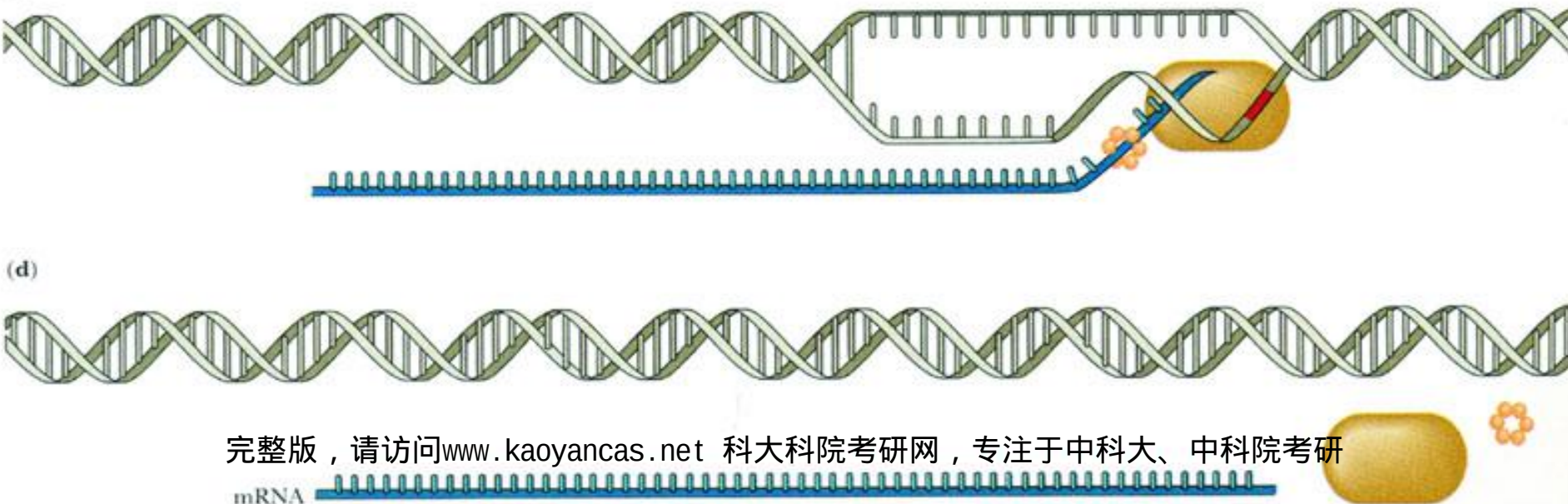


# 生物化学与 分子生物学



# 绪论

- 一. 生物化学与分子生物学的定义
- 二. 生物化学与分子生物学的研究范畴
- 三. 生物化学与分子生物学同生产实践的关系
- 四. 生物化学与分子生物学的发展史
- 五. 生物化学与分子生物学同有关学科的关系
- 六. 学习方法
- 附：教科书和参考书

## 一. 生物化学与分子生物学的定义

生物化学(1877年词汇出现，上世纪初形成学科)是用**化学**的理论和方法研究生命现象的科学。

分子生物学(上世纪70年代形成较完整的学科，出现教科书)是研究**生物大分子**结构和功能的学科，狭义的分子生物学只研究基因表达的调控。

生物化学与分子生物学是同一个二级学科，在大学本科阶段可以作为两门课开设，也可以作为一门课开设。

## 二. 生物化学与分子生物学 生物学的研究范畴

### (一) 生物体的组成物质:

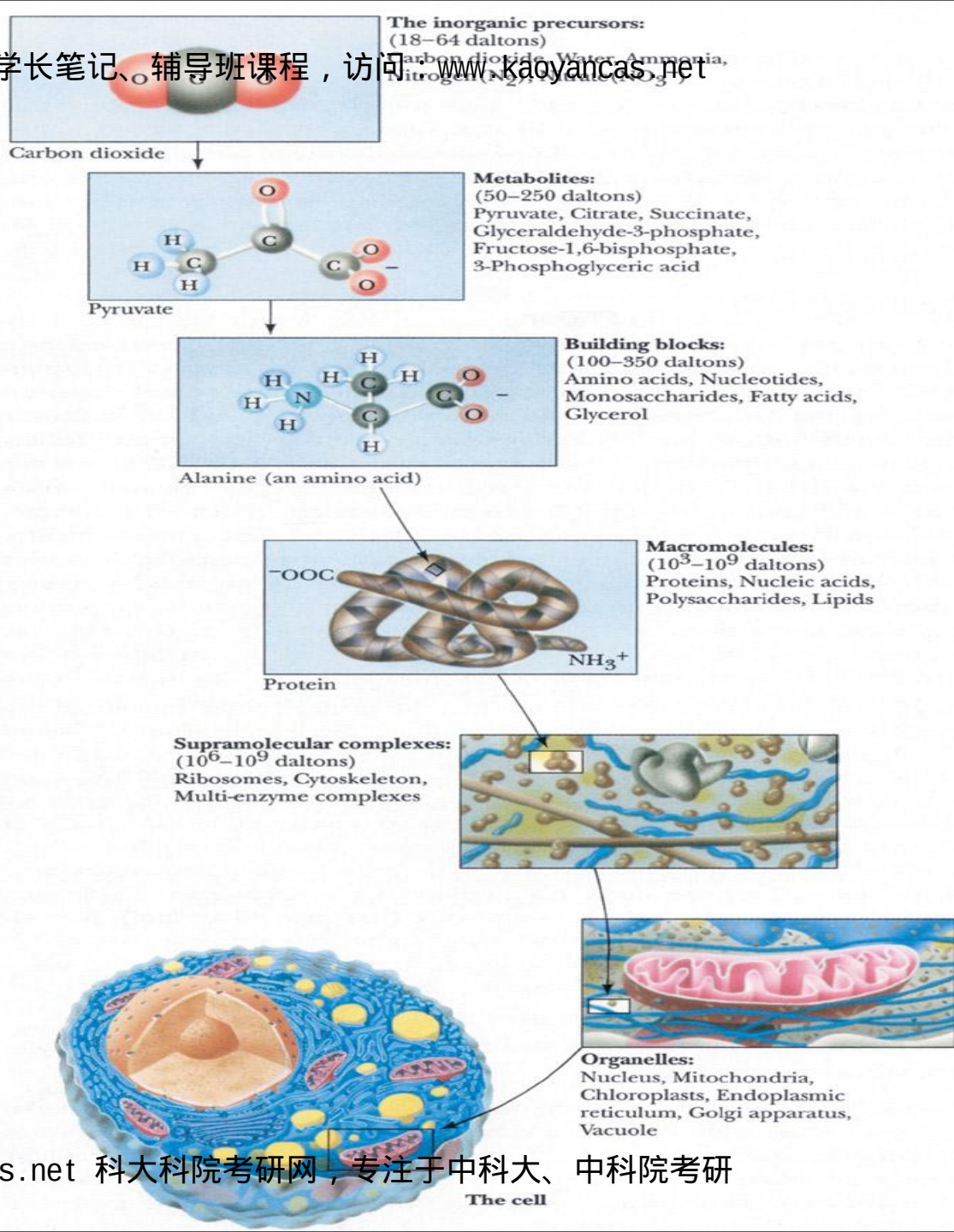
即静态生物化学, 上册共18章, 重点是糖类(1章)、脂类(1章)、蛋白质(5章)、酶(4章)、核酸(4章)的结构和功能, 其中第16章抗生素、第17章激素和第18章生物膜只作一般性介绍。

#### 复杂性

组成物质多; 分子大;  
空间结构复杂。

#### 规律性

元素→构件小分子→聚  
合物(生物大分子);  
结构与功能相适应。



|          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1<br>H   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 2<br>He  |          |          |
| 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 5<br>B   | 6<br>C   | 7<br>N   | 8<br>O   | 9<br>F   | 10<br>Ne |
| 11<br>Na | 12<br>Mg |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 13<br>Al | 14<br>Si | 15<br>P  | 16<br>S  | 17<br>Cl | 18<br>Ar |
| 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti | 23<br>V  | 24<br>Cr | 25<br>Mn | 26<br>Fe | 27<br>Co | 28<br>Ni | 29<br>Cu | 30<br>Zn | 31<br>Ga | 32<br>Ge | 33<br>As | 34<br>Se | 35<br>Br | 36<br>Kr |          |          |
| 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr | 41<br>Nb | 42<br>Mo | 43<br>Tc | 44<br>Ru | 45<br>Rh | 46<br>Pd | 47<br>Ag | 48<br>Cd | 49<br>In | 50<br>Sn | 51<br>Sb | 52<br>Te | 53<br>I  | 54<br>Xe |          |          |
| 55<br>Cs | 56<br>Ba |          | 72<br>Hf | 73<br>Ta | 74<br>W  | 75<br>Re | 76<br>Os | 77<br>Ir | 78<br>Pt | 79<br>Au | 80<br>Hg | 81<br>Tl | 82<br>Pb | 83<br>Bi | 84<br>Po | 85<br>At | 86<br>Rn |          |          |
| 87<br>Fr | 88<br>Ra |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

Bulk elements

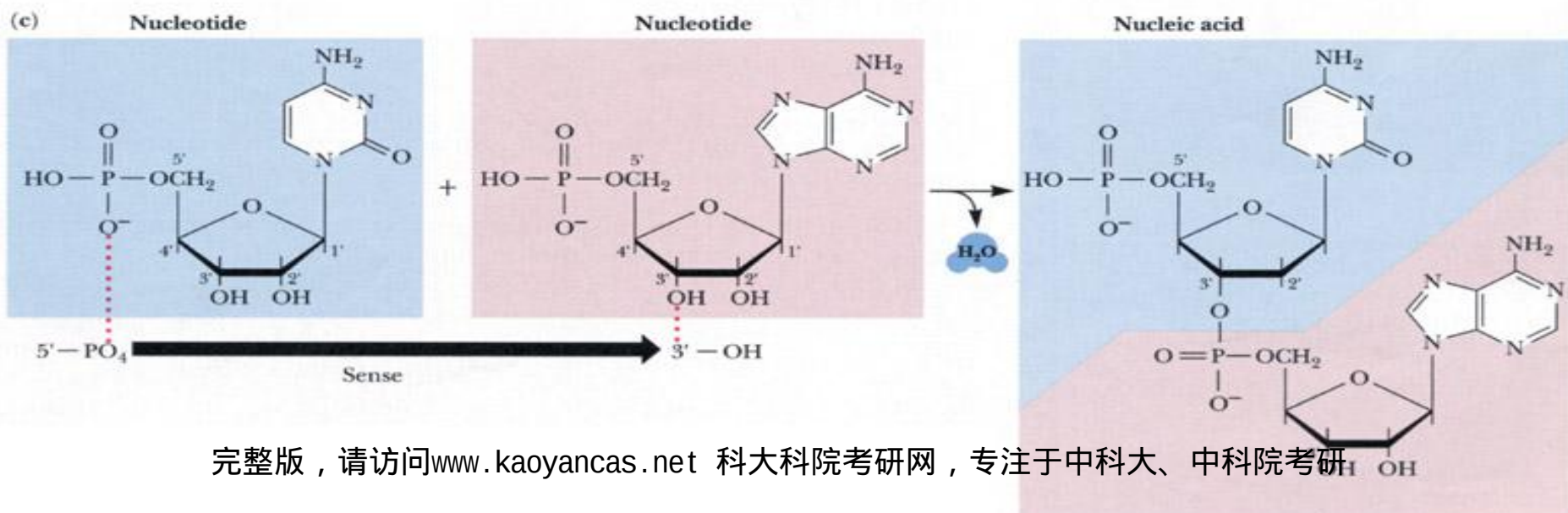
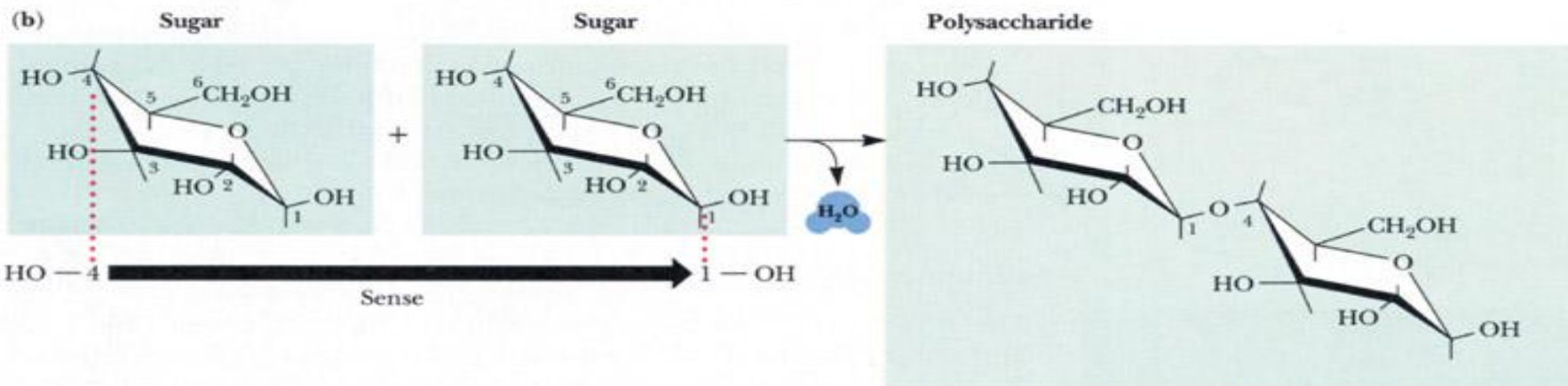
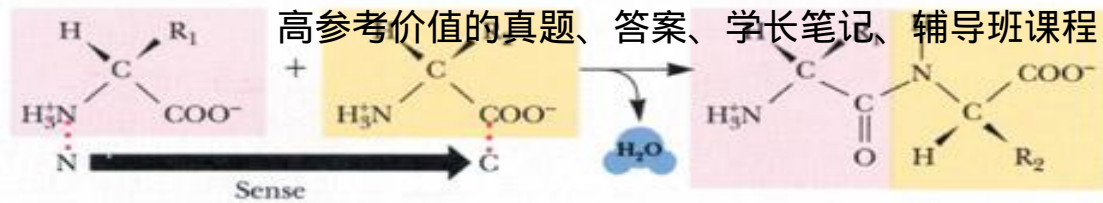
Trace elements

