

南京农业大学生物化学习题

南京农业大学生物化学习题

本人是南京农大园艺专业学生，在复习考研过程中寻找了一些学校的资料，我相信这对于外校考我校的很有用处。

《生物化学》习题册

生物化学与分子生物学系编

南京农业大学

生命科学学院

2003年9月

氨基酸与蛋白质

一、填空：

1. 在组成蛋白质的二十种氨基酸中，是亚氨基酸，当它在 α -螺旋行进中出现时，可使螺旋。

2. Lys 的 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_3^+$ 的 pK 值分别为 2.18 和 8.95，该氨基酸的 pI 值为 9.74，则 R 基团的 pK 值为，它是由基团的解离引起的。

3. Glu 的 $\text{pK}_1(-\text{COOH})=2.19$ 、 $\text{pK}_2(\text{R 基团})=$

4.25、 $\text{pK}_3(-\text{NH}_3^+)=9.67$ ，该

氨基酸的 pI 值为。

4. 蛋白质在波长为 nm 的紫外光中有明显的吸收峰，这是由、和三种氨基酸残基所引起的。

5. 有一混合蛋白样品，含 A、B、C、D 四种蛋白质，其 pI 分别为 4.9、5.2、

6.6 和

7.8，若将此样品液置于 $\text{pH}7.0$ 的缓冲液中电泳，向阴极移动的有。

6. 某蛋白质的某一区段含有 15 个氨基酸残基，这些残基之间均可形成如右图所示的氢键。

(1) 该区段具有的二级结构，它的长度为纳米。

(2) 该区段的主链中可形成个氢键。

(3) 已知该区段被包埋在整个蛋白质分子的内部，则这一区段很可

能含有较多的氨基酸。

二、选择题(注意：有些题不止一个正确答案)：

1. 下列什么氨基酸溶液不使偏振光发生旋转
(A)Ala (B)Gly (C)Leu (D)Ser (E)Val
2. 下列 AA 中，蛋白质内所没有的是
(A)高半胱氨酸(B)半胱氨酸
(C)鸟氨酸(D)胍氨酸
3. 在下列肽链主干原子排列中，哪个符合肽键的结构
(A)C - N - N - C (B)C - C - C - N (C)N - C - C - C
(D)C - C - N - C (E)C - O - C - N
4. Cys 的 pK₁(-COOH)为 1.96，pK₂(-NH₃⁺)为 8.18，pK₃(R 基团)为 10.28，在 pH 为 6.12 的缓冲液中，该氨基酸所带电荷为
(A) 正电荷(B) 负电荷(C) 无电荷(D) 等电荷
5. 蛋白质变性不包括
(A) 肽链断裂(B) 离子键断裂(C) 疏水键断裂(D) 氢键断裂
6. 下列氨基酸中，在波长 280 nm 处紫外吸收值最高的氨基酸是
(A) Lys (B) Cys (C) Thr (D) Trp
7. 蛋白质肽链在形成 α -螺旋时，遇到 Pro 残基时， α -螺旋就会中断而拐弯，主要是因为，
(A) 没有多余的氢形成氢键(B) 不能形成所需的角
(C) R 基团电荷不合适(D) 整个 α -螺旋不稳定
8. 维持蛋白质二级结构的作用力是
(A) 肽键(B) 离子键(C) 疏水键(D) 氢键(E) 二硫键

三、名词解释

1. 必需氨基酸；
2. 茚三酮反应；
3. 蛋白质二级结构；
4. 结构域；
5. 肌红蛋白；
6. 别构效应；

7. 纤维蛋白质 ; 8. 肽单位

答案

一. 填空

1. Pro, 中断

2. 10.53, 氨基,

3. 3.22

4. 280, Tyr, Trp, Phe

5. D

6. (1) α -螺旋, 2.25; (2)11; (3)疏水

二. 选择题

1 B

2 ACD

3 D

4 B

5 A

6 D

7 A

8 DE

核酸化学

一、名词解释：

1. 核酸的增色效应；

2. 核酸的 T_m 值；

3. Chargaff 定则；

4. DNA 双螺旋；

5. 拓扑异构酶；

6. 核小体；

7. 退火；

8. 限制性内切酶；

9. 反向重复序列；10. 基因

二、填空：

1. 提纯的结核分枝杆菌 DNA，其腺嘌呤含量为 15.1%，则鸟嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶的含量依次是%、%、%。

