序列，并在识别位点或其周围切割双链 DNA 的一类核酸内切酶。
3. 基因载体又称克隆载体，这是为“携带”感兴趣的外源 DNA、实现外源 DNA 的无性繁殖或表达有意义的蛋白质所采用的一些 DNA 分子。其中，为使插入的外源 DNA 序列可转录、进而翻译成多肽链而特意设计的克隆载体又称表达载体。
4. DNA 克隆就是应用酶学的方法，在体外将各种来源的遗传物质，同源的或异源的、原核的或真核的、天然的或人工的 DNA 与载体 DNA 结合成一具有自我复制能力的 DNA 分子，即复制子，继而通过转化或转染宿主细胞，筛选出含有目的基因的转化子细胞，再进行扩增，提取获得大量的同一 DNA 分子，又称基因克隆或重组 DNA 技术。
5. 应用重组 DNA 技术的目的有时是为分离、获得某一感兴趣的基因或 DNA 序列，或是为获得感兴趣基因的表达产物即蛋白质。这一感兴趣的基因或 DNA 序列称为目的基因，又称外源 DNA。
6. 同源重组是指发生在同源序列间的重组，它通过链的断裂和再连接，在两个 DNA 分子同源序列间进行单链或双链片段的交换，又称基本重组。
7. cDNA 文库就是用总 mRNA 为模板，利用反转录酶合成与 mRNA 互补的全部 cDNA，再制成双链 cDNA 片段，与适当载体连接后转入受体菌，即获得 cDNA 文库，又称 C 文库。
8. 基因文库就是克隆载体所携带全部基因组的集合，又称基因组 DNA 文库或 G 文库。
9. 回纹结构即为二元旋转对称的核苷酸序列，又称反转重复序列。
10. 由插入系列或转座子介导的基因移位或重排称为转座。
11. 转化作用：外来 DNA 使细胞或培养的受体细胞获得新的遗传表型的过程。
12. 转导作用：当病毒从被感染的（供体）细胞释放出来、再次感染另一受体细胞时，发生在供体细胞与受体细胞之间的 DNA 转移及基因重组即为转导作用。
13. 基因工程：用分离纯化或人工合成的 DNA 在体外与载体结合，成为重组 DNA，通过导入宿主细胞并在其中进行扩增和表达，筛选出含有重组 DNA 的活细胞，并加以纯化传代，扩增，成为克隆，故称为基因克隆。因它是用无性繁殖的方法来传递遗传信息，又称为分子克隆。
14. 限制性核酸内切酶：就是识别 DNA 的特异序列，并在识别位点或其周围切割双链 DNA 的一类内切酶。
15. 转染：将表达载体导入真核细胞的过程或方法。

四、问答题

1. 位点特异重组是由整合酶催化，在两个 DNA 特异序列位点之间发生的整合作用，整合酶识别特异性的靶位点。发生在同源系列间的重组称同源重组。前者需整合酶，且发生在两个 DNA 分子特异的位点间；后者依赖两分子间序列的相同或相似性，但亦需要特异酶催化。
2. 基因克隆概念见三题。基因克隆的程序包括：目的基因的获取，基因载体的选择和构建，目的基因与载体的拼接，重组 DNA 分子导入受体细胞，筛选并无性繁殖含重组分子的受体细胞。
3. 限制性核酸内切酶，就是识别 DNA 的特异序列，并在识别位点或其周围切割双链 DNA 的一类核酸内切酶。限制性核酸内切酶识别的位点一般是回纹结构。
4. 基因载体概念见三题。可充当克隆载体的 DNA 分子有质粒 DNA、噬菌体 DNA 和病毒 DNA，它们经适当改造后仍具有自我复制能力，或兼有表达外源基因的能力。
5. ①质粒：能自主复制，含有一个复制起始点，可含有抗性基因和 β -半乳糖苷酶基因。
② λ 噬菌体：线性双链，两端有粘性末端，裂解生长，可包装成颗粒释出，与溶源生长有关的较大区域可被外源 DNA 取代。
③柯斯质粒 (Cosmid 或称粘粒)：为 Cos 序列与质粒载体的结合产物，可作为克隆大片段基因组 DNA 的一种载体。
④M13mp 系列：一种丝状单链噬菌体，侵犯宿主菌后借助宿主的酶系统把单链 DNA 复制为双链 DNA，双链 DNA 称为复制型。
⑤动物病毒：可被导入真核细胞，混合型病毒既可转染原核细胞，又可转染真核细胞。
⑥酵母人工染色体：具有真核生物染色体特点，可克隆很大外源片段和表达真核生物基因。
6. 参见“质粒”的定义及其结构特点，质粒的复制及表达功能，选择标志基因。
7. 答案要点：重组 DNA 技术中目的基因的获取主要有以下途径或来源：
(1) 化学合成法：已知某种基因的核苷酸序列或根据某种基因产物的氨基酸序列推导出该多肽链编码的核苷酸序列，再利用 DNA 合成仪合成；
(2) 基因组 DNA 文库。
(3) cDNA 文库。
(4) 聚合酶链反应——PCR (polymerase chain reaction)。
8. 答案要点：基因工程的基本过程包括：(1) 目的基因的获取；(2) 基因载体的选择与构建；(3) 目的基因与载体的连接；(4) 重组 DNA 分子导入受体细胞中；(5) 重组体的筛选；(6) 克隆基因的表达。