Lanthanides

Actinides

(a) Amino acid + Amino acid → Polypeptide

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

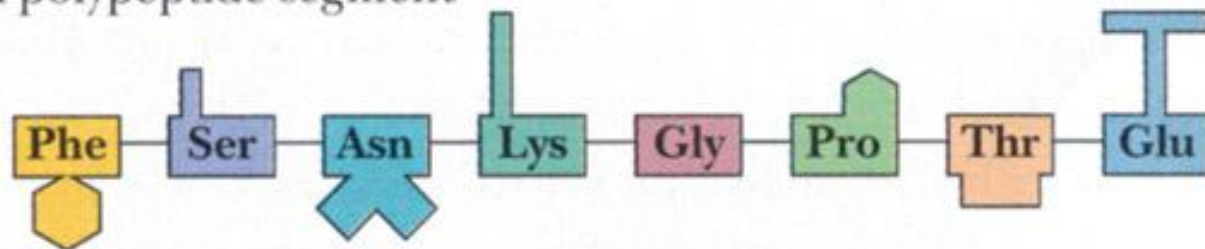


完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

A strand of DNA



A polypeptide segment



A polysaccharide chain



## 免疫球蛋白部分分子的空间结构

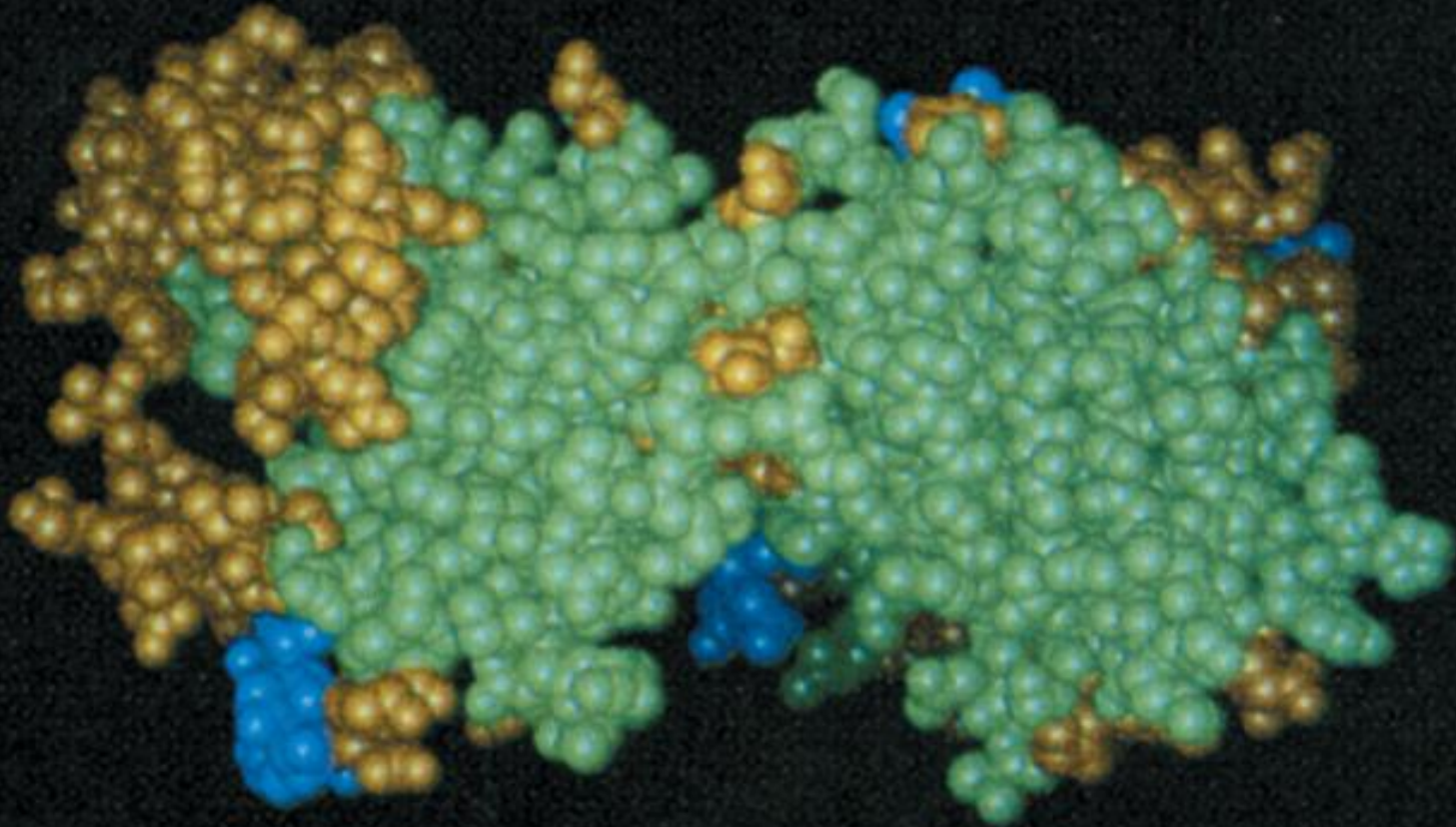


table 4-4

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

### Four Types of Noncovalent ("Weak") Interactions among Biomolecules in Aqueous Solvent

Hydrogen bonds

Between neutral groups



Between peptide bonds



Ionic interactions

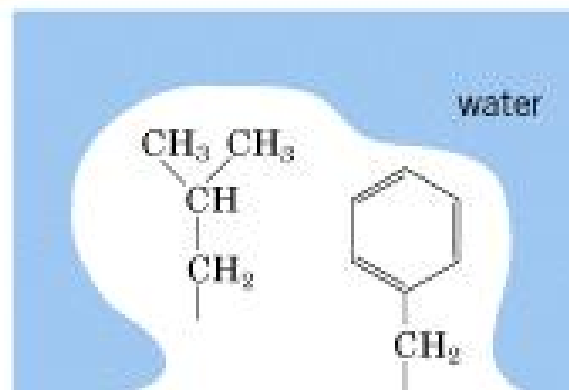
Attraction



Repulsion



Hydrophobic interactions



Van der Waals interactions

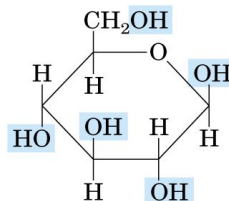
Any two atoms in

## table 4-2

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)  
Some Examples of Polar, Nonpolar, and Amphipathic Biomolecules  
(Shown as Ionic Forms at pH 7)

### Polar

Glucose



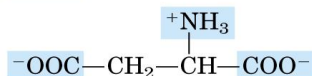
 Polar groups

 Nonpolar groups

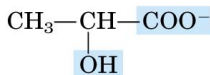
Glycine



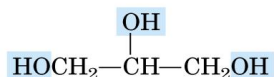
Aspartate



Lactate

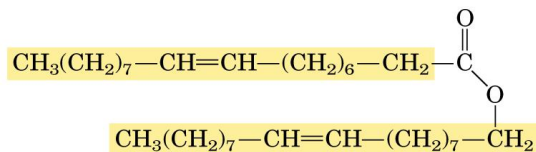


Glycerol



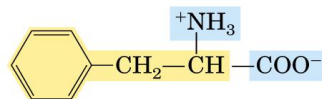
### Nonpolar

Typical wax

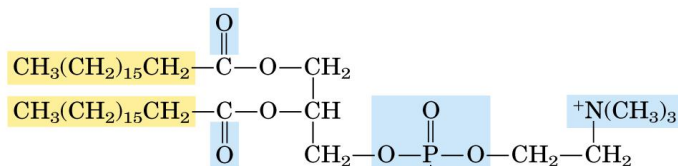


### Amphipathic

Phenylalanine

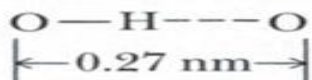


Phosphatidylcholine



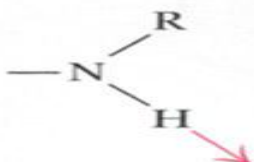
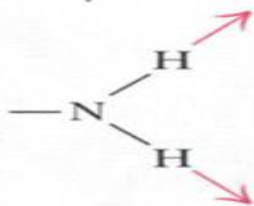
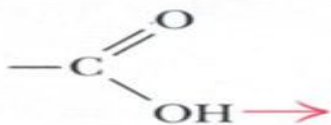
| Bonded atoms          | Approximate bond length |
|-----------------------|-------------------------|
| O—H---O               | 0.27 nm                 |
| O—H---O <sup>-</sup>  | 0.26 nm                 |
| O—H---N               | 0.29 nm                 |
| N—H---O               | 0.30 nm                 |
| N <sup>+</sup> —H---O | 0.29 nm                 |
| N—H---N               | 0.31 nm                 |

\*Lengths given are distances from the atom covalently linked to the H to the atom H-bonded to the hydrogen:

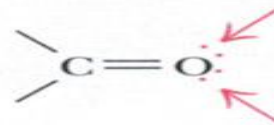


Functional groups which are important H bond donors and acceptors:

