

现代生物学导论

I. 引论

(书上第一章)

闫永彬

Yong-Bin YAN, Ph.D.

清华大学 生命科学学院



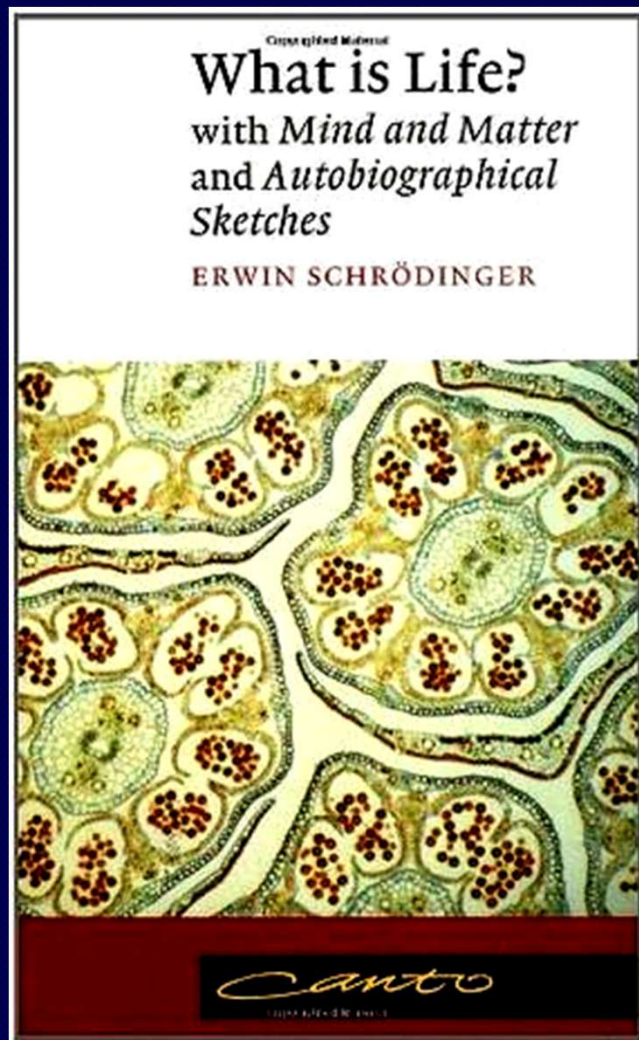
THU-SLS

YAN

第一章 生物与生命科学

- 第一节 什么是生命（重点）
- 第二节 为什么学习生命科学（了解）
- 第三节 生命科学涵盖的主要内容（了解）
- 第四节 如何学习生命科学（了解）
- 第五节 学什么（了解）





什么是生命？

我思故我在

——笛卡尔

变幻中徘徊之物，固定于永恒的思想中

——歌德

一个按照自然规律来控制原子运动的人

——薛定谔



THU-SLS

YAN

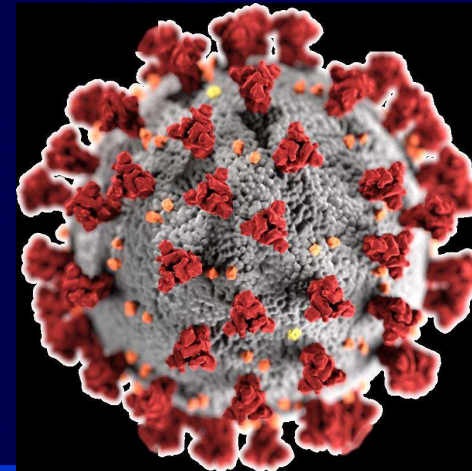
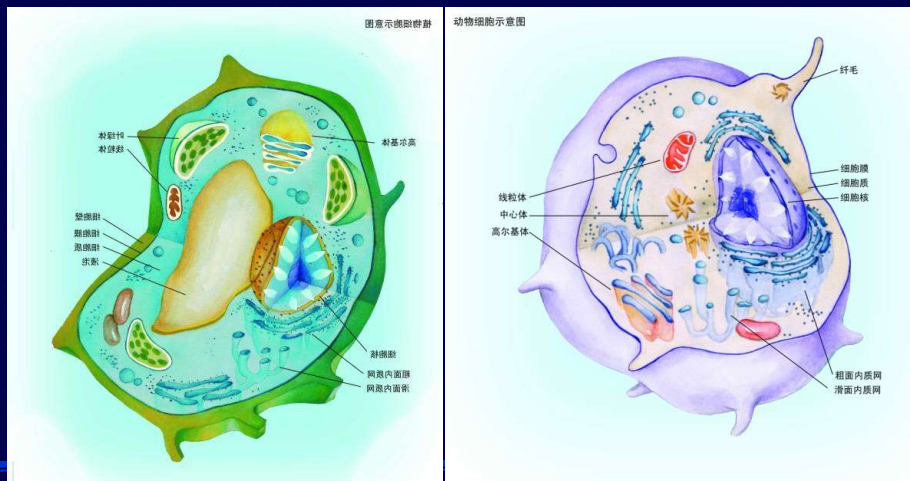
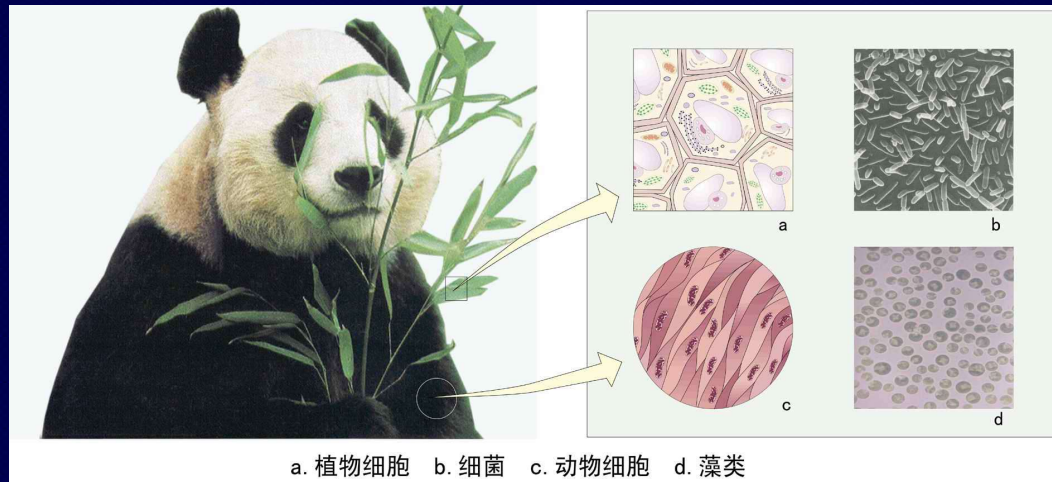
第一节 什么是生命

一、细胞是地球上生物的基本组成单位

- 除了病毒以外，所有的生物体都是由细胞组成的。由成千上万的细胞可以组成复杂的生物体，单个细胞也可以组成简单的生物体。
- 细胞由膜包被，内含有细胞核或拟核和原生质。
- 病毒（如新冠病毒、噬菌体）主要是由核酸和蛋白质外壳组成的简单生命个体，它虽然没有细胞结构，但仍然具有生命的其他基本特征。
- 细胞是生物结构与功能的基本单位，其生命活动的结构基础是细胞内高度有序且为动态的结构体系。



