

# 基于PBL教学模式下高中 生物实验教学的实践研究

南京市第九中学 武超





武超  
祖籍徐州  
遗憾江大  
上师毕业  
名落天一  
任职南京  
无锡女婿



superfive  
江苏 南京



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。  
备注学校姓名，便于联系。

# 目录

CONTENTS

01.PBL模式的概念和研究历程

02.高中生物学实验教学的发展趋势和教学策略

03.高中生物学实验教学实践



PART 1 概念

# PBL模式的概念和研究历程



# PBL的概念

PBL——Problem Based Learning

即以问题为导向的教学方法

PBL教学模式：将学习者置于有意义的问题情境，引导学生通过合作学习和自主学习来分析问题、解决问题、获取知识，在教学中实现科学思维能力培养而设计的一种教学模式。

**关键：**是一种以真实问题为核心、以学生为中心的教学方法，强调通过解决复杂问题来驱动知识建构和能力发展。

# PBL模式的发展历程

## 一、起源与早期探索（20世纪60年代）

### （1）医学教育的革新需求

背景：传统医学教育以学科分科和知识灌输为主，学生缺乏临床问题解决能力。

突破：1966年，加拿大麦克马斯特大学首次系统提出PBL模式，由医学教育家巴罗斯和格林伯格主导。

核心理念：以临床病例为学习起点，学生通过小组合作、自主探究和反思来整合知识。

### （2）初步实践：

麦克马斯特大学开发了基于问题的课程体系，取消传统学科界限，代之以病例模块。

学生角色从被动听讲者转变为主动问题解决者，教师转为引导者。

# PBL模式的发展历程

## 二、理论化与模式推广（20世纪70-80年代）

### （1）理论框架构建

建构主义影响：PBL与皮亚杰、维果茨基的建构主义理论结合，强调知识通过社会互动和问题情境主动建构。

巴罗斯的贡献：提出PBL模式的“七步教学法”（明确问题→分析问题→做出假设→知识缺口→学习→应用→总结），成为经典流程。

### （2）跨领域扩展

医学领域：1974年荷兰马斯特里赫特大学引入PBL，形成欧洲首个完整PBL医学院。

工程与商科：1979年美国伊利诺伊大学尝试将PBL应用于工科教育。

基础教育：80年代后期，PBL逐渐进入中小学科学、数学课堂。

### （3）研究焦点：

验证PBL对学生批判性思维、自主学习能力的提升效果。

对比传统教学，发现PBL在长期知识保留和应用能力上更具优势。

# PBL模式的发展历程

## 三、全球化发展与技术融合（20世纪90年代-21世纪初）

（1）国际推广：1994年，国际PBL会议成立。中国香港等地的大学首次引入PBL模式。

### （2）技术赋能

数字化工具：虚拟实验室（仿真实验，NB实验）、在线协作平台（如Moodle）支持远程PBL教学。

模拟技术：3D病例模拟、虚拟病人增强问题真实性。

### （3）教育理论深化

美国教育家戴维·乔纳森首次提出“问题分类理论”，区分良构问题与劣构问题，指导PBL设计。

1995年萨弗里和达菲，强调PBL中“真实情境”和“社会协商”的重要性。基于PBL模式，提出了具体的学习策略和方法，

# PBL模式的发展历程

## 四、多元化与精细化研究（21世纪10年代至今）

（1）跨学科整合：STEM教育：PBL与科学、技术、工程、数学融合，推动项目式学习

（2）实证研究与争议

支持：Meta分析表明，PBL在提升高阶思维、合作能力和学习动机上效果显著。

争议：短期知识记忆效果弱于传统教学；对教师能力和资源投入要求较高。

（3）适应性改进

混合式PBL：结合在线学习与线下讨论（如翻转课堂）

微型PBL：在传统课程中嵌入短周期问题模块，降低实施难度（如课堂活动）



# PBL模式的发展历程



PBL的研究历程反映了教育从“**知识传授**”到“**能力培养**”的范式转变。  
其发展始终围绕两个核心：**问题的真实性**与**学生的主动性**。

如何设计**真实的问题**？

如何激发**学生的主动性**？

# 如何设计真实的问题？

## 一、真实问题设计原则

### 1.锚定课程标准

以高中生物学**核心概念**为基础，确保问题与课标要求一致。

### 2.贴近现实生活

选择与**学生生活、社会热点或科技发展**相关的情境（如新冠病毒、恐狼复活、猪心移植等）。

### 3.开放性与复杂性

问题需**无固定答案**，能引发**多角度思考**（如如何复活已灭绝生物、如何低碳生活等）。

### 4.可操作性

学生能通过**实验、调研或数据分析**等途径探究问题（如奶茶中是否含有奶制品？是否不含反式脂肪酸等）

## 二、实施要点

### 1.情境真实性：

使用**真实数据**（如报告、科研论文、新闻报道）

### 2.角色扮演：

让学生**扮演科学家、酿酒师、医生**等角色，增强代入感。

### 3.分阶段脚手架：

复杂问题拆解为子任务（如“信息收集→实验验证→方案答辩”）

### 4.评价多元化：

兼顾**过程**（合作、逻辑）与**成果**（报告、模型）

# 如何激发学生的主动性？



## 一、创设真实且有挑战性的问题情境

关联生活经验（甘蔗中含有还原糖吗？）；引入社会热点（复活恐狼）

## 二、赋予学生自主权与选择权：

开放问题方案（自备还原糖鉴定材料）；灵活分组与角色分工（实验员、科学家）

## 三、设计互动性与竞争性活动：

游戏化任务设计（细胞工厂闯关游戏）；即时反馈与奖励机制（不吝赞美）

## 四、利用技术工具增强参与感：

数字化工具辅助探究（虚拟实验平台）；社交媒体式展示（短视频）

## 五、教师角色转型——从讲授者到引导者：

提问引导代替直接解答；容忍“试错”并鼓励反思





PART 2 趋势与策略

# 高中生物学实验教学的发展趋势和教学策略

# 1.实验教学的重要性的发展趋势

高中生物学课程  
标准的基本理念

核心素养为宗旨

内容聚焦大概念

教学过程重实践

学业评价促发展

高度关注学生学习过程中的**实践经历**，强调学生学习的过程是**主动参与**的过程，让学生积极参与动手和动脑的活动，**通过**探究性学习活动或完成工程学任务，**加深**对生物学概念的理解，**提升**应用知识的能力，**培养**创新精神，进而能用科学的观点、知识、思路和方法，探讨或**解决**现实生活中的某些问题。

“实验教学”是指教师组织学生在生物学实验室和校园内外开展的教学活动，既可以是动手、观察类的实践活动，也可以是以问题解决为特点的探究活动。新课标在教学与评价实施建议中明确指出实验教学是生物学课程的特点，也是生物学教学的基本形式之一，实验教学是促成学生达成生物学学科核心素养的重要支撑，要进一步加强和完善生物学实验教学。

# 1.实验教学的重要性的发展趋势

发现并解决现实中的生物问题和现象

重视科研能力与科学精神

注重生物科学史和科学本质的学习，学习科学家献身科学的精神

01

在量的变化中了解事物的本质

重视定量实验与探究实验

培养学生的创新精神  
和实践能力

02

重视实验的自由度和开放度

开放实验室，提供基本材料，  
允许学生自主的设计实验，操作实验。

03

重视现代教育技术的运用

微课、显微互动系统、3D打印、  
AI辅助、传感器、虚拟实验室或  
其他信息平台

04





## 2.生物学实验的基本内容与分类

以大概念为依托，对生物学实验进行分类 **必修部分，4+7+5+3=19个**

大概念	实验名称	类别
概念 1: 细胞是生物体结构与生命活动的基本单位 (4 个实验)	检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质	提取鉴定类
	观察叶绿体和细胞质流动	观察类
	尝试制作真核细胞的结构模型	设计制作类
	使用光学显微镜观察各种细胞，可结合电镜照片分析细胞的亚显微结构	观察类
概念 2: 细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖 (7 个实验)	通过模拟实验探究膜的透性	调查探讨类
	观察植物细胞的质壁分离和复原	观察类
	探究酶催化的专一性、高效性及影响酶活性的因素	探究类
	提取和分离叶绿体色素	提取鉴定类
	探究不同环境因素对光合作用的影响	探究类
	探究酵母菌的呼吸方式	探究类
	制作和观察根尖细胞有丝分裂简易装片，或观察其永久装片	观察类

大概念	实验名称	类别
概念 3: 遗传信息控制生物性状，并代代相传 (5 个实验)	运用模型、装片或视频观察模拟减数分裂过程中染色体的变化	调查探讨类
	搜集 DNA 分子结构模型建立过程的资料并进行讨论和交流	调查探讨类
	制作 DNA 分子双螺旋结构模型	设计制作类
	模拟植物或动物性状分离的杂交实验	调查探讨类
	调查常见的人类遗传病并探讨其预防措施	调查类
概念 4: 生物的多样性和适应性是进化的结果 (3 个实验)	搜集生物进化理论发展的资料，探讨生物进化观点对人们思想观念的影响	调查探讨类
	用数学方法讨论自然选择使种群的基因频率发生变化	调查探讨类
	探讨耐药菌的出现与抗生素滥用的关系	调查探讨类



## 2.生物学实验的基本内容与分类

以大概念为依托，对生物学实验进行分类 **选修部分，4+3+4+2+2+3=18个**

大概念	实验名称	类别
概念 1: 生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态（4 个实验）	观看血液分层实验的视频，讨论血细胞与血浆的关系	调查探讨类
	比较清水、缓冲液、体液对 pH 变化的调节作用	探究类
	探究植物生长调节剂对扦插枝条生根的作用	探究类
	探究乙烯利对水果的催熟作用	探究类
概念 2: 生态系统中的各种成分相互影响，共同实现系统的物质循环、能量流动和信息传递，生态系统通过自我调节保持相对稳定的状态（3 个实验）	探究培养液中某种酵母种群数量的动态变化	探究类
	研究土壤中动物类群的丰富度	探究类
	设计并制作生态瓶，观察和比较不同生态瓶中生态系统的稳定性，撰写报告分析其原因	设计制作类
概念 3: 发酵工程利用微生物的特定功能规模化生产对人类有用的产品（4 个实验）	通过配制培养基、灭菌、接种和培养等实验操作获得纯化的酵母菌落	观察类
	分离土壤中分解尿素的细菌，并进行计数	观察类
	利用乳酸菌发酵制作酸奶或泡菜	生活应用类
	利用酵母菌、醋酸菌分别制作果酒和果醋	生活应用类

大概念	实验名称	类别
概念 4: 细胞工程通过细胞水平上的操作，获得有用的生物体或其产品（2 个实验）	利用植物组织培养技术培育菊花或其他植物幼苗，并进行栽培	生活应用类
	收集单克隆抗体在临床上实际应用的资料，并进行交流分享	调查探讨类
概念 5: 基因工程赋予生物新的遗传特性（2 个实验）	DNA 的提取和鉴定	提取鉴定类
	利用聚合酶链式反应（PCR）扩增 DNA 片段并完成电泳鉴定，或运用软件进行虚拟 PCR 实验	观察类
概念 6: 生物技术在造福人类社会的同时也可能带来安全与伦理问题（3 个实验）	搜集文献资料，就“转基因食品是否安全”展开辩论	调查探讨类
	搜集关于设计试管婴儿的资料，并在小组内讨论“是否支持设计试管婴儿”	调查探讨类
	搜集历史上使用生物武器的资料，并分析其严重危害	调查探讨类

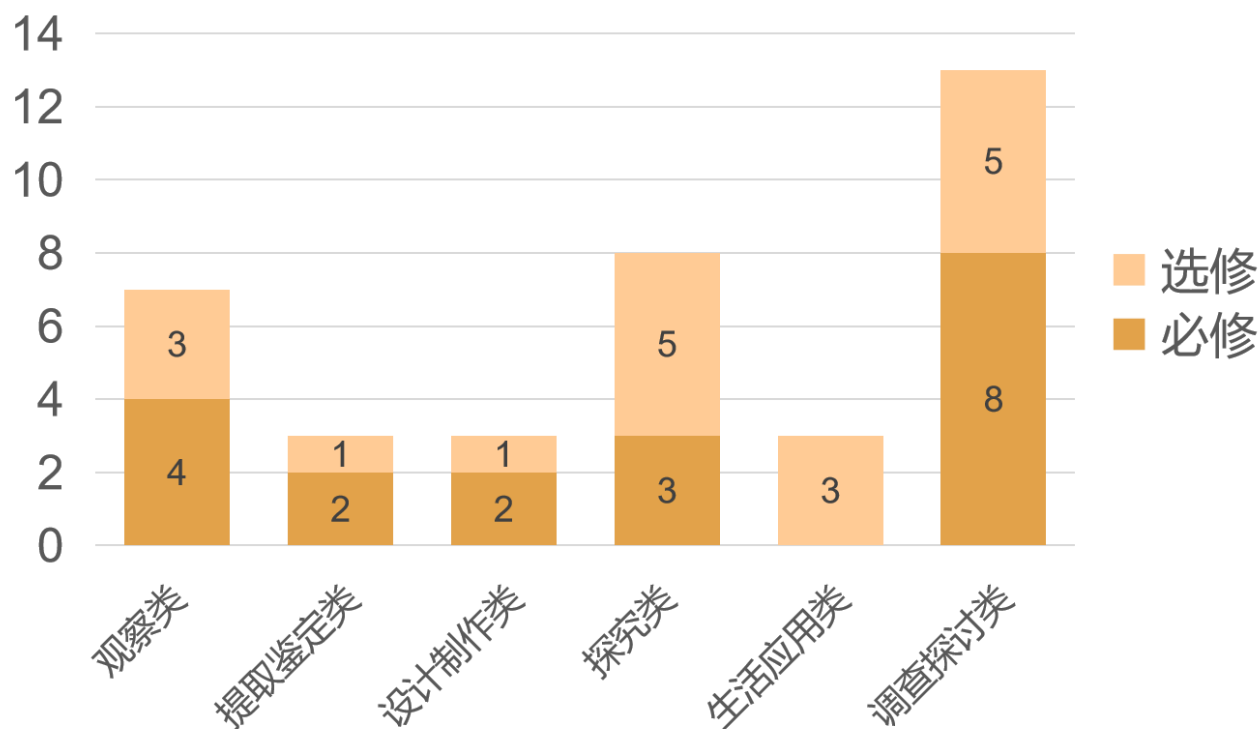




## 2.生物学实验的基本内容与分类

以大概念为依托，对生物学实验进行分类

课标中的生物学实验



### 1.课标生物学实验：

必修 19 个、选修 18 个，分 6 类，其中调查探讨类最多，探究类其次。必修以观察、调查探讨类为主。选修多探究类。

### 2.教学实践的指导意义：

需依据实验类型分配课时，强化观察、探究类实验的动手操作；

必修重基础观察与验证，选修增探究、应用类实践；

利用高占比的调查探讨类和探究类实验，培养学生资料分析与合作探究能力。

### 3.实验的教学设计与教学策略

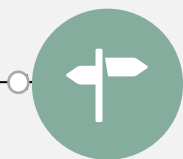
学情分析



教学内容分析



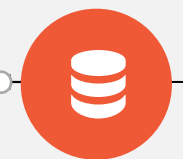
教学目标的制定



教学策略的选择



教学媒体的设计



教学过程的设计





PART 3 教学与实践

# 高中生物学实验教学实践



# 不同类别实验教学举例分析

观察类  
7

提取鉴定类  
3

设计制作类  
3

探究类  
8

生活应用类  
3

调查探讨类  
13



# 不同类别实验教学举例分析



探究类

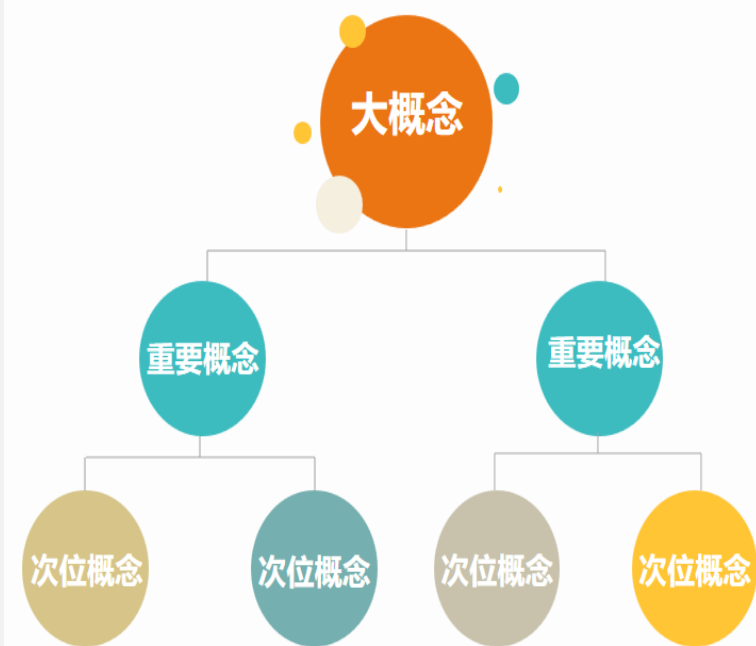
实验1：探究酶催化的高效性

实验2：比较 $\text{H}_2\text{O}_2$ 在不同催化剂下的分解实验

# 实验1：探究酶催化的高效性

## 一、学情分析

### 内容要求



#### ●大概念 2

细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖

#### ●重要概念 2.2

细胞的功能绝大多数基于化学反应，这些反应发生在细胞的特定区域

#### ●次位概念 2.2.1

说明绝大多数酶是一类催化生化反应的蛋白质，酶活性受到环境因素（如pH和温度等）的影响

### 教学要求

探究酶催化的专一性、高效性及影响酶活性的因素

### 学业要求

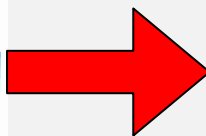
从结构与功能相适应这一视角，解释细胞由多种多样的分子组成，这些分子是细胞执行各项生命活动的物质基础（生命观念、科学思维）

# 实验1：探究酶催化的高效性

## 二、教学内容分析

### ● 教学内容

通过实验阐明酶的高效性及机理



已知酶的定义和本质，初步了解对照实验以及变量的分类，具备进行生物学实验的基本素养，具备分析简单实验现象的能力。



已知过氧化氢的功能和分解的化学反应式，熟悉无机催化剂二氧化锰，不熟悉 $\text{Fe}^{3+}$ ，了解无机化学反应一般需要高温高压催化剂。



熟悉函数 $y=kx+b$ 中，自变量、因变量的含义。

# 实验1：探究酶催化的高效性

## 三、教学目标的制定

### 科学探究

能够根据设计的实验方案小组合作实施实验，如实记录和分析实验结果，在小组合作中积极主动，并能运用科学的术语报告实验结果，提出进一步探究的意见。

### 生命观念

从细胞是个有机统一整体的视角，分析酵母细胞能促使 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解的原因，推测细胞内的酶可能具备的特性；从物质与能量视角，解释酶催化的机理。

### 科学思维

通过观察特定的实验现象理解细胞代谢的含义，说明酶在代谢中的作用，并根据生物学原理，设计“比较过氧化氢在不同条件下的分解”的实验以及控制变量，对可能的结果作出预测并解释。