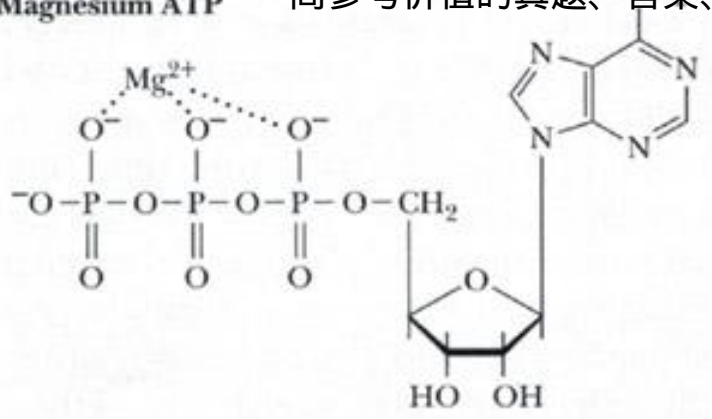
#### Donors



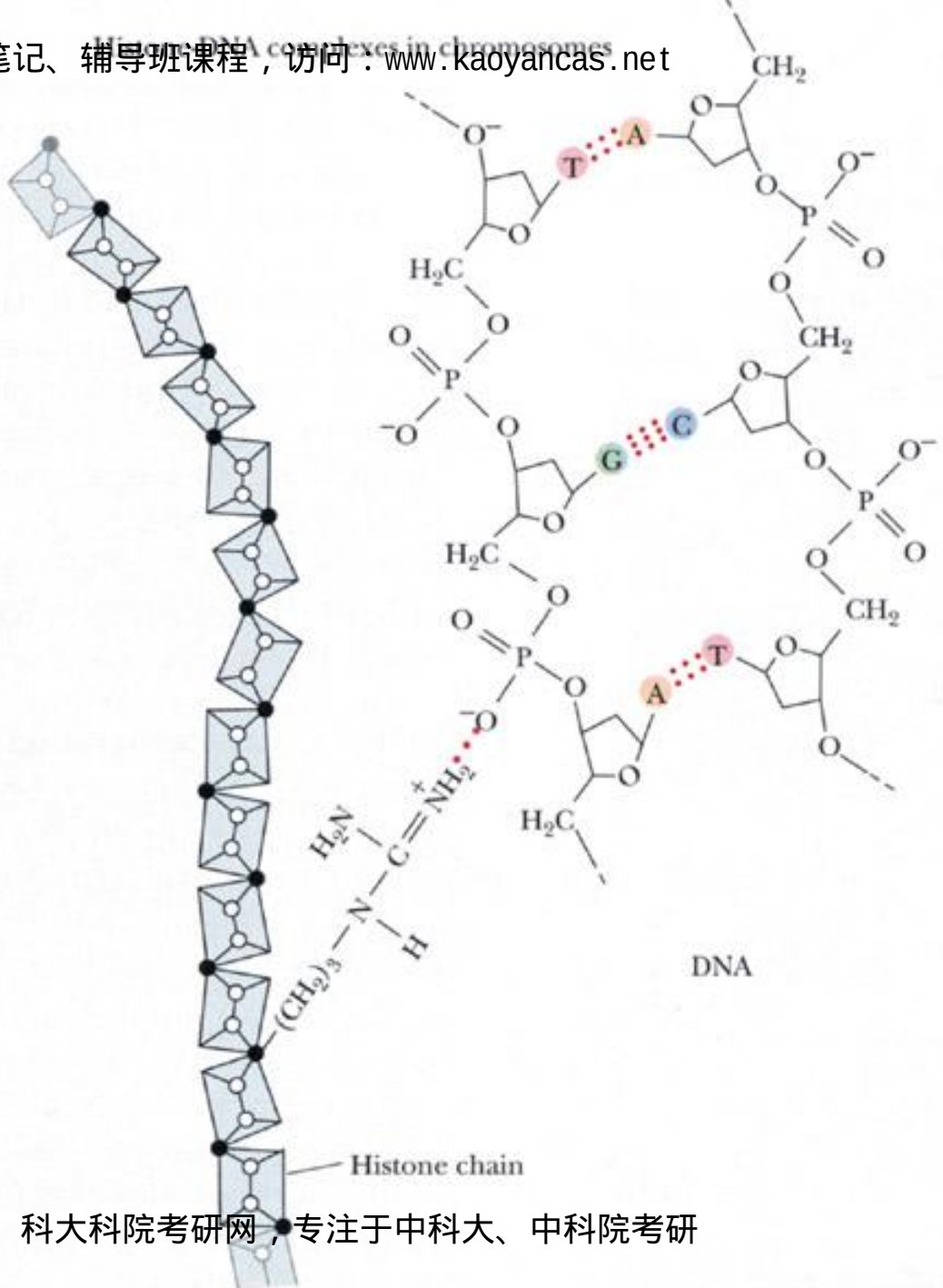
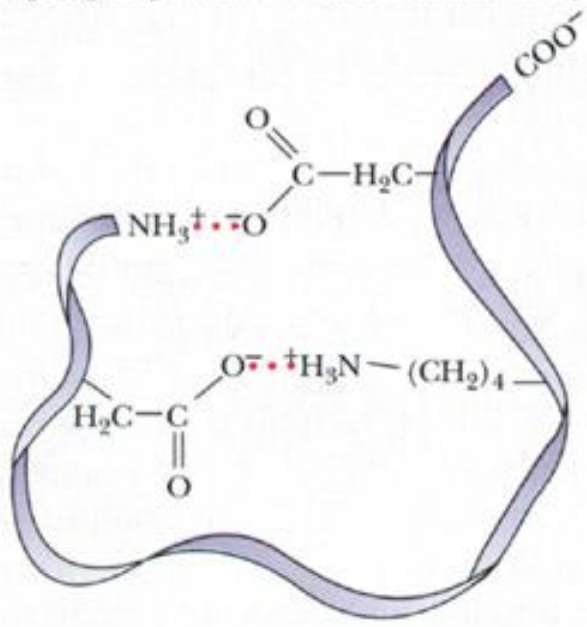
#### Acceptors

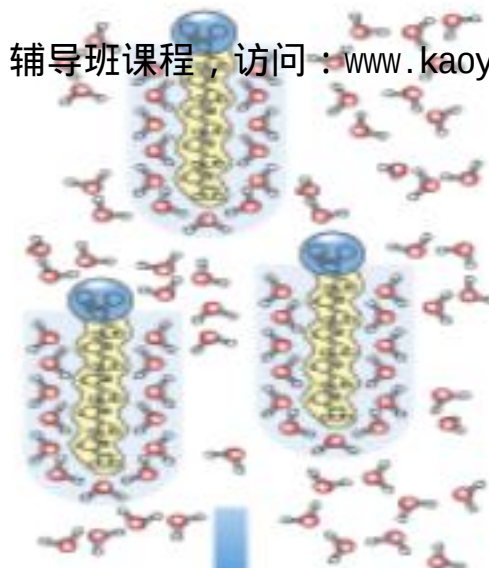
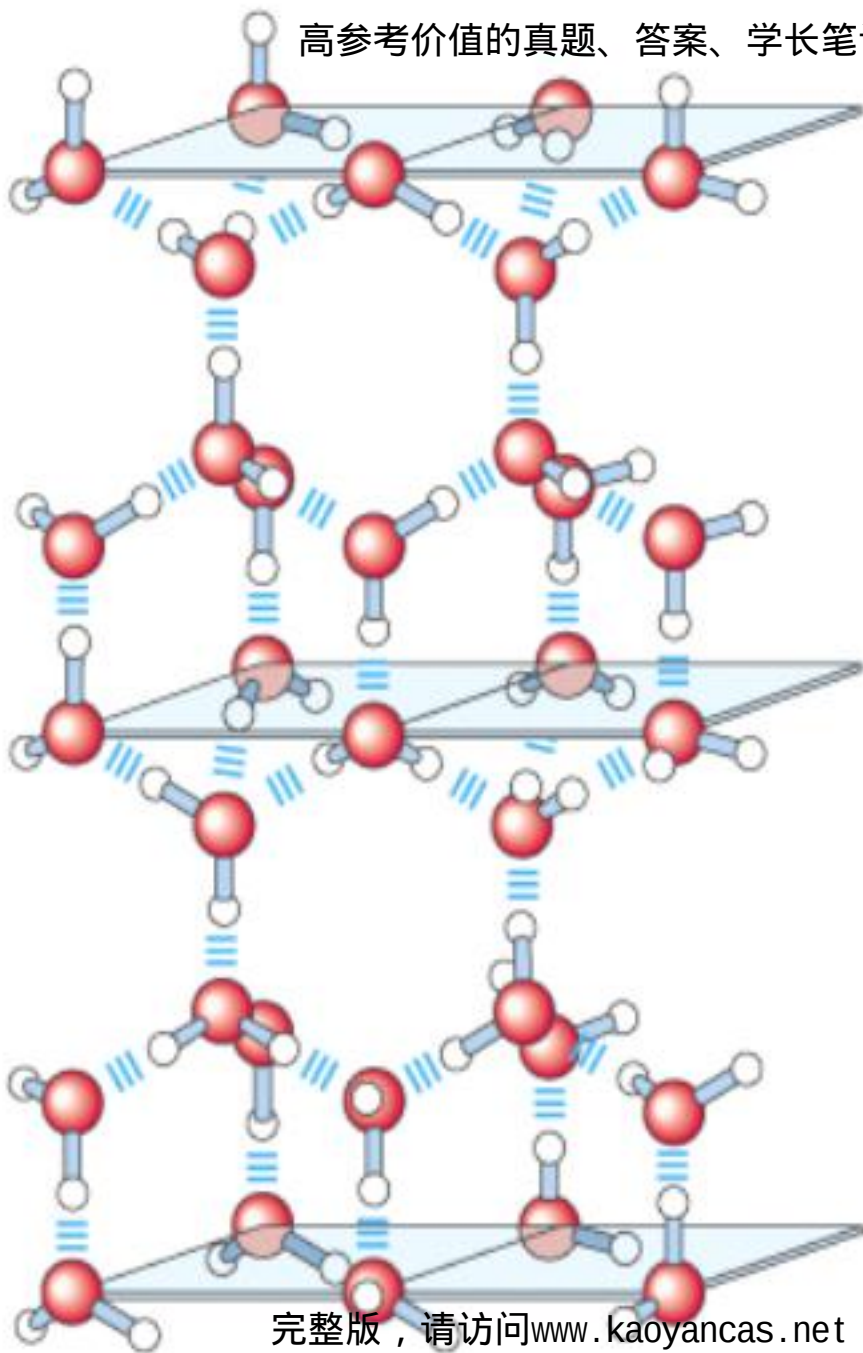


Magnesium ATP



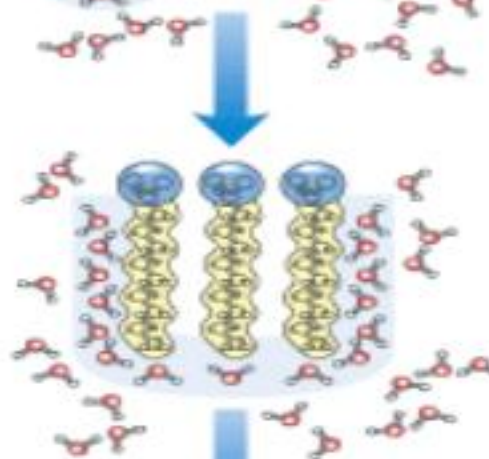
Intramolecular ionic bonds between oppositely charged groups on amino acid residues in a protein





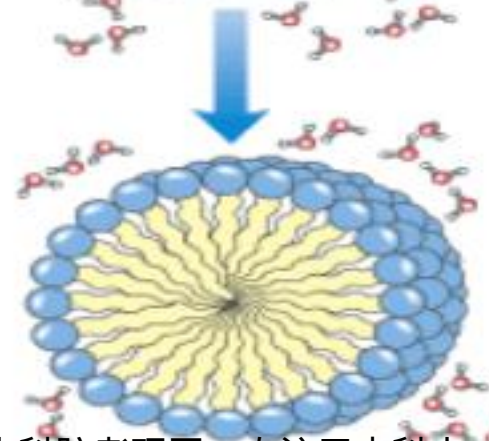
### Dispersion of lipids in H<sub>2</sub>O

Each lipid molecule forces surrounding H<sub>2</sub>O molecules to become highly ordered.