2. 关于 tRNA 的结构及功能：组成 tRNA 的核苷酸大约个，tRNA 3' 末端三个核苷酸顺序是；二级结构呈形；三级结构呈形，其两端的功
能分别是和。

3. 稳定这种螺旋结构的因素除上述氢键以外，更主要的因素是。

4. 核酸在波长为毫微米的紫外光中有明显的吸收峰，这是由于所
引起的。

当分散开的两条 DNA 单链重新结合成和原来一样的双股螺旋，这
个过程称为。

5. 大肠杆菌 DNA 分子量 2.78×10^9 ，设核苷酸残基的平均分子量
为 309，该 DNA 含有
圈螺旋，其长度为。

三、选择题(注意：有些题不止一个正确答案)：

1. 下列哪一种碱基用氚标记后喂饲动物，将只会使 DNA 而不会使
RNA 带有放射性标记

(A)腺嘌呤(B)胞嘧啶(C)鸟嘌呤(D)胸腺嘧啶(E)尿嘧啶

2. 对 RNA 进行放射性标记时，用氚标记下列哪些组分最方便

(A)胸腺嘧啶(B)腺嘌呤(C)脱氧核糖(D)尿嘧啶

3. DNA 结构的 Watson-Crick 模型说明

(A)DNA 为双股螺旋结构(B)DNA 两条链的走向相反

(C)碱基之间形成共价键(D)磷酸骨架位于螺旋的内部

4. DNA 携带有生物遗传信息这一事实说明

(A)不同种属的 DNA 其碱基组成相同

(B)DNA 是一种小和环状结构

(C)同一生物不同组织的 DNA 通常有相同的碱基组成

(D)DNA 碱基组成随生物体的年龄或营养状况而变化

5. 热变性的 DNA 有什么特征

(A)碱基之间的磷酸二酯键发生断裂(B)形成三股螺旋

(C)同源 DNA 有较宽的变性范围(D)在波长 260nm 处的光吸收增

加

6. DNA 分子中的共价键有

- (A) 嘌呤与脱氧核糖 C-1' 之间的 β -糖苷键
- (B) 磷酸与脱氧核糖 2'-OH 之间的键
- (C) 磷酸与脱氧核糖 5'-OH 之间的键
- (D) 碱基与碱基之间的键

