



高中生物教学中科学思维的培养

——生物课堂要讲“理”

南师大附中生物教研组



生物课堂中为何要讲 “理” ？

——有意义的学习

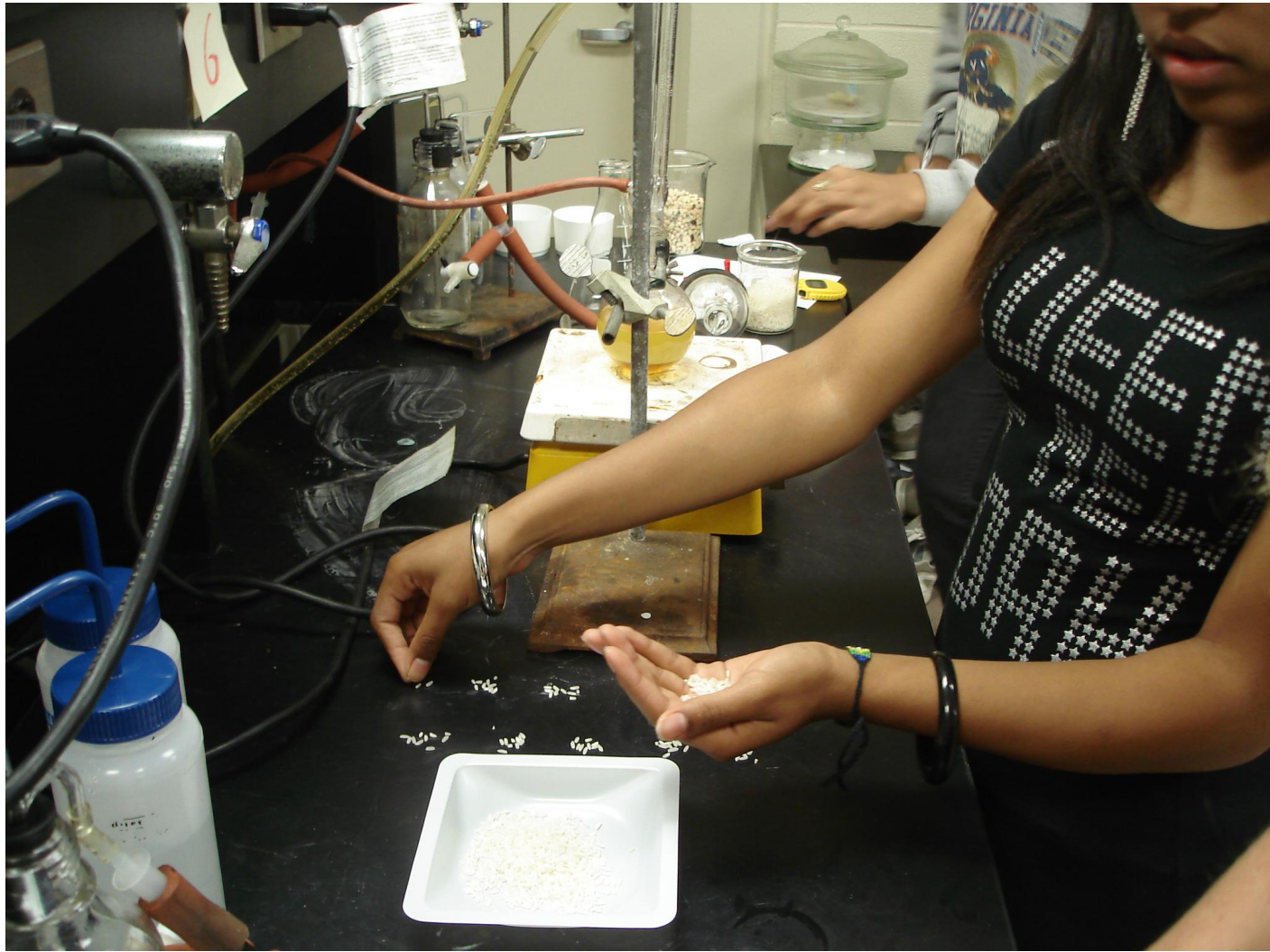
教学故事： 物质质量学习

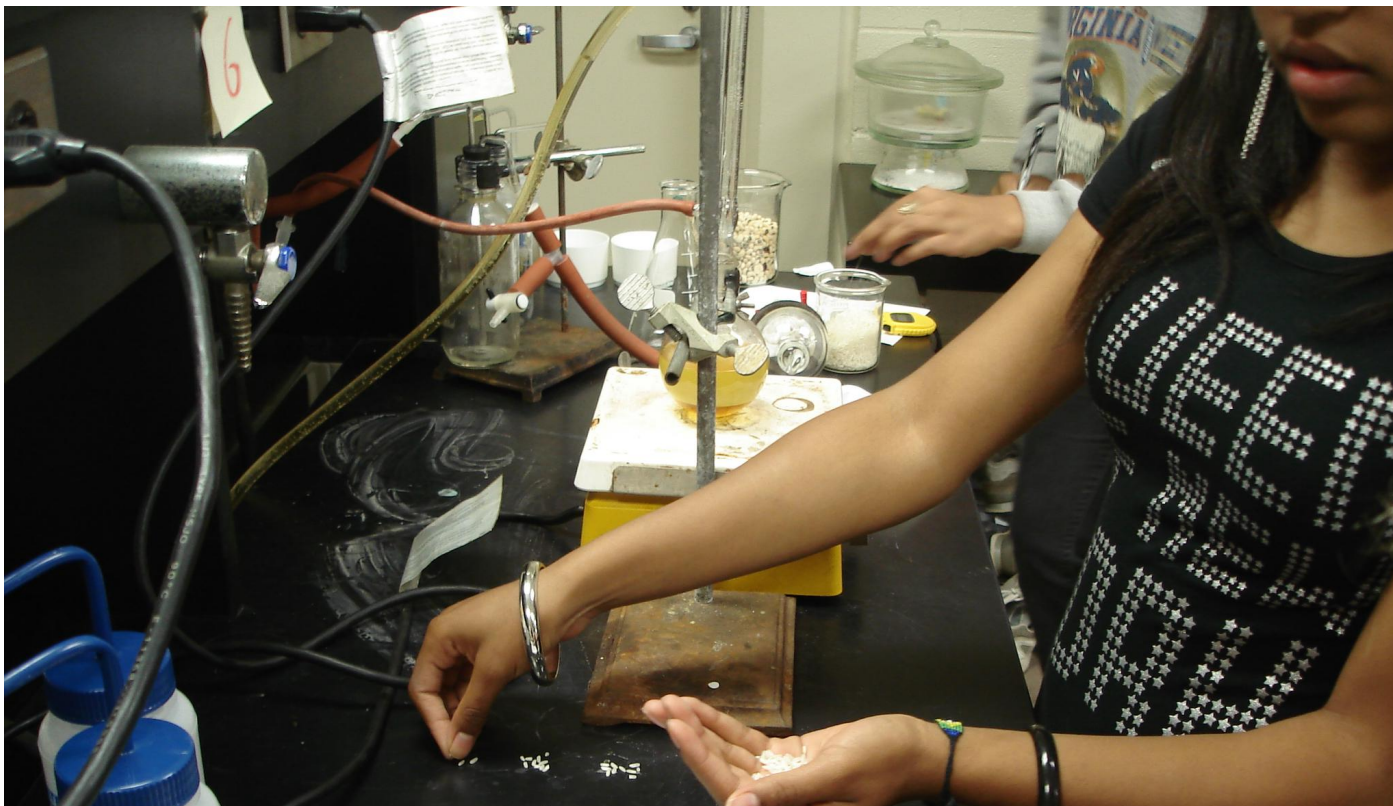
- **摩尔是物质的量的单位，1摩尔任何粒子所含的粒子数都是阿伏加德罗常数，其数值约为 6.02×10^{23}**