### Clusters of lipid molecules

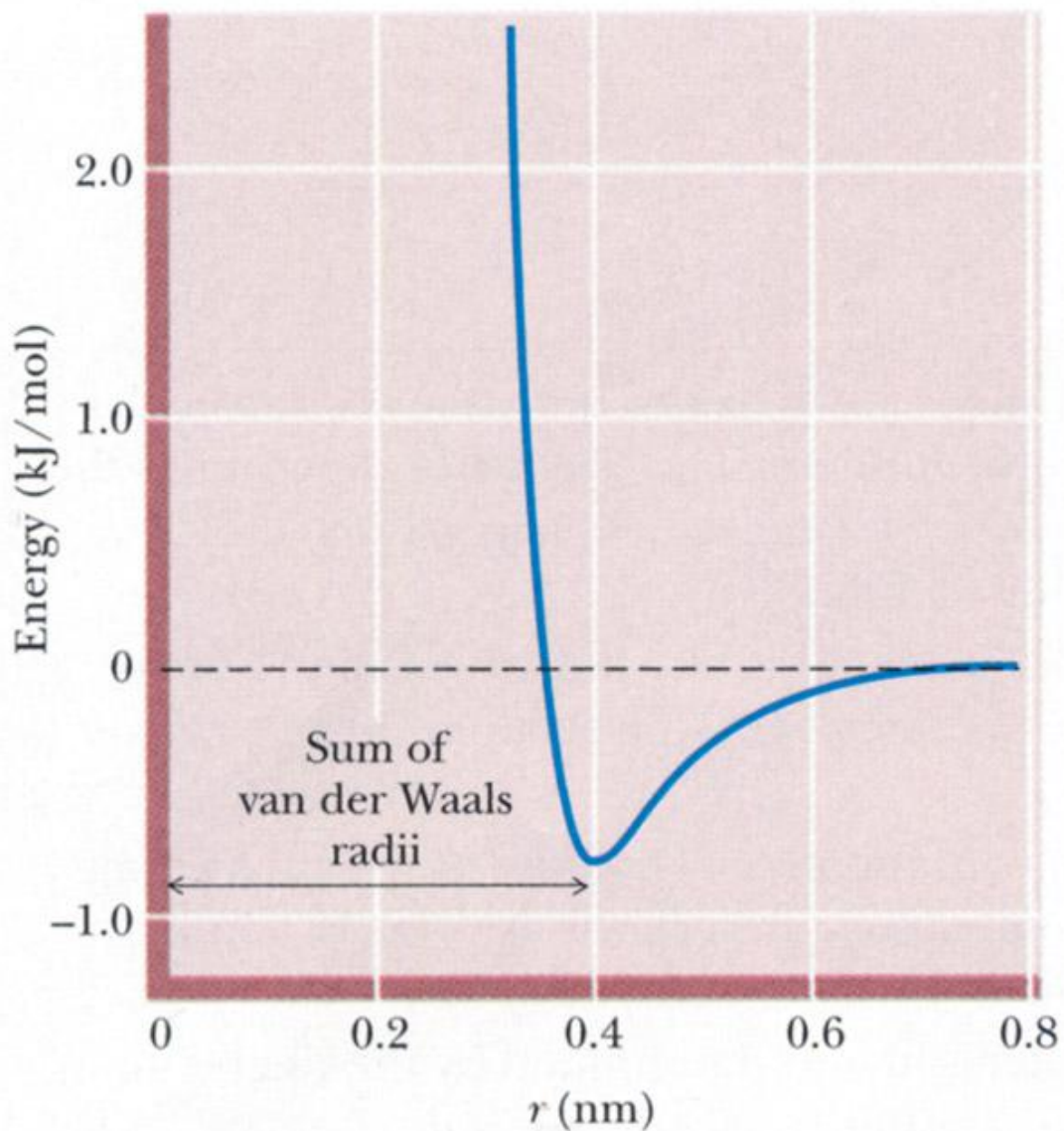
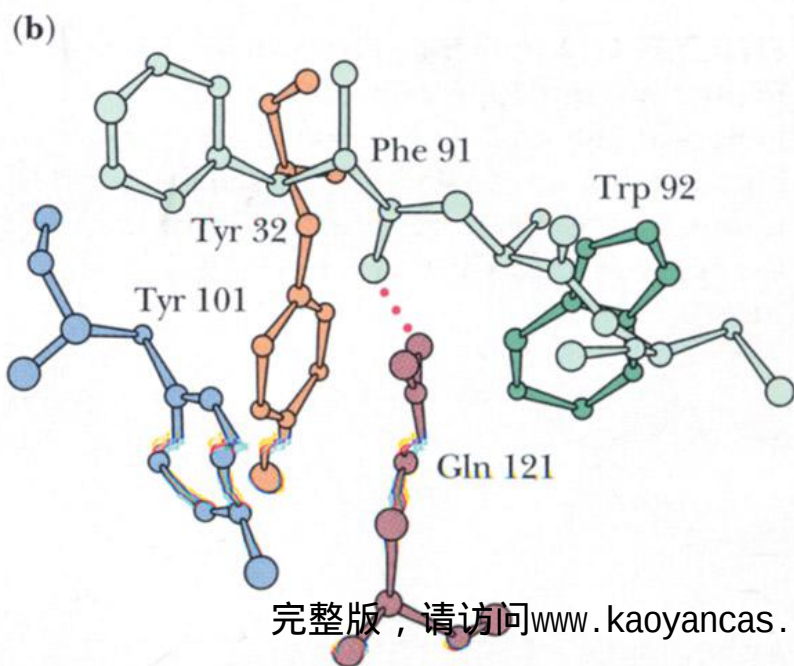
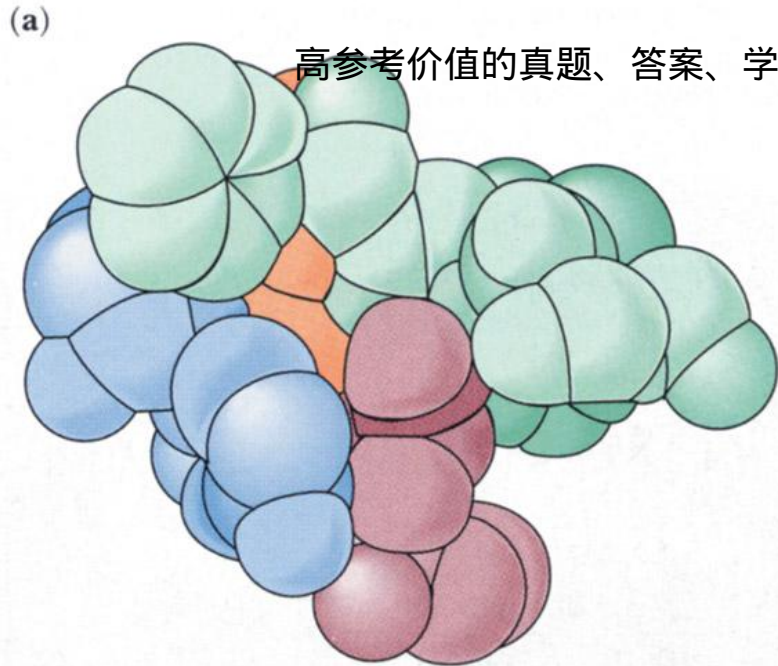
Only lipid portions at the edge of the cluster force the ordering of water. Fewer H<sub>2</sub>O molecules are ordered, and entropy is increased.

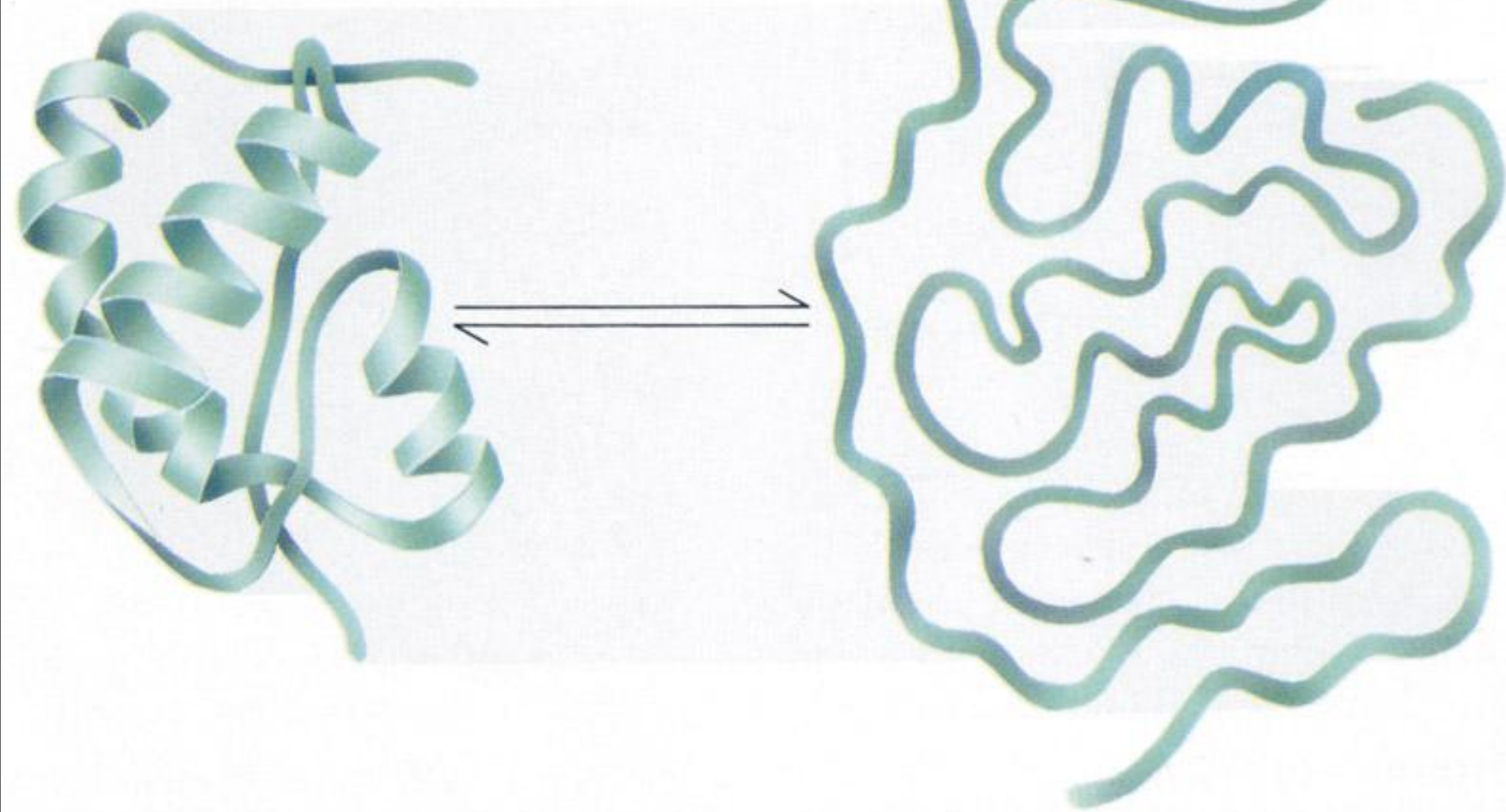


### Micelles

All hydrophobic groups are sequestered from water; ordered shell of H<sub>2</sub>O molecules is minimized, and entropy is further increased.

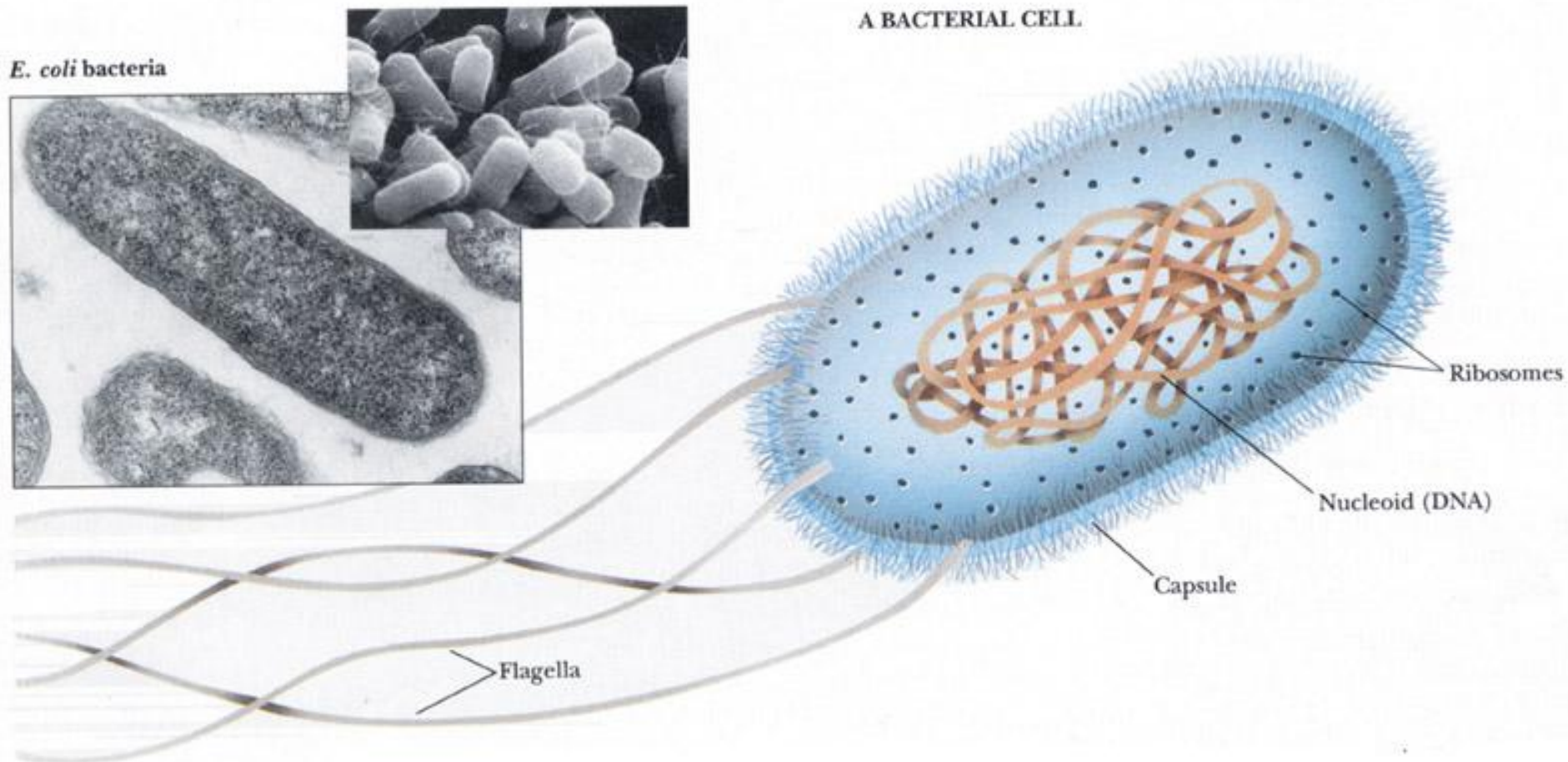
(b)