7. Watson-Crick DNA 双螺旋中，下列哪些是正确的碱基配对组

- (A) 腺嘌呤、胸腺嘧啶
- (B) 腺嘌呤、尿嘧啶
- (C) 鸟嘌呤、胞嘧啶
- (D) 腺嘌呤、鸟嘌呤

8. RNA 的二级结构是

- (A) B-型双螺旋
- (B) A-型双螺旋
- (C) 局部双螺旋
- (D) Z-型双螺旋

9. 被称为“假尿嘧啶核苷”（或“假尿苷”）的结构特点是

- (A) 尿嘧啶是假的
- (B) 核糖是假的
- (C) N1-C1' 相连
- (D) C5-C1' 相连
- (E) N3-C1' 相连

10. 组成核酸的核苷酸之间彼此连接的化学键是

- (A) 磷酸二酯键
- (B) 氢键
- (C) 糖苷键
- (D) C-C 键
- (E) 范德华力

11. DNA 一条链的部分顺序是 5'TAGA 3'，下列能与之形成氢键而互补的链有

- (A) 5'TCTA
- (B) 5'ATCT
- (C) 5'UCUA
- (D) 5'GCGA
- (E) 3'TCTA

12. 早年，E.Chargaff 对 DNA 的碱基组成总结一些规律，下列属于 Chargaff 规则的有

- (A) $(A+G)/(C+T)=1$
- (B) $A/T=G/C$
- (C) $A+T=G+C$
- (D) 在 RNA 中 $A=U$ ，在 DNA 中 $A=T$

13. 如果物种甲的 DNA 的 T_m 值比物种乙的 DNA 的 T_m 值低，那么，物种甲和物种乙的 DNA 中 AT 含量的高低是

- (A) 甲 < 乙
- (B) 甲 = 乙
- (C) 甲 > 乙
- (D) 不能肯定

答案

二填空

1. 34.9, 34.9, 15.1
2. 74-93, CCA, 三叶草, 倒 L, 接受氨基酸和识别 mRNA 上的密码子

3. 碱基堆集力
4. 260nm, 碱基的共扼双键, 复性
5. 4.5 105 nm, 1.53 106 nm

三选择题

- 1 D
- 2 D
- 3 AB
- 4 C
- 5 D
- 6 AC
- 7 AC
- 8 C
- 9 D 10 A 11 AC 12 AB 13 C

酶与辅酶

一、名词解释：

1. 酶活力及活力单位；
2. 变构酶；
3. 同工酶；
4. 酶的活性中心；
5. 诱导契合；
6. 酶的竞争性抑制；
7. 活化能；
8. 活性部位；
9. 米氏常数；10. 反竞争性抑制；11. 别构调节剂；12. FAD；13. NADP+；14. CoASH

二、填空：

1. 作为生物催化剂的酶与无机催化剂不同的特点是：

(1) ; (2) ;

(3) 。

2. 右图是某酶分别在未加抑制剂(曲线 1)和加入一定量的不同性质的抑制剂(曲线 2 和 3)时酶浓度与酶促反应速度关系图。

则曲线 2 表示抑制作用；曲线 3 表示抑制作用。

3. 溶菌酶的两个活性中心基团 Asp52-β-COOH 的 pK=

4.5 , Glu35-γ-COOH 的 pK=

5.9 , 则在该酶的最适 pH5.2 时 , 两基团的解离状态分别为 , 。

4. 某酶的催化反应 :

式中 $K_1=1 \times 10^7 \text{M}^{-1}\text{S}^{-1}$, $K_{-1}=1 \times 10^2 \text{S}^{-1}$, $K_2=3 \times 10^2 \text{S}^{-1}$, 则 $K_m =$ 。

5. 某一酶促反应动力学符合米氏方程 , 若 $[S] = 1/2 K_m$, 则 $v =$ V_m ;

当酶促反应速度(V)达到最大反应速度(V_m)的 80%时 , 底物浓度 $[S]$ 是 K_m 的倍。

6. 某酶在一定条件下 , 催化反应 4 分钟 , 可使 0.46 毫摩尔的底物转变为产物 , 该酶的活力为国际单位(U)。

7. FAD 的中文名称是 , NAD⁺ 的中文名称是 , FMN 的中文名称是 , 三者的生化作用均是。

8. (维生素)是辅酶 A 的组成成分 , 该辅酶的生化功能是 ;

BCCP 中含有(维生素) , 其生物学功能是 ;

TPP 的中文名称是 , 它在生化反应中的主要功能是 ;

THF(或 FH₄)的中文名称是 , 它在生化反应中的主要功能是。

9. 酶的活性中心包括部位和部位 ; 前者决定酶的 , 后者决定酶的 ; 变构酶除了上述部位外 , 还有与结合的部位。

10. 影响酶促反应速度的因素有、 、 、 、

和。

11. 某酶催化底物 S₁ 反应的 $K_m = 4 \times 10^{-4}$ 摩尔/升 , 若 $[S_1] = 1 \times 10^{-3}$ 摩尔/升 , 则 $v/V_m =$; 若同一条件下 , 该酶催化底物 S₂ 反应的 $K_m = 4 \times 10^{-2}$ 摩尔/升 , 则该酶

的这两种底物中最适底物是。

12. 右图为某酶的动力学双倒数曲线，该酶的米氏常数等于，最大反应速度等于。

13. 以丙酮酸为底物的丙酮酸脱羧酶 $K_m = 4 \times 10^{-4}$ 摩尔/升，在该酶的反应系统中丙酮酸的浓度为 3.6mM，则该酶催化丙酮酸脱羧反应的速度达到最大反应速度的%。