● 细胞是生物的基本组成单位（病毒也离不开细胞）



Human Immunodeficiency Virus (HIV)



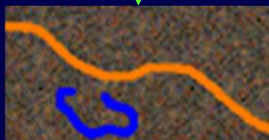
1 Attachment to the Lymphocyte Membrane



2 Entry of the Viral RNA



3 Reverse Transcription:
Converting viral RNA into DNA



4 Integration of Viral DNA



8 Assembly and Budding



7 Viral Protease



Protease Inhibitors



6 Translation:
RNA -> Proteins



5 Transcription:
Back to RNA

二、新陈代谢、生长和运动是生命的本能

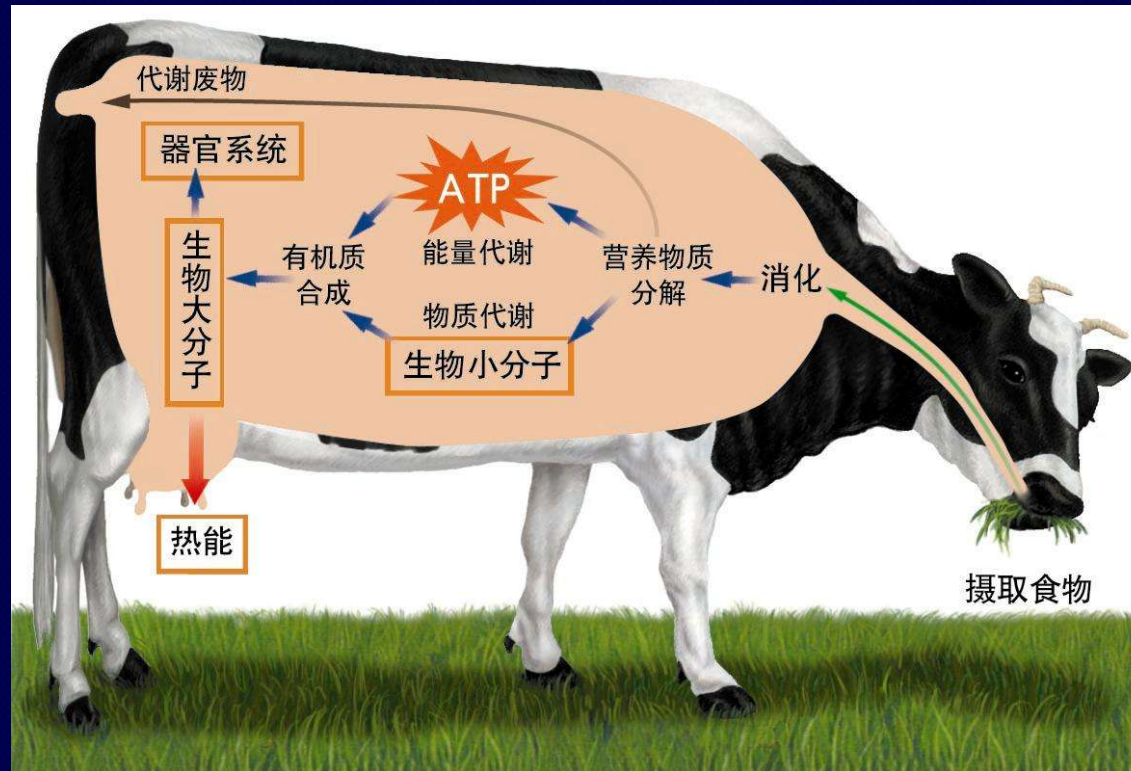
- 生命的活动需要能量，为了维持自身的有序状态，生物必须与外界不断地进行物质和能量交换。在生物体内，以腺嘌呤核苷三磷酸（缩写ATP）为代表的化学能不断地被合成和分解，维持着生命活动的能量需要和平衡。
- 生物与外界交换物质与能量的同时，体内连续地进行着合成代谢与分解代谢的生物化学反应。生物体内每时每进行的物质合成与分解以及能量转换就是新陈代谢。
- 生命运动与自然界其他运动形式如物理的位移、化学分子的结构变化等相比较，要复杂得多。因此，生命运动是自然界最高级的运动形式。如食虫植物可以捕食消化昆虫。
- 富含自由能的有机物合成与有机物分解是新陈代谢对立统一两个方面。光合作用与细胞的呼吸作用。



- 新陈代谢、生长和运动是生命的基本功能

物理运动—化学运动—生命运动 最高级/复杂运动形式 ATP

生物是一个开放系统，不断与环境互作



三、生命通过繁殖而延续，DNA是生物遗传的基本物质

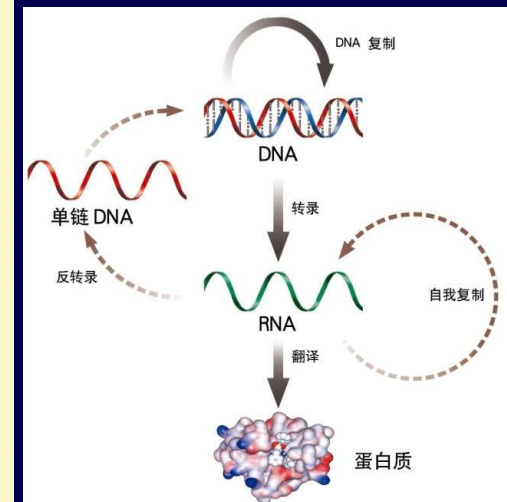
- 遗传和变异还是生物进化的基础。
- 脱氧核糖核酸(简称DNA)是生物遗传的基本物质，遗传信息以密码的形式储存在构成基因)的DNA分子中。
- 生物所具有的携带遗传信息的遗传物质总和称为基因组。



● 生命通过繁殖而延续，DNA是生物遗传的基本物质



种瓜得瓜，
种豆得豆。
龙生龙.....