### 社会责任

根据酶的本质和特性等相关知识解释胰岛素不能口服的原理，能通过科学实践解决加酶洗衣粉洗涤要求等现实生活中的生物学问题。

# 实验1：探究酶催化的高效性

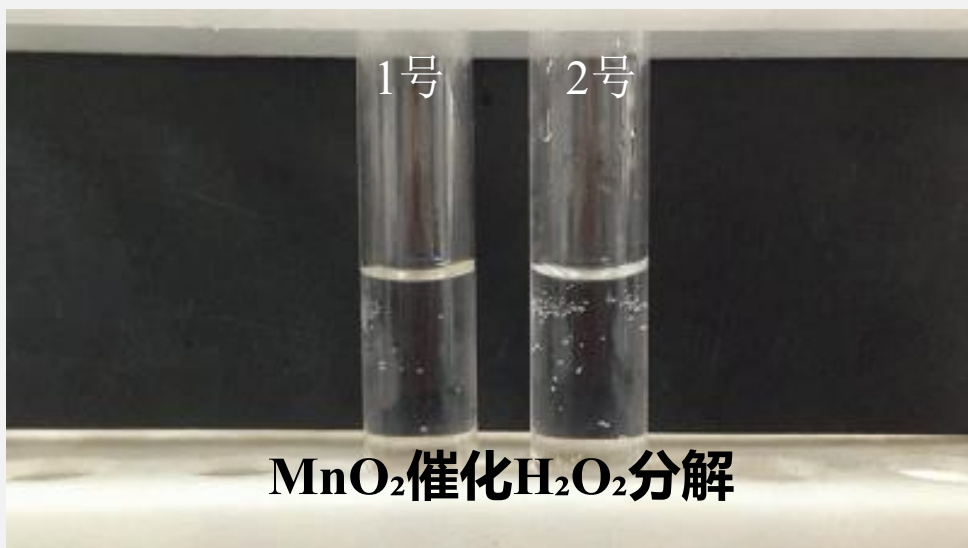
## 四、教学策略的选择



# 实验1：探究酶催化的高效性

## 五、教学过程

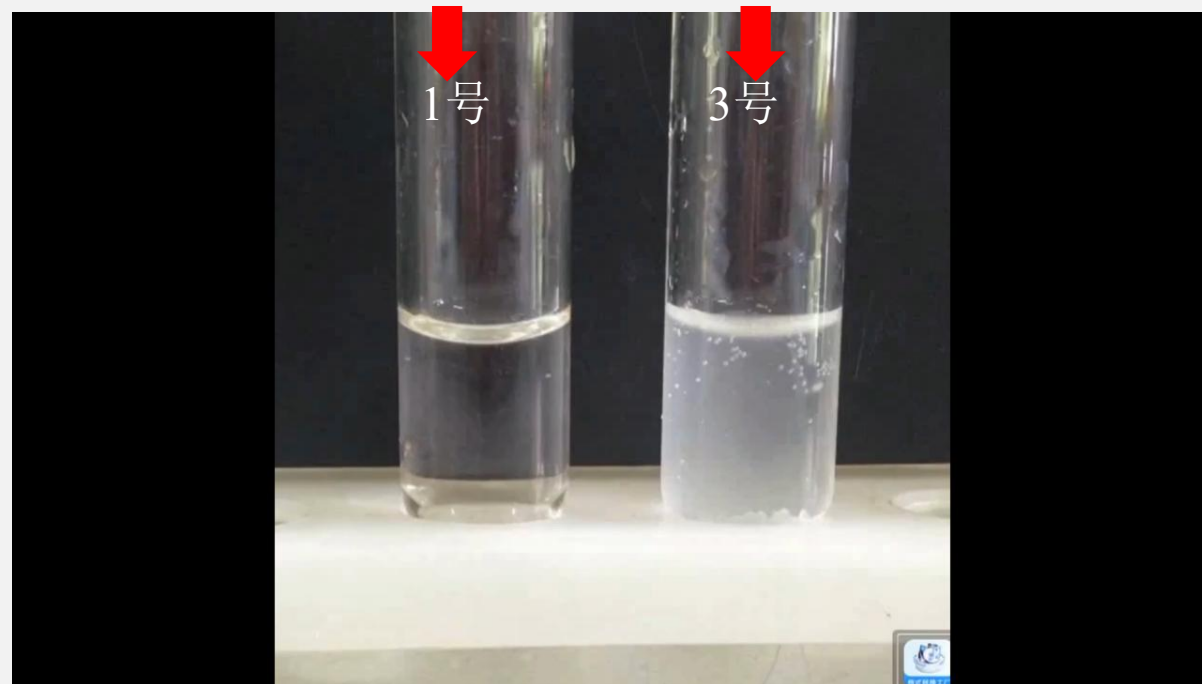
### 1.创设PBL真实情境：



在初中化学实验中，我们观察过MnO<sub>2</sub>催化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解的现象：常温下H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解缓慢，加入少量MnO<sub>2</sub>后，立即产生大量气泡（O<sub>2</sub>），且反应结束后MnO<sub>2</sub>的质量和化学性质未改变。

### 2.PBL问题驱动实验探究

细胞代谢也能产生H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>对细胞有害（**生命观念**）  
酵母细胞中是否存在促使过氧化氢分解的物质？（**科学思维**）  
2滴清水 2滴酵母菌液



**引发思考：上述两个实验能否得出酶的催化具有高效性？严谨吗？为什么？如何科学的探究？**

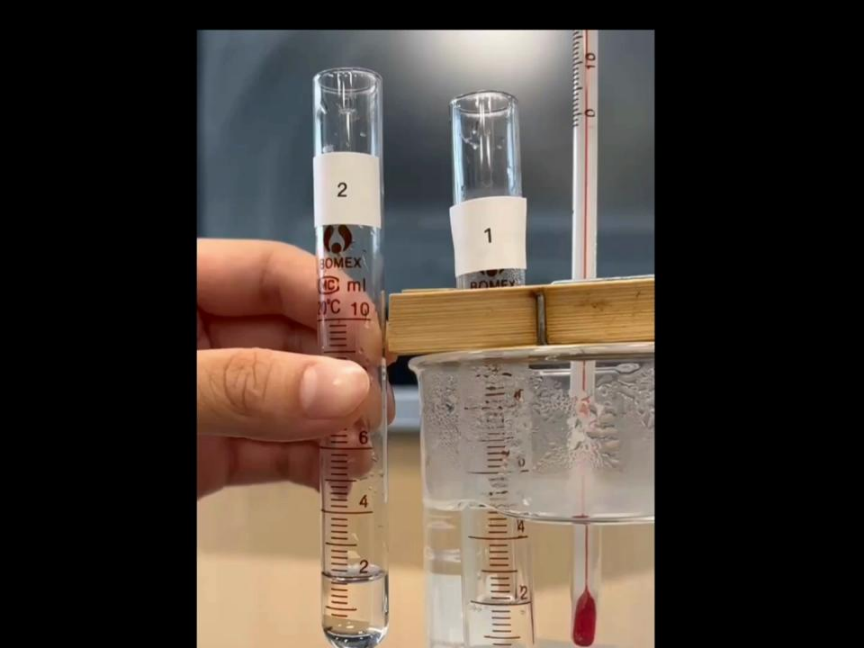


# 实验1：探究酶催化的高效性

## 3.实验分析，学会设计实验

- 1、一分钟酵母细胞内发生了怎样的变化？（生命观念）
- 2、根据这个实验能得出什么结论？（科学思维）
- 3、反思这1分钟给了你怎样的启示？（科学思维）

【疑问】已知H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在自然情况下也会缓慢的分解，为什么1号试管没有观察到现象？如何提高反应速率？



### 对照实验（科学思维）

	无关变量	自变量	无关变量	因变量
试管号	3%H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	反应条件	剂量	实验现象
1	2mL	常温	2滴清水	气泡产生速率
2	2mL	酵母菌溶液	2滴	对照组 实验组

### 如何控制变量？

与数学的联系：  
函数 $y=kx+b$ 中，自变量、因变量、无关变量分别是什么？如何保证 $y$ 只随 $x$ 的改变而改变？



# 实验1：探究酶催化的高效性

## 4.发现问题，进一步分析

(科学思维)

酶作为生物体内的“催化剂”，与化学催化剂（ $\text{MnO}_2$ ）相比，谁的效率更高？如何比较？无机催化剂  $\text{MnO}_2$ 和 $\text{FeCl}_3$ 哪个适合用于该探究实验？

$\text{MnO}_2$ 与  $\text{FeCl}_3$ 溶液用于酶高效性探究实验可行性分析

催化剂	<u><math>\text{MnO}_2</math></u> （不溶性无机催化剂）	<u><math>\text{FeCl}_3</math></u> 溶液（离子型无机催化剂）
存在状态	固体粉末，不溶于水	溶液状态， $\text{Fe}^{3+}$ 均匀分散
反应体系均一性	不均一，催化剂与底物接触面积易受粉末粒径、用量影响	均一， $\text{Fe}^{3+}$ 与底物充分接触，反应条件稳定
变量控制难度	高，接触面积差异会干扰催化效率	低，只需控制溶液体积和浓度，变量单一
与溶液态酶的可比性	差，状态不同，无法排除接触面积对实验结果的干扰	好，与酶溶液的反应环境一致，对比更严谨
结果准确性	易出现误差，难以精准体现酶的高效性	误差小，能直观地凸显酶的催化优势
是否适合	不适合	适合

$\text{CuSO}_4$ 溶液

VS

$\text{FeCl}_3$ 溶液

如何设计实验研究

# 实验1：探究酶催化的高效性

## 4.发现问题，进一步分析

$\text{CuSO}_4$  与  $\text{FeCl}_3$  催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的比较

试管	1 号	2 号	3 号	4 号和 5 号
催化剂	清水	0.01g/ml $\text{CuSO}_4$	0.05g/ml $\text{CuSO}_4$	3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液



疑问再起： $\text{CuSO}_4$ 也可以催化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 的分解，但为什么2号试管的效果更好？  
为什么3号试管还出现黄色沉淀？

# 实验1：探究酶催化的高效性

## 4.发现问题，进一步分析

1.CuSO<sub>4</sub>本身是强酸弱碱盐，溶于水时会发生水解反应，该反应会生成微量 H<sup>+</sup>，因此硫酸铜溶液本身就是弱酸性。



2.CuSO<sub>4</sub>溶液催化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解的原理



3.在弱酸性条件下高浓度Cu<sup>2+</sup>与H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>发生了配位-氧化还原反应，即Cu<sup>2+</sup>与过氧根离子（O<sub>2</sub><sup>2-</sup>）结合，生成难溶于水的CuO<sub>2</sub>黄色沉淀





2号试管的0.01g/ml CuSO<sub>4</sub>刚好在这个范围内。

4.CuSO<sub>4</sub>催化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解的较合适浓度通常在0.01-0.1mol/L（或0.0016-0.016 g/mL），这个浓度范围既能保证明显的催化效果（Cu<sup>2+</sup>充足以加速反应循环），又能避免因浓度过高导致产生黄色沉淀。

质量分数为3.5%的FeCl<sub>3</sub>溶液真是完美的吗？

反应处于动态平衡不会出现沉淀



试管	2 号	3 号
催化剂	0.01g/ml CuSO <sub>4</sub>	0.05g/ml CuSO <sub>4</sub>
图示		
气泡	有且小	无
卫生香复燃情况	不复燃	不复燃

# 实验1：探究酶催化的高效性

【提出问题】本实验的质量分数为3.5%的FeCl<sub>3</sub>溶液真是完美的吗？补充资料过程，引发思考！

质量分数为 3.5%的 FeCl<sub>3</sub>溶液制备过程

步骤	操作环节	具体操作内容
1	称量溶质	用电子天平准确称取 3.5g 无水 FeCl <sub>3</sub> 固体，放入干净烧杯中
2	抑制水解 关键步骤	向烧杯中滴加 2~3 滴浓盐酸，再加入少量蒸馏水，用玻璃棒搅拌至 FeCl <sub>3</sub> 完全溶解，避免直接加大量水导致水解生成红褐色 Fe(OH) <sub>3</sub> 沉淀。
3	定容混匀	继续向烧杯中加入剩余蒸馏水，边加边搅拌，直至溶液总质量达到 100g
4	转移保存	将澄清溶液转移至试剂瓶，贴标签，注明“3.5% FeCl <sub>3</sub> 溶液”、配制日期，密封避光保存。

机理

同离子效应抑制 FeCl<sub>3</sub> 的水解的机理

机理	解析
1. FeCl <sub>3</sub> 的水解反应	FeCl <sub>3</sub> 是强酸弱碱盐，溶于水后，Fe <sup>3+</sup> 会与水电离出的 OH <sup>-</sup> 结合，发生水解反应，生成红褐色的氢氧化铁胶体或沉淀，反应方程式为： $Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+$ 。这个反应会使溶液呈现酸性，同时生成的 Fe(OH) <sub>3</sub> 会让溶液变浑浊，无法得到澄清的 FeCl <sub>3</sub> 溶液。
2. 同离子效应抑制 Fe <sup>3+</sup> 水解	盐酸 HCl 是强酸，溶于水后会完全电离出 H <sup>+</sup> 和 Cl <sup>-</sup> 。FeCl <sub>3</sub> 溶液中加入少量盐酸，会使溶液中 H <sup>+</sup> 浓度显著增大。根据勒夏特列原理，增大生成物 H <sup>+</sup> 的浓度，会使 Fe <sup>3+</sup> 的水解平衡向左移动，从而抑制 Fe <sup>3+</sup> 的水解，减少 Fe(OH) <sub>3</sub> 的生成，保证溶液澄清透明。

【资料卡】H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的分解受酸碱度的影响，存在酸水解现象。



# 实验1：探究酶催化的高效性

## 【实验验证】

不同状态的  $\text{FeCl}_3$  溶液催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的比较

试管	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号
催化剂	久置的 3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液（下层）	久置的 3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液（上清液）	久置的 3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液（沉淀混匀）	新制的 3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液（未加 $\text{HCl}$ ）	新制的 3.5% $\text{FeCl}_3$ 溶液（加 $\text{HCl}$ ）

总结：新制的3.5%  $\text{FeCl}_3$  溶液（加 $\text{HCl}$ ）催化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解的效果最好



## 实验2：比较 $\text{H}_2\text{O}_2$ 在不同催化剂下的分解实验

【提出问题】本实验为什么不选用新鲜的质量分数为20%的肝脏（如猪肝、鸡肝）研磨液？而要用酵母菌培养液？还可以用其他材料替代吗？



实验过程中，肝脏研磨液的新鲜度是很难保证的，一其来源是在市场上购买，保证不了现宰现摘；二是肝脏易被污染，酶活性降低。这是制约该实验开展的关键。其次肝脏的颜色、气味、触感会使部分学生产生不适感，也是制约因素之一。



土豆块茎



杏鲍菇菌柄



玉米籽粒



红薯块根



平菇菌柄



苹果果肉

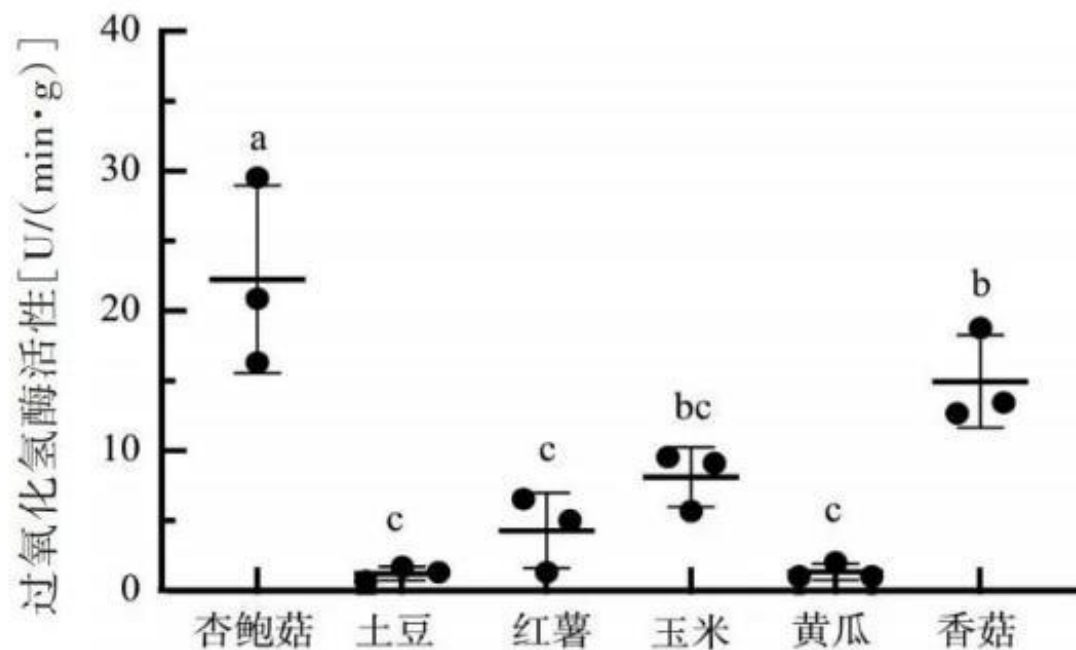


酵母菌培养液

哪个更好呢？

## 实验2：比较H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在不同催化剂下的分解实验

【文献资料】《“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验材料优化》



注：图中不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

图1 比较不同实验材料的酶活性

作者通过紫外分光光度法测定并比较杏鲍菇菌柄、香菇菌柄、鲜玉米种子、黄瓜果肉、土豆块茎、红薯块根研磨液中的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>酶活性。

利用带火星的卫生香复燃操作检验反应速率的快慢，结果表明，杏鲍菇菌柄中的过氧化氢酶活性最强是很好的肝脏研磨液的替代品。



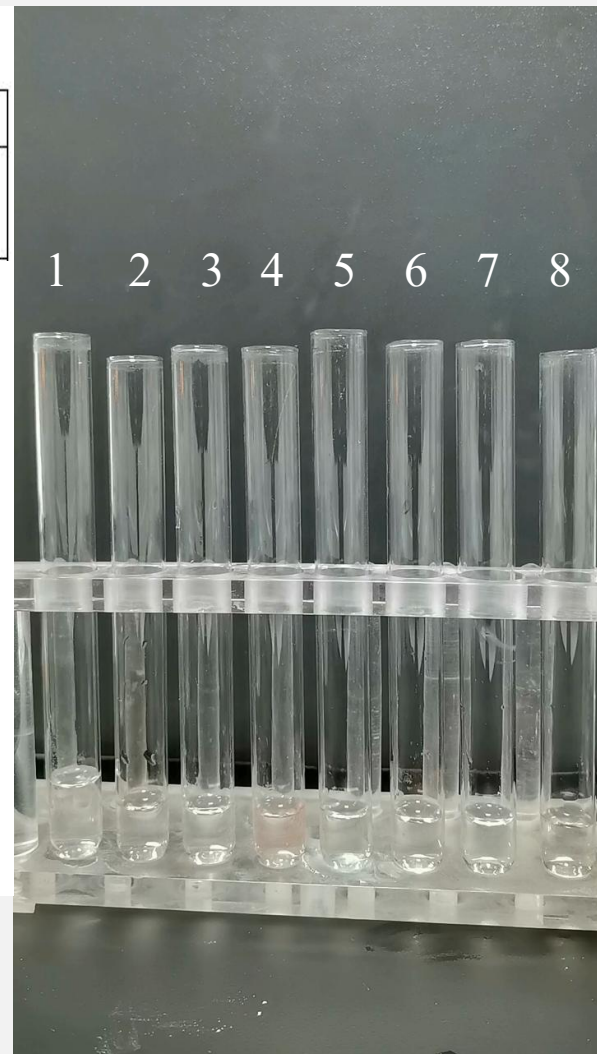
## 实验2：比较H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在不同催化剂下的分解实验