三、选择题(注意：有些题不止一个正确答案)：

1. 关于 pH 对酶活性的影响，正确的是

- (A)影响酶的必需基团的解离状态(B)也能影响底物的解离状态
- (C)酶在一定的 pH 范围内发挥最高活性(D)pH 改变能影响酶的 K_m

值

2. 有机磷毒剂能使胆碱酯酶失活，这是

- (A)竞争性抑制(B)非竞争性抑制(C)反竞争性抑制(D)不可逆抑制

3. 作为典型催化剂的酶具有下列什么能量效应

- (A)增高活化能(B)降低活化能(C)增高产物的能量水平
- (D)降低反应物的能量水平(E)降低反应的自由能

4. 下列关于某一种酶的几种同工酶的陈述正确的有

- (A)它们的结构不一样
- (B)它们对底物的专一性不同
- (C)电泳迁移率往往相同(D)它们对底物或辅助因子具有不同的 K_m

值

5. 转氨酶的作用需要下列什么维生素

- (A)烟酸(B)泛酸(C)硫胺素(D)吡哆素(E)核黄素

6. 下列物质中哪些含有泛酸

- (A)BCCP (B)ACP (C)CoA (D)CAP (E)TPP

7. 维生素 B1 是下列哪种辅酶(或辅基)的组成成分

- (A)TPP (B)THF (C)FMN (D)CoA
- (E)FAD (F)ACP (G)BCCP

8. 生物素是下列哪种化合物的辅基

- (A)CoA (B)BCCP (C)CAP (D)ACP

9. 酶能加快化学反应的速度，是因为
 (A)增高反应的活化能(B)降低反应的活化能
 (C)改变反应的平衡常数(D)降低反应的 ΔG
10. 维生素 B2 是下列哪些辅酶(或辅基)的组成成分
 (A)ACP (B)TPP (C)FMN (D)BCCP (E)FAD
11. 丙二酸对琥珀酸脱氢酶的作用属于
 (A)竞争性抑制(B)非竞争性抑制(C)反竞争性抑制
 (D)不可逆抑制(E)反馈抑制
12. 烟酰胺是下列什么辅酶的成分
 (A)TPP (B)FAD (C)THF (D)NAD⁺ (E)NADP⁺
13. 维生素 B6 常是下列哪些过程中的辅因子?
 (A)脱羧作用(B)脱氨作用(C)转氨作用
 (D)转酰基作用(E)转酮作用

四、计算：

1. 焦磷酸酶可催化焦磷酸水解为磷酸，该酶的分子量为 1.2×10^5 ，酶分子由六个亚基组成。纯酶的 V_{max} 为 2800 单位/mg 酶。酶的一个活力单位定义为：在标准测定条件下，37°C，15 分钟水解 10 mol 焦磷酸所需的酶量。试计算

- (1)当底物浓度远大于 K_m 值，1mg 酶 1 秒钟内水解多少摩尔底物?
- (2)若酶的每个亚基有一个活性中心，那么 1mg 酶有多少摩尔活性中心?
- (3)酶的转换数是多少?

2. 有一符合米氏方程的酶反应系统，对它在三种条件(1)无抑制剂 (2)含有可逆抑制剂 1 (3)含有可逆抑制剂 2 下进行反应动力学测定，结果如下表：

底物浓度反应速度

(μM /min)

(μM) 无抑制剂抑制剂 1($1 \times 10^{-4}\text{M}$) 抑制剂 2 ($2 \times 10^{-3}\text{M}$)

5.00 15.6 2.97

6.94

30.0 36.6 6.95 24.6

试计算：(1)该酶的米氏常数 K_m 和最大反应速度 V_{max} ；

(2)两种抑制剂各自的表观米氏常数 K_m 。

3. 脲酶的 K_m 值为 25mM，为使其催化尿素水解的速度达到最大速度的 95%，反应系统中尿素浓度应为多少？

五、问答题：

1. 温度对酶反应速度的双重影响是什么？pH 影响酶反应速度的三种可能原因是什么？

答案

一、填空：

1. 催化的高效性；高度的专一性；酶活性的可调控性

2. 不可逆；可逆

3. Asp52- -COO-；Glu35- -COOH

4. 4×10^{-5}

5. 1/3；4

6. 115

7. 黄素腺嘌呤二核苷酸，烟酰胺腺嘌呤二核苷酸，黄素单核苷酸，传氢体（传电子体、电子载体）

8. 泛酸，酰基的载体；生物素，羧基的载体；焦磷酸硫胺素，参与-酮酸的脱羧；四氢叶酸，一碳基团的载体。

9. 结合，催化；专一性，催化效率；变构剂，调节

10. 底物浓度、酶浓度、温度、pH、激活剂、抑制剂

11. 5/7；S1

12. 1/3mM，0.5mM/min

13. 90

二、选择：

1 ABCD

2 D

3 B

4 AD

5 D

6 BC

7 A

8 B 9 B 10 CE

11 A 12 DE 13 AC

三、计算：

1. 3.11×10^{-5} ; 5×10^{-8} ; $3.73 \times 10^3 \text{S}^{-1}$

2. 11.1 M , 50.1 M /min ; 11.0 M ; 31.1 M

[$K_m =$; $V_{max} =$]