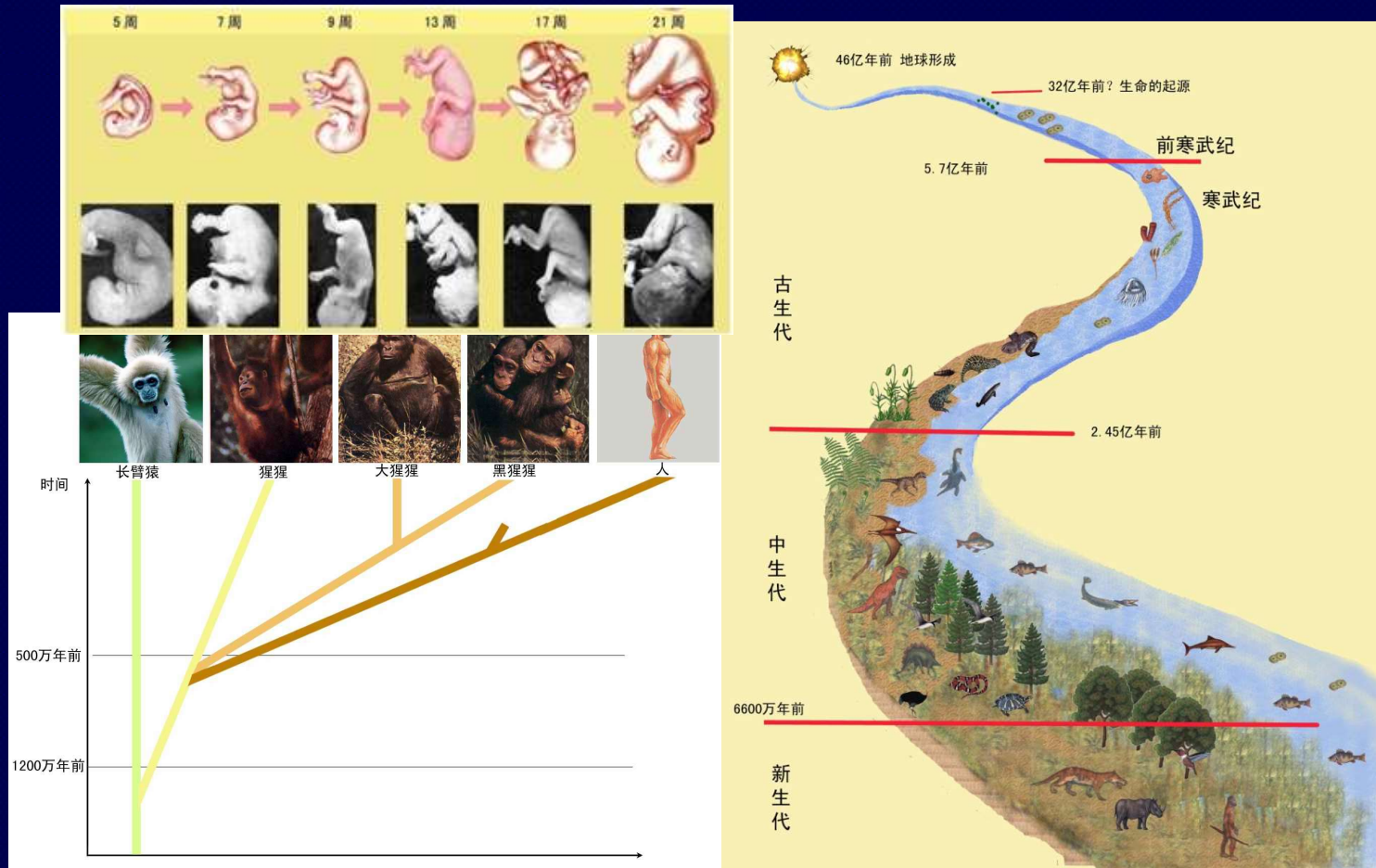
在自然界，唯独生物具有繁衍后代的能力。

四、生物具有个体发育和进化的历史

- 生物体的一生，通常从生殖细胞形成受精卵开始，受精卵分裂并经过一系列形态、结构和功能的变化形成一个新的个体，新个体通过增加细胞体积和由于细胞分裂增加细胞数目而生长，再经过性成熟、繁殖后代、衰老后最终死亡，生物这一总的转变过程称为**发育**。
- 生物个体不断繁殖后代，无数个体生活史串联起来，生物的一些基本特征代代相传但又有所改变，即遗传和变异的组合，再加上自然选择的长期作用，便构成了生物进化的历史。
- **进化**就是遗传、变异和自然选择的长期作用导致了生物由低等到高等、由简单到复杂的逐渐演变过程。
- 进化还是生物多样性的来源。



● 生物具有个体发育和系统进化的历史

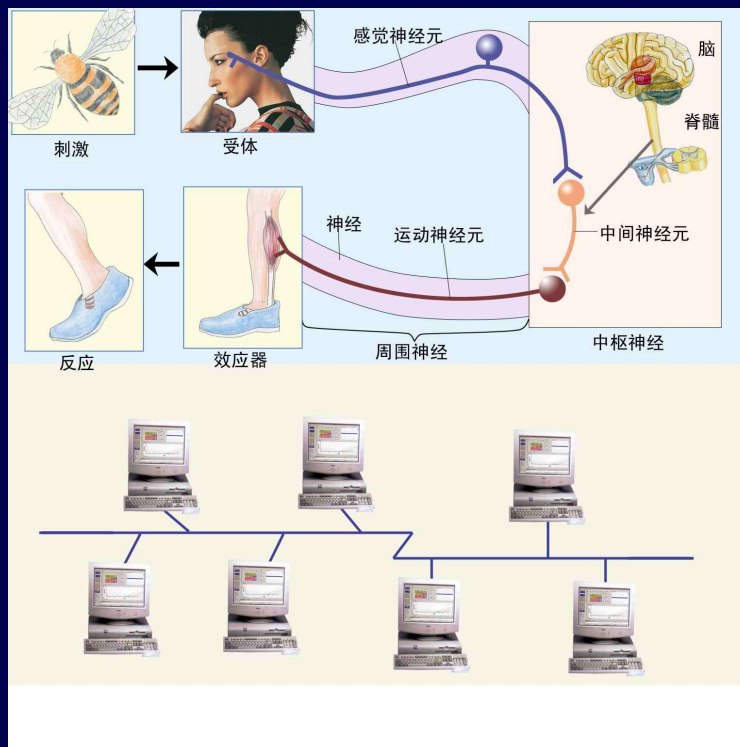


五、生物对环境具有适应性

- 生物的进化从根本上说，是由于生物对外界刺激产生应激反应、自我调节和生物对自然环境适应的结果。
- 生物与环境的关系及相互作用体现在包括从个体、种群、群落和生态系统等不同的层次上。