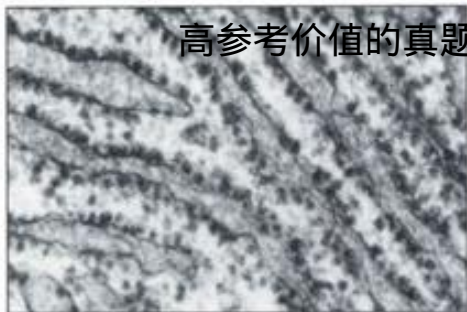


Native

Denatured

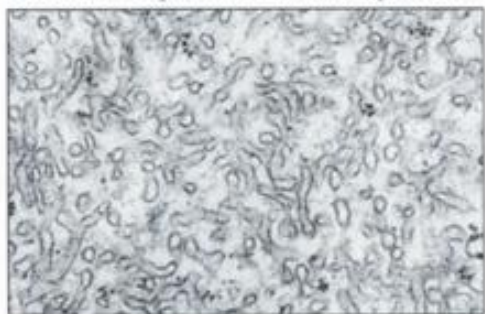


Rough endoplasmic reticulum (plant and animal)

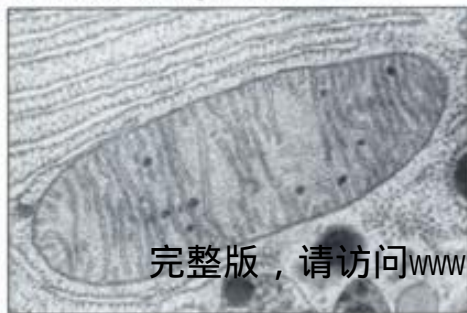


高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

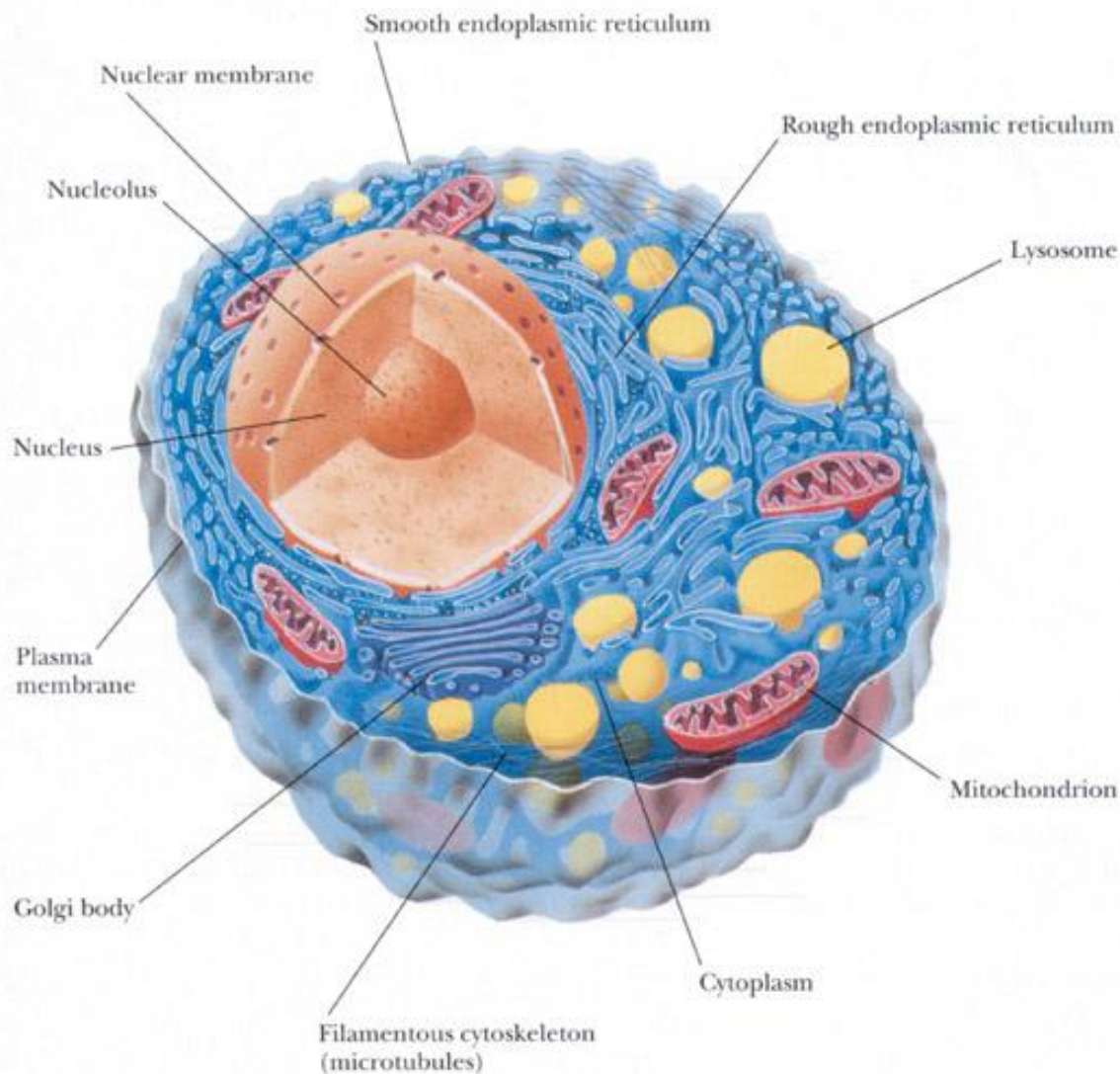
Smooth endoplasmic reticulum (plant and animal)



Mitochondrion (plant and animal)

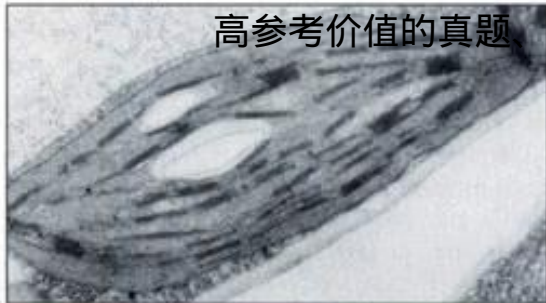


### AN ANIMAL CELL



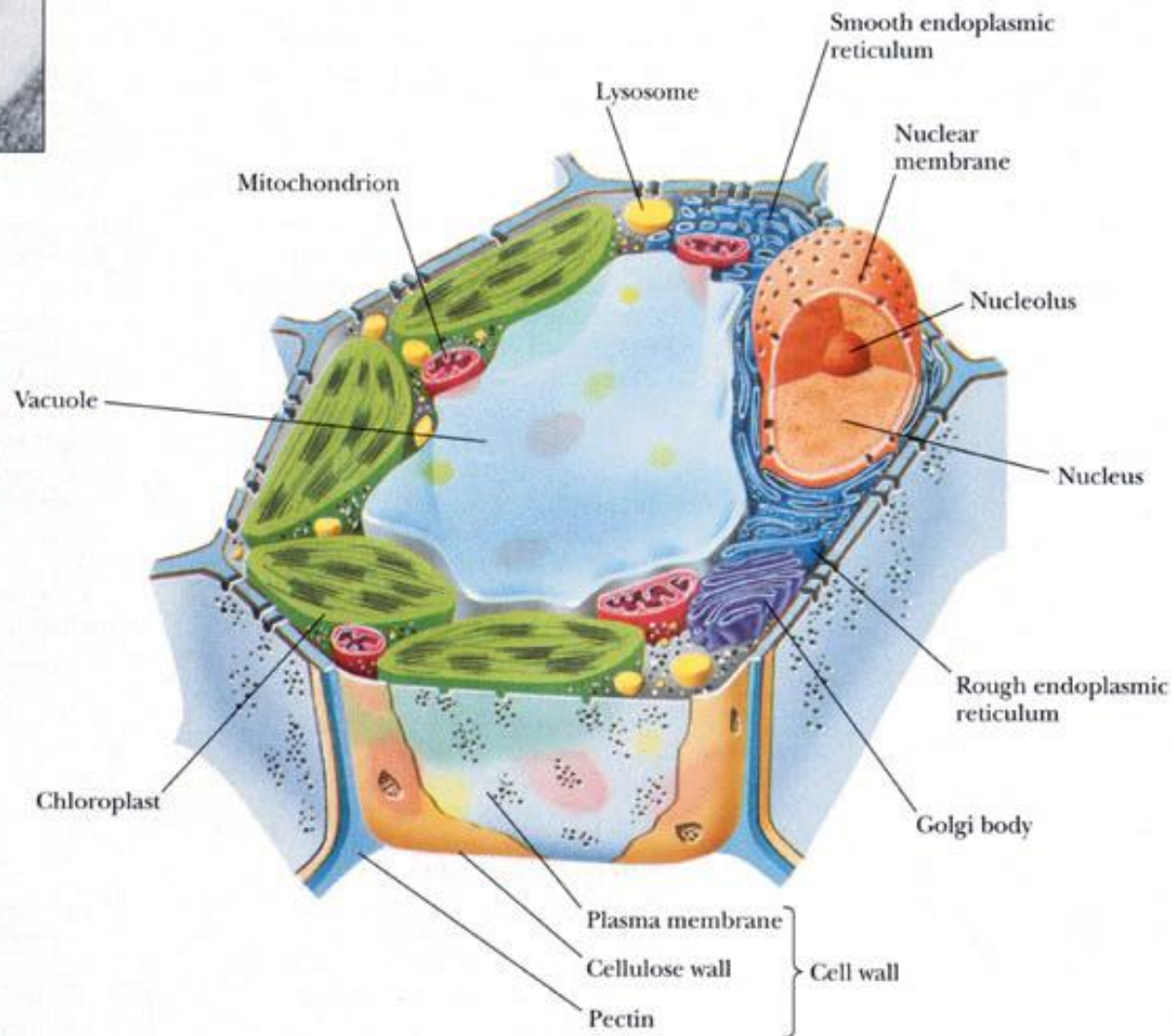
完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

Chloroplast (plant cell only)



高参考价值的真题 答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

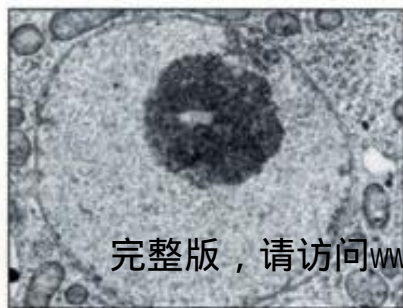
A PLANT CELL



Golgi body (plant and animal)