从数“米粒”这些“简单”实验中体会**为了方便计量微粒个数**，需要新定义一个物理量“物质的量”，并规定它的单位是**“摩尔”**。



原子这么微小，怎么数呢？

“一堆一堆”地数



1打12只



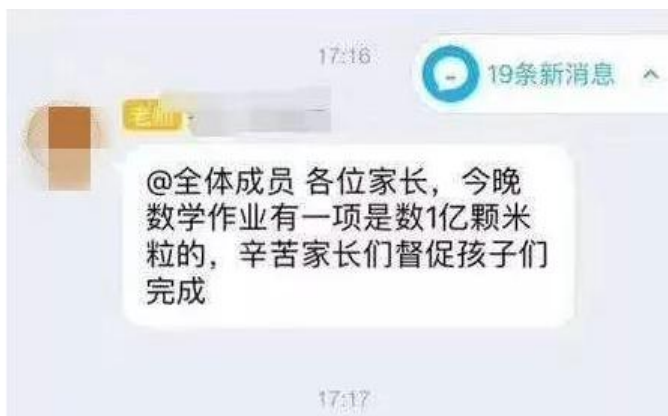
1筒50支



1令500张

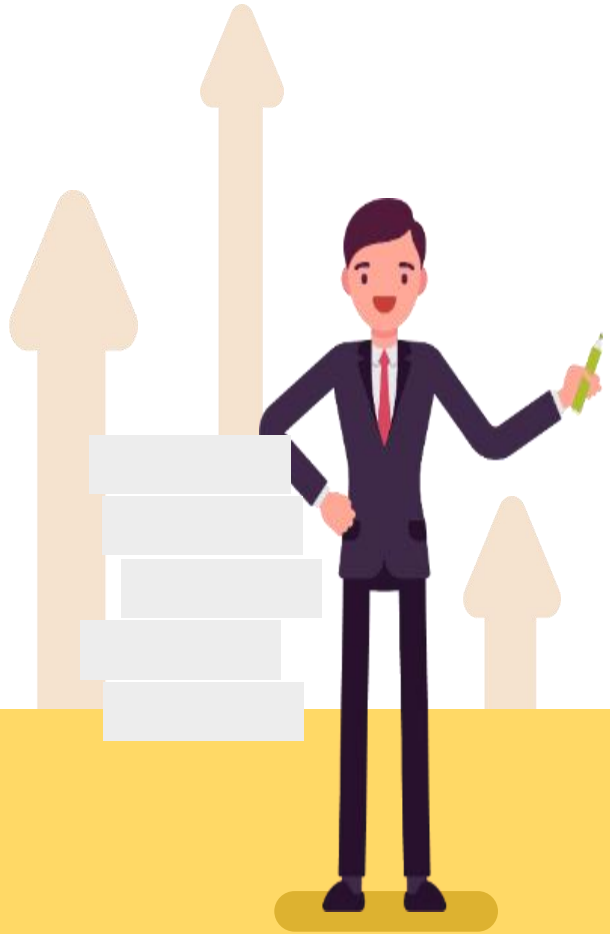
当所学的知识都忘了后，
剩下的就是素养

“数1亿粒米”故事



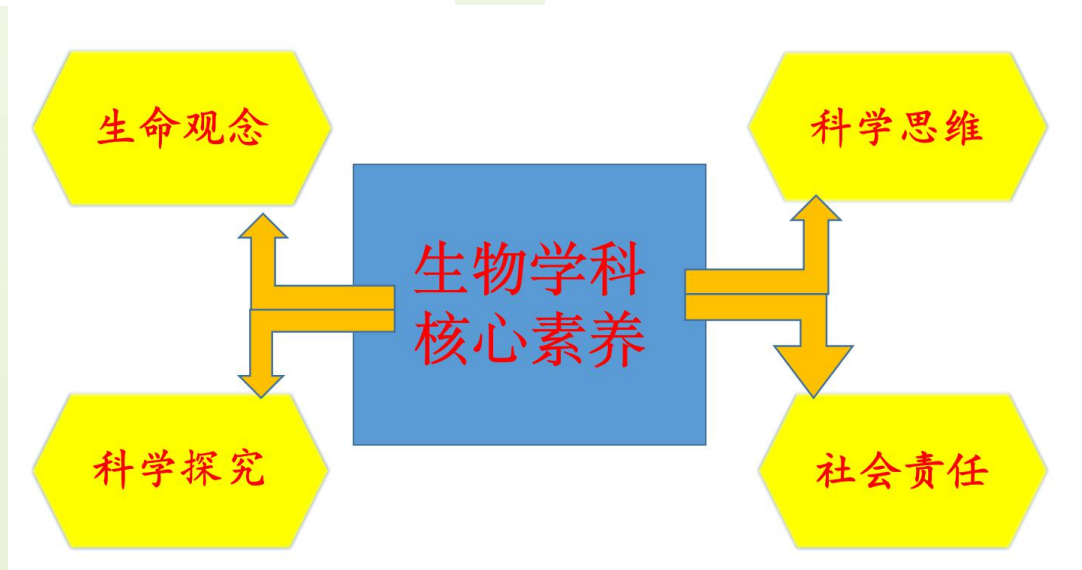
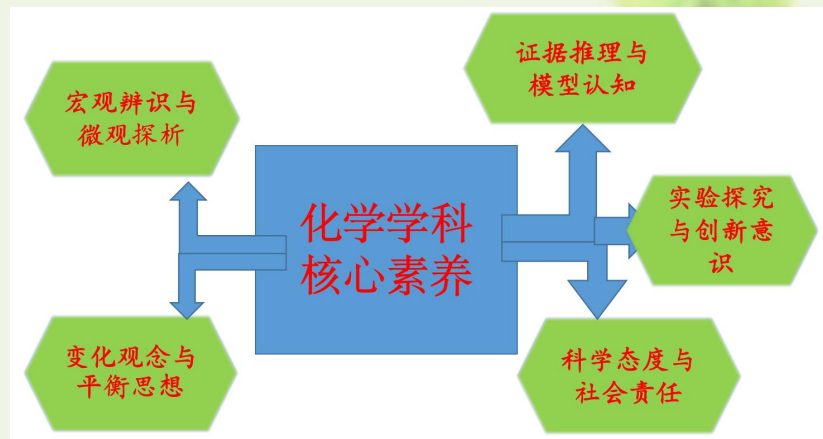
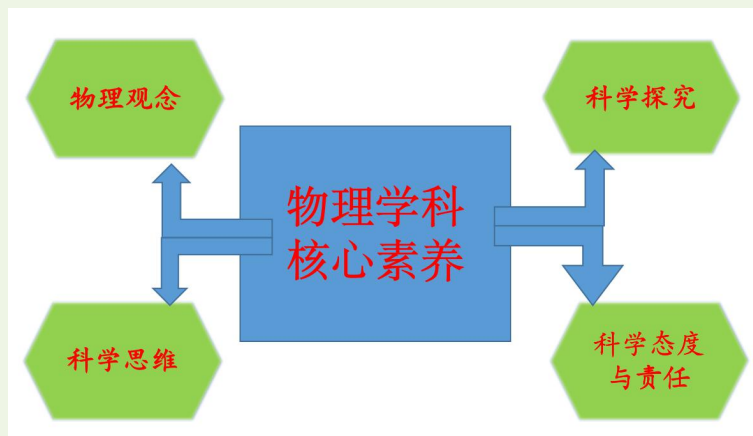
“数1亿粒米”故事





生物课堂中讲何“理”？





生命
观点

K

理性
思维

C

科学
探究

B

社会
责任

Z

科学思维



科学思维与理性思维的关系

- 科学思维的核心是理性思维，都是人类理性精神在思维中的体现。
- **科学思维=理性思维+直觉、灵感、顿悟等**
- 直觉是与生俱来的，灵感和顿悟是可遇而不可求的，教育教学中训练和提升科学思维，主要是指理性思维

➤ 理性思维



理性思维的概念解析

- **理性：合客观+合逻辑**
- **合客观：**
- 靠证据——观察、实验、调查等
- **合逻辑：**
- 靠推理——归纳、演绎

赵占良



生物课堂中如何讲 “理” ?



- 在学习过程中逐步发展理性思维，能够基于生物学事实和证据运用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模、批判性思维、创造性思维等方法，探讨、阐释生命现象及规律，审视或论证生物学社会议题。

生命
观点

K

理性
思维

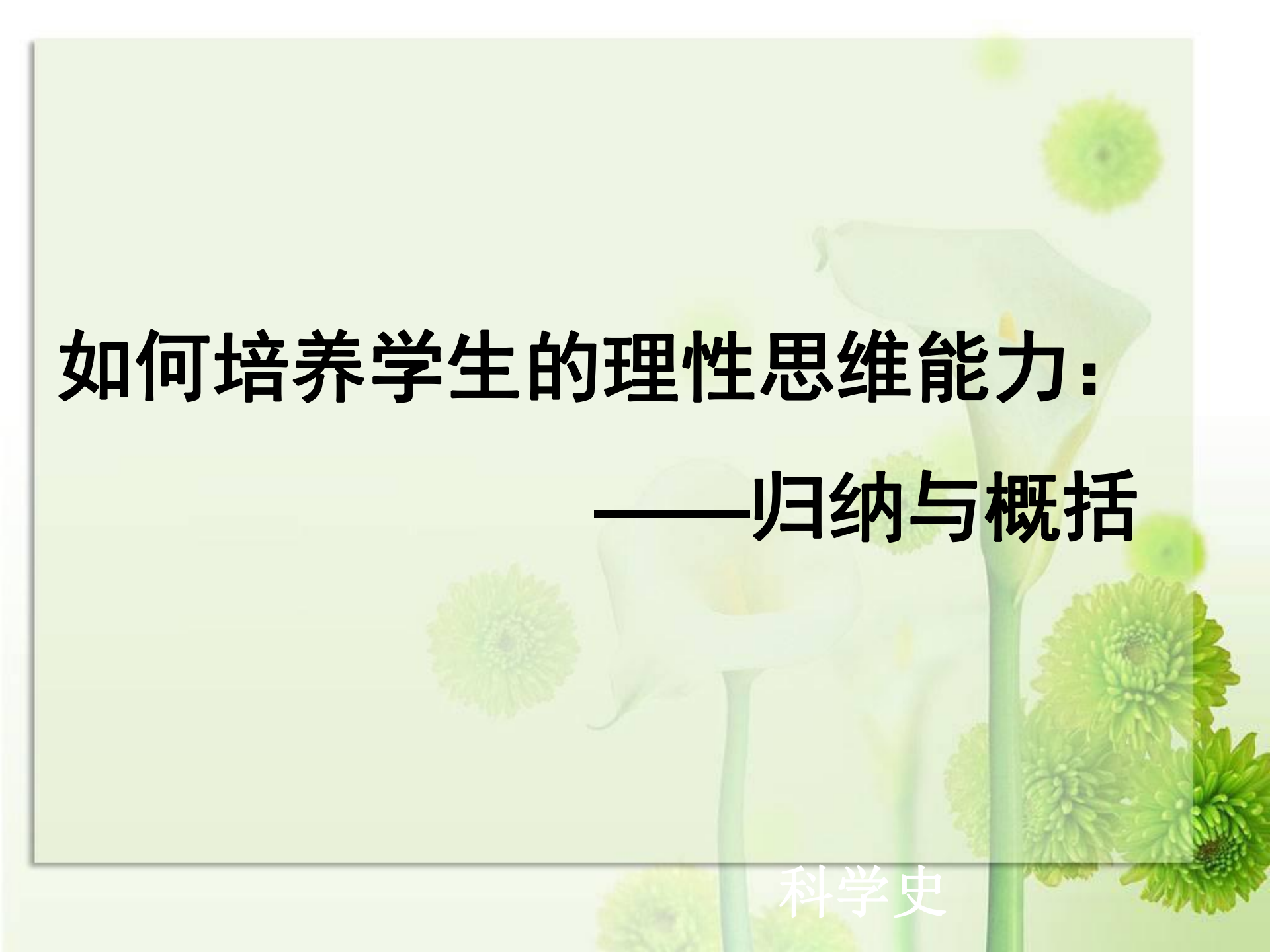
C

科学
探究

B

社会
责任

Z



如何培养学生的理性思维能力：

——归纳与概括

科学史

案例1. 蛋白质的结构



- 苏教版提供教学素材:

- 讲解氨基酸通式

- 分析组成蛋白质氨基酸结构特点

- 练习

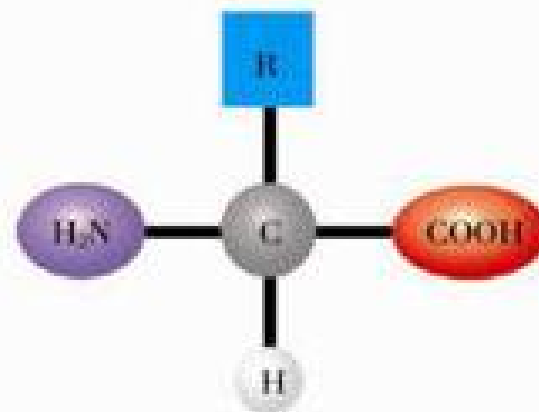


图 2-10 氨基酸结构通式示意图

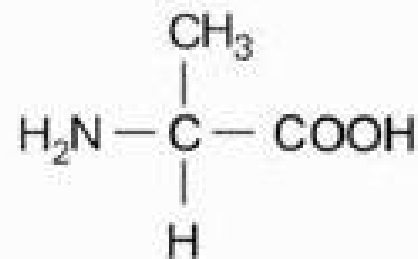
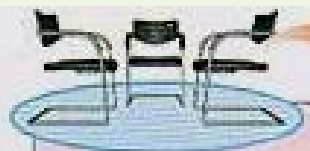


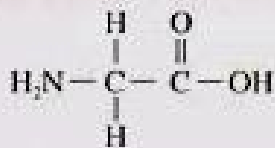
图 2-11 丙氨酸

- 展示几种组成蛋白质氨基酸
- 归纳总结氨基酸通式
- 练习

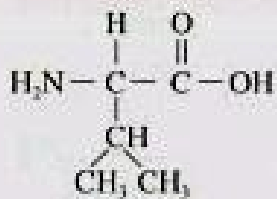


思考与讨论

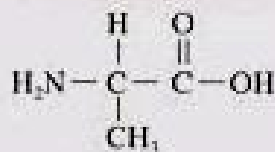
观察下列几种氨基酸的结构。



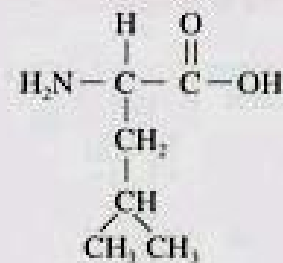
甘氨酸



缬氨酸



丙氨酸



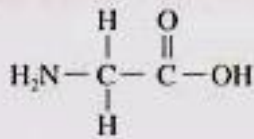
亮氨酸

讨论：

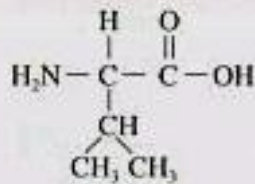
1. 这些氨基酸的结构具有什么共同特点？
2. “氨基酸”这一名词与其分子结构有对应关系吗？

- 氨基： $-\text{NH}_2$ 羧基： $-\text{COOH}$
- 展示几种氨基酸，画出 $-\text{NH}_2$ ， $-\text{COOH}$
- 比较归纳氨基、羧基连接位置有何规律
- 将各种氨基酸的不同部分作为 $-\text{R}$ ，圈出各氨基酸分子的 $-\text{R}$ 部分
- 尝试归纳氨基酸结构通式

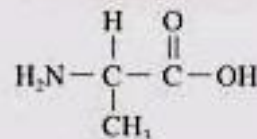
观察下列几种氨基酸的结构。



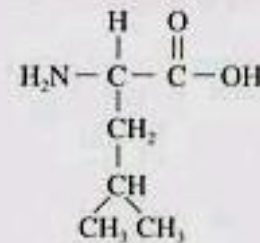
甘氨酸



缬氨酸



丙氨酸

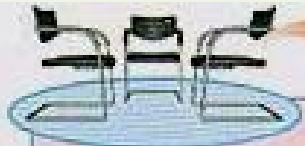


亮氨酸

讨论：

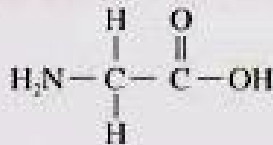
1. 这些氨基酸的结构具有什么共同特点？
2. “氨基酸”这一名词与其分子结构有对应关系吗？