### 【实验验证】

比较 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 在不同催化剂下的分解实验

试管	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号
催化剂	清水	新制的 3.5% FeCl <sub>3</sub> 溶液（加 HCl）	20%玉米籽粒 研磨液	20%苹果果肉 研磨液	20%土豆块茎 研磨液	20%红薯块根 研磨液	20%平菇菌柄 研磨液	20%杏鲍菇菌 柄研磨液

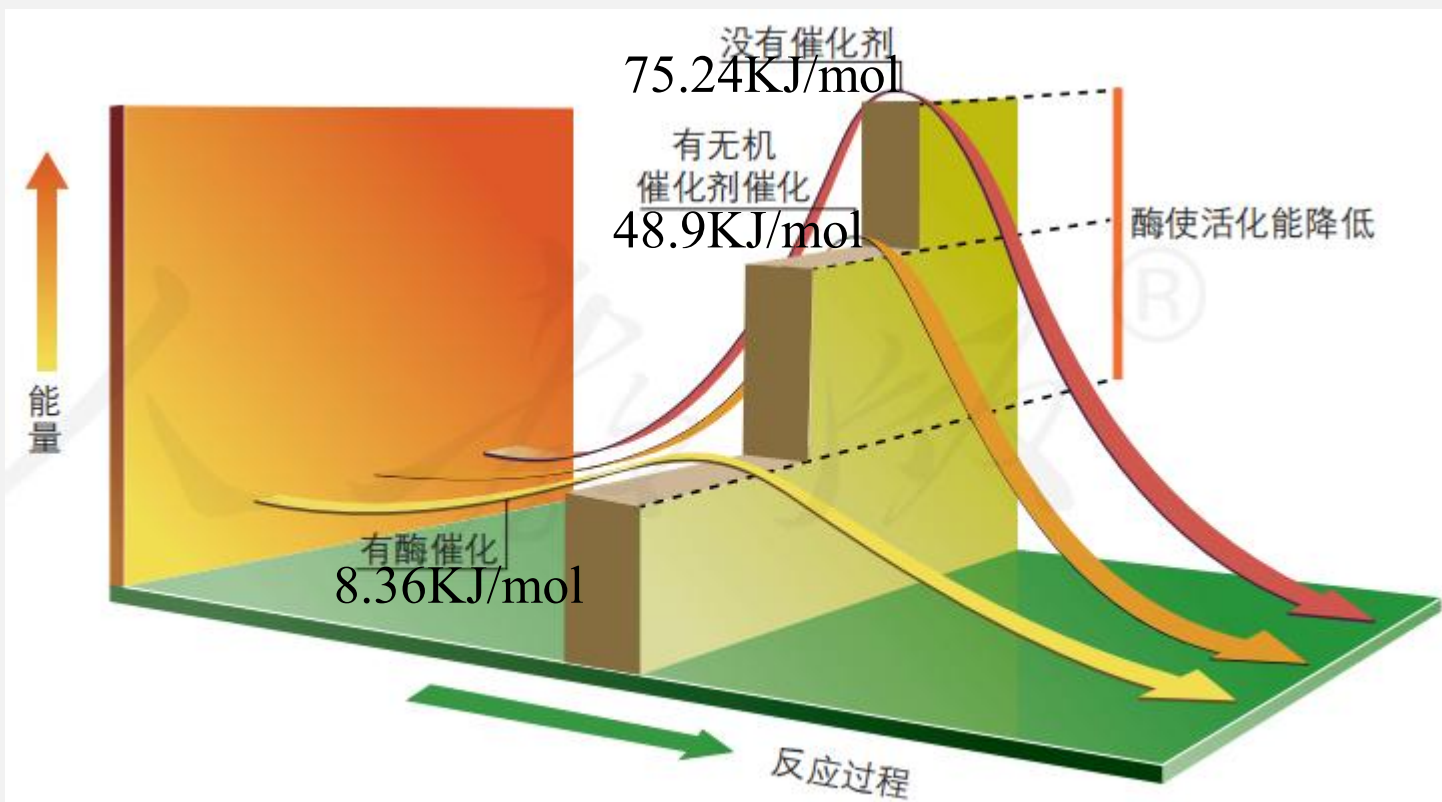
实验结论：酶在常温下可以加快反应速率。  
同无机催化剂相比，酶的催化效率更高。





## 实验2：比较 $\text{H}_2\text{O}_2$ 在不同催化剂下的分解实验

【进一步思考】加热、加催化剂都能加快 $\text{H}_2\text{O}_2$ 的分解，原理相同吗？  
酶为什么比无机催化剂的催化效率更高？



▲ 图 5-1 酶降低化学反应活化能示意图

加热：为 $\text{H}_2\text{O}_2$ 提供能量

催化剂：降低化学反应的活化能；  
酶能更显著地降低化学反应的活化能，催化效率更高！

## 实验2：比较H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在不同催化剂下的分解实验

### 4.发现问题，进一步分析

【疑惑】不同质量分数的酶溶液和无机催化剂，是否具有可比性？（科学思维）

生物催化剂 (过氧化氢酶)	无机催化剂 (Fe <sup>3+</sup> )
1滴质量分数为20%的新鲜肝脏研磨液	1滴质量分数为3.5%的氯化铁溶液
相对数量：1	相对数量：25万

解析：这里的“相对数量”代表“催化等量反应所需的催化剂用量”。

仅需 1 份的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>酶就能达到 25 万份(Fe<sup>3+</sup>)的催化效果，直观说明：酶的催化效率远高于无机催化剂，酶的催化具有高效性。



# 不同类别实验教学举例分析



提取鉴定类

实验1：检测生物组织中的糖类

实验2：检测生物组织中的蛋白质

实验3：检测生物组织中的脂肪



## 实验1：检测生物组织中的糖类

### 检测市售饮品中的糖类

#### 一、真实问题情境创设

##### PBL真实情境：

某媒体报道称，部分市售奶茶、果汁的“低糖”“天然”标签存在虚假宣传。某消费者协会委托班级学生团队，利用生物学知识检测饮品中的糖类成分，为公众提供科学建议

##### PBL问题驱动任务：

- 1.如何检测不同饮品中的还原糖与非还原糖？
- 2.市售饮品（如奶茶、果汁）的糖类成分是否与标签一致？

#### 二、实验材料与试剂

**待测样品：**奶茶、苹果汁、西瓜汁、火龙果汁、甘蔗汁、葡萄糖溶液（阳性对照）、蔗糖溶液（阴性对照）。

**试剂与仪器：**斐林试剂（A液、B液）、蒸馏水、水浴锅、试管、量筒、滴管等



## 实验1：检测生物组织中的糖类

### 检测市售饮品中的糖类

### 三、教学过程设计

1.情境导入：播放新闻片段：《奶茶含糖量争议、果汁“天然无添加”广告》

提问：“如何科学验证这些饮品的糖类成分？”

#### 2.知识回顾与分组讨论

学生分组回顾糖类分类（单糖、二糖、多糖）及检测方法（斐林试剂需水浴条件）。

#### 关键问题讨论：

为什么斐林试剂需现配现用，水浴加热？

材料有颜色是否会干扰鉴定结果？

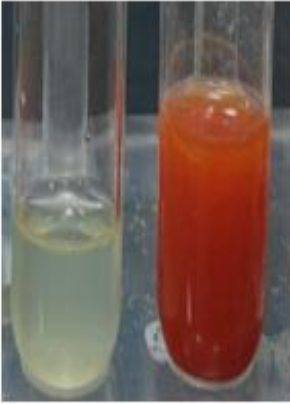

如何区分还原糖与非还原糖（如蔗糖）？

3.还原糖检测操作：取等量样品（稀释后）与斐林试剂混合，沸水浴2分钟，观察颜色变化。

现象记录：砖红色沉淀（阳性）、蓝色无变化（阴性）。

# 实验1：检测生物组织中的糖类

## 4.数据分析与结论

材料	苹果汁	甘蔗汁	西瓜汁	火龙果汁	蔗糖	奶茶	葡萄糖溶液
现象							
	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀

实验结论：苹果汁，甘蔗汁，西瓜汁，火龙果汁，奶茶试管中液体产生砖红色沉淀，说明含有还原糖。蔗糖，依然是浅蓝色，为非还原糖。材料有颜色，对鉴定结果的干扰有限，不影响结果判断。通过砖红色沉淀的量，可以初步判断奶茶中的还原糖含量较高。众所周知，甘蔗富含蔗糖，实验结果显示甘蔗中也富含还原糖，学生在探究的过程中纠正认为甘蔗不含有还原糖的定向思维。





## 实验1：检测生物组织中的糖类



### 5.发现新问题，进一步探究



现象：水浴加热后出现  
**砖红色沉淀和黑色沉淀**

原因分析：斐林试剂和组织样液没有充分摇匀， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ （氢氧化铜）在溶液中不稳定，水浴加热后，会快速脱水分解为黑色的 $\text{CuO}$ （氧化铜）

### 进一步理解为什么要现配现用？

新制的斐林试剂	1 小时后的斐林试剂
	
产生蓝色沉淀	产生黑色沉淀

长时间存放，不稳定的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ （氢氧化铜）在溶液中，会缓慢脱水分解为黑色的 $\text{CuO}$ （氧化铜）



# 实验1：检测生物组织中的糖类

## 5.发现新问题，进一步探究

某同学发现：教材上用斐林试剂检测还原糖时，选择50- 65℃水浴加热，为什么实验室的水浴锅是90℃？

表 1 室温下还原糖与斐林试剂完成显色反应所需时间

反应时长	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min
溶液颜色	浅蓝色	墨绿色	棕色	棕红色	橙红色	砖红色

表 2 不同温度条件下还原糖与斐林试剂完成显色反应所需时间

实验步骤		试管编号					
		1	2	3	4	5	6
1	加入梨汁	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL
2	加入斐林试剂	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL
3	实验温度	30℃	45℃	60℃	75℃	90℃	100℃
4	出现砖红色所需的反应时长	25 min	4 min 30 s	1 min 50 s	1 min	38 s	24 s

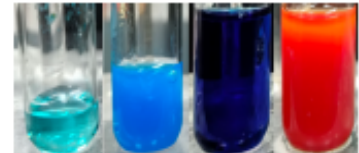
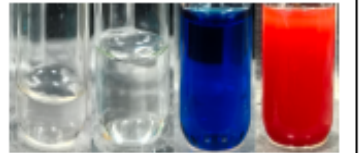
注意：  
温度过高可能使斐林试剂中的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  受热分解，生成黑色  $\text{CuO}$  沉淀，干扰砖红色沉淀的观察；



# 实验1：检测生物组织中的糖类

## 5.发现新问题，进一步探究

某同学发现：斐林试剂等量分别加入，等量混合后加入，出现相同的结果，试剂加入的顺序必须和书本一样吗？

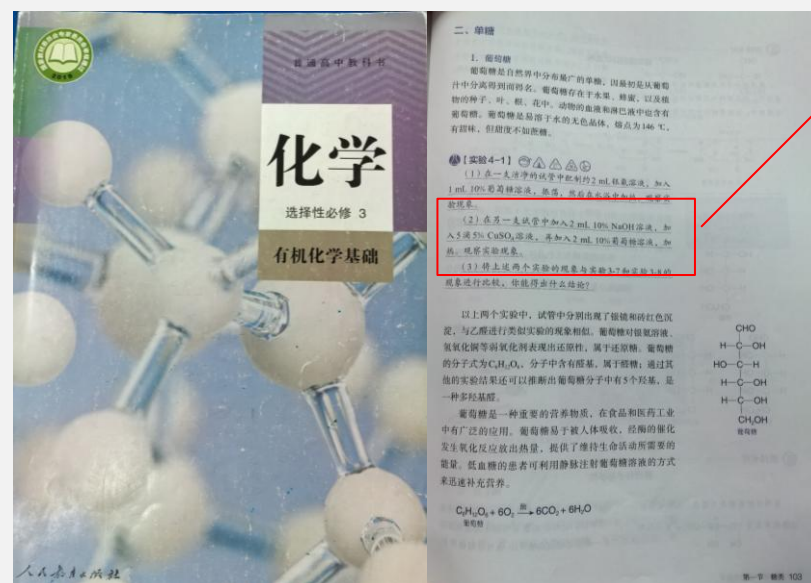
试管编号	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号
第 1 次加入溶液	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.05g/ml CuSO4	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 葡萄糖溶液	1ml 葡萄糖溶液	1ml 0.05g/ml CuSO4
第 2 次加入溶液	1ml 0.05g/ml CuSO4	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 葡萄糖溶液	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.05g/ml CuSO4	1ml 葡萄糖溶液
第 3 次加入溶液	1ml 葡萄糖溶液	1ml 葡萄糖溶液	1ml 0.05g/ml CuSO4	1ml 0.05g/ml CuSO4	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>
实验结果图示						
实验现象	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀	砖红色沉淀

实验结论：在实验过程中，样液、NaOH溶液和CuSO<sub>4</sub>溶液的加入顺序无严格要求。无论是什么顺序。实验结果均为砖红色沉淀。关键是要有 Cu (OH)<sub>2</sub>存在，还原糖在加热的条件下，与Cu (OH)<sub>2</sub>反应生成砖红色的氧化亚铜Cu<sub>2</sub>O沉淀。

# 实验1：检测生物组织中的糖类

## 5.发现新问题，进一步探究：还原糖鉴定的方法的差异

人教版高中化学选必三《有机化学基础》P100



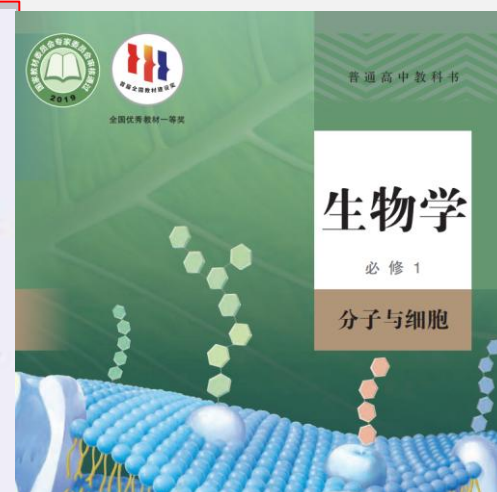
在一支试管中加入2 mL 10% NaOH溶液，加入5滴5% CuSO<sub>4</sub>溶液，再加入2 mL 10%葡萄糖溶液，加热。观察实验现象。

3. 试剂：斐林试剂（甲液：质量浓度为0.1 g/mL的NaOH溶液，乙液：质量浓度为0.05 g/mL的CuSO<sub>4</sub>溶液），

### 3. 检测的方法步骤

#### (1) 还原糖的检测和观察

- ①向试管内注入2 mL待测组织样液。
- ②向试管内注入1 mL斐林试剂（甲液和乙液等量混合均匀后再注入）。
- ③将试管放入盛有50~65℃温水的大烧杯中加热约2 min。
- ④观察试管中出现的颜色变化。



**疑惑：到底那种更好？两种方法有何差别？**

人教版高中生物必修一《分子与细胞》P18



# 实验1：检测生物组织中的糖类



5.发现新问题，进一步探究：还原糖鉴定的方法的差异

## 一、斐林试剂的两种配制方法

比较	化学书	生物书
组成	甲液：2 mL 10%NaOH 溶液 (约为 0.11g/mL 的 NaOH 溶液) 乙液：5 滴 5%CuSO4 溶液 (约为 0.525g/mL 的 CuSO4溶液)	甲液：1mL 质量浓度为 0.1g/mL 的 NaOH 溶液 乙液：1mL 质量浓度为 0.05g/mL 的 CuSO4溶液
配制	非等量混合，现配现用	等量混合，现配现用
结果	约产生 0.008g Cu(OH)2 沉淀	约产生 0.031g Cu(OH)2 沉淀
评价	非标准版，副反应多。	标准版，更准确，更可靠。

约3.88倍



## 实验1：检测生物组织中的糖类

5.发现新问题，进一步探究：还原糖鉴定的方法的差异

二、两种方法配置的“斐林试剂”在化学性质上有以下区别：

比较	化学书	生物书
反应速率	<u>NaOH</u> 浓度 <b>高</b> ，反应速率 <b>更快</b>	<u>NaOH</u> 浓度 <b>低</b> ，反应速率 <b>更慢</b>
反应现象	<b>快速</b> 产生砖红色沉淀	<b>缓慢</b> 产生砖红色沉淀
产物 稳定性	过量的 <u>NaOH</u> 使生成的 $\text{Cu}_2\text{O}$ (氧化亚铜，砖红色沉淀)更易被氧化为 <u>CuO</u> (氧化铜， <b>黑色沉淀</b> )，产物的 <b>稳定性较差</b>	试剂浓度适中，产物 $\text{Cu}_2\text{O}$ (氧化亚铜， <b>砖红色沉淀</b> )，不易被氧化，产物的 <b>稳定性较强</b>
适用范围	碱性过强，适用范围 <b>相对较窄</b>	适用于 <b>大多数还原性糖</b> 的检测





# 实验1：检测生物组织中的糖类

5.发现新问题，进一步探究：还原糖鉴定的方法的差异

三、两种方法配置的“斐林试剂”在鉴定中的差异比较

























## 实验1：检测生物组织中的糖类

5.发现新问题，进一步探究：还原糖鉴定的方法的差异

三、两种方法配置的“斐林试剂”在鉴定中的差异比较

60℃  
水浴  
加热

方法	0min	1min	2min	3min	4min	6min	8min	10min	12min	14min	16min
生物书方法											
化学书方法											