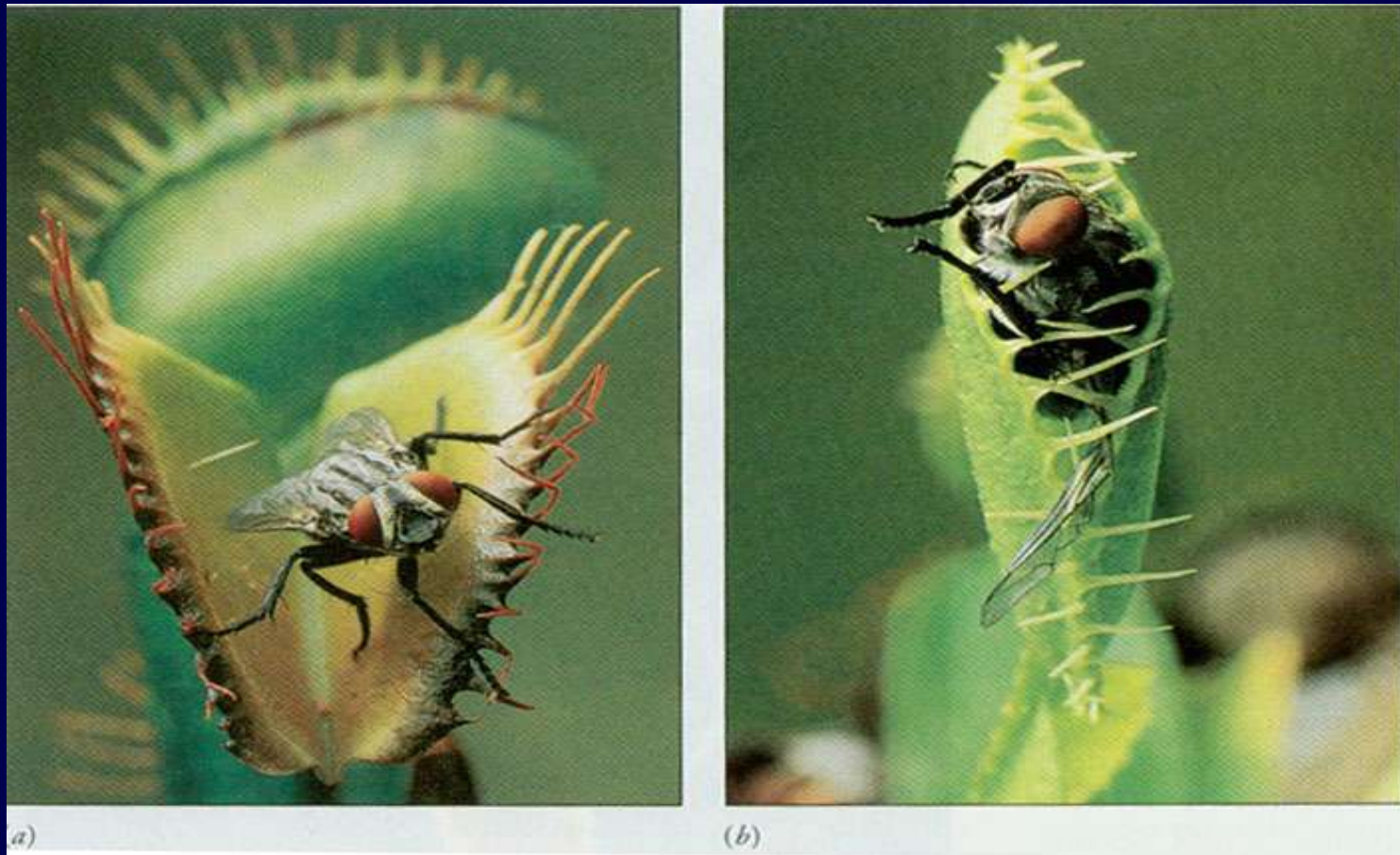


- 生物对外界可产生应激反应和自我调节，对环境具有适应性



生命科学不仅要研究生物体本身，还要研究生物与环境的相互作用。





当捕蝇草的叶子边缘探测到昆虫时，就会合拢，抓住它，并分泌酶，将其消化。





适 应

- 1) 一只斑马在饮水，另一只斑马在警戒。
- 2) 斑马身上的条纹使它们与其它物种明显地区别开来；并且在远距离看时呈伪装作用；
- 3) 斑马的胃已适应吃草根类食物。



● 生物多样性与生命本质的一致性

丰富多彩的生物多样性是构成自然资源的重要组成部分:

- 已经描述过的物种约200万种(植物26万, 昆虫75万, 脊椎动物50万) ;
- 据最保守估计, 地球上现有的生物物种大约在500万种以上 (2011的研究称地球现有物种约870万(正负误差130万), 其中650万种物种在陆地上, 220万种 (占总数的约25%) 生活在海洋深处。人类已知部分极少) ;
- 对物种消失速度的估计, 每十年地球物种消失约为8-11%。





第一节 什么是生命

■ 地球生命（生物体）的基本特征

- 细胞是生物的基本组成单位（病毒也离不开细胞）
- 新陈代谢、生长和运动是生命的基本功能
- 生命通过繁殖而延续，DNA是生物遗传的基本物质
- 生物具有个体发育和系统进化的历史
- 生物对外界可产生应激反应和自我调节，对环境具有适应性
- 生物多样性与生命本质的一致性

——生命是具有以上特征的物质形式

能量流 信息流 进化流



■ 生命的定义（供参考）

Biologists have developed a list of eight **characteristics** shared by all living organisms. **Characteristics** are traits or qualities.

- Cellular organization
- Reproduction
- Metabolism
- Homeostasis
- Heredity
- Response to stimuli
- Growth and development
- Adaptation through evolution



想远一点儿：

人造生命是生命吗？

再想远一点点儿：

它们是活的吗？

再再想远一点：

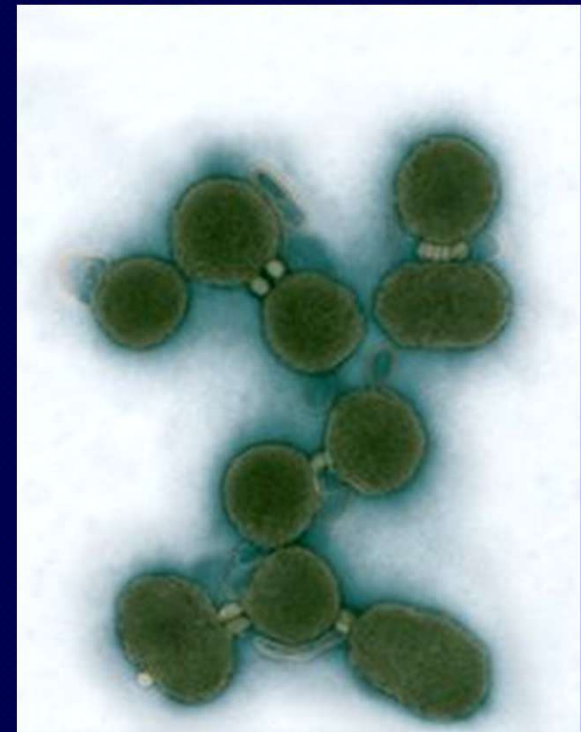
如果我们要寻找外星生命，怎么去抽提生
命更本质更普遍的特征？



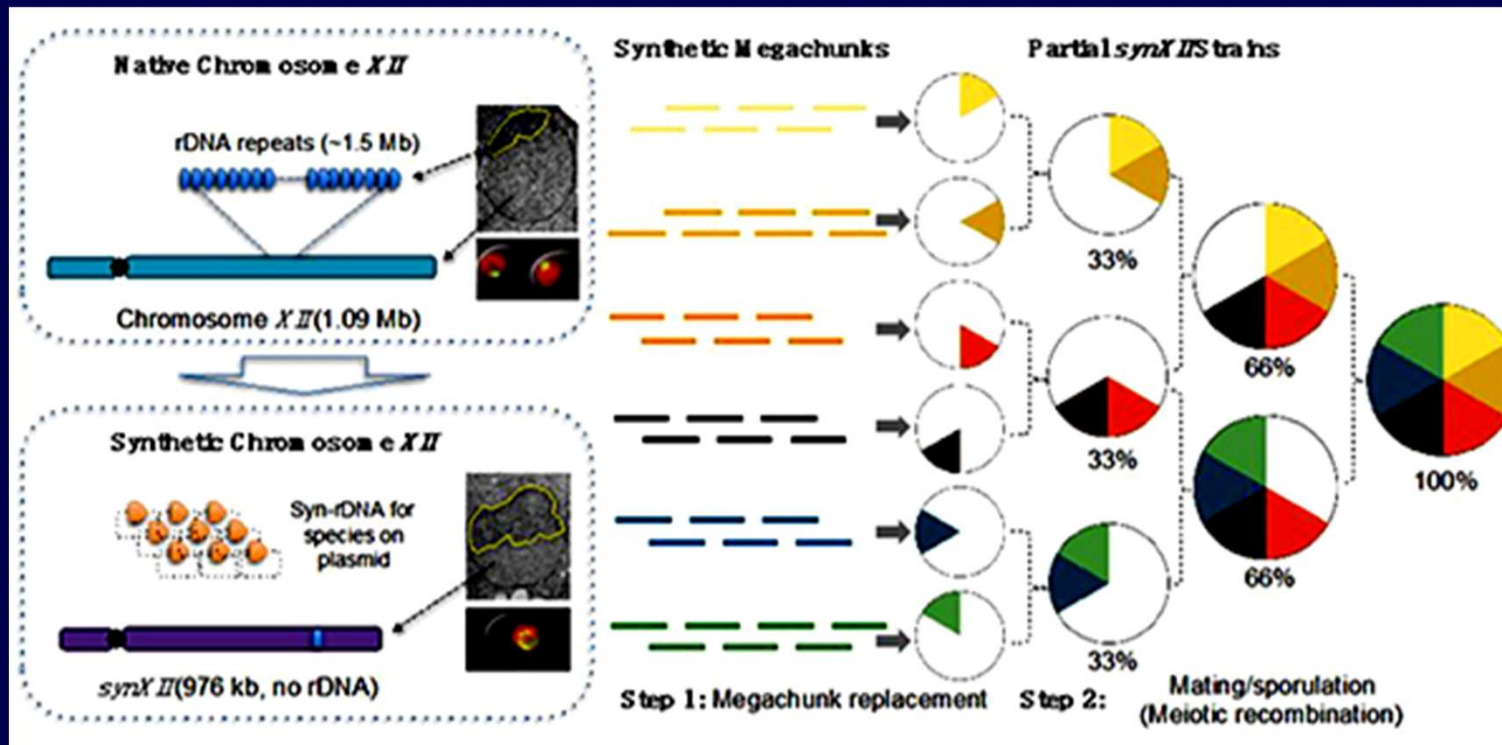
2007年10月8日，美国科学家克雷格·文特尔表示，他目前已经在实验室成功地制造出一个合成的人造染色体。