3. 475mM

补充

糖类代谢

一、填空：

1. 麦芽糖水解产生的单糖是；

蔗糖水解产生的单糖是。

2. 磷酸葡萄糖是某些代谢途径分支点上的重要化合物，它经酶催化而进入 HMP 途径，经酶催化可进入 EMP 途径。

3. 糖酵解主要在细胞的部位进行，该途径的关键酶有、和，其中最重要的调节酶是，该酶被高浓度的和所抑制。

4. 三羧酸循环在细胞的部位进行，其关键酶有、和。

5. 葡萄糖异生途径的关键酶有、、和。

6. 在真核生物中，1mol 3-磷酸甘油酸彻底氧化成 CO_2 和 H_2O ，净生成 molATP。

7. 在线粒体中，催化丙酮酸氧化脱羧形成乙酰 CoA(或 -酮戊二酸氧化脱氢形成琥珀酰 CoA)的酶是，它需要五种辅因子(即辅酶和辅基)，它们是、、和，需要的金属离子是。

8. 在葡萄糖无氧酵解过程中，酶需要耗用无机磷酸(Pi)。

9. 在原核细胞中，1 分子葡萄糖通过 EMP 途径分解成丙酮酸，在无氧条件下可产生分子 ATP，在有氧条件下可产生分子 ATP；若在有氧条件下彻底氧化成 CO_2 ，可产生分子 ATP。

10. 在原核细胞中，下列物质被彻底氧化，各自可产生多少分子 ATP？

丙酮酸：、 NADH：、 F-1,6-diP：、 PEP：、 DHAP：。

11. 淀粉先磷酸解后再无氧酵解，淀粉的每个葡萄糖基可生成个 ATP。

12. HMP 途径在细胞的部位进行；

对于该途径的总结果，被氧化的物质是，被还原的物质是；

1mol 的 G-6-P 通过此途径彻底氧化成 CO₂，产生 mol 的 NADPH；
该途径最重要的生物学意义是。

13. 1 分子乳酸经由丙酮酸羧化酶参与的途径转化为葡萄糖，需消耗分子 ATP。

14. 在真核生物内，1mol 6-磷酸葡萄糖彻底氧化为 CO₂ 和 H₂O，净生成 mol ATP。(按磷酸甘油穿梭计算 ATP)

15. 磷酸蔗糖合(成)酶利用作为葡萄糖的给体(供体)，作为葡萄糖的受体，生成产物后经酶水解而生成蔗糖。

16. 在真核生物中，丙酮酸氧化脱羧在细胞的部位进行。

17. 一分子乙酰 CoA 经 TCA 循环彻底氧化为 CO₂ 和 H₂O，可生成分子 NADH、分子 FADH₂ 和分子由底物水平磷酸化生成的 GTP。
若上述所有的 NADH、FADH₂ 通过呼吸链进一步氧化，则一分子乙酰 CoA 共可产生分子 ATP。因此，乙酰 CoA 彻底氧化为 CO₂ 和 H₂O 的 P/O 比值是。