## 实验1：检测生物组织中的糖类

关于化学法的思考：

采用化学书方法鉴定还原糖实验中，在未水浴加热时，会呈现**绛蓝色透明**的溶液？为什么？

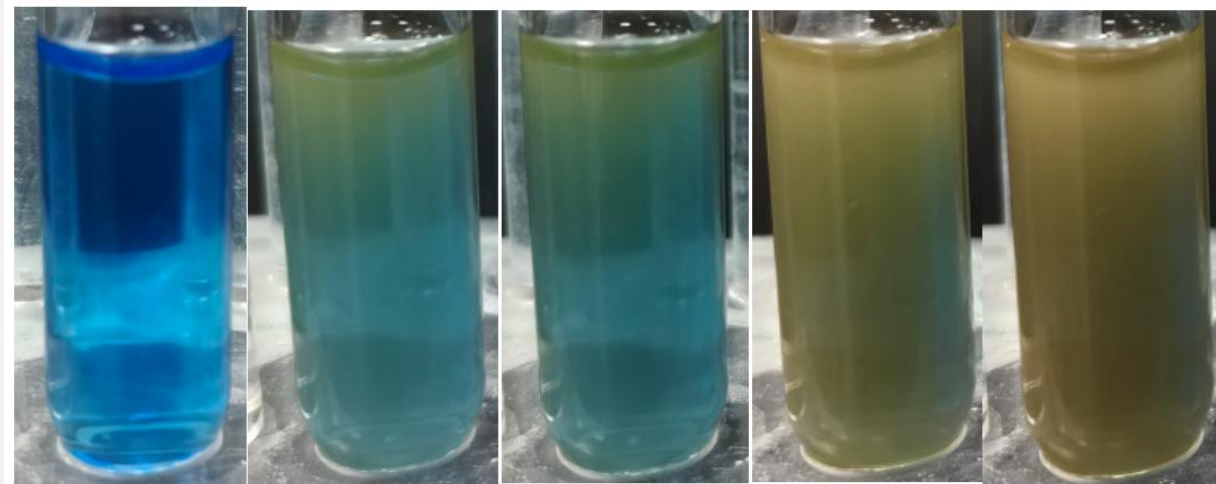


葡萄糖酸根合铜(II)酸钠

关键步骤解析：

碱性环境形成铜-糖络合物：在强碱性条件下（如NaOH过量），氢氧化铜 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶解，与还原糖的多羟基结构结合，生成可溶性的**铜-糖络合物**。这种络合物因配位结构的变化呈现**绛蓝色**。

反应条件与现象：若直接加热该络合物， $\text{Cu}^{2+}$ 会被还原为 $\text{Cu}^+$ ，生成**砖红色**的 $\text{Cu}_2\text{O}$ 沉淀。但若碱过量且未加热，络合物保持可溶状态，颜色为**绛蓝色**。随着时间的推移也会缓慢降解。



**实验现象：**室温放置**绛蓝色透明**溶液中，络合物也会缓慢降解，向**砖红色沉淀**转变。



# 实验1：检测生物组织中的糖类

## 四、化学法的思考：

**问题：**参考化学书方法，是不是意味着直接用双缩脲试剂就可以代替斐林试剂？



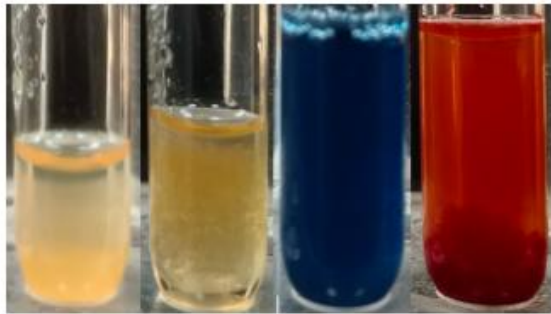


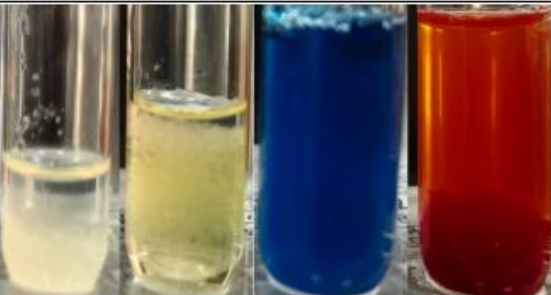
试管编号	1 号-斐林试剂	2 号-双缩脲试剂	3 号-双缩脲试剂
第 1 次加入溶液	1ml 葡萄糖溶液	1ml 葡萄糖溶液	1ml 葡萄糖溶液
第 2 次加入溶液	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>
第 3 次加入溶液	4 滴 0.05g/ml CuSO4	4 滴 0.01g/ml CuSO4	1ml 0.01g/ml CuSO4
实验结果图示			
实验现象	蓝色沉淀变砖红色沉淀	浅蓝色溶液变浅砖红色溶液	绛蓝色溶液变砖红色沉淀

**实验结论：**利用斐林试剂鉴定还原糖的存在，关键是要有氢氧化铜存在，还原糖在加热的条件下，与氢氧化铜反应生成砖红色的氧化亚铜 $\text{Cu}_2\text{O}$ 沉淀。并且双缩脲试剂可以替代斐林试剂。



# 实验1：检测生物组织中的糖类

**发现问题：**教材中建议实验材料选取苹果或梨。但是苹果汁最好临时制备，不能长时间保存；苹果多酚氧化酶含量较高，苹果汁很易被氧化成褐色，是否影响实验效果。怎么办？

项目	初始状态	12 小时后状态	鉴定结果比较	实验现象
不含 NaCl 苹果汁				砖红色沉淀
含 NaCl 的苹果汁				砖红色沉淀

苹果匀浆中加入少量食盐能防治褐变，主要与抑制多酚氧化酶的活性及降低氧化反应速率有关，具体原因如下：

## 1. 抑制酶的活性

食盐（主要成分  $\text{NaCl}$ ）溶于水后形成的离子环境，会改变多酚氧化酶的空间结构（即“盐析”效应），从而降低其催化活性，减少多酚类物质被氧化的速率，进而延缓褐变。

## 2. 降低水分活度

食盐溶解后会提高匀浆的离子浓度，降低体系的水分活度，减少多酚氧化酶与底物（多酚类物质）、氧气的接触概率，间接减缓氧化反应的发生。

## 3. 抗氧化协同作用

食盐可在一定程度上抑制部分微生物的繁殖，减少微生物代谢产生的氧化酶类对匀浆的影响，辅助延缓褐变进程。

注意：这种方法仅能暂时延缓褐变，无法完全阻止；若要长期保存，还需结合冷藏等方式。

**实验结果：**苹果汁中加入少量食盐，可以防止褐变。观感好很多。  
但不论褐变与否均不影响实验结果。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

### 一、真实问题情境创设

**PBL真实情境：**某市市场监管部门接到举报，称某奶茶店宣传其招牌奶茶“富含优质乳蛋白”，但消费者怀疑其蛋白质含量虚假宣传。现需组建“食品安全检测小组”，利用生物实验技术对奶茶及常见食品进行蛋白质检测，验证其真实性。

### PBL驱动问题

1. 如何通过实验验证不同食品中是否含有蛋白质？
2. 奶茶中是否真的含有足量蛋白质？
3. 鸡蛋的不同部位（蛋清/蛋黄）、生熟状态是否影响蛋白质检测结果？

### 二、实验材料与仪器

**待测样品：**鸡蛋清、鸡蛋黄、奶茶、熟鸡蛋匀浆、牛奶。

**试剂：**双缩脲试剂（A液：0.1g/mL NaOH；B液：0.01g/mL CuSO<sub>4</sub>）。

**器材：**试管、离心机、研钵、水浴锅、滴管、比色卡（自绘梯度）。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

### 三、教学过程

#### 阶段1：问题导入与任务分配

**情境呈现：**播放新闻片段："奶茶蛋白质含量争议事件"。

**分组讨论：**小组提出初步检测方案，聚焦问题

如何避免样品颜色（如奶茶、蛋黄）干扰检测？

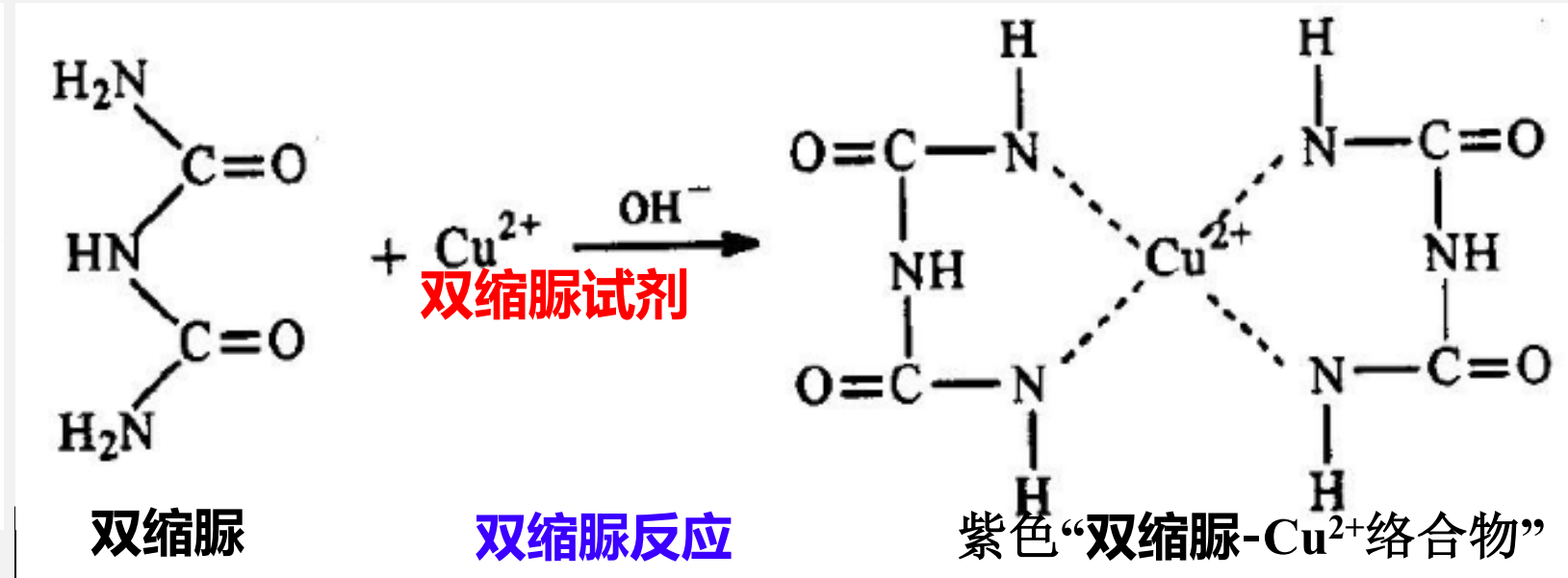
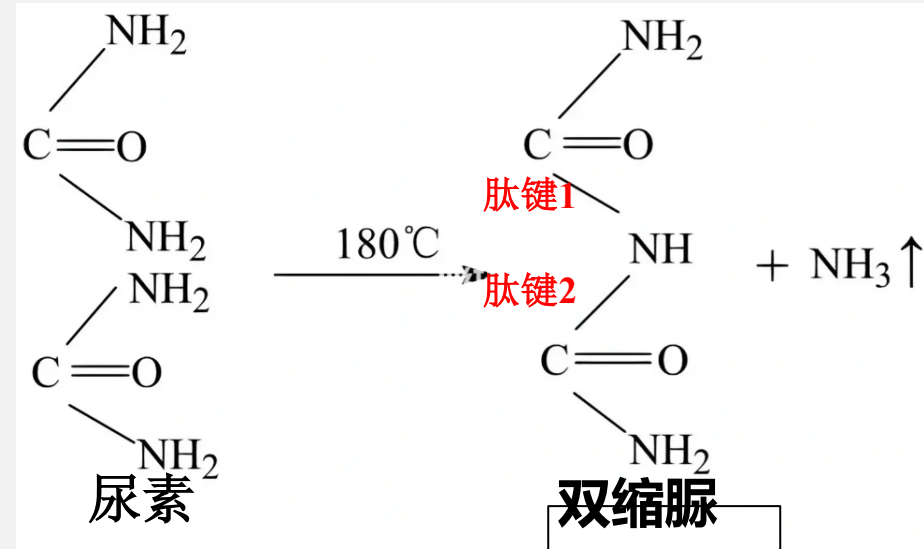
熟鸡蛋蛋白质是否因变性无法检测？

**教师引导：**回顾双缩脲试剂原理，提示预处理方法（稀释、离心）。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

### 【双缩脲试剂检测蛋白质的原理】什么是双缩脲，双缩脲试剂和双缩脲反应？

- (1) **双缩脲** ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ ) 是由两个尿素分子**脱氨缩合**而成的化合物；
- (2) **双缩脲试剂**最初发明用来检测双缩脲，并因此得名，其本质是由0.1 g / mL 的氢氧化钠和0.01 g / mL 的硫酸铜配置而成，呈现蓝色。



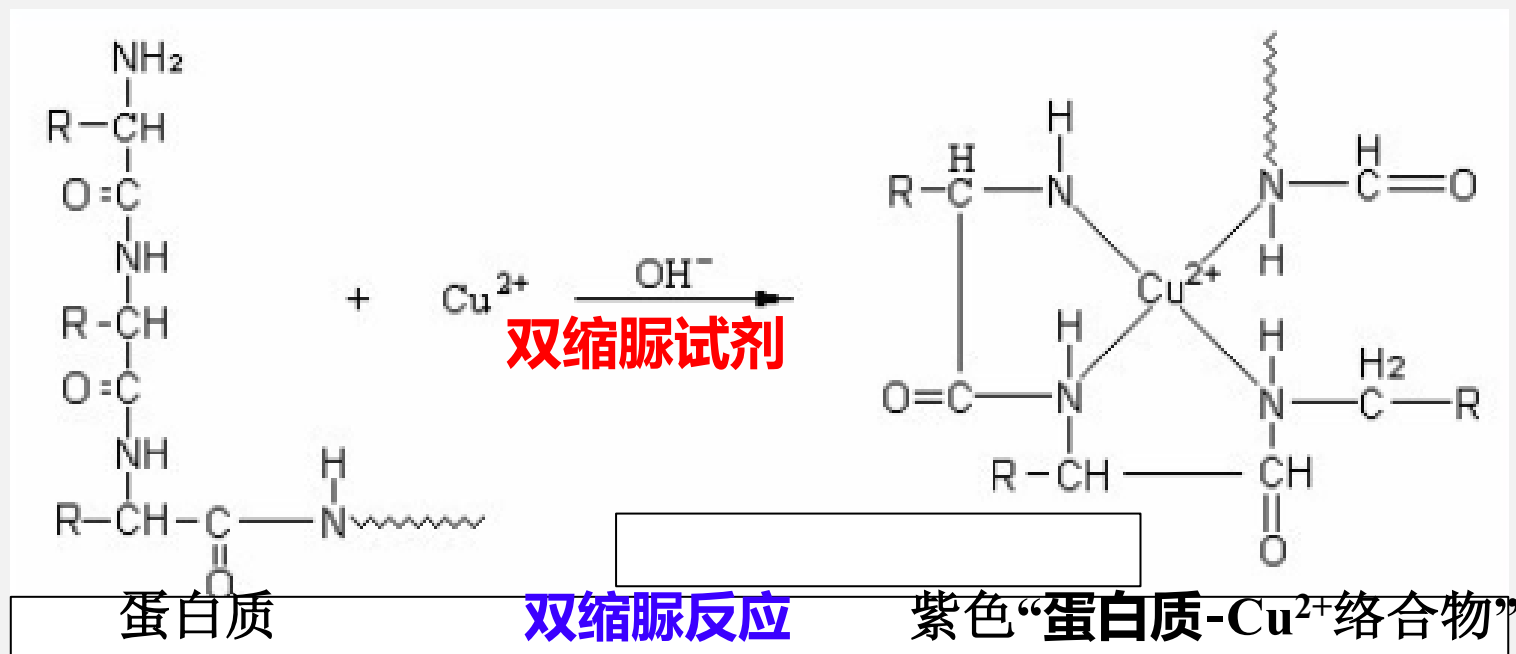
补充资料：配位化合物也叫络合物，由中心原子或离子（统称中心原子）和围绕它的称为配位体（简称配体）的分子或离子，完全或部分由配位键结合形成。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

### 【双缩脲试剂检测蛋白质的原理】什么是双缩脲，双缩脲试剂和双缩脲反应？

(3) 由于蛋白质分子中含有很多与双缩脲结构相似的**肽键**，因此也能够与 $\text{Cu}^{2+}$  离子在碱性溶液中发生**双缩脲反应**。但是蛋白质长度必须在三肽及以上（**至少含有两个肽键**），才能与双缩脲试剂发生紫色反应。

(4) 紫色络合物颜色的深浅与蛋白质浓度成**正比**，可**定量**测定蛋白质含量。紫色络合物在  $540\text{nm}$  处的吸光度与蛋白质的含量在  $10\sim 120\text{g/L}$  范围内有良好的**线性关系**。



# 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

## 阶段2：实验设计与实施

### 实验步骤（学生自主设计，教师优化）

样品预处理：蛋清、蛋黄分别稀释（1:5）；奶茶离心取上清液；熟鸡蛋研磨后过滤。

### 分组实验





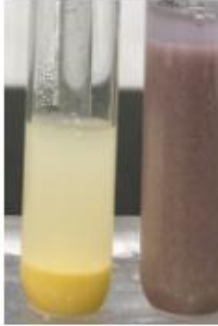

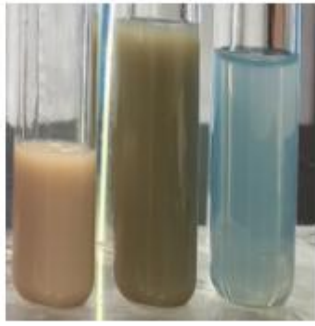
组别	检测样本	预期现象
1	牛奶（阳性对照）	紫色
2	蛋清稀释液	紫色
3	蛋黄稀释液	可能淡紫色（含脂干扰）
4	奶茶上清液	浅紫色/无变化
5	熟鸡蛋匀浆滤液	紫色（变性蛋白仍可检测）
6	蒸馏水（阴性对照）	蓝色

双缩脲试剂使用顺序：  
先加A液2mL，摇匀后再加B液4滴。



# 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

## 阶段3：数据分析与结论

材料	全脂牛奶	鸡蛋清	鸡蛋黄	熟鸡蛋白匀浆	熟鸡蛋黄匀浆	花生子叶匀浆	奶茶
现象							
	紫色	紫色	紫色	紫色	紫色	紫色	浅蓝色

实验结论：全脂牛奶，蛋清稀释液，蛋黄稀释液，熟鸡蛋白匀浆，熟鸡蛋黄匀浆，花生子叶匀浆均含有蛋白质。该款奶茶中不含蛋白质（震惊！）

有些奶茶为什么不含蛋白质？却有奶香味？

2024年，广西消委会的测评中，有10款奶茶样品的蛋白质含量为0g/100g，涉及蜜雪冰城、大维、霸王茶姬等多个品牌，这些奶茶使用奶精或植物奶油等脂肪制品代替牛奶，制造奶香味。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