- 氨基：-NH₂ 羧基：-COOH
- 展示氨基酸通式
- 展示几种氨基酸，判断是否是组成蛋白质氨基酸
- 归纳总结氨基酸结构特点

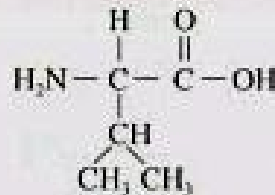


思考与讨论

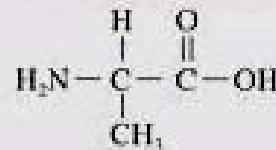
观察下列几种氨基酸的结构。



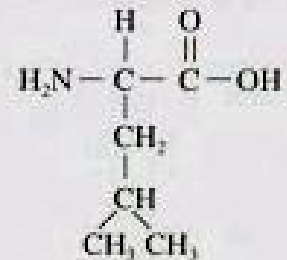
甘氨酸



缬氨酸



丙氨酸



亮氨酸

讨论：

1. 这些氨基酸的结构具有什么共同特点？
2. “氨基酸”这一名词与其分子结构有对应关系吗？

案例1-2 内环境

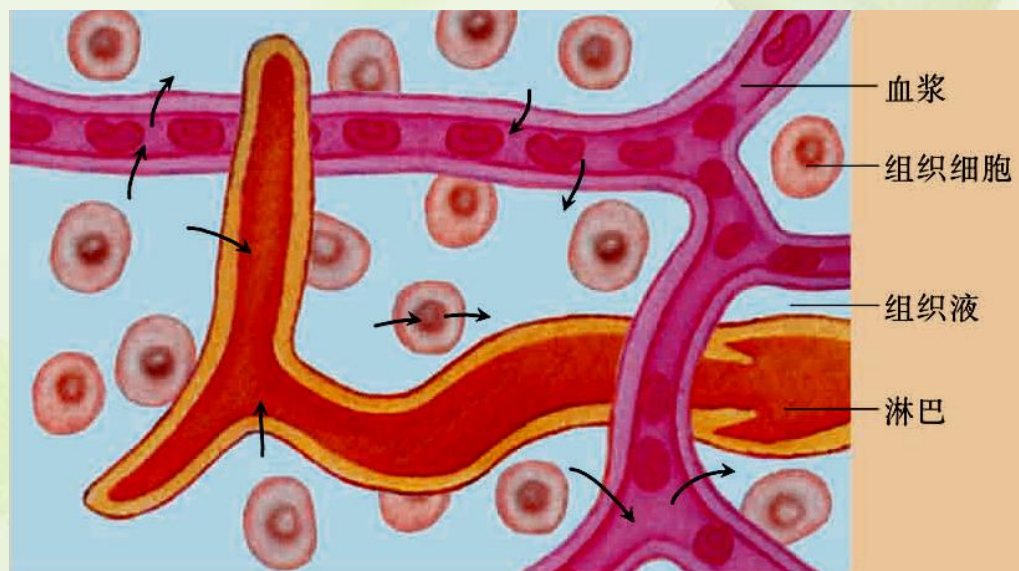


图 2-1 血浆、组织液和淋巴之间的物质交换示意图

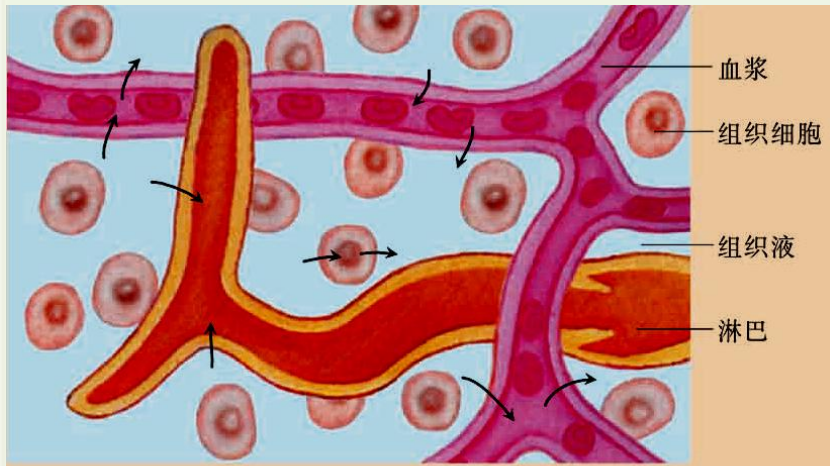
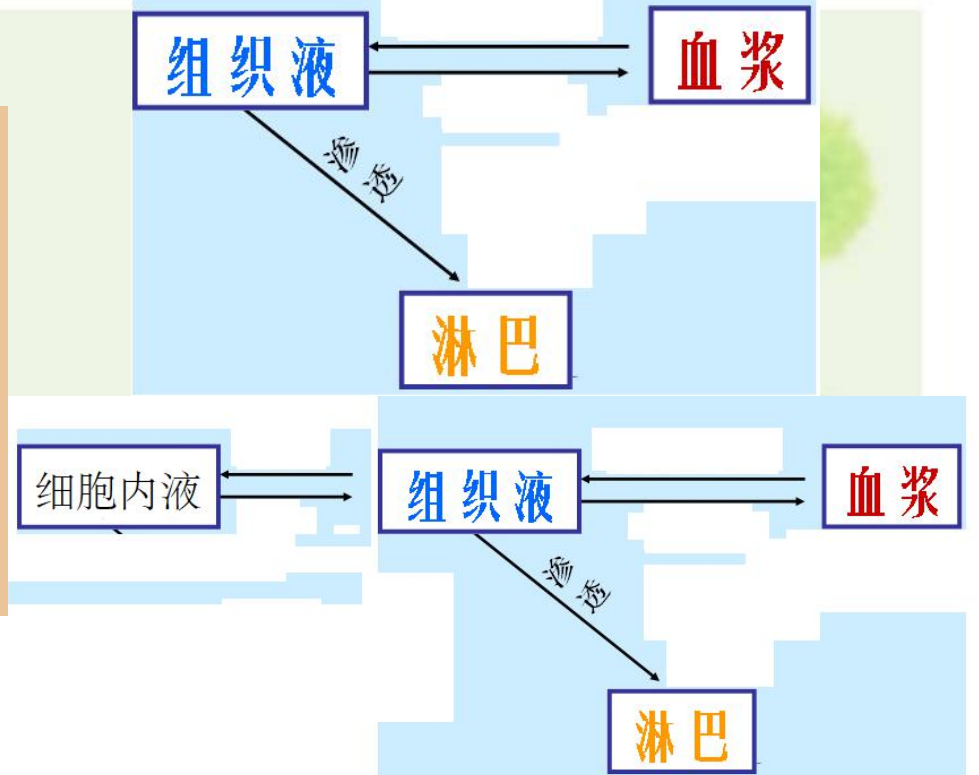


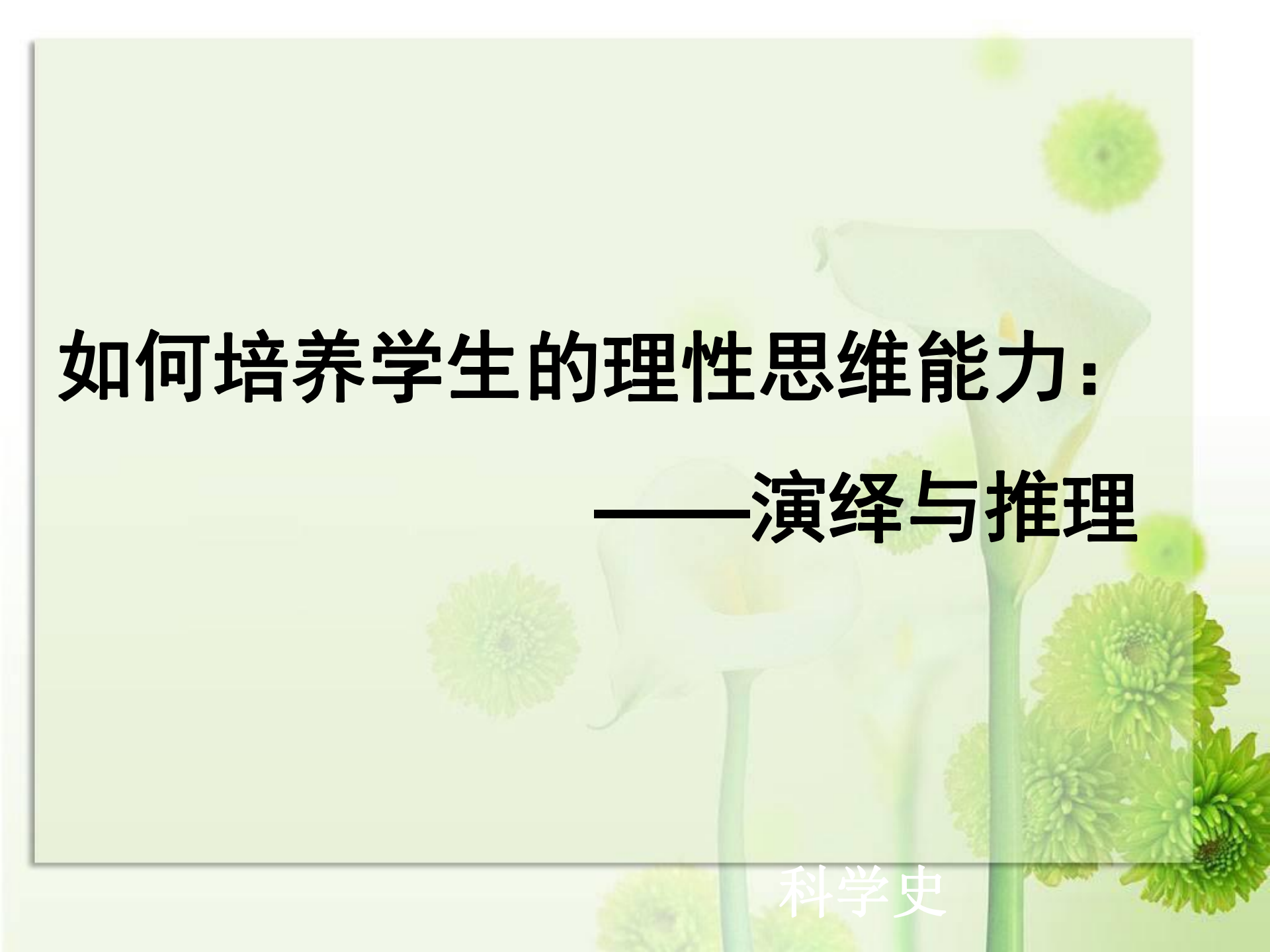
图 2-1 血浆、组织液和淋巴之间的物质交换示意图



提问：观察所画的关系图，有没有问题？
学生会发现：淋巴会越来越多

- 能够以特定的生物学事实为基础形成简单的生物学概念，并用文字或图示的方式正确表达，进而用其解释相应的生命现象

素养2-2：科学思维



如何培养学生的理性思维能力：

——演绎与推理

科学史

案例2: 酶活力



第一节 酶的制备和应用

所有的生命现象,包括生物个体的生殖、生长、发育、代谢等,都是各种复杂生物化学反应的结果。事实上,生物体内无时无刻不在进行着各种各样的生物化学反应,而绝大多数化学反应都是在酶的催化下进行的。正因为酶有着极强的催化作用,因此酶在人类生产、生活中的应用十分广泛。

酶活力的测定

生物体内具有催化功能的蛋白质称为酶,生物体内的化学反应几乎都是在酶的催化下进行的。研究酶的化学性质及其作用机理,对于探索生命的奥秘以及指导酶在工农业生产方面的应用都具有重要的意义。

酶是两性电解质,能在电场中移动;酶的水溶液具有亲水胶体的性质,不能通过半透膜;酶分子易受一些物理因素(如热、紫外线等)和化学因素(如酸、碱、有机溶剂等)的作用而变性,从而丧失活力。**酶活力**(enzyme activity),也称为酶活性,是指酶在催化一定的化学反应时表现出来的能力,通常用酶促反

学习目标

- 验证酶的存在和学会简单的制备方法
- 探讨酶在食品制造和洗涤剂生产等方面的应用

关键词

酶活力

延伸相关链接:

有兴趣的同学可进一步阅读蔡谨、孟文芳编著的《生命的催化剂——酶工程》(浙江大学出版社)

性,从而丧失活力。**酶活力**(enzyme activity),也称为酶活性,是指酶在催化一定的化学反应时表现出来的能力,通常用酶促反应的速率即酶促反应过程中单位时间内底物的减少量或产物的生成量来表示。

物酶和 β -淀粉酶两种,它们的特性不同。 α -淀粉酶个耐酸,在pH3.6以下迅速钝化。 β -淀粉酶不耐热,在

发芽期的重农不酶活力。测天酶的活力在科学研究和生产实践中有着极其重要的意义。

	1号试管	2号试管
--	------	------

性,从而丧失活力。**酶活力**(enzyme activity),也称为酶活性,是指酶在催化一定的化学反应时表现出来的能力,通常用酶促反应的速率即酶促反应过程中单位时间内底物的减少量或产物的生成量来表示。

- **思考1:** 哪支试管中实验反应快? 实验1实验2中酶活力一样吗?
- **思考2:** 酶促反应速率=酶活性(酶活力)?
- **推理:** 酶量可能影响反应速率
- **思考3:** 试管中反应为何停止? 如何证明你的推测?