2010年5月20日，美国私立科研机构克雷格·文特尔研究所宣布世界首例人造生命——完全由人造基因控制的单细胞细菌诞生，并将“人造生命”起名为“Synthia 辛西娅”。

人造染色体共有**381**个基因片段和**58**万对基因密码



2017清华生命学院戴俊彪研究组在《Science》报道 酿酒酵母十二号染色体的设计与人工合成



网络视频

https://v.youku.com/v_show/id_XNTg2NTlwMjQ4.html



温馨提示：此视频框在点击“上传手机课件”时会进行转换，用手机进行观看时则会变为可点击的视频。此视频框可被拖动移位和修改大小

Non-equilibrium...liquid...chemical bonds...

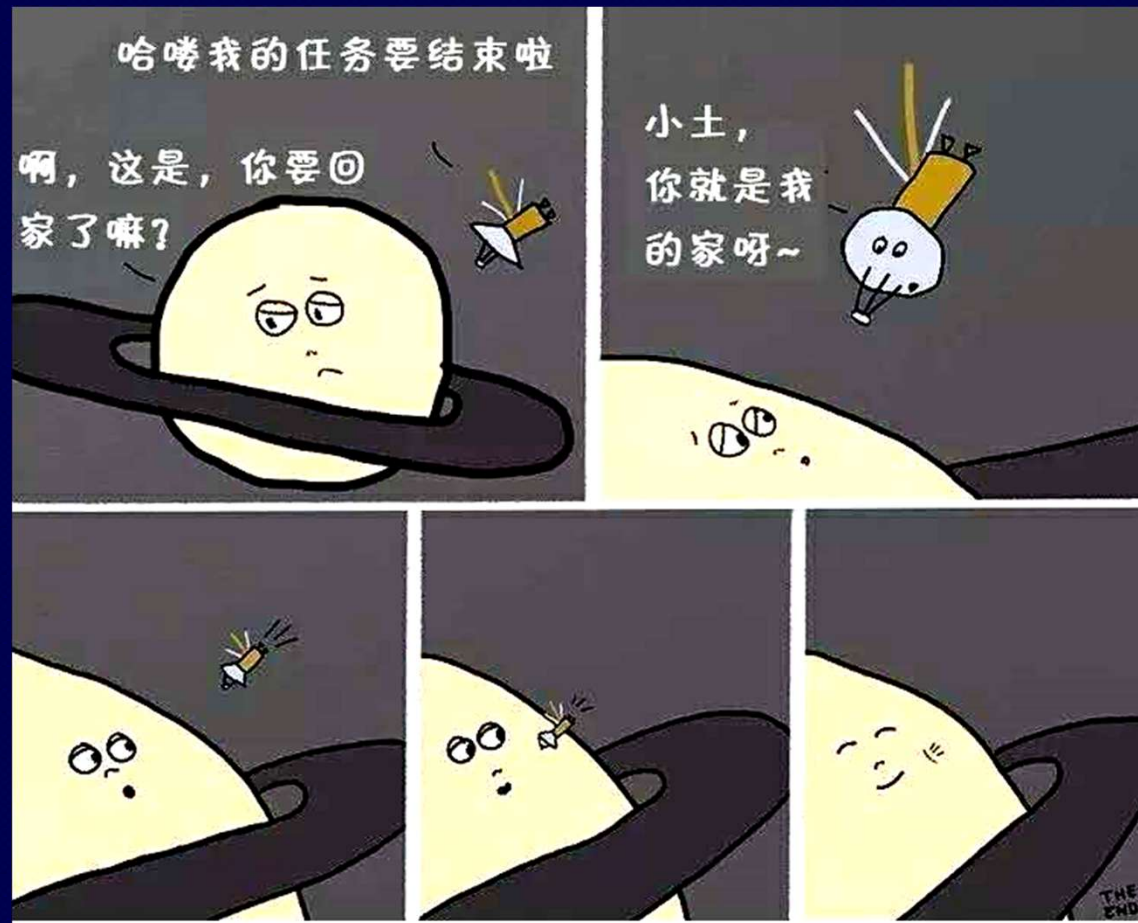


THU-SLS

YAN

20年，它的心跳，停止在那一秒.....

卡西尼-惠更斯号 -- 人类向土星发射的旗舰级深空探测器(1997-2017)



第二节 为什么学习生命科学（了解）

非生物学专业，兴趣？学分？

Mixture of the motivations?

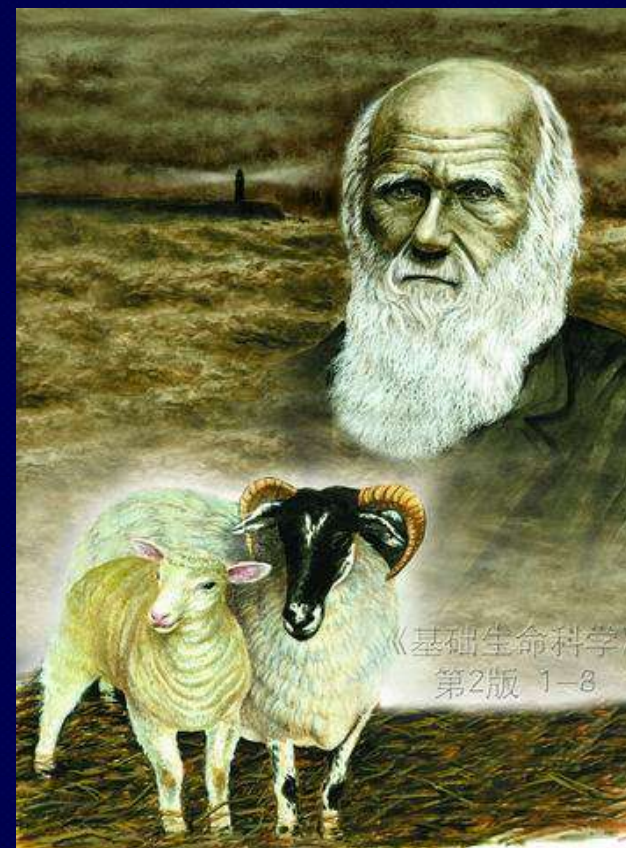
- 从生命科学发展的角度
- 当今人类社会面临最重大的问题和挑战
- 科学使命及社会责任