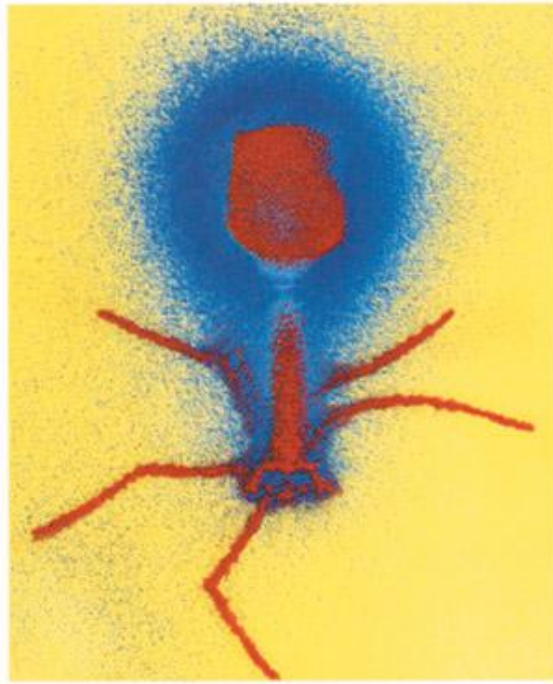
Nucleus (plant and animal)



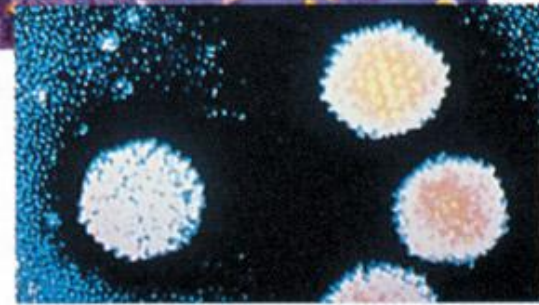
完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

## 噬菌体

(a)



(b)

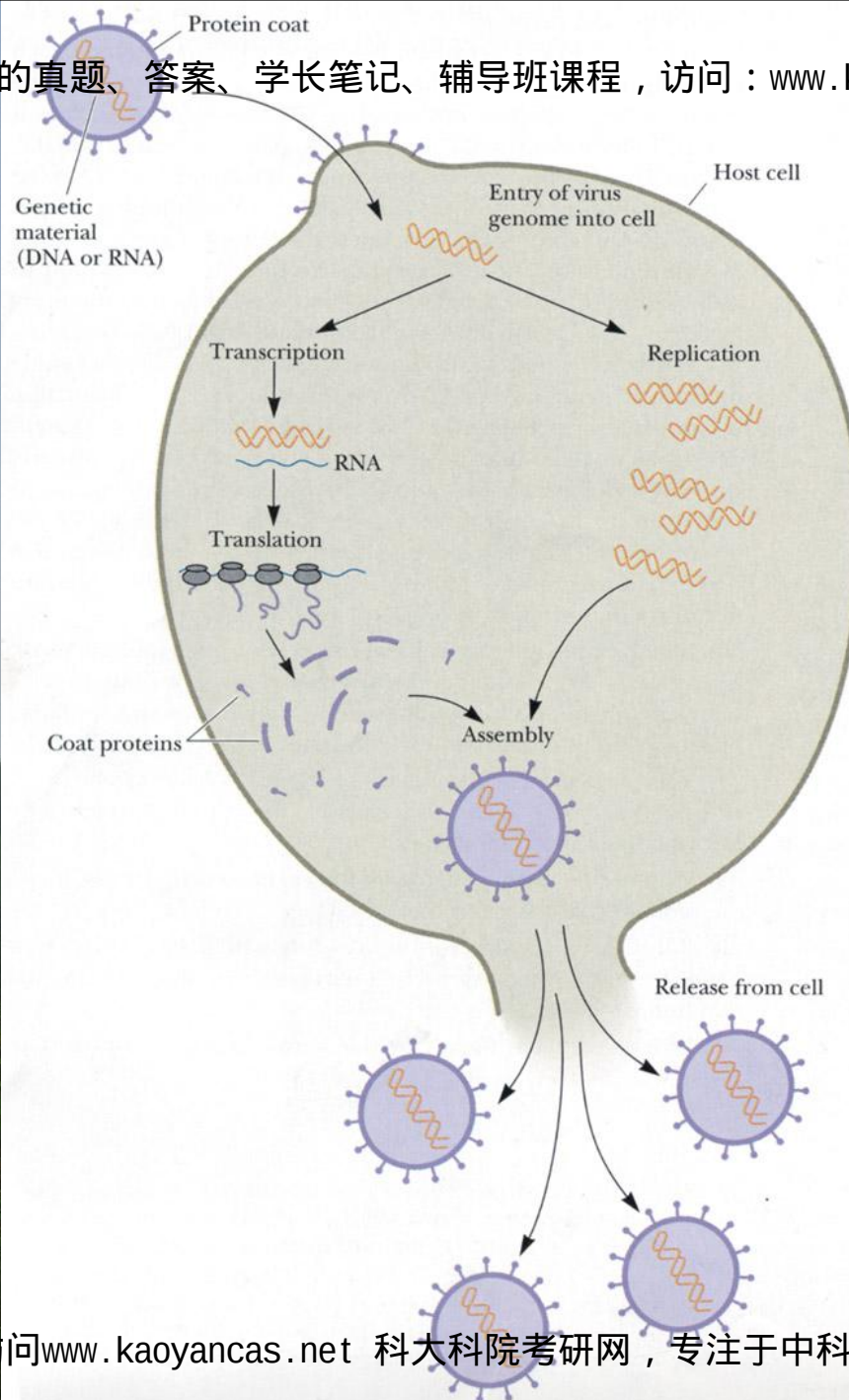


## 动物病毒

## 植物病毒



(c)



## (二) 物质和能量代谢 (动态生物化学)：

包括下册的19-33章，重点是糖类和氨基酸的分解代谢、脂类和核苷酸的分解和合成代谢，及物质代谢和能量代谢的关系，第31章氨基酸生物合成和第32章生物固氮只作概要介绍，第27章光合作用只作简短概述，由同学自己阅读，植物生理学详细讲述。