奶精，又称植脂末，是一种人工合成的食品添加剂。

**1.成分：**奶精的主要成分包括葡萄糖浆、氢化植物油、酪蛋白酸钠、乳化剂、稳定剂和香精等。其中，**氢化植物油**是奶精的关键成分。

**2.特点：**

**改善口感：**奶精具有**浓郁的奶香**和细腻的口感，能够提升品质和口感，更加醇厚、顺滑。

**稳定性好：**在不同的温度和酸碱度条件下，能保持**较好的稳定性**，不易出现分层、沉淀现象。

**溶解性强：**奶精能够**快速溶于水**，形成均匀的溶液，方便使用。

**应用广泛：**奶精被广泛应用于**咖啡、奶茶、冰淇淋、烘焙食品**等众多食品和饮料中

**3.健康影响：**奶精中含有**反式脂肪酸**，长期过量摄入可能会**增加患心血管疾病的风险**，如导致血液中低密度脂蛋白升高，高密度脂蛋白降低等。此外，奶精的热量较高，过量食用可能导致**肥胖**

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

发现新问题，进一步探究

第一次失败



第二次成功



现象：使用双缩脲试剂检测蛋白质时，有的同学观察到蓝色絮状沉淀的现象

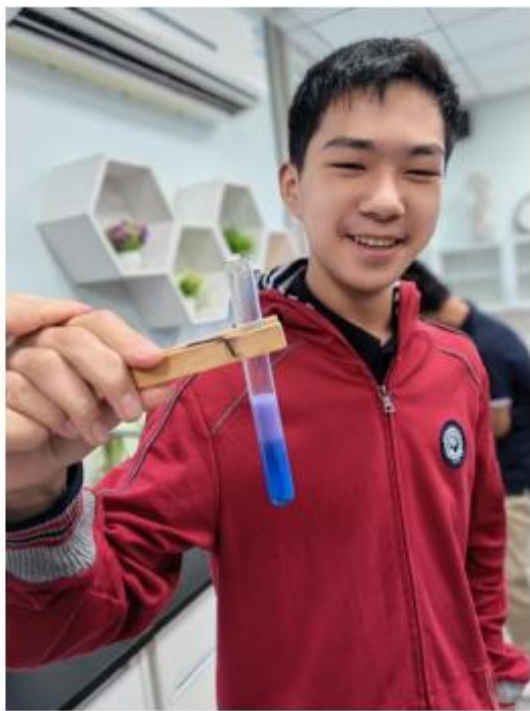
原因：双缩脲试剂B液是0.01g/mL CuSO<sub>4</sub>溶液，而过量的B液会与A液（NaOH溶液）发生反应生成蓝色的Cu(OH)<sub>2</sub>絮状沉淀，而蓝色会掩盖紫色。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

发现新问题，进一步探究



未混匀



顺序错了+未混匀

现象：使用双缩脲试剂检测蛋白质时，有的同学观察到蓝色和紫色分层的实验现象

原因：加入B液后未混匀，或者加液顺序相反

问题：双缩脲试剂和蛋白质溶液的加入顺序与颜色反应的关系？

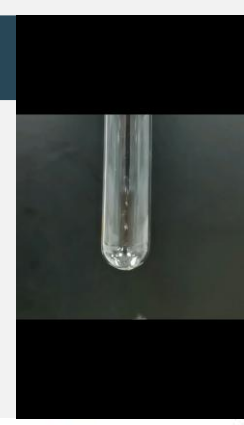


## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

发现新问题，进一步探究

问题：双缩脲试剂和蛋白质溶液的加入顺序与颜色反应的关系？

4号



试管编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
第1次加入溶液	1ml 蛋清稀释液	1ml 蛋清稀释液	4滴 0.01g/ml CuSO4	4滴 0.01g/ml CuSO4	1ml 0.1g/ml NaOH	1ml 0.1g/ml NaOH
第2次加入溶液	1ml 0.1g/ml NaOH	4滴 0.01g/ml CuSO4	1ml 蛋清稀释液	1ml 0.1g/ml NaOH	4滴 0.01g/ml CuSO4	1ml 蛋清稀释液
第3次加入溶液	4滴 0.01g/ml CuSO4	1ml 0.1g/ml NaOH	1ml 0.1g/ml NaOH	1ml 蛋清稀释液	1ml 蛋清稀释液	4滴 0.01g/ml CuSO4

实验结论：蛋清稀释液和双缩脲试剂的加入顺序没有严格的定式，是可以变化的。

## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

发现新问题：为何3号试管会出现乳白色沉淀？

补充资料：**盐析是指在蛋白质、多糖等大分子溶液中，加入大量中性盐（如 NaCl、CuSO<sub>4</sub>等），使大分子的溶解度降低并从溶液中析出的过程。该过程不破坏大分子的空间结构，属于物理变化**

### 课外探究

### 从植物组织中提取 DNA

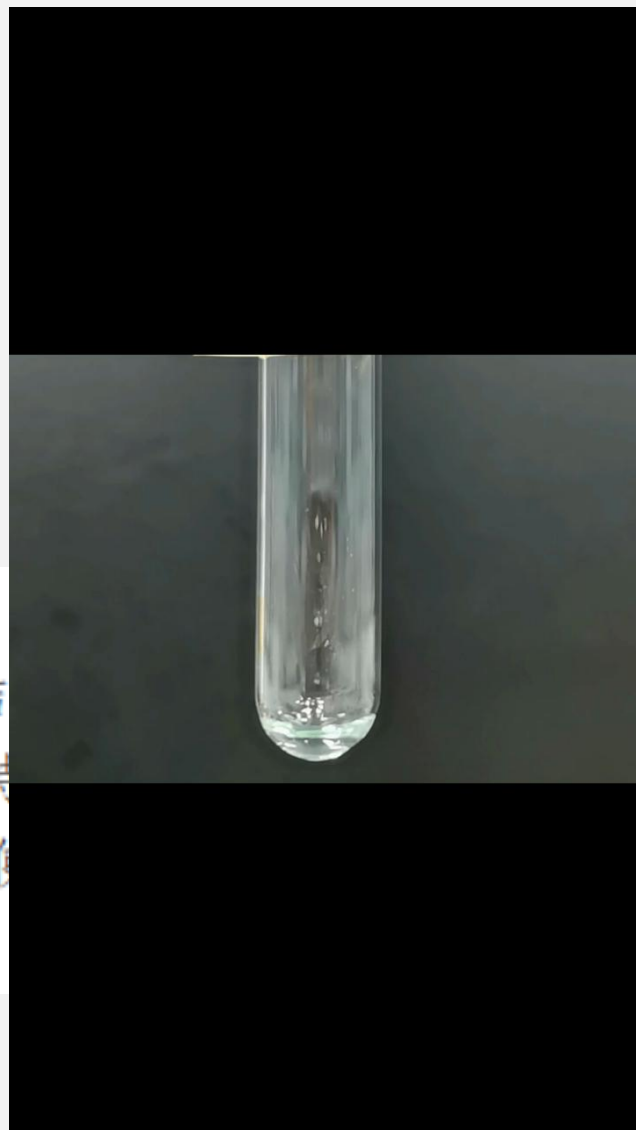
植物组织 DNA 的制备与动物组织 DNA 的制备原理大致相同，为了方便地获得 DNA，

### 作出假设

针对提出的问题作出假设。例如，针对植物组织细胞的结  
钠(SDS)的洗涤剂能破坏细胞质膜、使 DNA 与蛋白质分离的特  
时，加入石英砂和洗涤剂，有利于破碎细胞壁、破坏细胞质膜，使  
DNA；利用 **盐析** 法去除蛋白质，可以提取出较纯净的 DNA。

钠(SDS)的洗涤剂能破坏细胞质膜、使 DNA 与蛋白质分离的特点，作出假设：在研磨植物组织  
时，加入石英砂和洗涤剂，有利于破碎细胞壁、破坏细胞质膜，使细胞核 DNA 释放，利于提取出  
DNA；利用 **盐析** 法去除蛋白质，可以提取出较纯净的 DNA。

链接

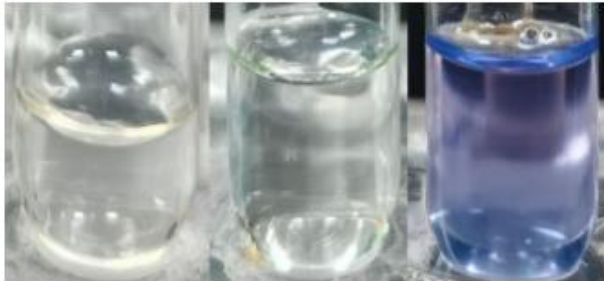





## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

发现新问题，进一步探究

问题：斐林试剂可以替代双缩脲试剂，用于蛋白质的鉴定吗？

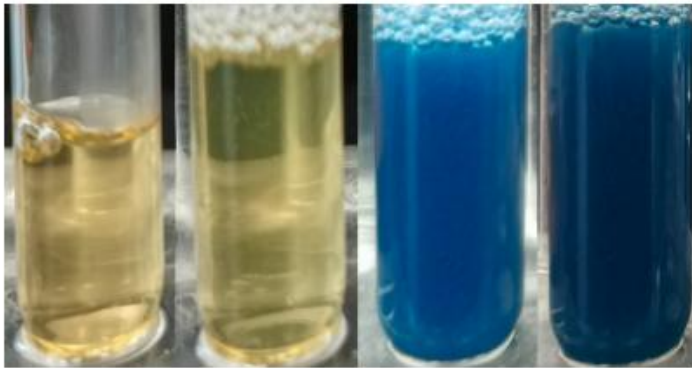
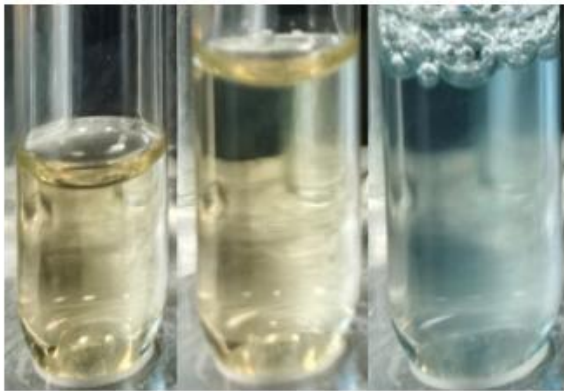
试管编号	1 号-斐林试剂	2 号-斐林试剂
第 1 次加入溶液	1ml 蛋清稀释液	1ml 蛋清稀释液
第 2 次加入溶液	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>
第 3 次加入溶液	1 滴 0.05g/ml <u>CuSO<sub>4</sub></u>	4 滴 0.05g/ml <u>CuSO<sub>4</sub></u>
实验结果图示		
实验结果	紫色溶液	蓝色沉淀

实验结论：斐林试剂可以替代双缩脲试剂，但使用时要注意，硫酸铜溶液不能加得太多。否则会出现蓝色沉淀。



## 实验2：奶茶中的蛋白质检测探究

提出问题：老师我想测测我尿液中是否有还原糖和蛋白质，可以吗？(¬\_¬)好一个有气味的问题！

试管编号	1 号-斐林试剂	2 号-双缩脲试剂
第 1 次加入溶液	2ml 尿液	2ml 尿液
第 2 次加入溶液	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>	1ml 0.1g/ml <u>NaOH</u>
第 3 次加入溶液	1ml 0.05g/ml CuSO <sub>4</sub>	4 滴 10.01g/ml CuSO <sub>4</sub>
实验结果图示		
实验现象	保持蓝色沉淀，无砖红色沉淀	保持浅蓝色，无紫色

实验结果分析：实验结果显示张三同学的尿液中，没有还原糖，也没有蛋白质，身体健康！

# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

## 一、真实问题情境创设

新闻：“某网红奶茶被检出反式脂肪酸超标，但配料表中标明0反式脂肪”。

提出问题：1.如何检测奶茶中是否含有脂肪？

2.实验室能否验证商家宣称的“0反式脂肪”？

3.花生、植物油、奶茶中的脂肪存在形式有何不同？

## 二、PBL教学流程设计

### 环节1：问题分析与方案设计

分组讨论（4人/组）：

任务1：比较花生子叶切片（固态组织）、花生匀浆（破碎细胞）、植物油（纯脂肪）、奶茶（混合液体）的脂肪检测方法差异

任务2：设计实验验证奶茶是否含脂肪，并提出判断反式脂肪酸的可行性

教师引导：提示苏丹III染液特性（脂溶性）、显微镜观察要点、样本预处理方法（奶茶离心分层）

# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

【实验原理】什么是苏丹 III？为什么该试剂能使脂肪染色？

苏丹 III 是一种脂溶性偶氮染料，呈现橘黄色，与脂肪同属于有机物，相似相溶，将脂肪染成苏丹 III 的颜色，相当于被脂肪稀释，颜色变浅，呈橘黄色。

## 环节2：实验操作与数据收集

样本组	检测方法	预期现象	特殊处理建议
花生切片	苏丹III染色→显微镜观察	橘红色颗粒	50%酒精洗浮色
花生匀浆	直接滴加苏丹IV	红色沉淀	与蒸馏水对照
植物油	苏丹IV染色静置	分层显色	模拟油脂分离
奶茶	离心后取上层液体+苏丹IV	颜色对比	设置阴性对照（水+苏丹IV）

## 关键问题链

- 为什么花生切片需酒精脱色而匀浆不需要？
- 奶茶检测结果若不明显，可能受哪些成分干扰？





# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

## 【关键点：切片操作】

- 1.安全握持：左手轻夹材料，指尖低于切面（避免割伤），右手握锋利刀片，与材料切面呈 $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 锐角
- 2.拉切动作：手臂带动刀片，向自身方向轻快“拉切”，刀片蘸少量清水，减少摩擦防切片碎裂
- 3.选薄片：用毛笔蘸切片入清水，挑选近乎透明的薄片（适合显微镜观察）

高倍镜下的一个子叶细胞



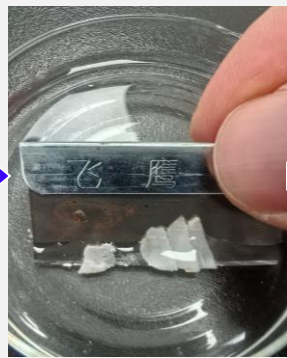
浸泡



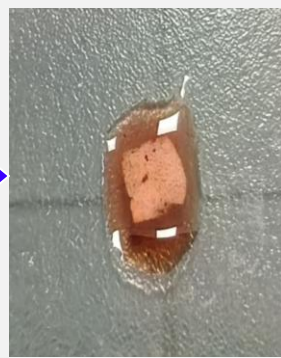
去皮



拉切



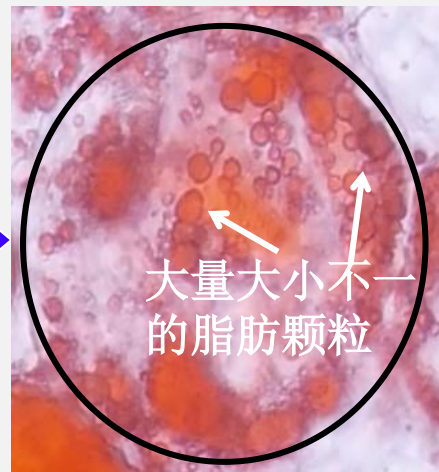
选片



染色



去浮色



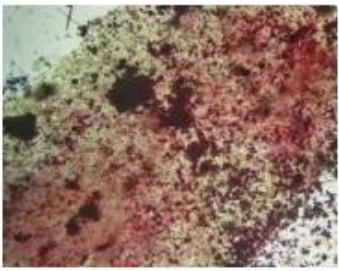

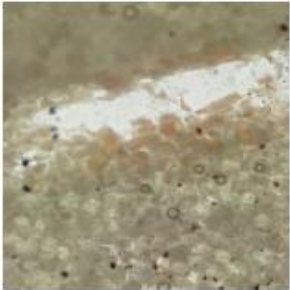
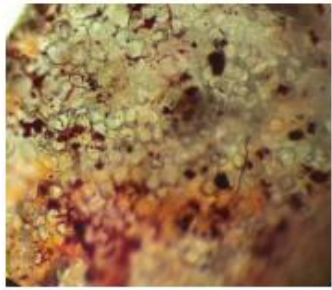
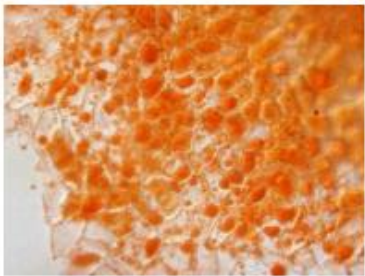
大量大小不一的脂肪颗粒

镜检

评价：该切片方法，难度较大，不经过多次尝试，很难切出符合要求的薄片。也容易划伤手，对于动手能力欠缺的高一学生来说确实比较困难。

# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

## 环节3：数据分析与结论推导

镜检结果					
分析原因	<p>优点：切片薄，可见少量橘黄色的脂肪颗粒</p> <p>缺点：染色时间短，染色效果差；50%酒精去浮色操作未洗干净。</p>	<p>优点：染色效果非常好，橘黄色的脂肪颗粒非常多。</p> <p>缺点：切片太厚，有浮色残留。</p>	<p>优点：切片厚薄不均匀，中间区域可看到单个细胞和橘黄色的脂肪颗粒</p> <p>缺点：染色时间短，染色效果差；有浮色残留。</p>	<p>优点：染色合适，可见少量橘黄色的脂肪颗粒。</p> <p>缺点：切片厚薄不均匀，导致染色不均匀，去浮色不完全。</p>	<p>优点：切片薄，染色合适，细胞轮廓清晰，细胞中的脂肪颗粒和细胞间的脂肪颗粒清晰可见。</p>

共性问题：  
**切片太厚。**  
**怎么办？**



## 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

### 【改进方案1】

#### 学生的创新尝试



李同学说：花生是第一个样品，观察结果也是最满意的。这主要依赖我的独门秘籍。先把花生子叶从中间分开，在凹槽部分用刀片挑开一个口，再用手撕，手撕的部分就会是很薄的膜。