第二节 为什么要学习生命科学

一、从达尔文的进化论到绵羊“多莉”的克隆

- 1859年，达尔文《物种的起源》发表。他的关于生物进化的革命性理论不但引起科学界的广泛兴趣，当时也引起了广大平民百姓的关注。
- 1997年，首例哺乳动物—绵羊“多莉”的克隆，这个神奇的故事立刻上了各传播媒介的首页和头条，一夜之间，全球大多数生物技术公司的股票价值迅速地上升。



被称为“克隆羊之父”的英国胚胎学家伊恩·威尔穆特 (Ian Wilmut) 于2023.9.10因帕金森并发症去世，享年79岁



THU-SLS

YAN

2003年拍摄于苏格兰国立博物馆 | Murdo Macleod/The Guardian

■ 从生命科学发展的角度

- 从1859达尔文的进化论到分子生物学“中心法则”的提出；
- 从1997年2月27日 I. Wilmut: Nature报道“多利”羊的克隆到2001年2月人类基因组计划框架的完成；
- 2007年11月，美国和日本科学家分别宣布独立发现 iPS (2012年诺贝尔医学奖)
-
- 2010, 美国科学家，人造细菌的出现，
- 2014年基因编辑技术的出现
- 2015-2016精确编辑植物基因
- 2017人工合成酵母染色体
- ...

生命科学的发展可能带来对人类思想和观念的重大冲击。

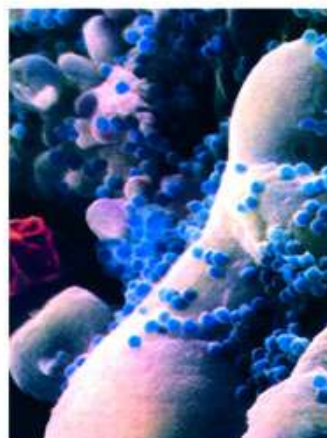


二、人类面临的挑战

- 人口膨胀
- 粮食短缺
- 疾病危害
- 环境污染
- 能源危机
- 资源匮乏
- 生态平衡被破坏
- 生物物种大量消亡



粮食短缺



疾病危害 (AIDS 病毒感染)



环境污染



生态平衡被破坏

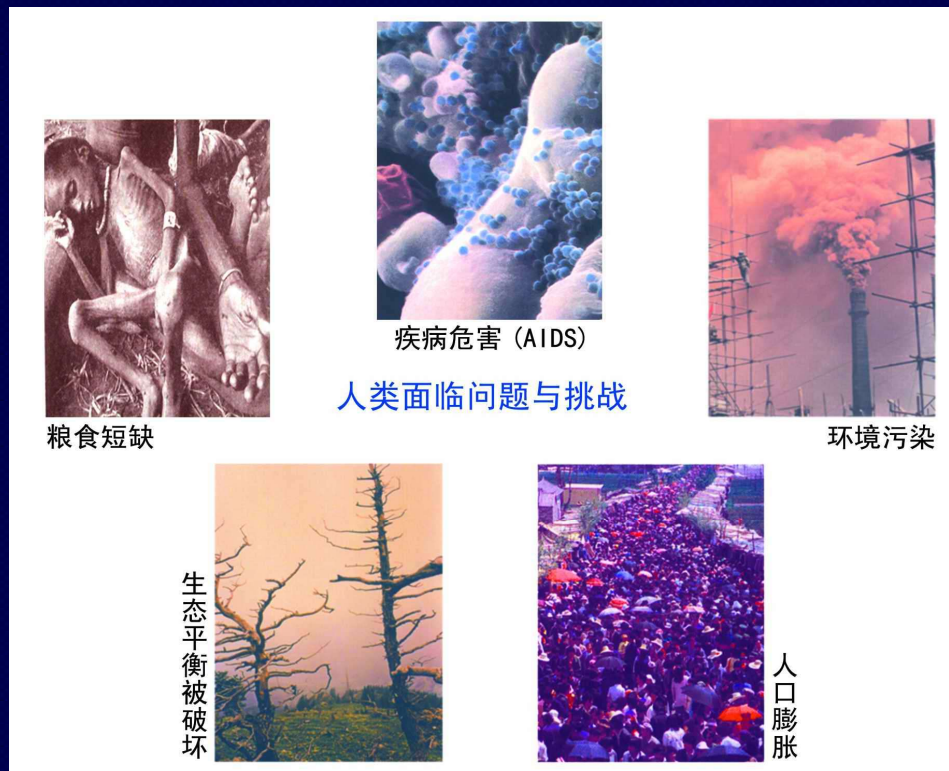


人口膨胀



■ 当今人类社会面临最重大的问题和挑战

- 人口膨胀;
- 粮食短缺;
- 环境污染;
- 疾病危害;
- 能源危机;
- 资源匮乏;
- 生态平衡破坏;
- 生物物种大量消亡。



解决人类生存与发展所面临的一系列重大问题，在很大程度上将依赖于生命科学的发展。生命科学对人类经济、科技、政治和社会发展的作用是全方位的。



三、新世纪的大学生不能没有现代生命科学基础知识

■ 人们的日常生活越来越离不开对生命科学知识的学习和理解。

手机是否对人的健康有影响？



(总玩儿手机对手机不好)

如何面对转基因食品？



(智商税总归是难免的吧？)

抵制野生动物毛皮做的衣物？



(以及抵制啥连胡建人都吃的某某？)