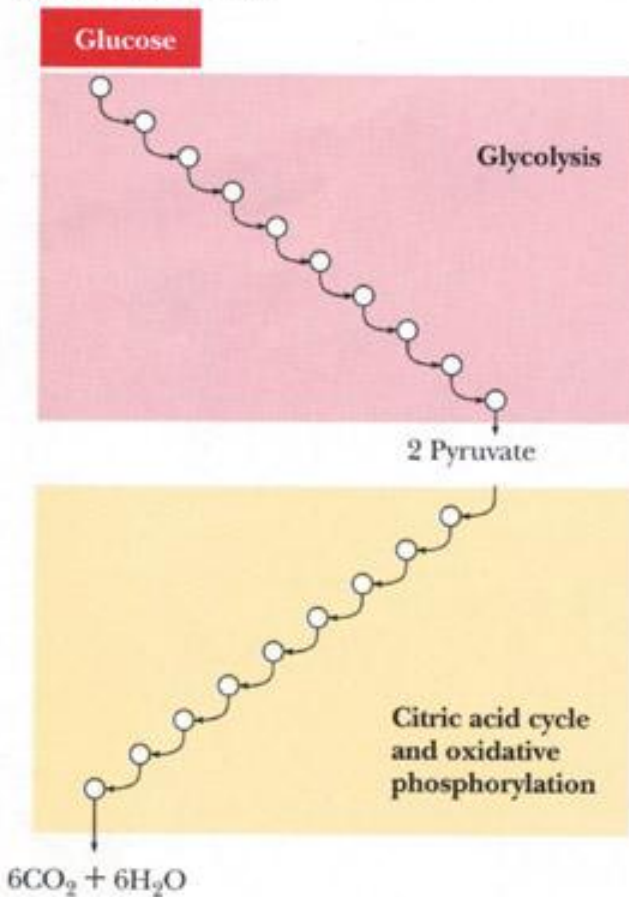
### 复杂性

1. 多步化学反应构成代谢途径；
2. 多条代谢途径相互交织成网；
3. 物质代谢和能量代谢相互交织；
4. 调节控制有条不紊。

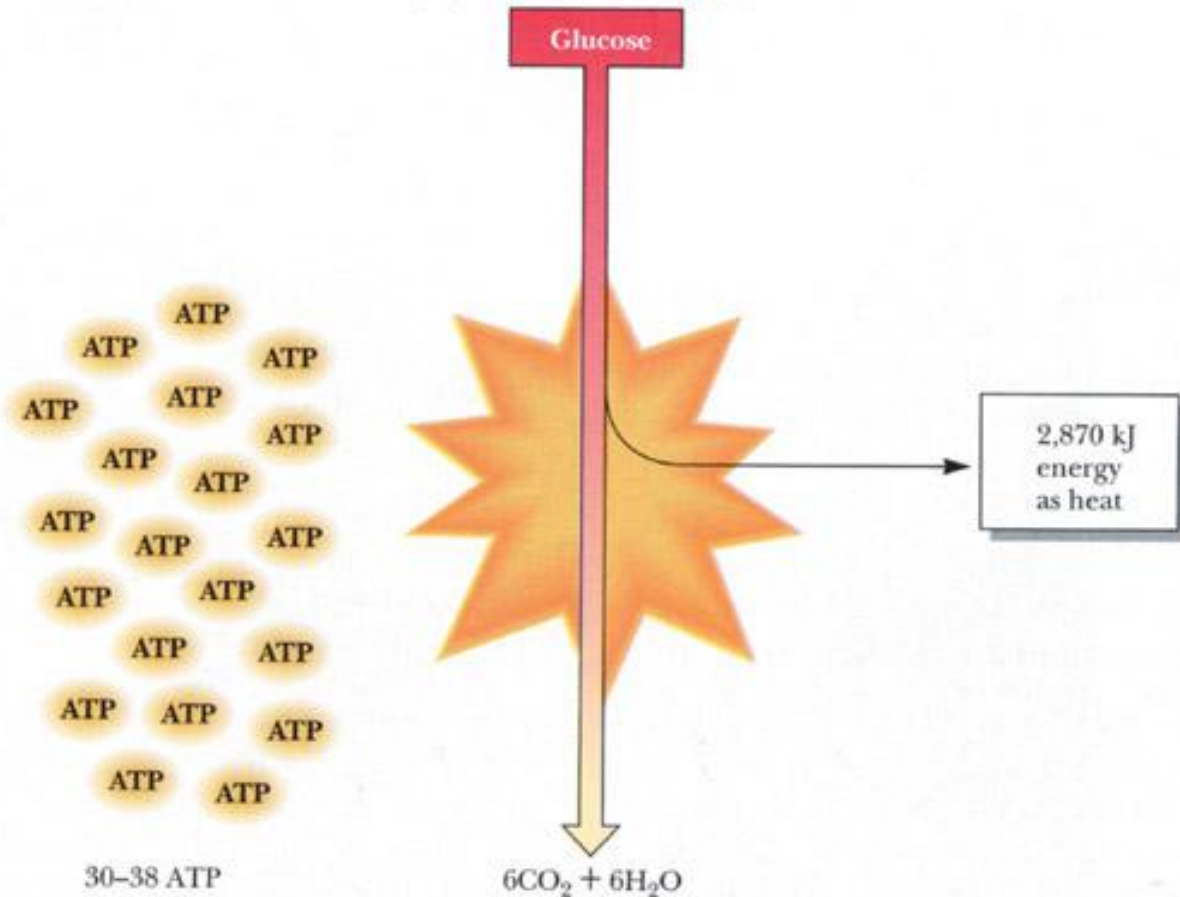
### 规律性

1. 反应类型不多；
2. 反应机理符合有机化学理论；
3. 调节控制与生物学功能相适应。

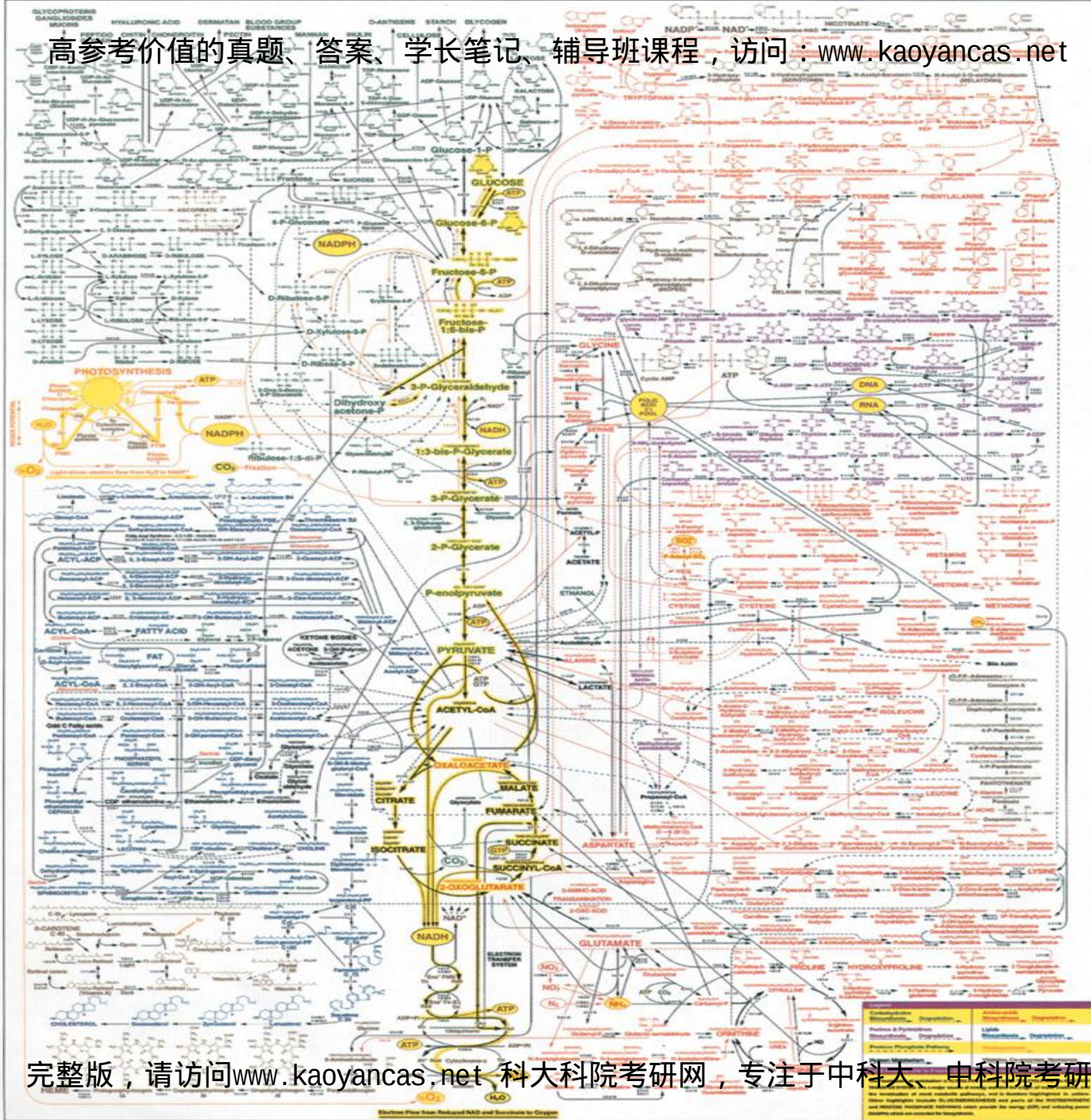
(a) In an aerobic cell



(b) In a bomb calorimeter



高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)



完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

1点1线或1点2线:410个

1点3线:71个

1点4线:20个

1点5线:11个

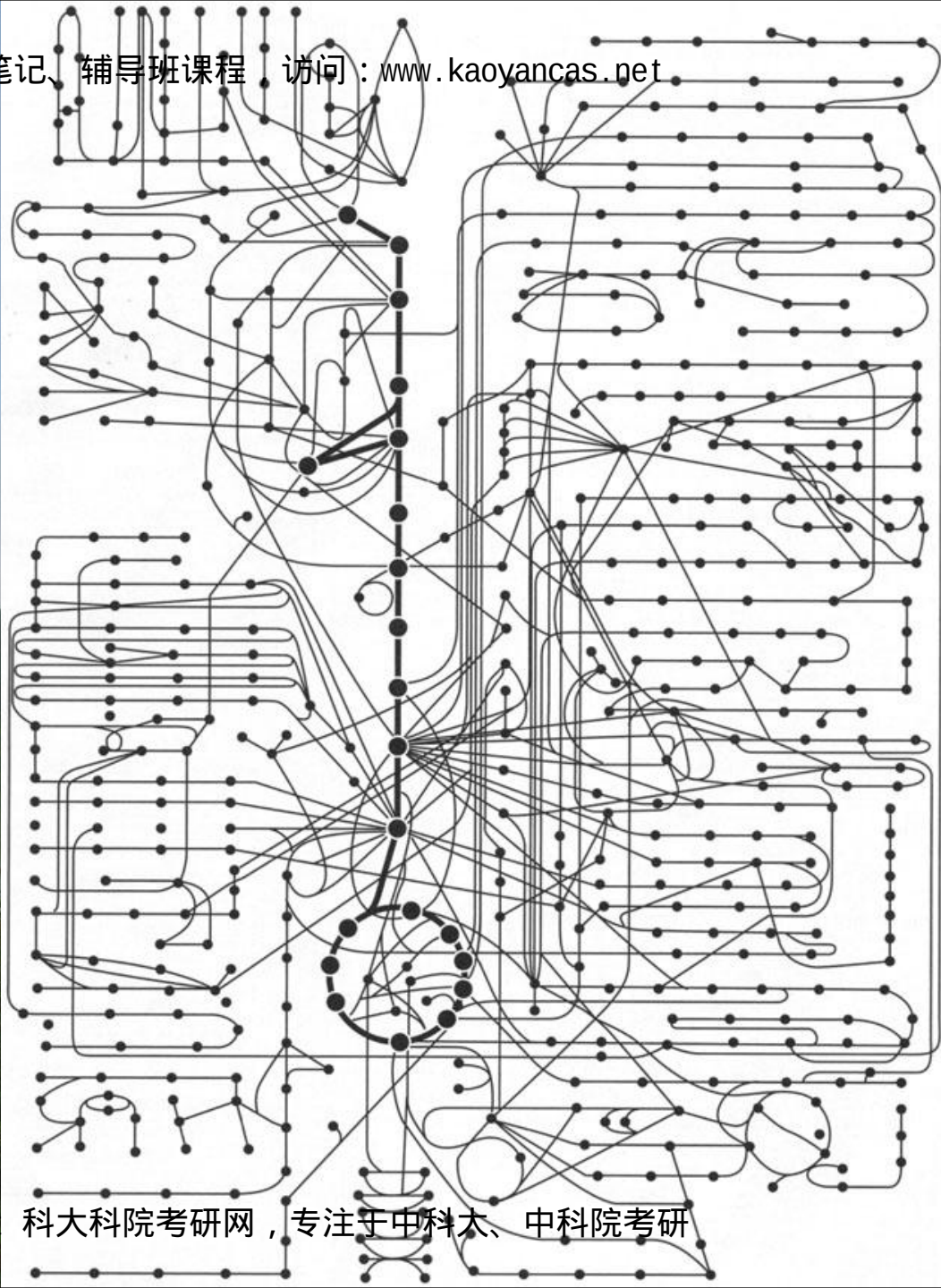
1点6线或6线以上:8个

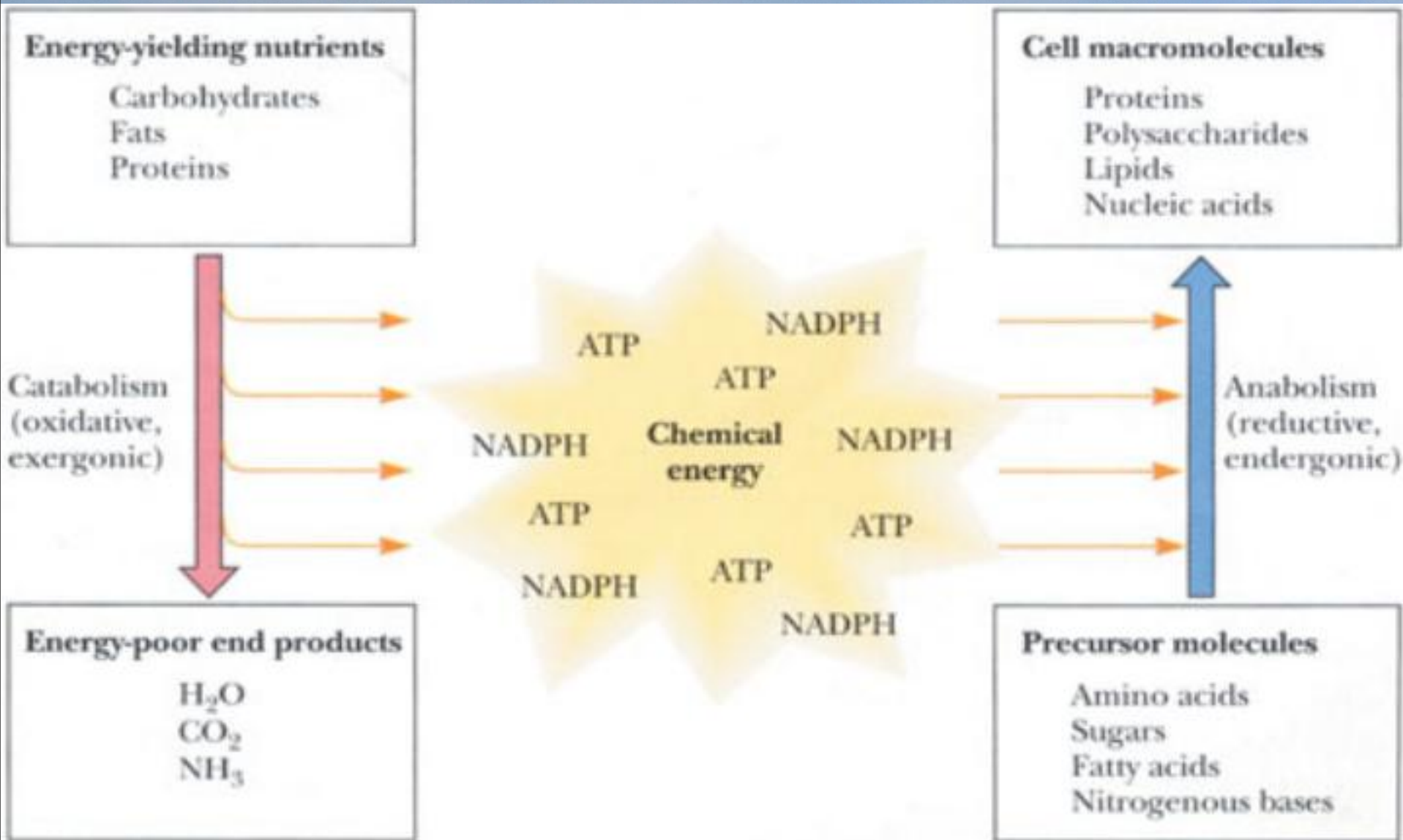
1点1线在1个途径的末端;

1点2线在1个途径的中间;

1点3线参与2个途径;

其余类推.