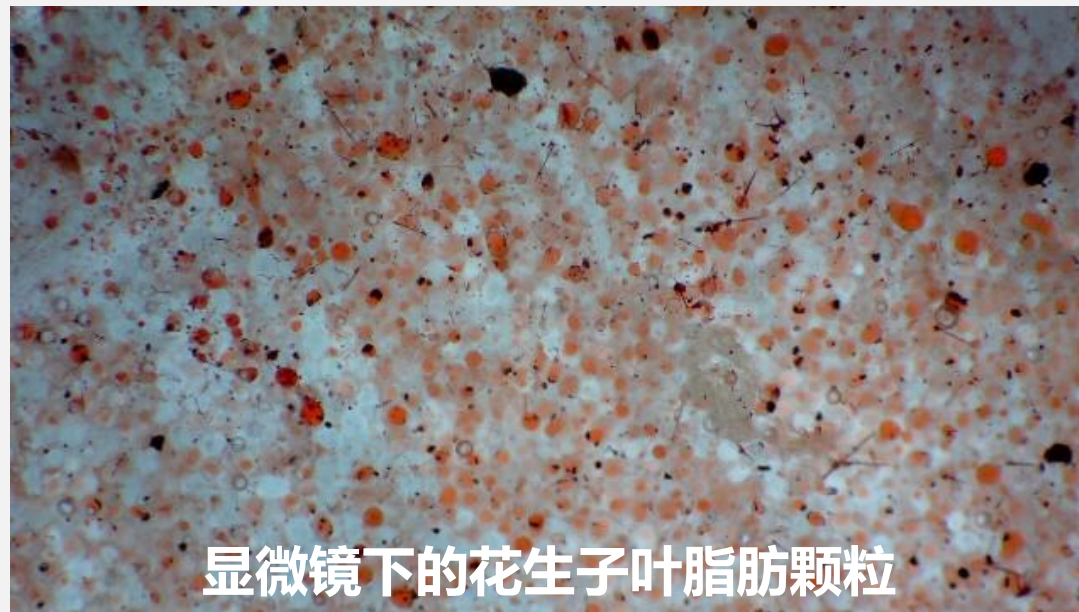
我的体验感受：我自己也试了，没成功！运气成分很大！没有普遍性！

## 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

### 【改进方案2】

### 老师的替代方案


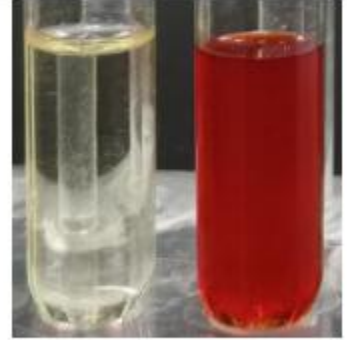
材料	花生匀浆
现象	
	橘黄色



**匀浆法评价：无需切片技术，安全性高，耗时短，仅需匀浆，染色，无镜检，操作难度低。仅能看到整体显色（如橘黄色），无脂肪颗粒细节，适用于课堂快速演示实验。**

# 实验3：舌尖上的"隐形脂肪"——奶茶中的脂肪检测探究

## 其他材料的匀浆法检测结果

材料	全脂牛奶	奶茶	植物油
现象			
	橘黄色	橘黄色	橘黄色（颜色较深）

### 深度讨论：

- 1.实验室方法能否直接检测反式脂肪酸？
- 2.商家可能通过什么手段规避"反式脂肪"标注？

提示：国家规定含量 $\leq 0.3\text{g}/100\text{g}$ 可标为0

实验结论：全脂牛奶，花生匀浆，奶茶中均含有脂肪。植物油的染色效果不好，颜色太深，有些偏离橘黄色，接近红色，不建议选择。匀浆无法观察到脂肪颗粒

补充材料：奶茶中含有奶精，氢化植物油是奶精的关键成分，也可以被苏丹III染色。反式脂肪酸就是不饱和脂肪酸，植物油不完全氢化就会产生大量的不饱和脂肪酸。





# 实验3：舌尖上的"隐形脂肪"——奶茶中的脂肪检测探究

## 【学习资料卡】：反式脂肪酸的主要检测方法

方法	原理	优缺点
气相色谱法 (GC)	利用不同脂肪酸在固定相和流动相之间的分配系数差异，对脂肪酸进行分离和定量分析，通过与标准品对照，确定反式脂肪酸的种类和含量。	优点：分离效果好、灵敏度高、准确性强，是目前检测反式脂肪酸的常用方法，也是国际上广泛认可的标准方法。缺点：样品前处理复杂，需要将脂肪酸进行甲酯化处理，且对仪器设备要求较高。
红外光谱法 (IR)	反式脂肪酸中的反式双键在红外光谱区有特征吸收峰，通过测定样品在特定波长下的吸光度，可定性和定量分析反式脂肪酸。	优点：操作简便、快速，无需对样品进行复杂的前处理，可直接对油脂样品进行测定。缺点：灵敏度相对较低，对于反式脂肪酸含量较低的样品可能无法准确测定，且只能测定反式脂肪酸的总量，不能区分不同类型的反式脂肪酸。
高效液相色谱法 (HPLC)	基于不同脂肪酸在固定相和流动相之间的分配系数差异进行分离，然后通过检测器进行检测和定量分析。	优点：分离效率高，可同时分离多种脂肪酸，对样品的前处理要求相对较低，适用于复杂样品中反式脂肪酸的分析。缺点：仪器设备昂贵，分析成本较高，且检测灵敏度不如气相色谱法。
核磁共振法 (NMR)	利用反式脂肪酸分子中氢原子在磁场中的共振信号，来确定反式脂肪酸的结构和含量。	优点：无需对样品进行衍生化处理，能直接分析油脂中的脂肪酸，可提供脂肪酸的详细结构信息。缺点：仪器价格昂贵，操作复杂，分析时间长，灵敏度较低，一般用于科研领域。

# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

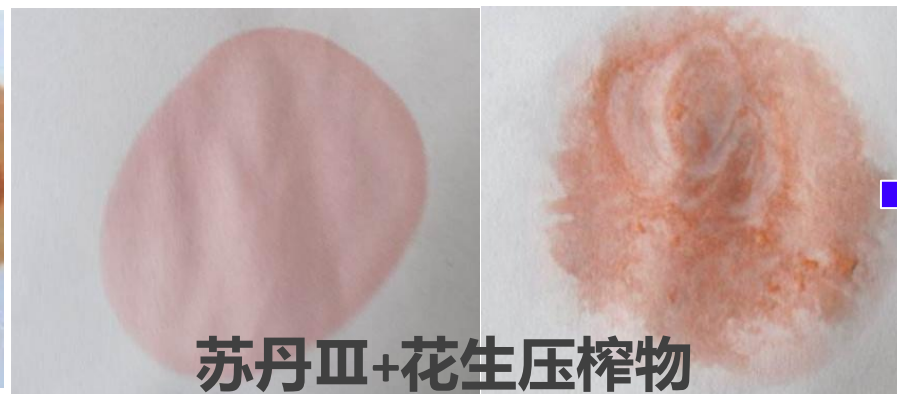
【改进方案3】：子叶按压法

资料图



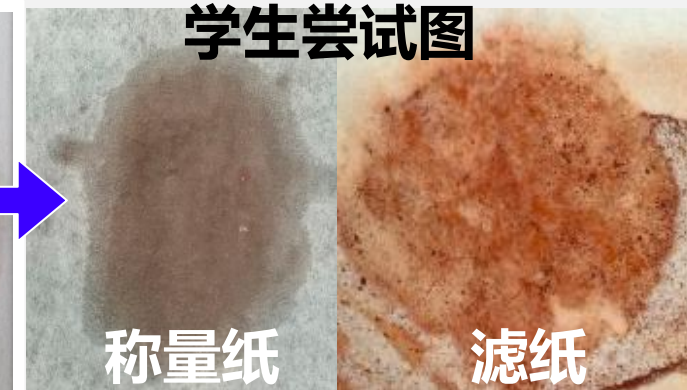
苏丹IV+植物油

苏丹IV+花生压榨物



苏丹III+花生压榨物

学生尝试图



称量纸

滤纸



取材



按压



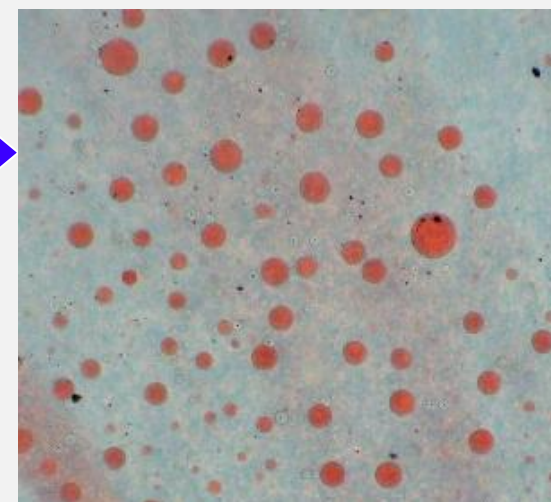
去碎屑



染色



去浮色



镜检

子叶按压法评价：操作难度低，无需切片技术，安全性高，耗时短，细胞破裂，完整性差；但脂肪颗粒染色明显，现象直观，适用于课堂快速实验。

总结

脂肪鉴定中“匀浆法”“按压法”与“切片法”的对比			
对比维度	匀浆法	按压法	切片法
操作&耗时	简单/5 分钟	简单/耗时短 5 分钟	复杂/15 分钟
观察核心	整体显色（无细节）	细胞外脂肪颗粒显色（直观）	细胞内脂肪颗粒形态+分布+显色（直观）
结构完整性	细胞破裂（无完整结构）	细胞破裂（无完整结构）	可看完整细胞结构
优势场景	快速演示、初步检测	课堂快实验、新手训练	深入观察、专业验证
短板	无细节、严谨性低	无完整结构	操作难、易受伤、成功率低
结论深度	仅证明“含脂肪”	证明“脂肪在细胞外呈颗粒状”	证明“脂肪在细胞中呈颗粒状”



# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

## 【改进方案4】：生葵花籽种皮法



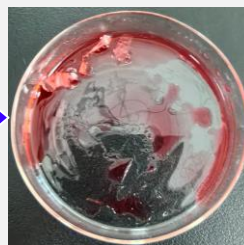
生葵花籽



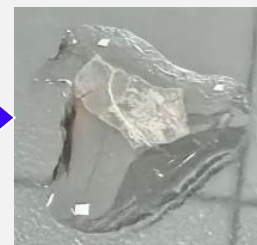
去皮



折断



染色



去浮色

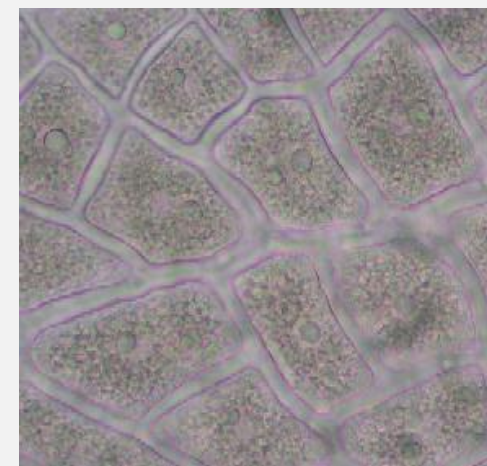
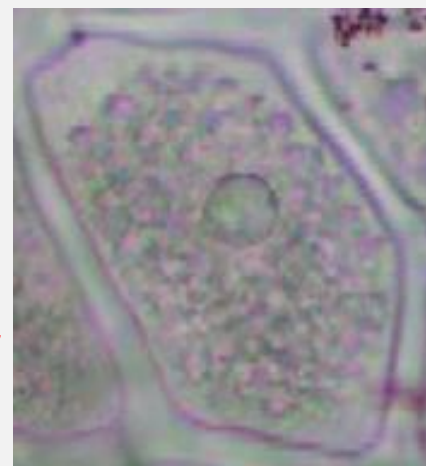


镜检

### 生葵花籽种皮法评价：

**优点：**材料易获得，操作难度低，单层细胞，无需切片技术，安全性高，耗时短，细胞易观察。

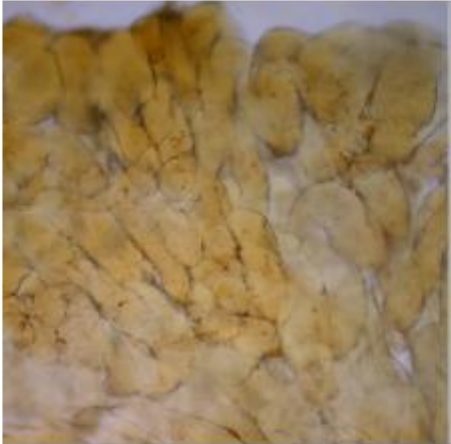
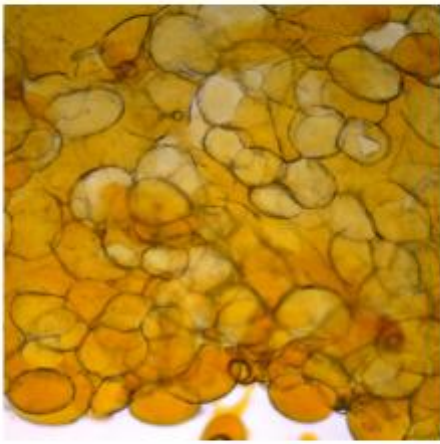
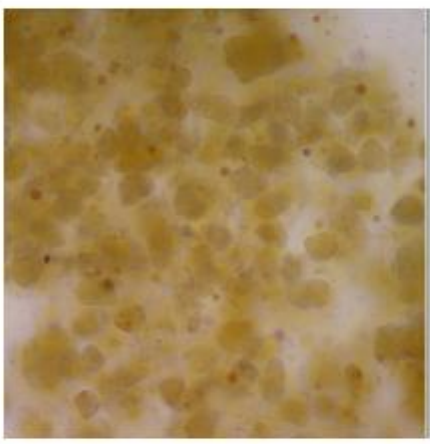
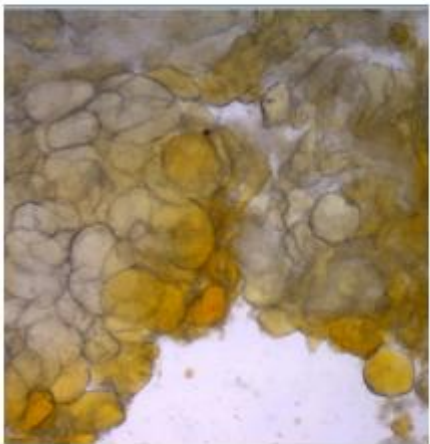
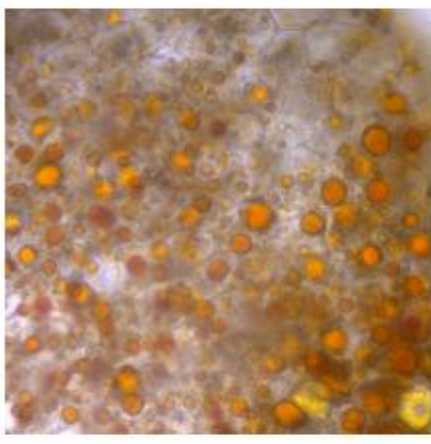
**缺点：**着色慢，着色淡。染色时间长，要5min以上。脂肪颗粒数量多而小，不易观察到大的单个脂肪颗粒。



生葵花籽种皮脂肪鉴定结果

# 实验3：舌尖上的“隐形脂肪”——奶茶中的脂肪检测探究

自主探究，开拓视野：其他生物组织中的脂肪含量（学生自备实验材料）

材料	鸡腿肉	猪肥肉	猪肝	猪瘦肉	杏仁
鉴定现象					
实验现象	橘黄色，颗粒较少	橘黄色，片状分布，含量丰富	橘黄色，颗粒较少	橘黄色，颗粒较少	橘黄色，颗粒大，数量多

核心素养**社会责任**的水平三和水平四：要求学生能辨别**迷信和伪科学**，制定并践行健康生活计划。脂肪含量的观察实验不能算是严格的探究实验，因为学生的常识基本是知道肥肉中脂肪含量高，花生等植物种子中脂肪含量也高，可以说是验证了他们的常识。该实验是观察了不常做的鸡肉和猪肝组织等，并且告诉学生，你可以通过这样的方式去**用证据说话**。激发学生的探究热情和科学思维。



# 不同类别实验教学举例分析



实验1：尝试制作真核细胞的结构模型

实验2：制作细胞膜的流动镶嵌模型

实验3：细胞核三维结构模型

实验4：制作基因表达的翻译模型

设计制作类



# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

## 探究·实践

### 尝试制作真核细胞的三维结构模型

#### 目的要求

1. 尝试制作真核细胞的三维结构模型。
2. 体验建构模型的过程。

#### 材料用具

根据本小组模拟制作模型的种类选择材料用具。例如，制作计算机三维动画模型，需要配备安装了制作三维动画软件的计算机；制作实物模型，可用泡沫塑料、木块、纸板、纸片、塑料袋、布、线绳、细铁丝、大头针等材料。有条件的学校，也可尝试用3D打印技术制作细胞模型。

#### 建立模型

1. 通过讨论确定本小组制作的真核细胞三维结构模型的种类（如计算机模型、实物模型），规格（如模型大小、模型展示的是细胞的全部还是部分）。
2. 确定使用的材料用具。真实的细胞颜色并不鲜艳，但是同学们可以用不同的颜色区分不同的细胞结构，使细胞各部分的结构特点更突出，便于观察。
3. 在动手制作之前，小组内对设计方案做进一步讨论、细化，包括各种细胞结构如何制作、细胞结构之间如何连接

等。确定制作模型的实施过程和具体分工。

4. 按照分工制作各部分配件，然后将配件组合在一起，逐步完成真核细胞模型的制作。
5. 按照设计方案对制作的模型进行检查，修补存在的缺陷。

#### 表达和交流

在班内交流各小组制作的模型，从科学性、艺术性、成本等方面对各小组的模型进行评价。

在设计并制作细胞模型时，科学性应该是第一位的，其次才是模型的美观与否。



北京某中学学生制作的细胞模型

## 课外制作

### 利用废旧物品制作生物膜模型

为了对生物膜的分子组成和空间结构有更形象的认识，不妨试做一个流动镶嵌模型。

用包裹中药丸的球形蜡质盒做“磷脂分子”的头部。去掉药盒表面的蜡壳，用解剖针在盒子两半的扣合处打两个孔，穿过铁丝或电线，使铁丝或电线成为“磷脂分子”的尾部。再在盒子扣合处以及盒子扣合处相垂直的方向打上两组孔（每组两个孔）。每一个盒子都这样做。用较长的铁丝把盒子穿起来，并扣上两半盒子，排列在一个水平面上，这就做好了“磷脂单分子层”。

用同样的方法再做一个“磷脂单分子层”，这样就做成了“磷脂双分子层”。

用什么材料做“蛋白质”呢？可以收

集废旧包装材料，如包装电器的硬质泡沫塑料，它很容易被你加工成需要的形状。一些“蛋白质”可以“漂浮”在膜的两侧，另一些可以“嵌入”或“贯穿”膜。可以用贯穿膜的“蛋白质”来帮助固定“磷脂双分子层”，穿铁丝的时候把它们穿上就是了。也许你有更好的材料或想法，希望你能尝试一下。



### 关于开展玄武区 2025 年高中生物细胞结构模型制作比赛的通知

为提高学生生物学知识应用能力，渗透生物学科核心素养，丰富学生的课余生活，培养学生的创新能力，展示学生学习生活中的创新成果，我区拟举办高中生物细胞结构模型制作比赛。现通知如下：

一、参赛对象 玄武区各校高一学生

二、参赛形式 个人上报或小组合作上报（不得超过4人）

三、参赛流程

1.校评：2025年11月11日—2025年11月15日，学生以个人或小组为单位上交作品，由本校生物组教师组织评审，择优报送作品参加区评。

2.区评：2025年11月25日—2025年11月29日，以各校为单位向区里报送作品及作品介绍（2分钟以内的视频），由区内评审组评出一、二等奖以及优秀组织奖。

四、作品要求：

1.选择合适的材料构建细胞整体结构三维模型或细胞某一结构（细胞膜、细胞核）三维模型，结构完整清晰，比例适中，注重科学性、美观性、真实性、持久性、创新性（可尝试在模型里体现一些生理过程，如分泌蛋白的合成过程等）。

2.倡导环保节约等理念、弘扬团队合作的精神

**提醒：**保存模型制作过程的成果照片和过程照片以便于制作介绍视频

玄武区教师发展中心

2025.10.7

# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

真核细胞三维结构模型评价细则

科学性 (60分)	动植物细胞特点鲜明	植物细胞有细胞壁、叶绿体和液泡	5
		动物细胞有中心体	5
	细胞内部结构完整	具膜结构的膜层数正确	5
		细胞核的核膜上有核孔	5
		叶绿体有类囊体和基粒	5
		线粒体内膜向内凹陷形成嵴	5
		内质网是由管状或扁平囊状的腔连接形成的封闭的网状结构	5
		高尔基体有囊泡	5
		核糖体既有附着在内质网上的，也有游离在细胞质基质中的	5
		中心体由两个相互垂直的中心粒组成	5
	细胞内部结构协调	各种结构大小比例适当	5
		各种结构相对位置合理	5
艺术性 (10分)	美观具有观赏性		10
创新性 (10分)	材料创新、生理过程		10
环保性 (10分)	材料环保		10
持久性 (10分)	模型牢固		10