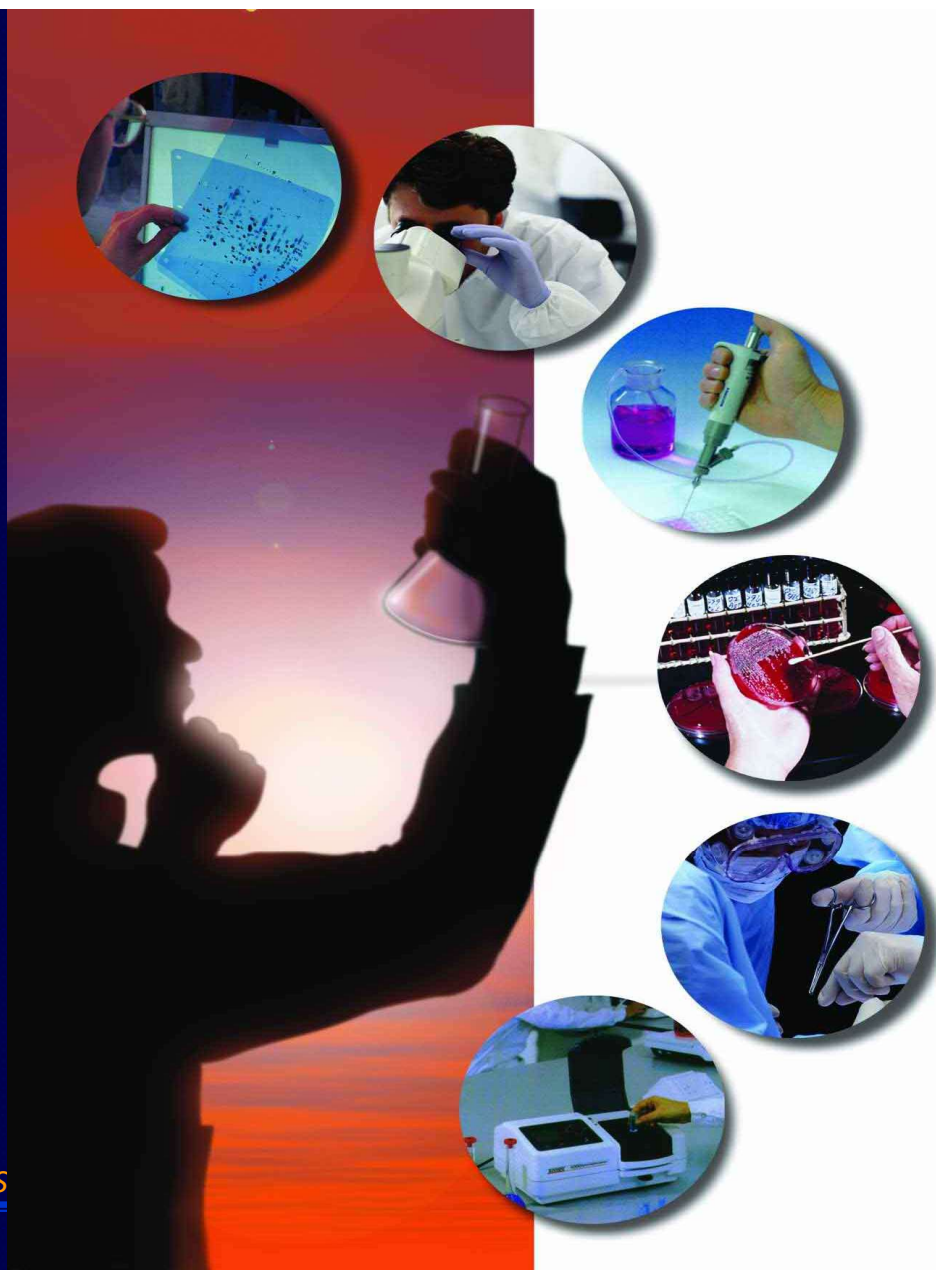
- 当生命科学与生物技术的发展到了能改变人类自身构成的时候，它不仅仅涉及到技术的复杂性，还涉及伦理道德等社会问题。您的认识和看法以及公众的认识和看法就会对政府的决策及生物技术的发展方向甚至人类社会的发展发挥重要的作用。
- 如果你决定成为一名生物学家：大脑、新植物品种、癌症。。。
- 生物技术公司：基因药物、诊断芯片。。。
- 如果从事物理学、自动化、计算机、材料科学：学科交叉
- 如果从事文科专业：生命科学与人类和社会的联系
- 每一个人：认识自己、认识生命
- 非生物类专业学生学习基础生物学知识是现代高等教育的发展趋势
(所以不要来问老师为啥某某专业也要学生物。如果要问，也应该问你们院系的领导，好伐)



四、生命科学的发展需要您的参与

- 20世纪后叶分子生物学取得了一系列突破性成就，使生命科学在自然科学中的位置起了革命性的变化，现已聚集起更大的力量，酝酿着更大的突破走向21世纪。
- 生命科学的发展和进步向其它学科提出了很多新问题、新思路和新挑战。生命科学不但是21世纪自然科学的带头学科，而且逐渐成为一门“中心科学”。
- 生命科学与现代生物技术的快速发展又为其他行业开辟了更加广阔的前景，生命科学与技术对国家安全也具有重大意义。
- 诺贝尔奖得主之中有许多曾是非生物学类专业的学生。
- 有您的参与，生命科学将会对人类社会的发展做出更重大的贡献。





生命科学的发展需要 您的参与！

20世纪后半叶分子生物学的突破性成就，使生命科学在自然科学中的位置起了革命性的变化，并已聚集起了更大的力量，带着一系列的突破走向了21世纪。生命科学的发展和进步也向数学、物理学、化学、信息、材料及许多工程科学提出了很多新问题、新思路和新挑战，带动了其他学科的发展和提高，生命科学成为了21世纪的带头学科。



第三节 生命科学涵盖的主要内容（了解）

一、生物学的概念与基本内容

- 生命科学是研究生物体及其运动规律的科学，广义的生命科学还包括生物技术、医学、农学、生物与环境、生物学与其他学科交叉的领域。人们常用生命来泛指所有的生物和广义或抽象的生物活动现象，而用生物来特指某一种具生命特征的个体或群体。
- 生物多样性反映了地球上包括植物、动物、菌类等在内的一切生命都有各不相同的特征及生存环境，它们相互间存在着错综复杂的关系。
- 所有的生物都具有一些共同的特征，我们可以在不同的层面和深度来认识这些特征。



■ 基础生命科学涵盖的最基本的内容至少该包括：生命的化学组成、细胞的结构与功能、能量与代谢、繁殖与遗传、遗传信息的传递与控制、生物的起源进化与系统分类、生物个体的发育、结构、功能和行为，生态环境、生物技术和生命科学的前沿与新进展等。

■ 随着科学研究的深入，生命科学被分成诸多不同的领域或专门分支学科。如基础生物学科方面除了普通生物学外，还可包括细胞生物学、生物化学、生物物理学、微生物学、遗传学、分子生物学、生态学、生理学、生物技术学等，分别研究涉及生物与生命活动的不同方面，它们之间也存在某些内容的重叠。 。

■ 本门课程简明地阐述生命的化学、细胞、代谢、遗传、分子生物学、进化、生态、健康与疾病和生物技术等方面最基本的概念和理论。



二、微观与宏观领域相互联系

- 生物体是高度组织化的复杂生命形式的表现，我们可以在不同的层次和水平上来认识它们。
- 生物体由不同的器官组成，器官由组织组成，组织由细胞组成，真核细胞含有许多细胞器，细胞器中有许多生物大分子，生物大分子由多种原子组成。现代生命科学研究正在由宏观向微观深入发展，分子生物学正在向揭示生命的本质方向迈进。
- 从分子水平上认识核酸等生物大分子的结构特征、功能和变化规律，使人类有可能从本质上和机理上深入地揭示生物遗传、信息传递和代谢调控的奥秘，并有可能主动地重组和改造生命使之为人造福。



《基础生命科学》
第2版 1-13



在不同的层次和水平上来认识生命

■ 现代生命科学还不仅只研究单个生物体及其生命活动的过程，它还研究众多生物个体之间的相互关系与联系（即生物进化与生物多样性问题），研究这些生物体与环境的相互关系与相互作用。

■ 现代生命科学同时也正在向宏观方向深入，生命科学的微观与宏观领域是相互联系，相辅相成的，我们不能只见树木不见森林。因此需要从微观和宏观两个方面把握生命科学的基本概念和内容。