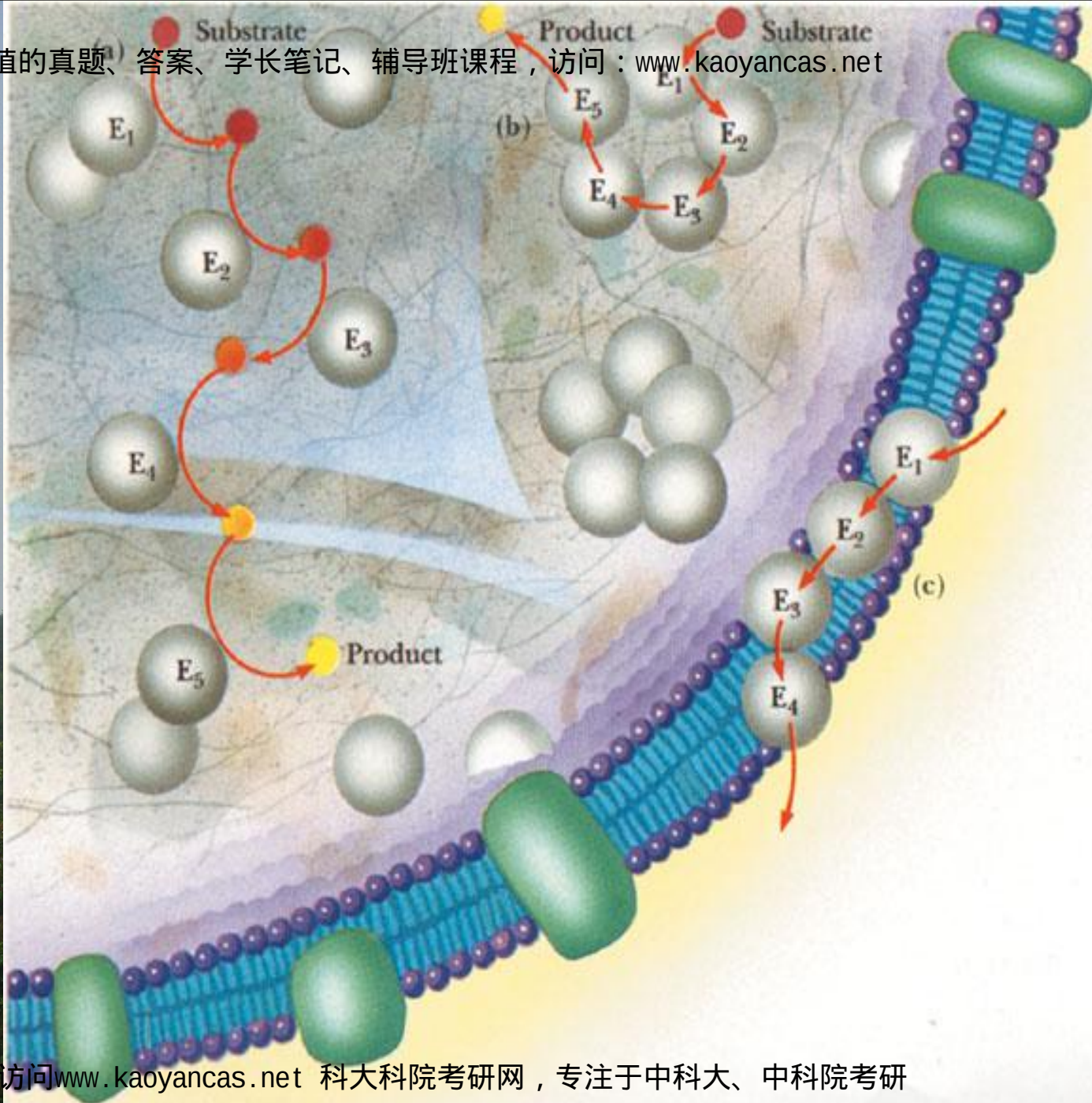


## 代谢途径的类型：

(a) 多种游离酶构成的代谢途径；

(b) 多酶复合体构成的代谢途径；

(c) 膜结合酶构成的代谢途径。



**（三）信息分子的生物合成（机能生物化学）：下册34-40章，讲述狭义分子生物学的基本内容，为现代生命科学最活跃的领域，是下册的重点。**

### **复杂性**

- 1.合成过程复杂；
- 2.调节控制复杂；
- 3.与生命现象的关系复杂。

### **规律性**

- 1.遗传密码已经破译；基因表达的基本过程已经清楚；
- 2.生物大分子结构与功能的关系逐渐明晰；
- 3.研究方法日新月异。

## 三. 生物化学与分子生物学同生产实践的关系

### 启蒙阶段

食品选择和加工；  
医疗。

### 发展阶段

维生素、抗生素→医疗；  
代谢→食品、医疗；  
分子生物学→基因工程、  
蛋白质工程。

### 发展前景

生物制品；  
转基因动植物；  
基因芯片；  
基因诊断；  
基因治疗。

## 四. 生物化学的发展史

### 1. 炼金术阶段：

现代化学起源于炼金术(alchemy)。换言之，炼金活动是化学的前史。“chemistry”一词也来自alchemy，而alchemy = al (the) + chem，其中的chem来自中国的“金”的古汉语发音。炼金术在各个古代文明中都占重要位置，并不是中国特有，一般而言都是如何将铜，铅，锡变成金、银这样的贵金属的实用学问。在西方，炼金术从公元前几百年开始到17世纪为止，延续了2000年；在中国也生存了差不多同样长的时间。

中国的炼金术除了得到贵金属以外，还致力于研制长生不老之药“金丹”。因此，中国的炼金术的化学成份比其他古代文明要浓。

中国的炼金术随丝绸之路传到了阿拉伯文化圈，所以有了alchemy这个行业。

希腊文明在欧洲历史上曾一度失传，幸好阿拉伯人继承了其精华(7-14世纪)，11-13世纪十字军的侵略将散落在阿拉伯文化中的希腊文化又带回了欧洲，也顺便将中国的炼金术带进入了西方文明。此后，西方的炼金术活动朝着独自的方向发展，特别是对酸、碱、盐等物质的化学性质有了相当的知识积累。

## 2. 从炼金术到化学：

17世纪兴起的文艺复兴活动使alchemy真正向现代的chemistry过渡。当时的化学家，要么是贵族，要么是业余爱好。在与英国的Newton同时期的贵族Robert Boyle (1627-1691) 对气体和真空进行了研究，写了“ The Sceptical Chymist (1661)” 一书，主张决别带有神秘色彩的炼金术，而以理性思考的态度来研究化学。他发现了波以尔法则  $PV=Const$ ，实际上就是现代物理化学的起点。1662英国设立了 Royal Society, 1666年 Paris Academia 分别设立，为科学研究和交流提供了基地。这是化学与炼金术决别的标志。

随后，空气中含有不同成分1764年 $CO_2$  (Black), 1766年 $H_2$  (Canvendish), 1772年 $O_2$  (Sheele), 1772年 $N_2$  (Ratherford) , 1774年 $Cl_2$  (Sheele), 相继被发现。1774年Lavoisier确立了物质不灭定理， 1777年确立了燃烧理论。此后的化学反应的定比例法则 (Joseph Louis Proust, 1799) 及化学元素分析方法的发展，为有机化学的出现奠定了基础。

### 3. 有机化学的发展

简单的说，有机化学就是H, C, N, O的化学。其发展是必然的，因为人对生命物质的兴趣要比对非生命物质更浓。化学分析的手段发展后，势必要用来研究有机的物质。通过有机化学研究知道的物质结构，成为生物化学研究的起点。

有机化学的发展，是从尿素的合成开始的。

1828年 Wohler (德) 从无机盐合成了尿素

1831年 Liebig (德) 有机物元素分析定量法的发明

1840年 有机基团 (group) 的概念的形成

1848年 Pasteur (法) 酒石酸的光学异构体的发现

1858年 Kekule (德) C原子的四价理论

1865年 Kekule (德) Benzen环结构的发现

1869年 元素周期表的确立

1874年 van 't Hoff (荷) C<sub>4</sub>的正四面体结构

1884年 Fischer (德) 糖的化学结构研究的开始

## 4. 生物化学重大发展年代表

1897年 Buchner 发现酵母细胞裂解液能使糖发酵

1902年 Fischer 肽键理论

1926年 Sumner 结晶得到了脲酶，证明酶就是蛋白质

1935年 Schneider 将同位素应用于代谢的研究

1944年 Avery 等人证明遗传信息是核酸

1953年 Sanger 胰岛素氨基酸的序列测定

Waston-Crick 提出DNA双螺旋模型

1958年 Perutz 等解明肌红蛋白的立体结构

1970年 发现了DNA限制性内切酶

1972年 DNA重组技术的建立

1978年 DNA双脱氧测序法的建立

...

1990年 人类基因组计划的实施, 2003年完成, 进入  
后基因组时代

# 生物化学中的关键技术

电泳（1923）：生物大分子的分离、分析；  
超离心（1925）：蛋白质、细胞亚器官的分离、相对分子质量的确定；  
同位素标记（1934）：物质代谢途径、生物大分子结构测定；  
层析（1944）：生物大分子的分离纯化；  
X-衍射、NMR：生物大分子结构测定。

## 五. 生物化学与分子生物学

### 同有关学科的关系

1. 生物化学与分子生物学是**生物学**深层次问题的研究和探索，已深入到生命科学的各个分支学科。

2. 生物化学与分子生物学是对**化学**领域最复杂研究对象的研究和探索，引起化学工作者广泛的关注。

3. 生物化学与分子生物学为**农学、医学和食品科学**提供理论依据和研究手段，推动了这些学科的长足发展。

4. **物理学、信息科学和数学**为生物化学与分子生物学提供研究手段，是生命科学的重要基础。同时，生物化学与分子生物学可以促进这些学科的理论和技术进步。

## 六. 学习方法

1.要有良好的精神状态。生物化学与分子生物学内容复杂而且抽象，学生学习时容易产生畏难情绪，积极培养学习的兴趣，以良好的精神状态进行学习，才能有好的学习效果。

2.要注意记忆与理解的相互促进。生物化学与分子生物学内容十分丰富，有不少知识点需要记忆，丰富的记忆材料是良好理解能力的基础，对问题的理解又可以促进记忆，学生在学习中应注意锻炼记忆与理解的相互促进的学习方法。

3. 要注重阅读和练习。生物化学与分子生物学的有些内容特别复杂，学生读一本书或听一次课有时对问题的理解不深，如果能读多本书，不同的书叙述问题的角度不同，有助于学生加强对问题的理解。这门课有不少内容需要用化学的理论进行一定的计算，还有一些内容需要用实验现象来分析一定的问题，这就需要学生通过作业来练习。因此，加强阅读和练习至关重要。

4. 注重学习科学思维的方法和实验技能。生物化学与分子生物学是一门实验学科，绝大部分知识和理论都是通过实验发现的，了解重要科学发现的思路和主要途径，对于培养学生科学思维的能力和创新能力十分重要。本课程的教学过程中将会介绍一些相关的内容，希望引起同学的足够重视。实验技能对于获取新知识十分重要，一定要给与足够的关注，阅读相关的书籍，进行必要的实验技能训练。

**5. 注重与数理化特别是化学知识的联系。**生物化学与分子生物学是以数理化特别是化学为基础的。用化学理论来探索生物体的物质组成、有关物质的性质和代谢、与此相关的研究方法，构成了生物化学与分子生物学的基本内容，因此，学习生物化学与分子生物学一定要有很好的化学基础。数学、物理学和信息科学为生物化学与分子生物学提供研究思路 and 手段，生物化学与分子生物学的许多重大突破是由化学家和物理学家完成的，从一个侧面说明了数理化对于生物化学与分子生物学十分重要。

**6. 注重与生物学功能的联系。**生物化学与分子生物学是以生物体为研究对象的，对生物学的基本知识了解越多，学习生物化学与分子生物学就越容易，生物体内的物质组成、组成物质的性质、代谢和调控都是与其生物学功能相适应的。因此，从生物学功能的角度理解问题，可以显著的提高学习的效率。

## 课外阅读书籍

1. 王镜岩等, 生物化学, 高等教育出版社, 2002, 第3版;
2. 周海梦等, Lehninger生物化学原理 (第3版中译本), 2005, 高等教育出版社;
3. 郑集等, 普通生物化学, 高等教育出版社, 1998年第3版;
4. Garrett, and Grisham, Biochemistry (影印版), 2002, 高等教育出版社;
5. 罗纪盛等, 生物化学简明教程, 高等教育出版社, 1999, 第3版;
6. 朱玉贤 李毅, 现代分子生物学, 高等教育出版社, 1998, 第3版;
7. Robert F. Weaver, Molecular biology (影印版), 2001, 科学出版社;
8. 杨建雄, 生物化学与分子生物学实验技术教程, 2002, 科学出版社, 第1版;
9. 赵永芳, 生物化学技术原理与应用, 科学出版社, 2002, 第3版;
10. 陈钧辉等, 生物化学习题解析, 科学出版社, 2002, 第2版;
11. 张楚富, 生物化学解题指导与测验, 高等教育出版社, 2004, 第1版;
12. 杨建雄, 生物化学学习指导与习题祥解, 陕西师范大学出版社, 2005, 第1版.