细胞膜三维结构模型评价细则

科学性 (60分)	细胞膜由磷脂双分子层构成	10
	磷脂分子的亲水头部和疏水尾部排列正确	10
	蛋白质在细胞膜上的三种分布状态	10
	糖蛋白在细胞膜上的分布	10
	各种结构大小比例适当	10
	各种结构相对位置合理	10
艺术性 (10分)	美观具有观赏性	10
创新性 (10分)	材料创新、生理过程	10
环保性 (10分)	材料环保	10
持久性 (10分)	模型牢固	10

细胞核三维结构模型评价细则

科学性 (60分)	细胞核由两层膜构成	10
	核膜上有核孔	10
	细胞核中有染色质	10
	细胞核中有核仁	10
	各种结构相对位置合理	10
	各种结构大小比例适当	10
艺术性 (10分)	美观具有观赏性	10
创新性 (10分)	材料创新、生理过程	10
环保性 (10分)	材料环保	10
持久性 (10分)	模型牢固	10



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）



优秀作品赏析



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

3D 打印模型免费下载网站

1.T 站：<https://www.thingiverse.com>

全球最大3D 打印模型共享网站，数量太多，良莠不齐

2.P 站：<https://www.printables.com>

配件，摆件模型丰富，缺点：无法国内IP登录

3.3D 社：<https://3dshe.cn>

根据打印材料，分为FDM和光固化两种模型分类

4.创想云：<https://www.crealitycloud.cn>

中文界面，主打适配自家打印，适合新手

5.Makerworld：<https://makerworld.com.cn>

新手玩家的最爱，中文界面，支持关键词搜索。推荐！！



# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

## 补充材料：FDM技术与光固化技术对比

对比维度	FDM（熔融沉积成型）	光固化
核心原理	像“挤牙膏”一样，将 PLA、ABS 等热塑性材料加热熔融后，通过喷头逐层挤出堆积，冷却后粘结成型	利用紫外光照射光敏树脂，使其发生光聚合反应从液态变为固态，逐层固化堆叠形成模型，主流有 SLA、DLP、LCD 三种细分类型
打印精度	精度较低，通常为±0.1mm，模型表面层纹明显，最薄可打印到 0.5mm	精度更高，可达±0.025mm，表面光滑细腻，最薄可打印到 0.1mm，能还原发丝、微镶结构等精细细节
模型强度	常用的 PLA 等材料成型后强度高，且强度与打印纹理关联大，正确纹理下韧性和抗冲击性好，形变能力强	普通树脂固化后偏脆，韧性和抗冲击性较差，形变能力弱，即使是特种韧性树脂，回弹效果也较慢
打印速度	打印时间取决于材料用量，复杂模型打印耗时长，整体速度慢，比如同款模型可能耗时 23 小时以上	打印时间仅取决于模型高度，一次可固化一整个平面，单层层固化快（部分机型每层仅需 1.5s），整体效率高，同款模型可能 12 小时左右完成
设备与耗材成本	设备价格亲民，约 500 - 5000 元；耗材（PLA 等线材）单价低，50 - 150 元/kg	设备价格偏高，约 3000 - 2 万元；耗材（光敏树脂）单价高，300 - 800 元/L，长期使用成本高
后处理难度	支撑去除较麻烦，复杂模型去支撑易损坏零件，且表面层纹需打磨优化，但无需特殊化学处理	支撑易剥离，不过需用高浓度酒精清洗残留树脂，之后还得经 UV 光照二次固化，流程繁琐，且需做好个人防护
适用场景	适合打印功能性零件、大型原型、教学模型等，比如机械外壳、建筑沙盘、简易工具等，是新手入门的优选	适合高精度场景，比如动漫手办、珠宝蜡模、牙科辅具等对细节和外观要求高的模型制作
使用注意事项	维护简单，仅需定期清理喷头、校准平台即可	树脂气味大，需在通风环境操作；打印平台和料槽需定期用酒精清洗，部分光源部件（如 LCD 屏）为消耗品，需定期更换



# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

## 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

3D模型 激光&刀切模型 竞赛 创客宝库 MakerLab CyberBrick 社区

Q 搜索模型、用户、收藏夹和动态

流动镶嵌模型 Fluid Mosaic Model  
花田小猫 关注

教育 > 生物学 版权申诉



### 流动镶嵌模型

### Fluid Mosaic Model

3D 预览

打印配置 (1)

全部 A1 P1S P1P X1 Carbon X1E X1

0.2mm layer, 2 walls, 15% infill

设计师 16.6 h 8 盘 5.0 (11)

下载 3MF

助力

41 142 19

24 129 79 发布于 2024-08-08

## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

#### 模型描述 Model Description:

##### 1 磷脂双分子层模型 Phospholipid Bilayer Model



特点：展示由磷脂分子组成的双层结构，每个磷脂分子包含一个亲水头部和两个疏水尾部。  
作用：模拟细胞膜的基本构架，演示双分子层在细胞中的位置和结构。

##### 2 通道蛋白模型 Channel Protein Model



特点：展示嵌入磷脂双分子层中的蛋白质通道，模拟物质通过细胞膜的通道。  
作用：帮助理解物质（如离子、水分子）如何通过细胞膜的选择性通道进出。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

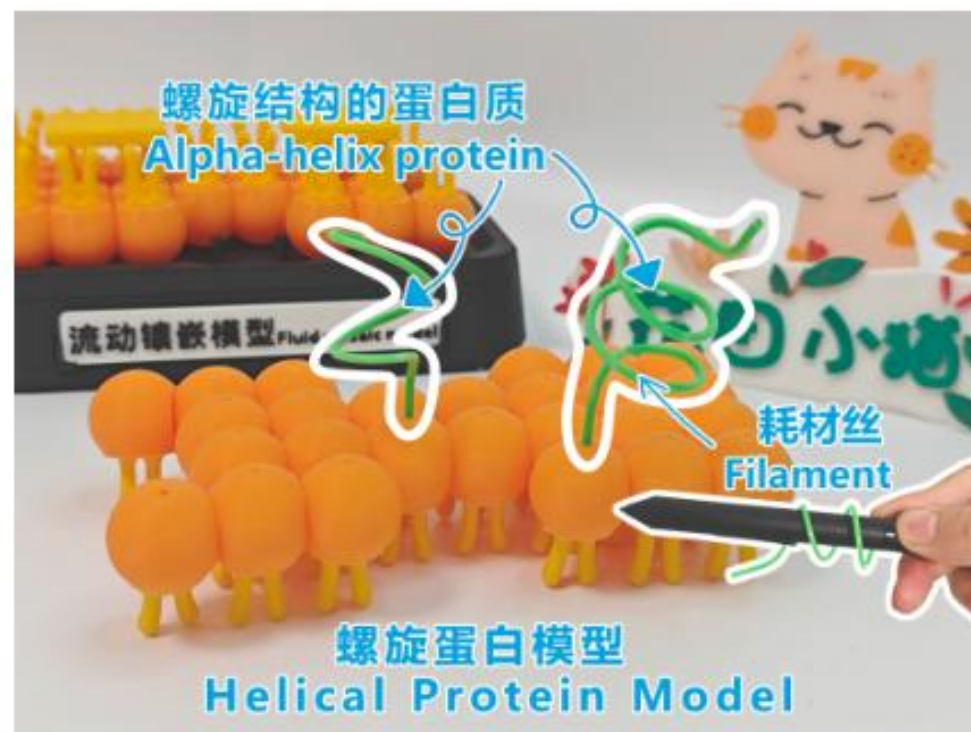
### 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

3 整合蛋白模型 Integral Protein Model



特点：展示贯穿于双分子层的整合蛋白，模拟细胞与外部环境的相互作用。  
作用：演示整合蛋白在信号传导、细胞间连接及与细胞外基质相互作用中的功能。

4 螺旋蛋白模型 Helical Protein Model



特点：展示 $\alpha$ 螺旋结构的蛋白质，模拟其在细胞膜中的作用。  
作用：帮助理解这种蛋白质结构在细胞膜稳定性和功能中的重要性。

## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

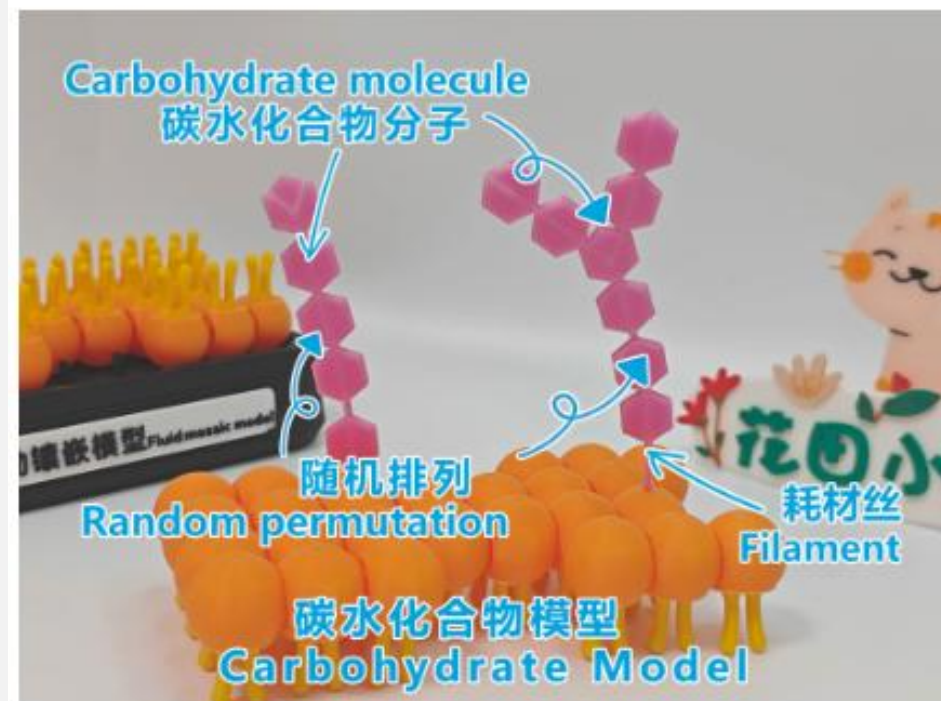
### 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

5 球蛋白模型 和外周蛋白 Globular Protein Model and Peripheral Protein



特点：展示球形结构的蛋白质，模拟其在细胞内外的功能。  
作用：帮助理解球蛋白在免疫反应和细胞功能调节中的作用。

6 碳水化合物模型 Carbohydrate Model



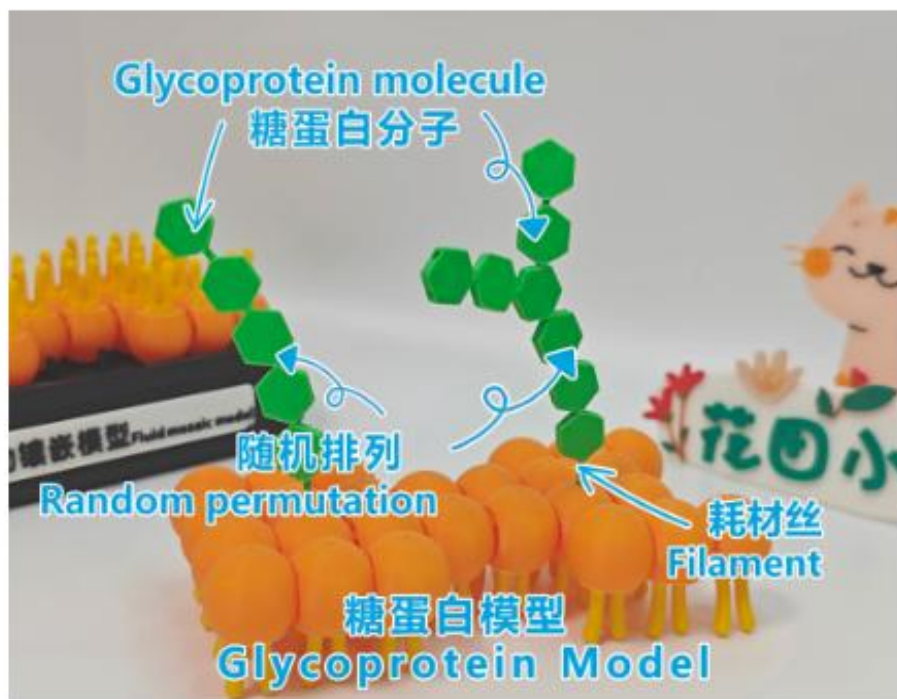
特点：展示细胞膜上的碳水化合物分子。  
作用：帮助理解这些分子在细胞识别和信号传导中的作用。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术

#### 7 糖蛋白模型 Glycoprotein Model



特点：展示具有糖基修饰的膜蛋白，模拟其在细胞识别和信号传导中的功能。  
作用：帮助理解糖蛋白在细胞识别、免疫反应和细胞通信中的作用。



user\_3657492504 已助力

很好，非常适合做教具



2025-08-31 15:14 · 设计师已回复

0 回复



花田小猫

哈哈~这是最高评价了~感谢

2025-09-01 11:34

0 回复

# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

## 一、比赛作品中的亮点1——3D打印技术的基本过程

### 模型获取

### 切片处理

### 打印准备

### 启动打印

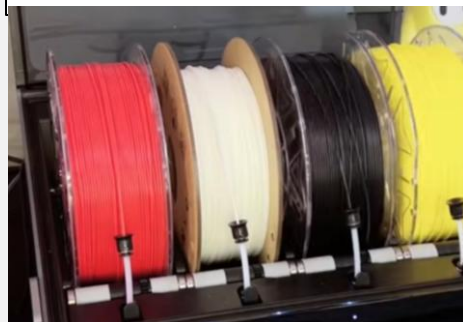
### 后期处理

1. **下载现成模型：**从Makerworld等平台下载3D模型文件
2. **原创设计模型：**用建模软件Blender等自制模型。



1. **导入模型：**将源文件导入切片软件。
2. **选择耗材类型：**FDM选:PLA/ABS，光固化选:光敏树脂
3. **设置层高：**层高越小精度越高，打印时间越长
4. **设置填充率：**填充率越高模型越坚固，耗材用量越多。
5. **目的：**把模型切成一层一层的，转换成打印机能够读懂的格式

**耗材装填：**FDM将**各色ABS线材**装入送丝机构，光固化将**光敏树脂**倒入料槽（避免气泡）



**开始打印：**在打印机操作界面选择待打印文件，启动打印程序。打印过程中可实时监控



1. **去除支撑：**用手术刀剥离模型表面的支撑结构
2. **打磨抛光：**FDM模型表面有层纹；光固化模型表面较光滑。





## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点2——2D转3D技术Tripo3D <https://www.tripo3d.ai/zh>

TRIPO

产品 ▾ 功能 ▾ 活动 价格 资源 ▾ 加入我们

PRODUCT HUNT  
#1 Product of the Day

Tripo3D 是一款基于 AI 的快速 3D 重建工具，主打单张图片生成 3D 模型，操作门槛极低，适配 3D 打印、游戏建模、元宇宙内容创作等场景。

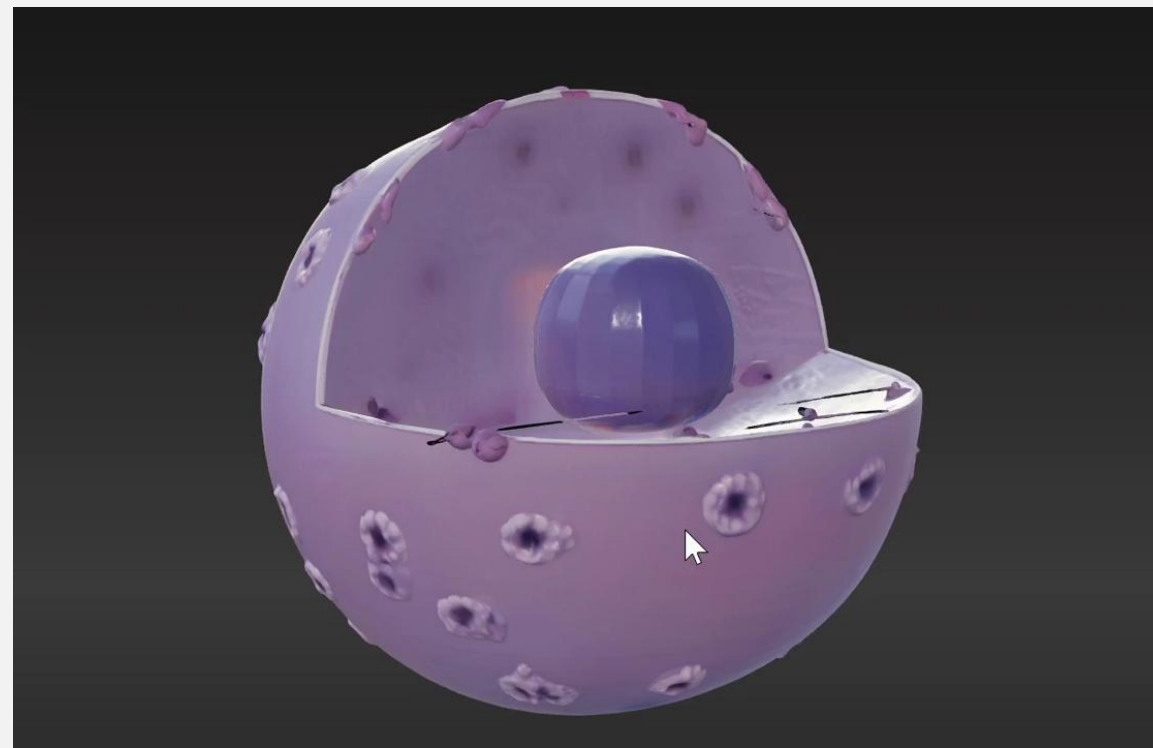
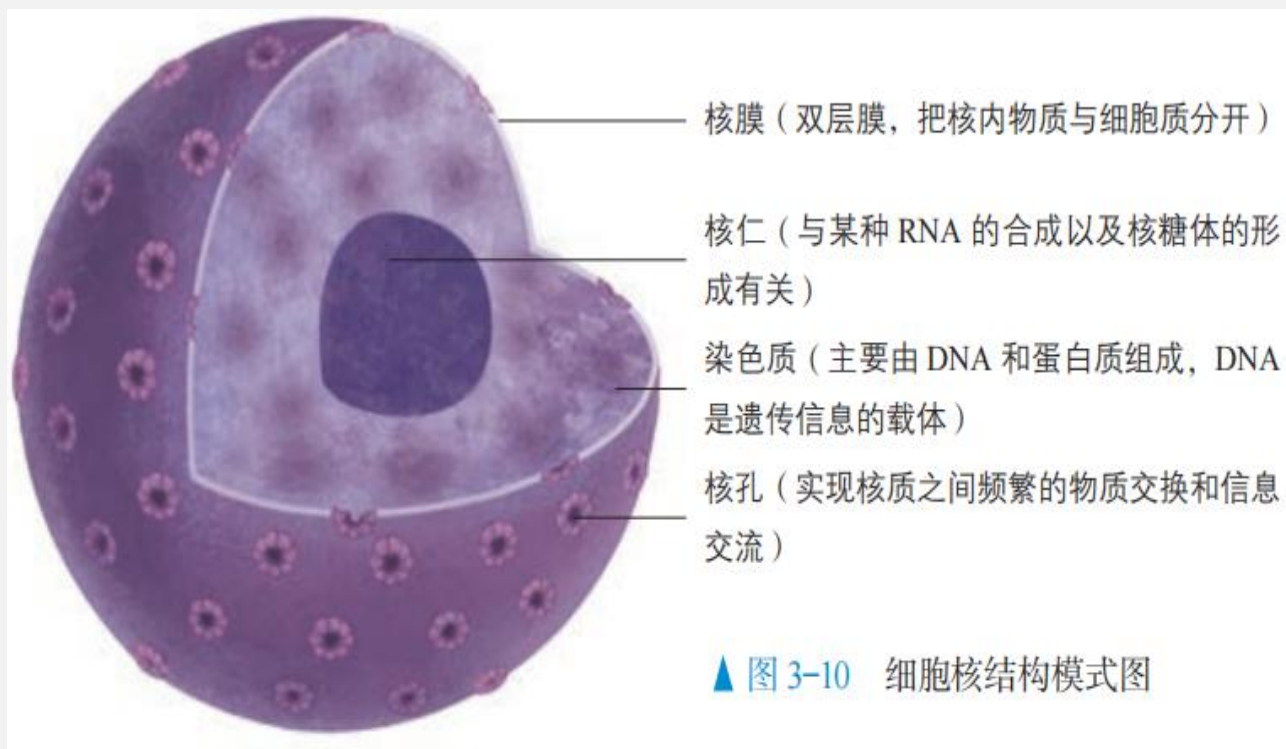
一键使用AI在数秒内生成 3D 模型