■ 从分子水平上认识核酸等生物大分子的结构特征、功能和变化规律，使人类有可能从本质上和机理上深入地揭示生物遗传、信息传递和代谢调控的奥秘，并有可能主动地重组和改造生命使之为人造福。



三、跟踪生命科学和生物技术的最新进展

- 生命科学是当今科技发展最快、最具有挑战性的学科领域，学习生命科学也应该与时俱进，不断调整和扩展相关内容。
- 20世纪后叶，生命科学领域一系列突破性成就，不但改变了它在自然科学中的地位，而且引发了一场生物技术革命，这场革命将为人类带来巨大的利益和财富。
- 很多人预测，生物技术引擎助推世界经济继续增长，以高技术、高投入和高利润为特点的生物技术产业将成为全球下一轮新的经济生长点。 “生物产业立国”：

中国已设立了20多个生物技术园区；

我国首创的水稻杂交技术和超级杂交稻（袁隆平爷爷让你吃饱不是为了让你天天吃饱了玩儿手机）。



第四节 如何学习生命科学（了解）

一、兴趣是最好的老师

- 世间万物，唯独生命是最美的。
- 尽管每一个人都有不同的知识背景、生活经历和不同的人生目标，但我们都热爱生命，这是共同的。

二、把握基本概念和它们之间的内在联系

- 进化流、信息流和能量流贯穿了整个生物界和生命过程，是我们学习生命科学基本概念时需要重点把握的知识框架和内在联系的主要脉络。



- (1) 生物在地球上已经有35亿年的历史，进化可以把包括人在内的所有生命形式以及相关现象串连起来。
- (2) 所有生物都需要获得精确的信息指令来指导和控制其生长、运动、代谢、分化和繁殖等，因此发生在分子水平上的信息传递或信息流动是一切生命活动必不可少的过程。信息传递包括由DNA分子组成的遗传信息向后代的传递，还包括由基因控制的遗传信息通过转录、翻译过程合成蛋白质而控制细胞与组织的结构与功能，蛋白质和其它化学物质还可以作为特殊的化学信号通过细胞的信号传导途径来启动相应的生物化学反应。
- (3) 所有生命都共享地球上的环境，高度有序的生命要依靠不断从外部输入能量来维持，由此造成生物与环境、不同生物之间和同一生物体内发生以物质流带动的能量流动是生物之间相互作用和生命活动相互影响的重要原因。



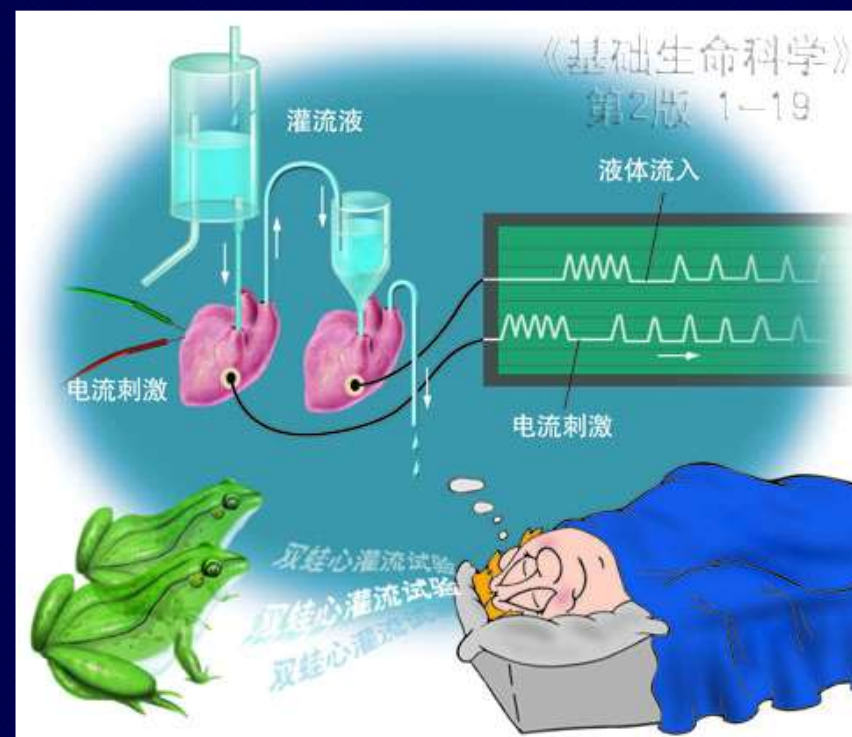
三、 提出问题和设想

- 观察、提问、设想、推理、分析、实验验证等是科学创新的基本要素。在这些基本要素中，天性好奇和提出好的问题是学习和创新的发动机。
- 密切联系实践
- 树立正确的科学态度，掌握正确的科学方法



四、 实验是开启生命王国大门的钥匙

- 科学实验和观察是假设成为理论的桥梁，生命科学离不开实验，如Loewi的故事。
- 生物学实验可以帮助我们更深刻地理解生命科学的基本概念和原理，提高我们的动手能力、分析问题和解决问题的能力。
- 从著名科学家的实验设计和研究经历中学习生命科学。



基础生命科学 第2版

ESSENTIAL OF LIFE SCIENCE 2nd Edition

吴庆余



高等教育出版社

课堂教学与教材

中国第一部全
彩色大学基础
生命科学教材



THU-SLS

YAN

本课程内容安排/教学大纲

1. 引论—生命的本质
2. 生命的基本化学组成
3. 细胞-结构与功能
4. 代谢I
5. 代谢II
6. 遗传与基因
7. 遗传信息流动
8. 生物膜
9. 膜转运
10. 细胞分裂
11. 细胞分化与发育
12. 细胞死亡和疾病
13. 生命的起源和进化
14. 生态学基础
15. 期末考试

书上其它内容以自学为主



考核方式

约15次作业+5-7次小测+期末考试

期末考试范围：教材，课堂讲授部分为重点

期末考试时间：最后一周



本章摘要

细胞是生物的基本组成单位；新陈代谢、生长和运动是生命的本能；生命通过繁殖而延续，DNA是生物遗传的基本物质；生物具有个体发育的经历和系统进化的历史；生物对外界刺激可产生应激反应并对环境具有适应性。生命是集合这些主要特征的物质存在形式。

生命科学已成为自然科学的“带头科学”。解决人类生存与发展所面临的一系列重大问题，在很大程度上将依赖于生命科学的发展。掌握生命科学和相关学科的新理论和新技术，是培养既懂生命科学又有其他专门学科知识的复合型人才的需要。

现代生命科学研究正在由宏观向微观深入发展，分子生物学正在向揭示生命的本质方向迈进。生命科学的微观与宏观领域是相互联系，相辅相成的，我们需要从微观和宏观两个方面把握生命科学的基本概念和内容。

创新性的科学研究推动了生命科学的进步和大发展，深刻地影响着人们的世界观、价值观和人生观，也深刻改变了人类文明的发展进程。科学研究经常采用演绎和归纳两种基本的系统思维方式。科学研究中，科学家以科技研究论文的形式达到交流的目的。



本节重点

■ 生命的基本特征

- 作业：网络学堂
- 自学：第一章未讲部分
- 下节内容：生化（书第二章）

Thanks for your attention!