一起来做小侦探



校猫李石榴



南师大附中 李旭

- 基于证据，发现和提出问题，应用有关知识分析和解决实践中的问题。（科学思维、科学探究）



如何培养学生的理性思维能力：

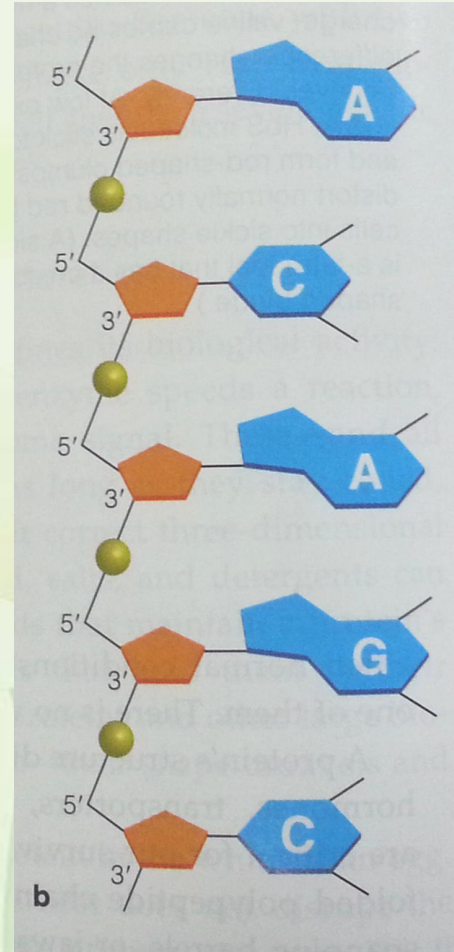
——模型与建模



科学史

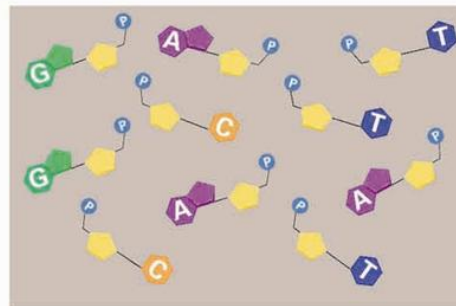
- 模型是学生学习科学知识的重要手段，掌握模型方法不仅能更透彻地理解科学知识，而且可以培养学生的发散思维，大有裨益。
- 模型的建立过程本身就是一个科学探究的过程，需要学生自己确定对象，运用科学知识，选择研究方法，检验模型是否与实际一致，便于分析和解决有关生物学问题。

案例3-1：DNA分子结构





20 世纪 30 年代后期,瑞典的科学家们证明 DNA 是不对称的。第二次世界大战以后,科学家们用电子显微镜测定出 DNA 分子的直径约为 2 nm。



1951 年美国生物化学家查戈夫 (E. Chargaff) 定量分析 DNA 分子的碱基组成,发现腺嘌呤(A)的量总是等于胸腺嘧啶(T)的量,鸟嘌呤(G)的量总是等于胞嘧啶(C)的量。



1953 年美国科学家沃森 (J.D. Watson)(左)和英国科学家克里克(F. Crick)(右)提出 DNA 分子的双螺旋结构模型。



1952 年英国化学家富兰克林 (R.E. Franklin) 等采用 X 射线衍射技术拍摄到 DNA 结构的照片,确认 DNA 为螺旋结构,并且是由不止一条链所构成的。

DNA 的结构

DNA(deoxyribonucleic acid)是一种生物大分子。它的基本组成单位是脱氧核苷酸,许多脱氧核苷酸聚合成为脱氧核苷酸链。组成脱氧核苷酸的碱基有4种:腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)。沃森和克里克认为,DNA分子的立体结构是规则的双螺旋结构,由两条链组成,这两条链按反向平行方式盘旋成双螺旋结构;DNA分子中的脱氧核糖和磷酸交替连接,排列在外侧,构成基本骨架;碱基排列在内侧;DNA分子两条链上的碱基通过氢键连接成碱基对。碱基配对有一定的规律:A一定与T配对;G一定与C配对。碱基之间的这种一一对应关系,叫做碱基互补配对原则。A和T之间形成2个氢键,G和C之间形成3个氢键(图4-6)。

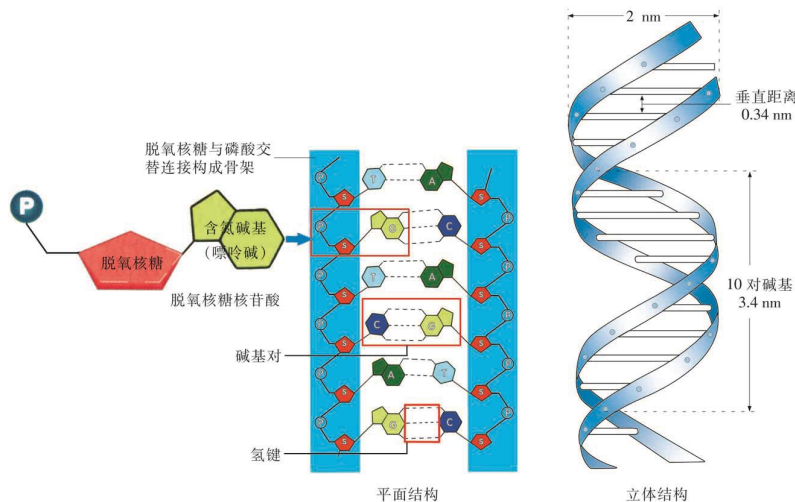


图4-6 DNA分子的组成和结构示意图

边做边学

设计和制作DNA分子双螺旋结构模型

实践:

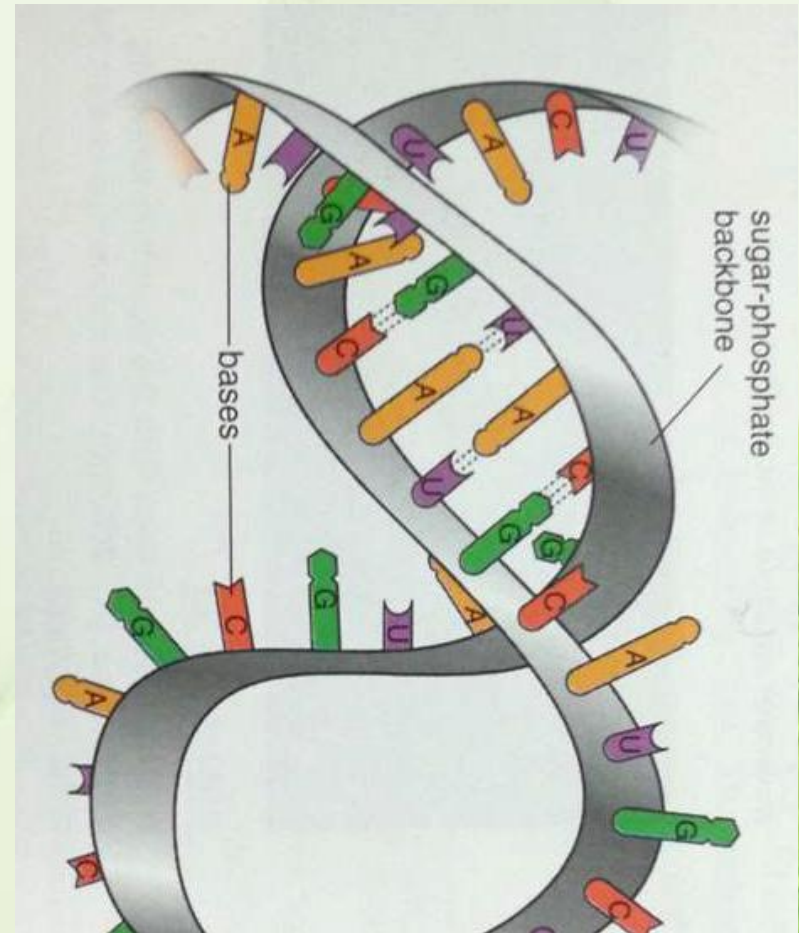
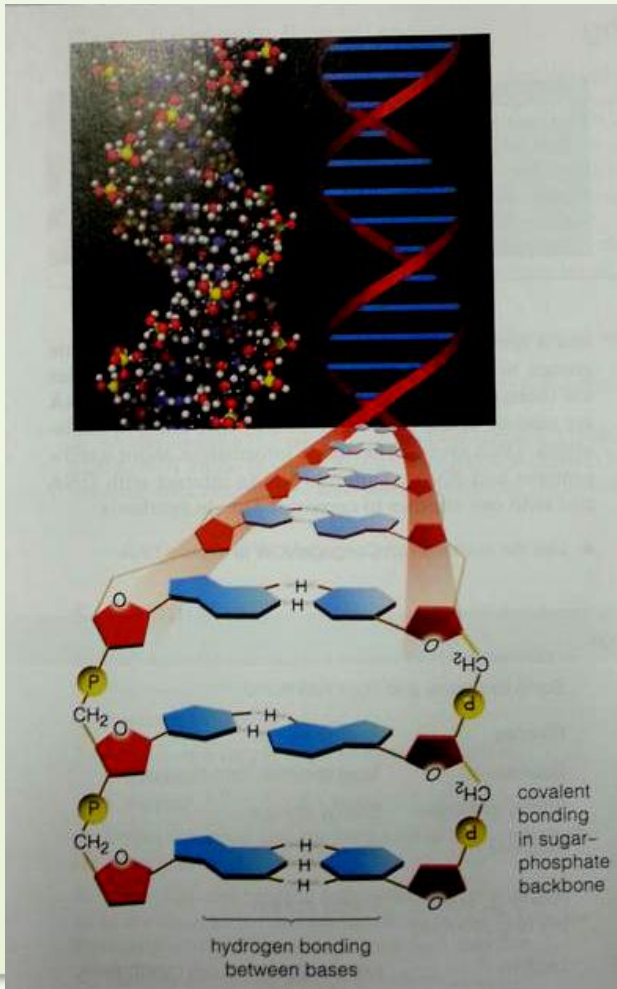
1. 观察学生自制的一种非常简单的DNA模型(图4-7)。它是用棉绳(作为骨架)和牙签(作为碱基对)制作而成的。
2. 小组讨论,设计本组的制作计划,并分工准备能够分别代表脱氧核糖、磷酸、4

种碱基的材料(如纸板、泡沫塑料等),代替氢键的连接物(如订书钉、大头针等),代替DNA分子骨架的连接物(如粗细适当的铁丝等)。



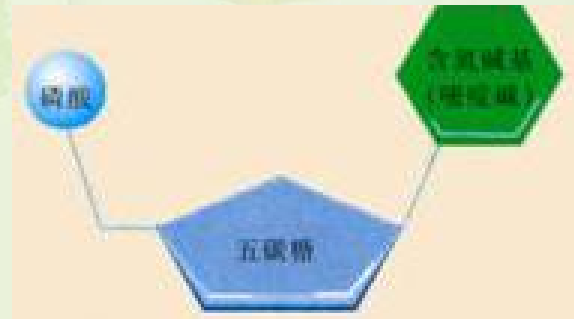
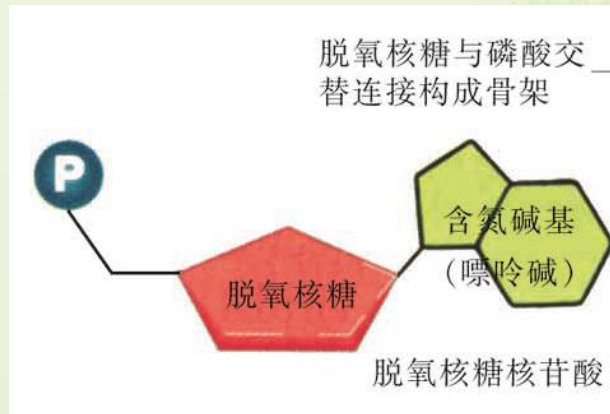
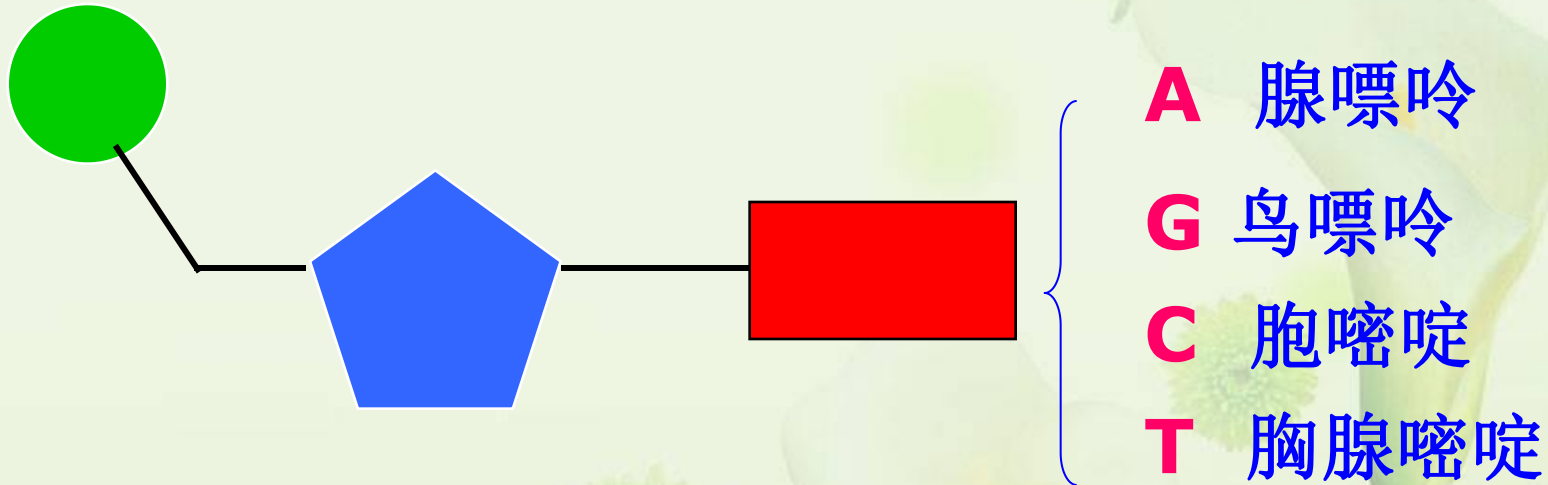
安全使用刀、剪等锐器!