18. 1mol 麦芽糖在植物细胞内彻底氧化为 CO₂ 和 H₂O，净生成 mol ATP。

19. 琥珀酸脱氢酶催化琥珀酸氧化成延胡索酸的磷氧比(P/O)是。

20. 在下列三种反应体系中，1mol 的柠檬酸氧化成苹果酸，分别可生成多少 ATP：

(1) 正常线粒体中：mol

(2) 线粒体中加有足量的丙二酸：mol

(3) 线粒体中加有鱼藤酮：mol

二、选择题(注意：有些题不止一个正确答案)：

1. 下列哪种酶在糖酵解和糖异生中都起作用
(A)丙酮酸激酶(B)3-磷酸甘油醛脱氢酶(C)丙酮酸羧化酶
(D)己糖激酶(E)果糖-1,6-二磷酸酯酶(F)PEP 羧激酶
(G)3-磷酸甘油酸激酶(H)6-磷酸果糖激酶(I)醛缩酶
2. 在三羧酸循环所生成的许多高能磷酸化合物中，有一个分子是在底物水平上合成的，它发生在下面哪一步中
(A)柠檬酸→-酮戊二酸(B)-酮戊二酸→琥珀酸
(C)琥珀酸→反丁烯二酸(D)反丁烯二酸→苹果酸
(E)苹果酸→草酰乙酸
3. 下列什么酶不参与柠檬酸循环
(A)延胡索酸水合酶(B)异柠檬酸脱氢酶(C)琥珀酰-CoA 合成酶
(D)丙酮酸脱氢酶(E)顺乌头酸酶(F)异柠檬酸裂解酶
(G)柠檬酸裂解酶(H)柠檬酸合酶
4. 下列有关 Krebs 循环的叙述，哪些是正确的
(A)产生 NADH 和 FADH₂ (B)有 GTP 生成
(C)提供草酰乙酸的净合成(D)在无氧条件下它不能运转
(E)把乙酰基氧化为 CO₂ 和 H₂O (F)不含有生成葡萄糖的中间体
(G)含有合成氨基酸的中间体
5. 下列什么酶催化三羧酸循环中的回补反应
(A)琥珀酸脱氢酶(B)柠檬酸裂解酶(C)柠檬酸合成酶
(D)丙酮酸脱氢酶(E)丙酮酸羧化酶
6. 能控制柠檬酸循环速率的变构酶是
(A)丙酮酸脱氢酶(B)顺乌头酸酶(C)异柠檬酸脱氢酶
(D)苹果酸脱氢酶(E)柠檬酸脱氢酶
7. 在反应 $\text{NDP-葡萄糖} + \text{淀粉}_n \rightarrow \text{NDP} + \text{淀粉}_{n+1}$ 中，NDP 代表
表
(A)ADP (B)CDP (C)GDP (D)TDP (E)UDP
8. 在反应 $\text{NTP} + \text{葡萄糖} \rightarrow \text{G-6-P} + \text{NDP}$ 中，NTP 代表
(A)ATP (B)CTP (C)GTP (D)TTP (E)UTP
9. 在反应 $\text{NTP} + \text{OAA} \rightarrow \text{NDP} + \text{PEP} + \text{CO}_2$ 中，NTP 代表

(A)ATP (B)CTP (C)GTP (D)TTP (E)UTP

10. 在反应 $F-6-P + NDP-葡萄糖 \rightarrow 磷酸蔗糖 + NDP$ 中，NDP 代表

(A)ADP (B)CDP (C)GDP (D)TDP (E)UDP

11. 下列哪些是酮糖

(A)核糖(B)核酮糖(C)葡萄糖(D)果糖

12. 下列哪些化合物含有糖基

(A)ATP (B) NAD^+ (C)RNA (D)乙酰 CoA

13. 在磷酸己糖支路中，包含下列哪些酶

(A)反丁烯二酸水合酶(B) α -KGA 脱氢酶(C)己糖激酶

(D)葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(E)转酮酶

14. 影响 TCA 循环活性的因素有

(A)OAA (B) NAD^+ (C)ADP/ATP (D)FMN

(E)FAD (F) $NADP^+$ (G)CoA

15. 在柠檬酸循环中，由 α -KGA 脱氢酶所催化的反应需要

(A) NAD^+ (B) $NADP^+$ (C)CoA (D)ATP (E)叶酸(F)FAD

16. 磷酸果糖激酶的抑制剂有

(A)柠檬酸(B)cAMP (C)ATP (D) NH_4^+ (E) $NADH$

17. 下列关于多糖的叙述，正确的有

(A)多糖是生物的主要能源(B)以线状或支链状形式存在

(C)是细菌细胞壁的重要结构单元(D)是信息分子

18. 需要 3-磷酸甘油醛脱氢酶参与的途径有

(A)EMP 途径(B)TCA 循环(C)HMP 途径

(D)糖异生作用(E)乙醛酸循环

19. 下列的反应中：

$G-6-P \xrightarrow{(A)} F-6-P \xrightarrow{(B)} F-1,6-diP \xrightarrow{(C)} 3-PGA \xrightarrow{(D)} 1,3-DPG \xrightarrow{(E)}$

$3-PGA \xrightarrow{(F)} 2-PGA \xrightarrow{(G)} PEP \xrightarrow{(H)} 丙酮酸 \xrightarrow{(I)} 乳酸$

(1)有 $ATP \rightarrow ADP$ 的步骤有

(2)有 $ADP \rightarrow ATP$ 的步骤有

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/235244322341011133>