讨论：你教学中如何利用DNA模型教学？



沃森和克里克的研究依据

1、构成DNA的脱氧核苷酸有四种。



构成DNA分子的脱氧核苷酸有四种

沃森和克里克的研究依据

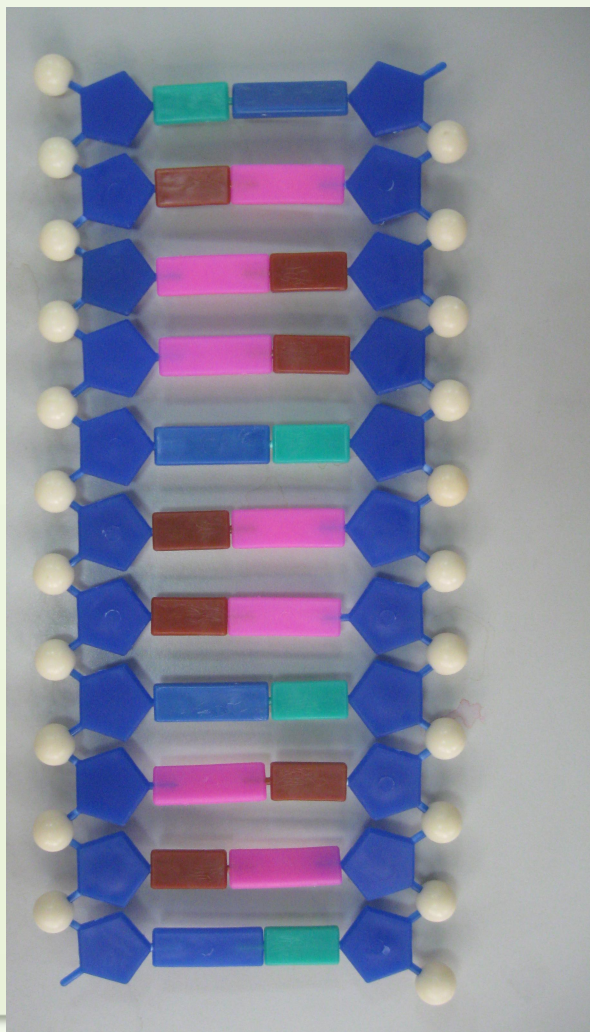
- 1、构成**DNA**的脱氧核苷酸有四种。
- 2、富兰克林得到的衍射照片表明，**DNA**是由两条长链组成的双螺旋。



沃森和克里克的研究依据

- 1、构成**DNA**的脱氧核苷酸有四种。
- 2、富兰克林得到的衍射照片表明，**DNA**是由两条长链组成的双螺旋。
- 3、**DNA**分子是由两条方向相反的平行多核苷酸链构成，具有稳定直径。
- 4、美国生物化学家埃尔文·查戈夫发现**DNA**中的**4**种碱基的含量并不是传统认为的等量，虽然在不同物种中**4**种碱基的含量不同，但**A**和**T**的含量总是相等，**G**和**C**的含量也总是相等。

教学活动：搭建DNA模型



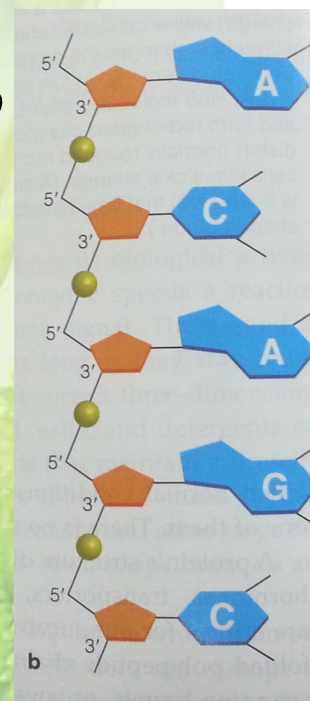
1. 为何嘌呤与嘧啶配对？
2. 为何A一定和T配对，G一定和C配对？
3. 为何磷酸排在外侧？

鸟嘌呤

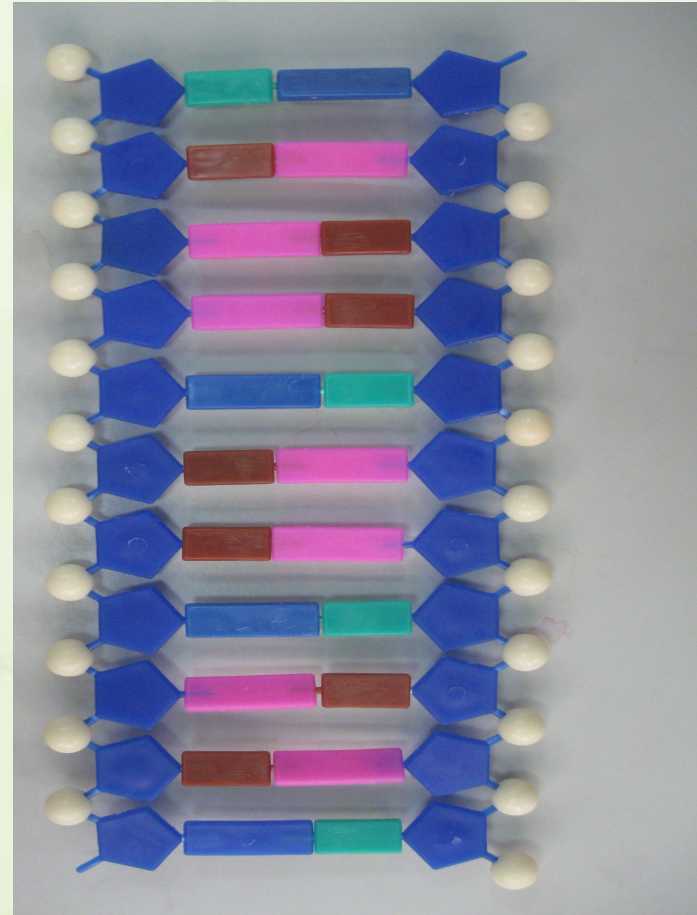
腺嘌呤

胞嘧啶

胸腺嘧啶



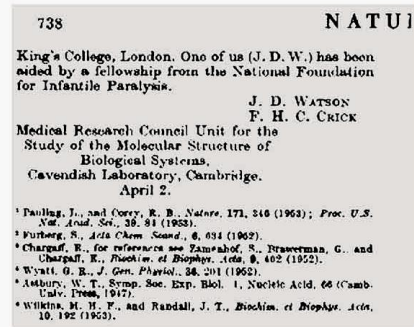
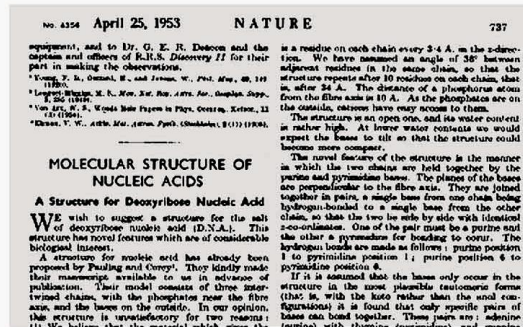
- 结合DNA双螺旋结构模型，讨论DNA复制过程，推测DNA复制可能的方式（生命观念、科学思维）



DNA 分子双螺旋结构模型的诞生



1953年4月25日,著名的 *nature* 杂志第171卷发表了当时年仅25岁的沃森(J.D. Watson)和35岁的克里克(F. Crick)的研究论文《核酸的分子结构——脱氧核糖核酸的结构》,宣告了DNA分子双螺旋结构模型的诞生。



克里克和沃森发表的论文

- 我们并非没有注意到，我们所推测的特殊配对立即暗示了遗传物质的复制机理。

推测DNA复制方式？

事实:

1. 为了证明 DNA 分子的复制方式,1957 年美国的米歇尔森(M. Meselson)和斯塔尔(F. Stahl)设计了一个非常精巧的实验(图 4-8)。

2. 细菌大约每 20 min 分裂一次,产生子代。

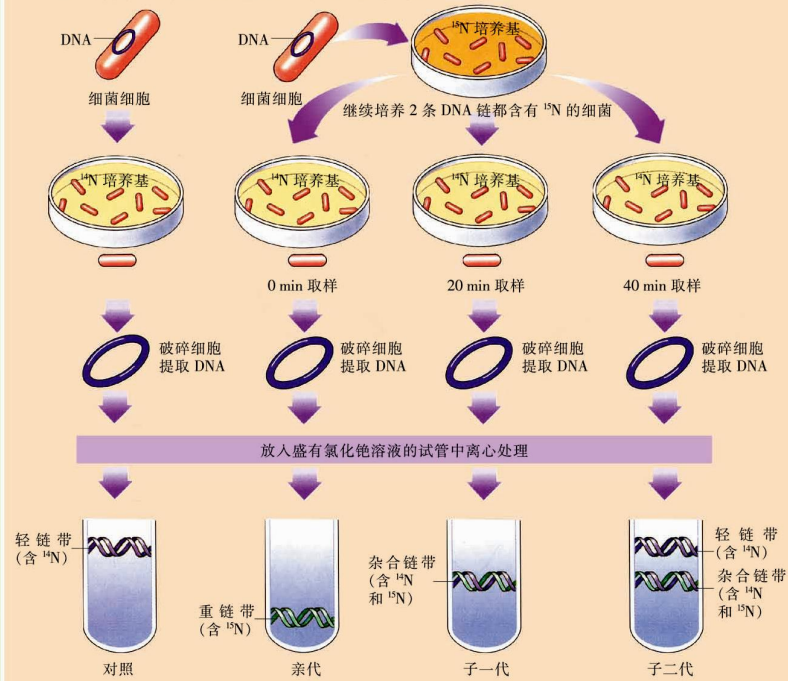


图 4-8 证明 DNA 分子半保留复制的实验示意图

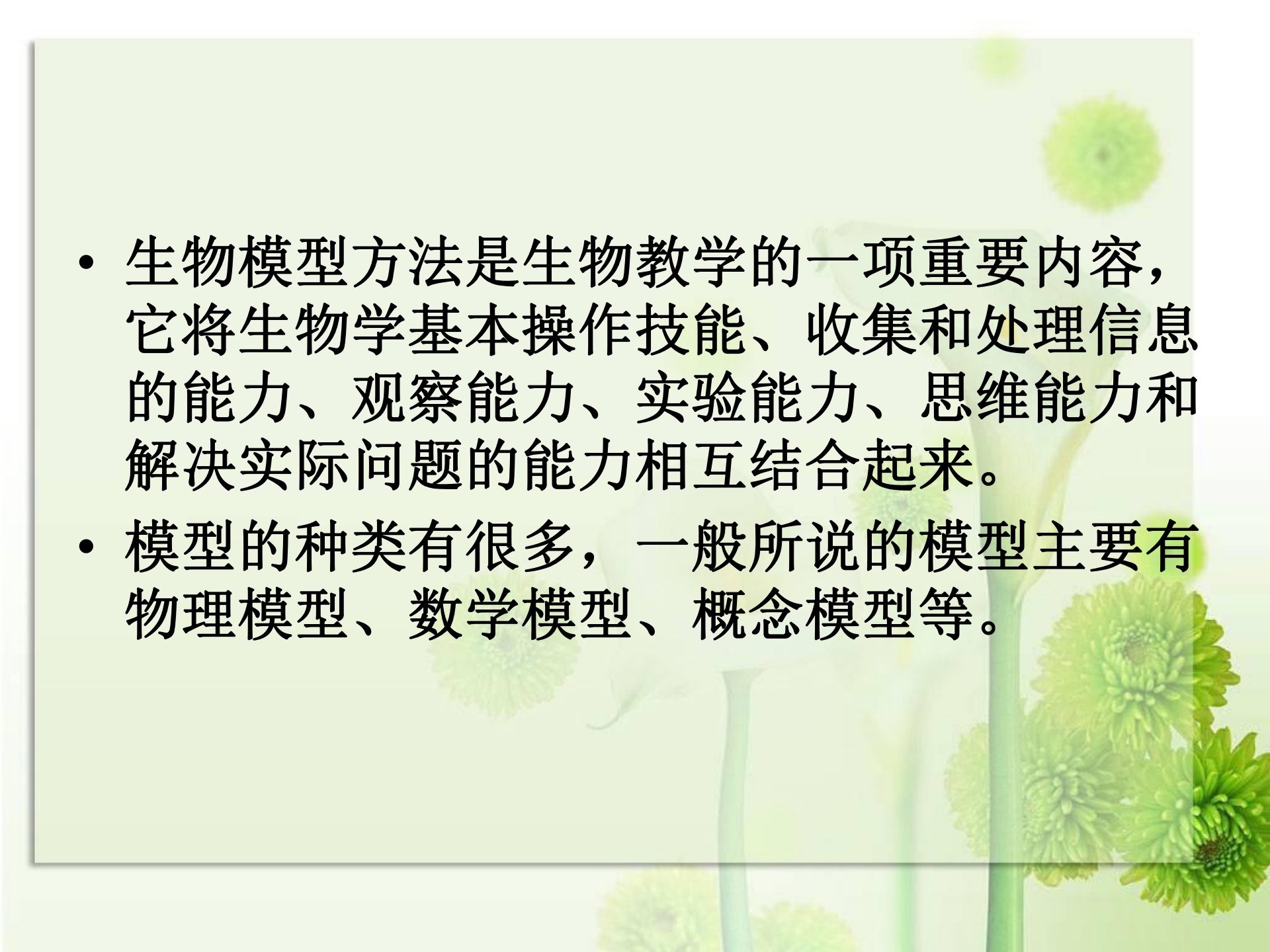
分析:

1. 离心处理后,为什么子一代 DNA 只有杂合链带?
2. 离心处理后,子二代 DNA 出现了什么情况,说明什么?

The background features a light green gradient with several green chrysanthemum flowers scattered across it. A white rectangular box is centered on the page, containing the title and author information. The box is framed by thin orange lines.

细胞膜的流动镶嵌模型

南京师大附中殷亚妮

- 
- The background of the slide features a soft-focus image of several green daisy-like flowers with yellow centers, set against a light green background. The flowers are positioned in the lower right and middle right areas, with their stems extending upwards.
- 生物模型方法是生物教学的一项重要内容，它将生物学基本操作技能、收集和处理信息的能力、观察能力、实验能力、思维能力和解决实际问题的能力相互结合起来。
 - 模型的种类有很多，一般所说的模型主要有物理模型、数学模型、概念模型等。

案例3-2.种群数量的变化

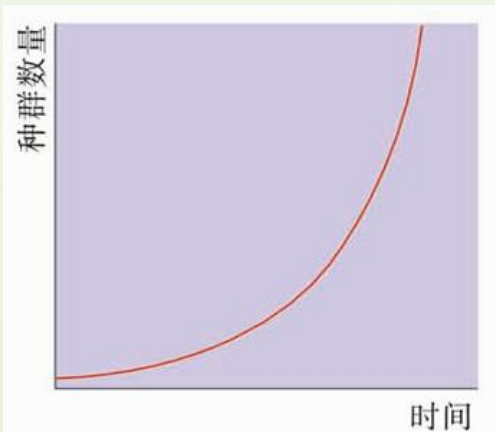


图 3-4 种群增长的 J 型曲线

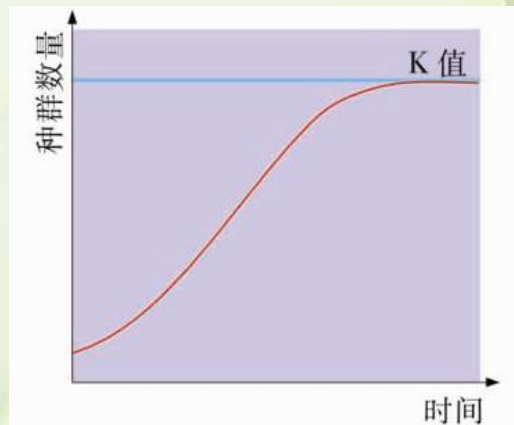


图 3-5 种群增长的 S 型曲线

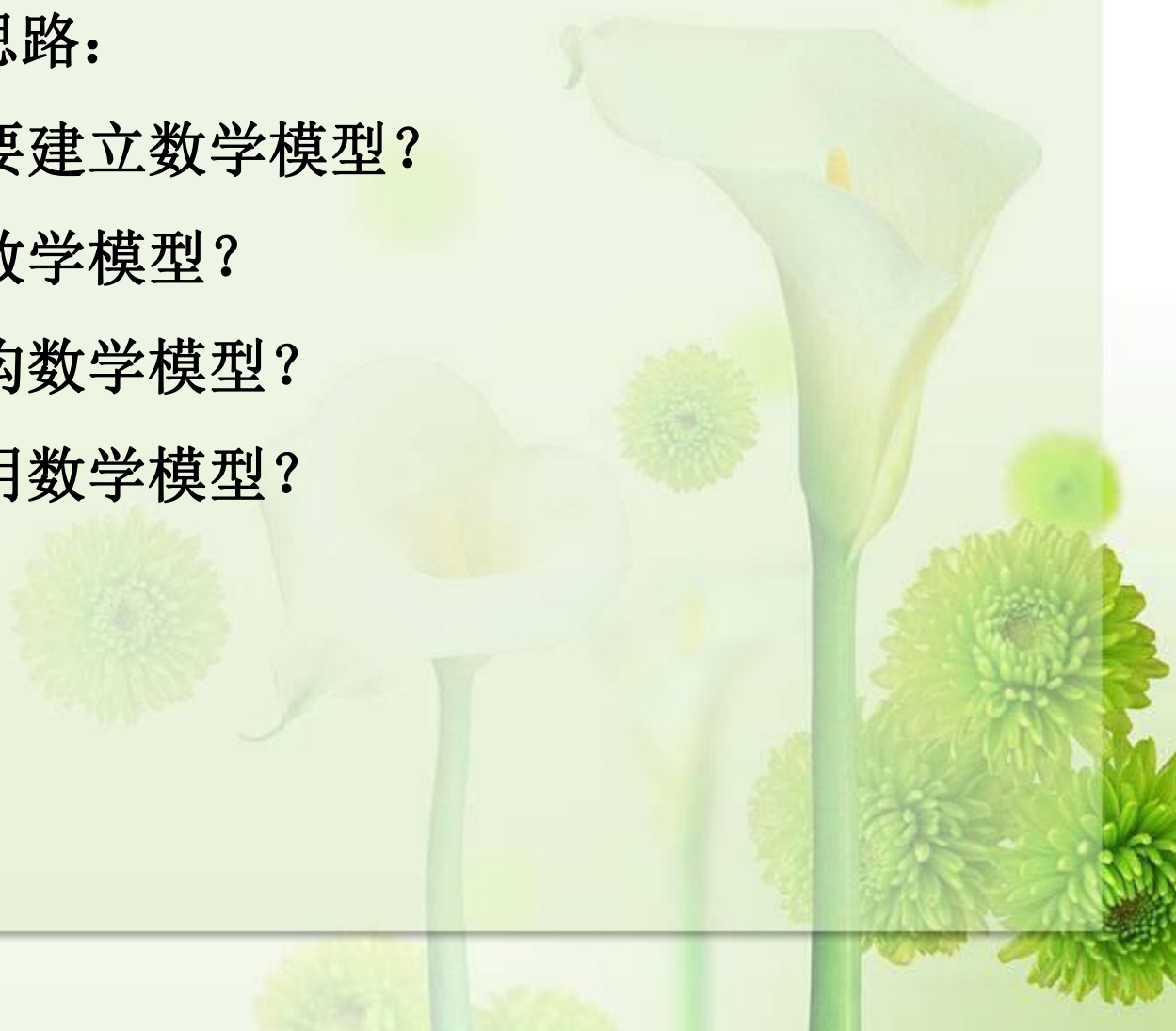
教学设计思路：

为何需要建立数学模型？

什么是数学模型？

如何建构数学模型？

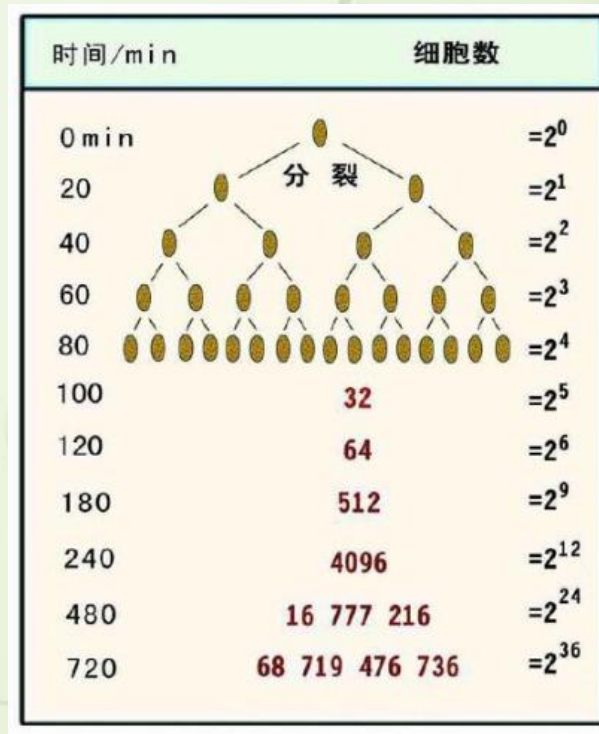
如何运用数学模型？



1. 研究情景

某种细菌每
20min通过分
裂繁殖一代

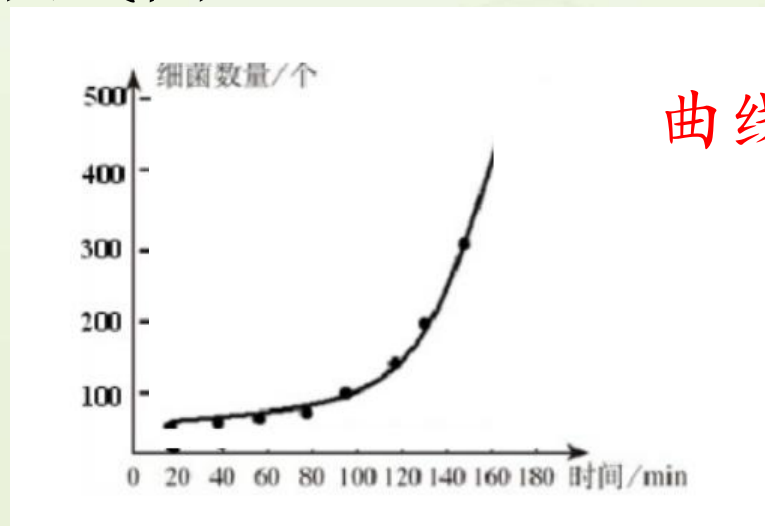
预测180min后
细菌未来数量



2.运用数学知识计算并填写表格

时间 (min)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
细菌 数量 (个)	2	4	8	16	32	64	128	256	512

3.画出曲线图



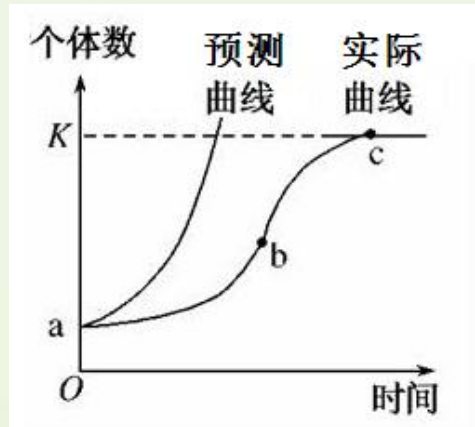
4. 运用“J”模型预测：在0.5mL培养液中放入5个大草履虫，假设每隔24h大草履虫分裂一次，计算预测大草履虫数量并画曲线

5. 实验数据：

1934年，生态学家高斯（G.W.Gause）曾经做过多次相同的实验，经过反复实验，数据如下：

时间 (D)	1	2	3	4	5	6
种群大小 (平均个)	20.4	137.2	319.0	369.0	373.3	365.4

6.根据高斯真实的实验数据，画出曲线图



7.观察实际曲线形状——“S”型，修正模型

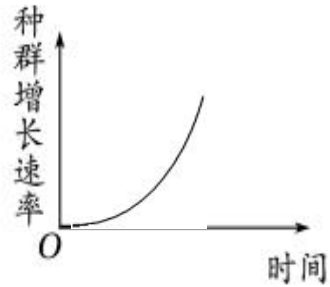
8.拟合数学方程

9.讨论“S”、“J”形成原因（两种数学模型比较）

“J”型曲线与“S”型曲线的比较

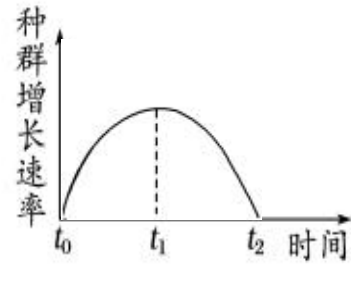
	“J”型曲线	“S”型曲线
模型假设 (条件)	食物和空间条件充裕、气候适宜、没有敌害等	资源和空间有限等
数量变化 特点	种群数量每年以一定的倍数增长，第二年的数量是第一年的 λ 倍。	数量经过一定时间增长后，趋于稳定(K 值)。
数学模型 (公式)	$N_t = N_0 \lambda^t$	$N_t = K / (1 + e^{a-rt})$
增长速率		

尝试画出两种模型下增长速率曲线



“J”型曲线

越来越大



“S”型曲线

先增大后减小

10. 尝试运用数学模型解决问题：

濒危物种保护问题，渔业捕捞问题，害虫等防治问题。。。

- 能够从不同的生命现象中，基于事实和证据，运用归纳的方法概括出生物学规律，并在某一给定情境中，运用生物学规律和原理，对可能的结果或发展趋势作出预测或解释，并能够选择文字、图示或模型等方法进行表达并阐明其内涵。

素养2.3科学思维

如何培养学生的理性思维能力：

——批判性思维



科学史

科学需要质疑

科学离不开猜想与假设

科学是证实或证伪的，用证据说话

科学是严谨的、需要尊重事实

科学言论需要公开，接受公众批判

科学是有规律的，规律外总有特例

科学是可错的

.....

批判性思维



案例4.有“争议”的基因工程

1.3 基因工程的应用

基因工程自20世纪70年代兴起后,在短短的30年间,得到了飞速的发展,目前已成为生物科学的核心技术。基因工程在实际应用领域——农牧业、工业、环境、能源和医药卫生等方面,也展示出美好的前景。

植物基因工程硕果累累

植物基因工程在农业中的应用发展迅速。从1996~2001年,在短短的5年中,全世界转基因作物的种植面积就增长了30倍。以转基因植物研究、开发和应用为标志的农业技术革命,已经在一些国家展开。2001年,就世界范围来看,转基因植物种植面积首次突破 5×10^6 hm²。其中,转基因大豆、棉花、油菜、玉米已进入大规模商业化应用阶段,这四种转基因作物种植面积占相关作物种植面积的比例已达到:大豆63%,玉米19%,棉花13%,油菜5%。我国转基因作物的种植面积也迅速增长,目前已位居世界第四(图1-16)。

植物基因工程技术主要用于提高农作物的抗逆能力(如抗除草剂、抗虫、抗病、抗干旱和抗盐碱等),以及改良农作物的品质和利用植物生产药物等方面。

抗虫转基因植物

全世界每年因虫害造成农作物的损失约占总产量的13%,达数千亿美元。对农业害虫的防治,大多是依靠化学农药。大量使用化学农药不仅造成了严重的环境污染,损害了人类健康,而且大大增加了生产成本。因此,从某些生物中分离出具有杀虫活性的基因,将其导入作物中,使其具有抗虫性,已成为防治作物虫害的发展趋势。目前,已问世的转基因抗虫植物主要有水稻(图1-17)、棉、玉米、马铃薯、番茄、大豆、蚕豆、烟草、苹果、核桃、杨、菊花和白花三叶草等。用于杀虫的基因主要是Bt毒蛋白基因、蛋白酶抑制剂基因、淀粉酶抑制剂基因、植物凝集素基因等。例如,

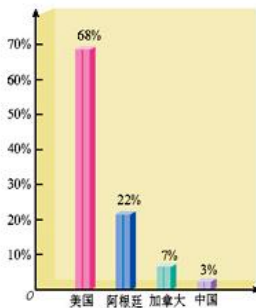


图1-16 2001年转基因作物种植面积最大的四个国家及其所占比例





图1-17 转基因抗虫水稻
转基因抗虫水稻(绿色植株)与对照(黄色枯萎植株)



转基因稻米

共有 7561 人参加

您是否支持大力推动转基因稻米的商业种植？

	选项	比例	票数
1	不支持	82.19% 	6156
2	支持	17.81% 	1334

您认为转基因稻米是否会影响环境？

	选项	比例	票数
1	会	85.55% 	6026
2	不会	14.45% 	1018

请您刷新条形图以获得最新的统计结果！

Q: 民众支持转基因水稻种植?

证据

结论



保证

大多数民众不支持
转基因水稻商业化
种植



- 数据可靠性?
- 样本的代表性、随机性等

简化版的图尔敏模型

- 对于概念的使用是否明确、一致？
- 理由、前提是否与断言相关？

(前提与结论的) **相关性**

证据
(前提)

断言
(结论)

- 证据、前提是否为真/是否可以接受？
- 是否需要进一步的支撑？
- 提供信息的来源是否可靠？

(前提的) **可接受性**

保证

- 从前提为什么可以推出结论？
- 推理是否合乎逻辑？
- 前提是否充分地支持了结论？
- 是否需要依靠某种隐含假设，假设是否合理？

(前提对结论支持的) **充足性**

评价信息来源的可靠性

一点都不可靠

非常可靠



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

自媒体

where everyone can be a reporter

问答性网站

where questions are asked and answered by its community of users in the form of opinions. The identity of the author is usually not identified.

自由的百科全书

created and edited by volunteers, whose identity is not identified.

传统媒体

政府、机构官方网站

严谨的学术期刊



Quora



知乎



WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia



The New York Times



World Health Organization

nature
International journal of science

如何培养学生的理性思维能力：

——创造性思维



科学史

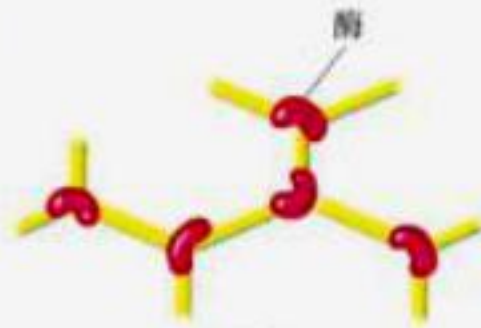
- 能够在新的问题情境中，基于事实和证据，采用适当的科学思维方法揭示生物学规律或机制，并选用恰当的方式表达、阐明其内涵。在面对生活中于生物学相关的问题并作出决策时，利用多个相关的生物学大概念或原理，通过逻辑推理阐明个人立场。
- 针对日常生活的真实情景提出清晰的、有价值的、可探究的生命科学问题或可达成的工程学需求。

科学思维、科学探究

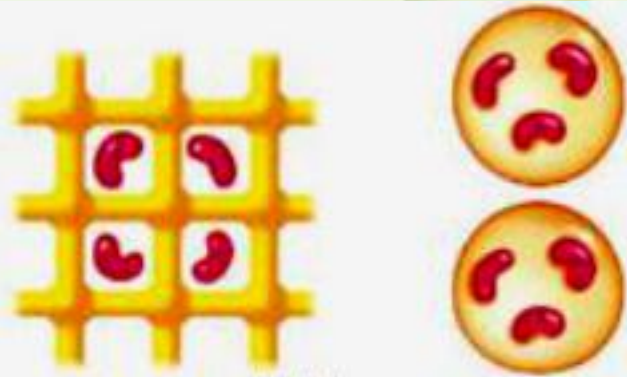
案例5：固定化酶技术



吸附法



交联法



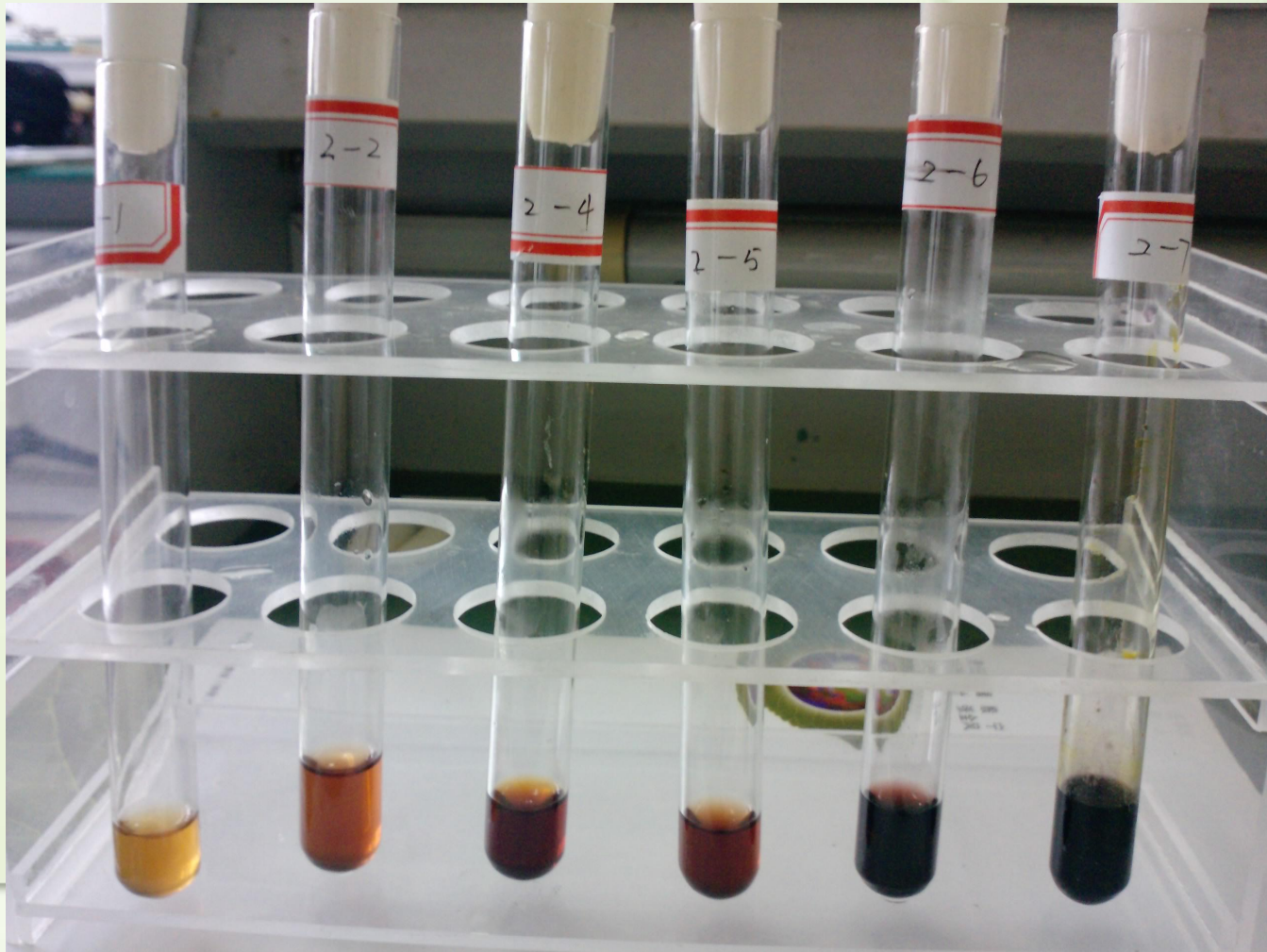
包埋法

积极思维

固定化酶能永久使用吗？



琼脂固定效果：



同种酶不同的固定方法或载体
固定效果都一样吗？

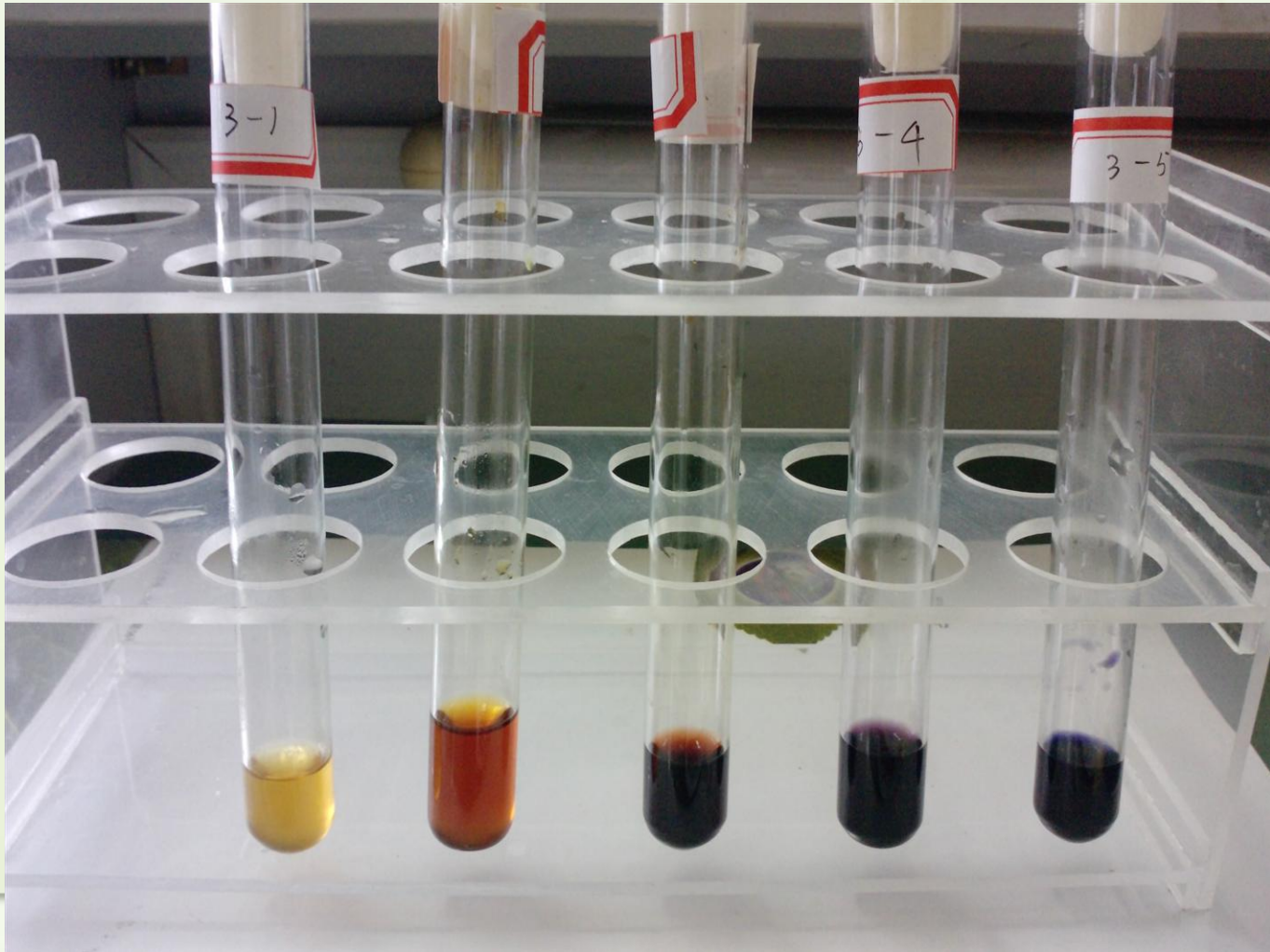


实验：固定淀粉酶

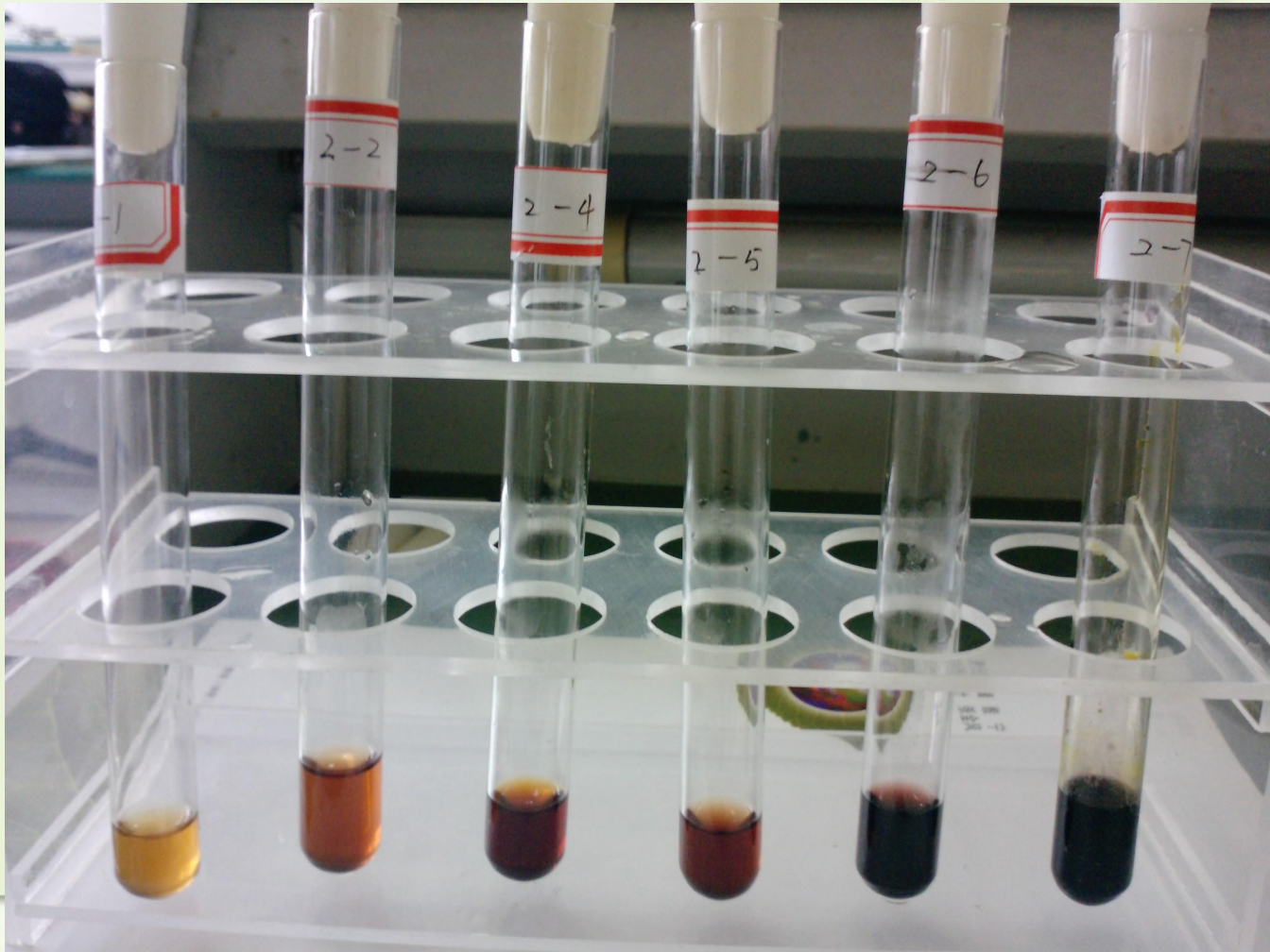


- **1**海藻酸钠固定
- **2**琼脂固定
- **3**滤纸固定

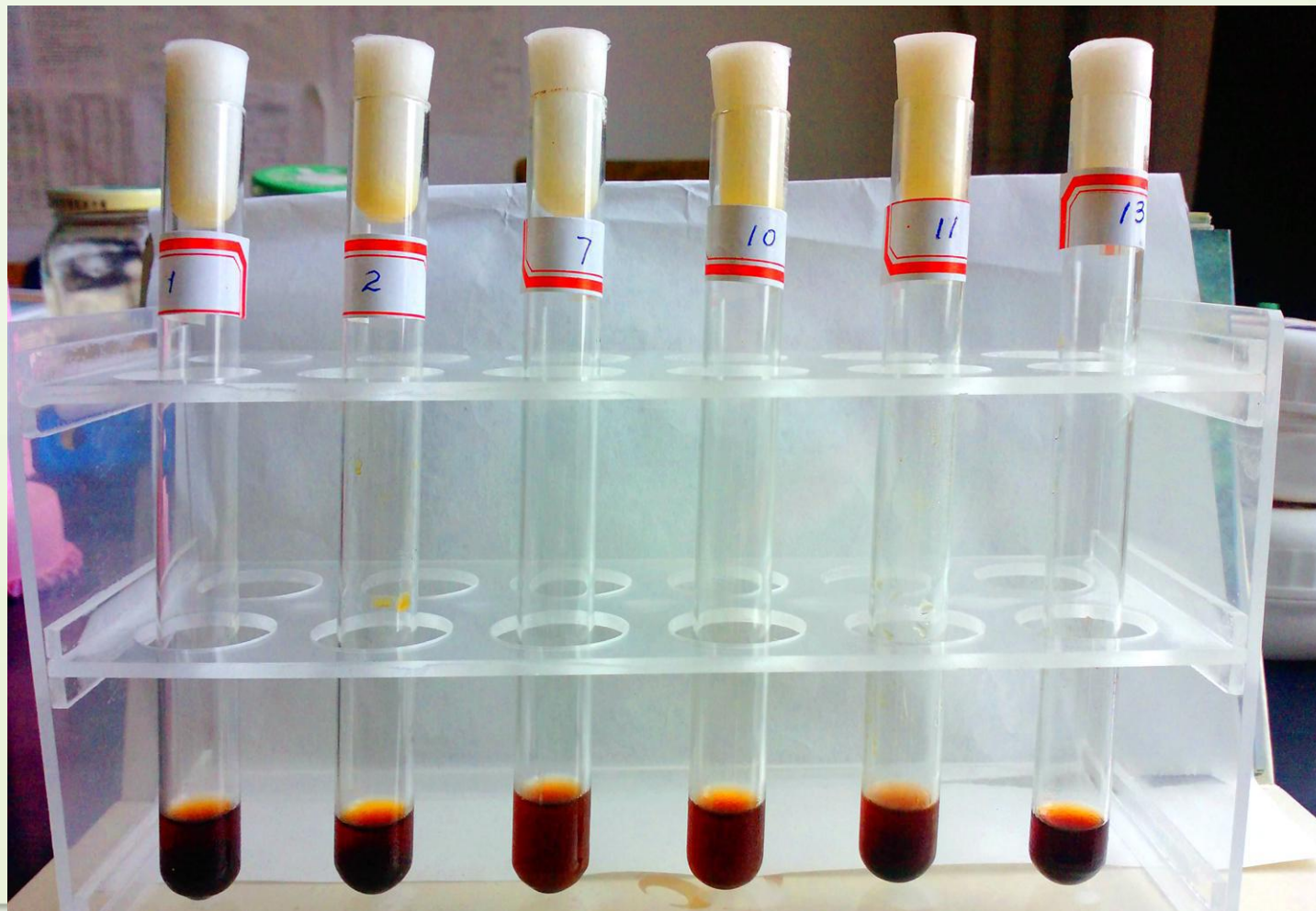
滤纸固定淀粉酶（吸附法）：



琼脂固定淀粉酶（包埋法）：



海藻酸钠固定淀粉酶（包埋法）



假如你是工程师，设计固定化酶时需要考虑哪些因素？





“讲理”就是要让学生弄清知识的来龙去脉，搞清生命事件间的因果关系，从而厘清知识的内在联系，构建起更加坚实的知识体系。





“讲理”的过程既能有效培养学生的科学思维能力，也使所学知识变得更加丰富多彩、生动有趣。





“讲理”教学让人感受到理科知识特有的美，学习不再是枯燥乏味的强制记忆，知识也变得富有魅力，令人回味。



感谢您的聆听！