免费开始使用 >



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点2——2D转3D技术Tripo3D <https://www.tripo3d.ai/zh>



细胞核2D结构模式图

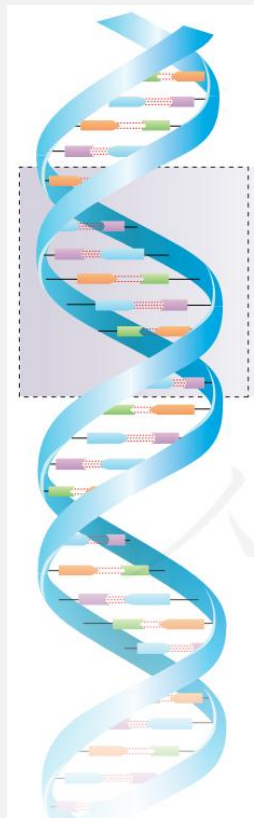
Tripo3D

细胞核3D结构模式图

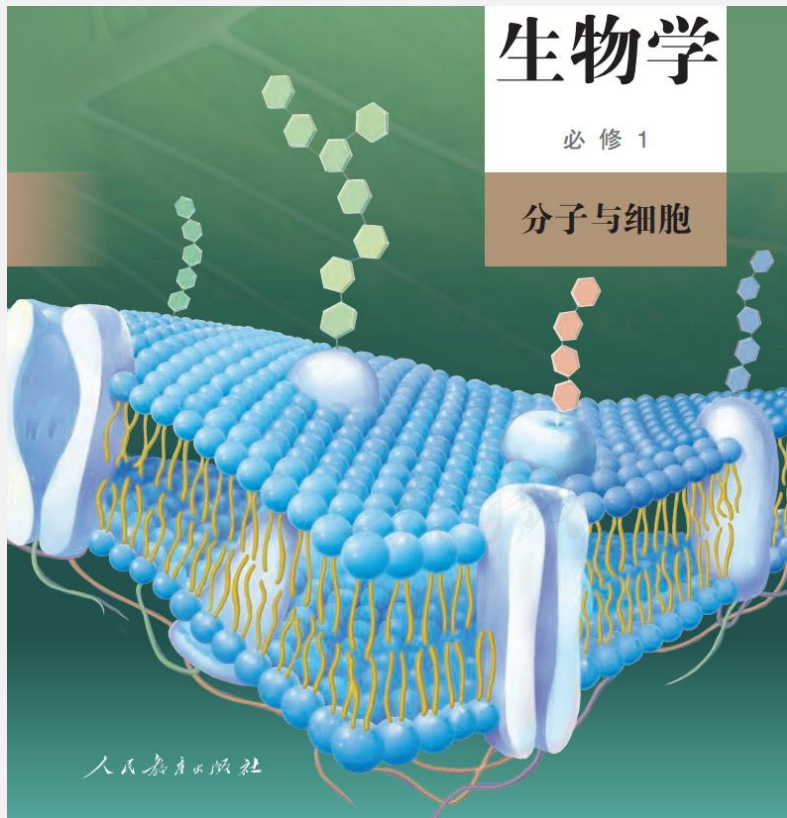
掌握了2D转3D技术之后，还可以尝试其他书上的生物模型，如DNA双螺旋结构模型。

# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

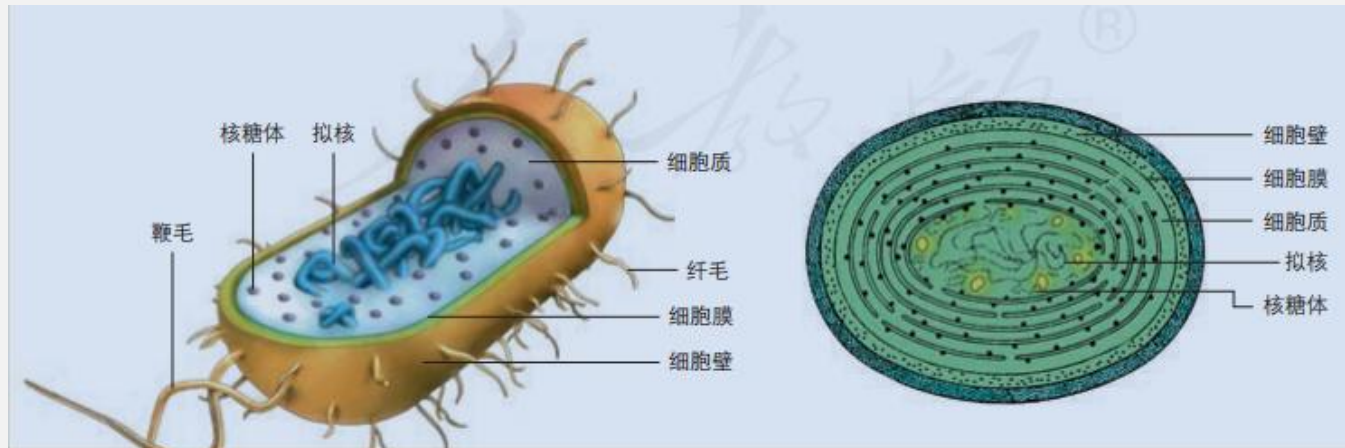
## 一、比赛作品中的亮点2——2D转3D技术Tripo3D（现场制作）



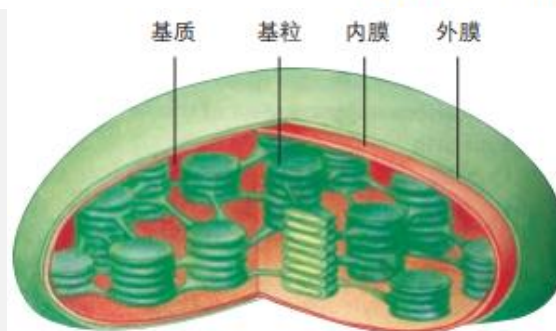
DNA的结构模式图



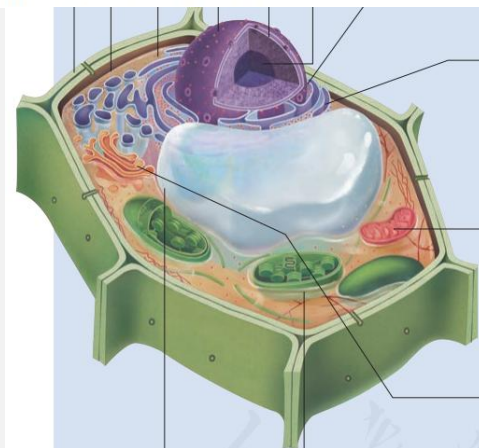
细胞膜的流动镶嵌模型



▲图 1-6 大肠杆菌(左)和蓝细菌(右)细胞模式图



▲图 5-13 叶绿体的电镜照片(上图, 放大 44 000 倍)和模式图(下图)





# 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

【对教师的启发】与时俱进，多学多做，勇于尝试，教学相长



创想云

MakeNow



卡通人像定制化  
3D建模

1.上传图片



图片上传小贴士 ①

风格



写实大头



姿势



图片姿势



生成 2D 图片

2.生成 2D 图

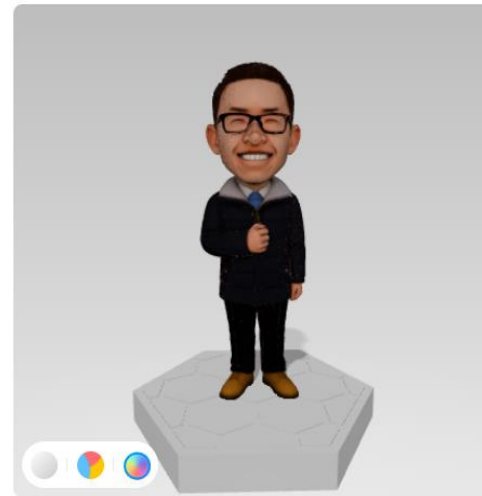


概念图生成历史 (1/10)



生成 3D 模型

3.生成 3D 模型



模型生成历史 (1/5)



导出

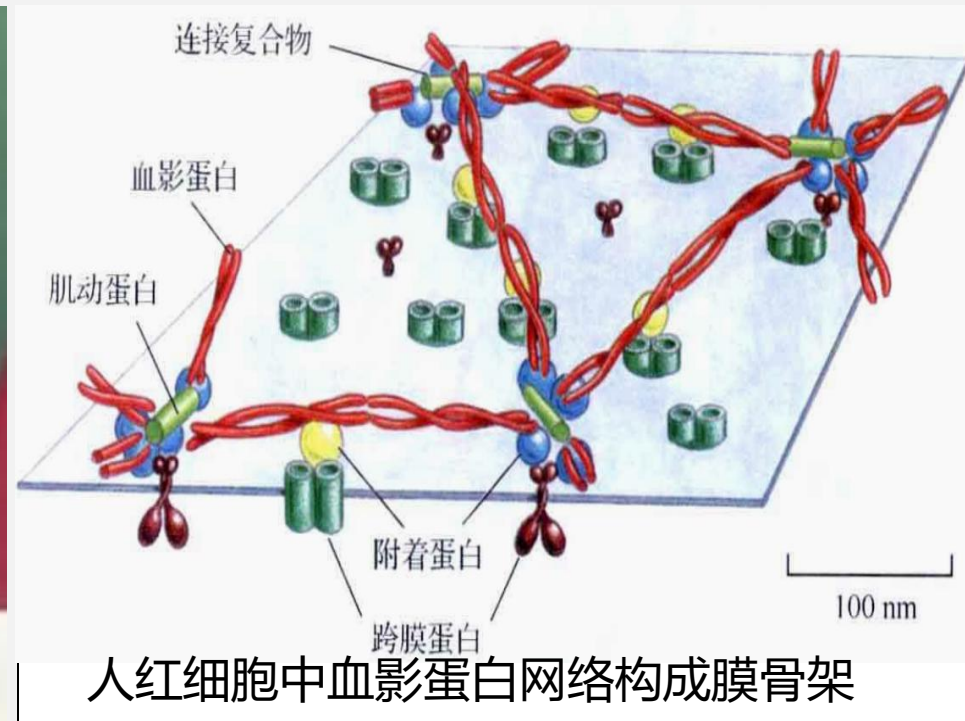
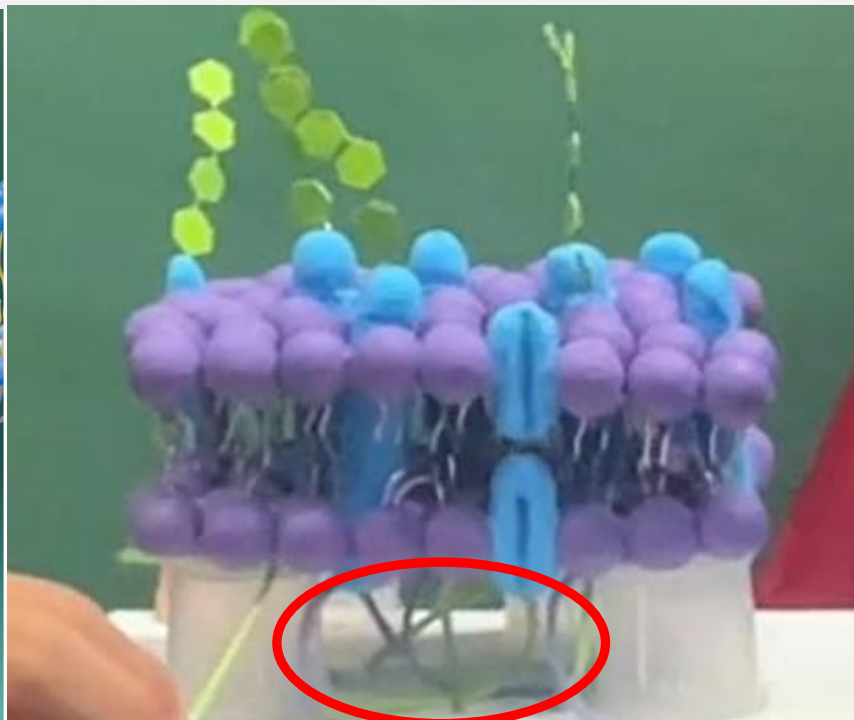
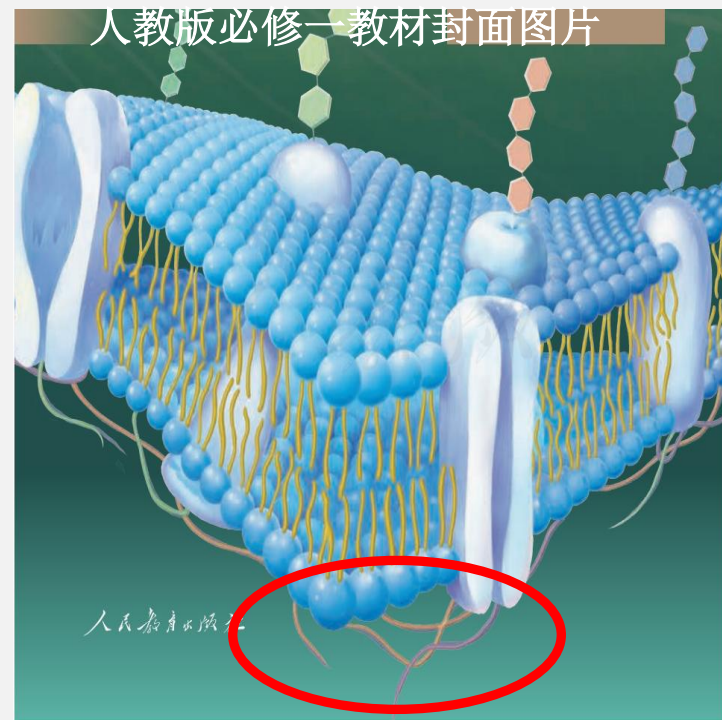
编辑你的手办

尝试Makerworld的从照片生成手办模型（MakerLab）

## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 一、比赛作品中的亮点3——制作流动镶嵌模型补充了膜骨架结构（你知道吗？）

人教必修一教材封面图片



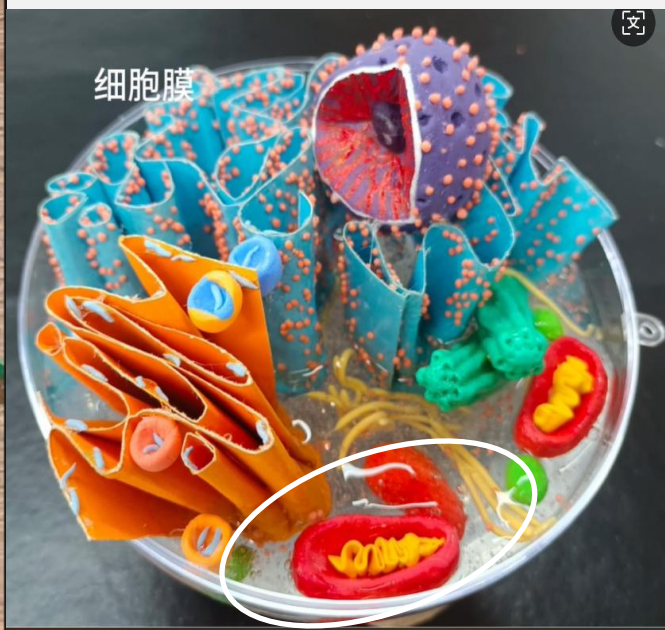
人红细胞中血影蛋白网络构成膜骨架

膜骨架是指细胞膜下与膜蛋白相连的由纤维蛋白组成的网架结构，其主要成分是血影蛋白。血影蛋白二聚体（红色）和少量肌动蛋白分子一起形成网状网络，该网络借助至少两类附着蛋白（黄色和蓝色所示）与两种跨膜蛋白（绿色和棕色所示）的结合而与细胞膜相连。

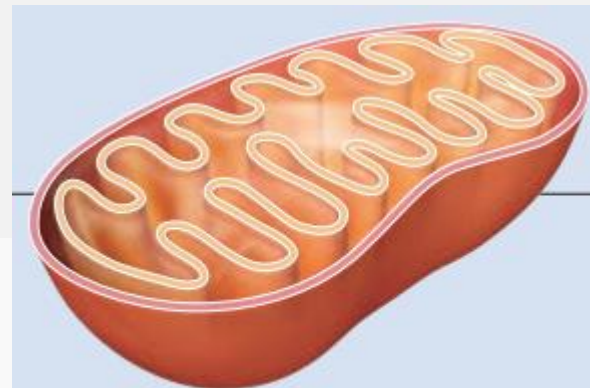


## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

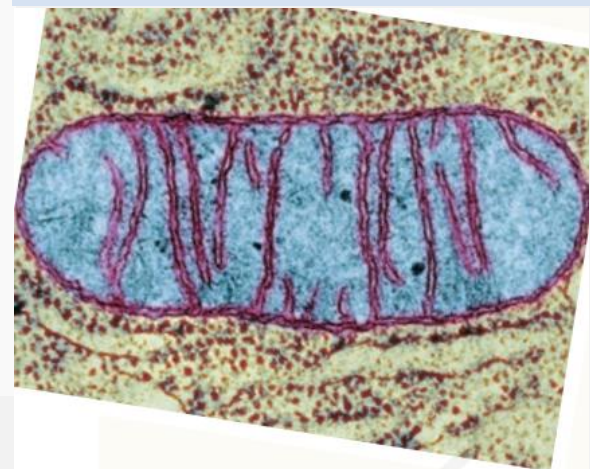
二、比赛作品的优化方向1——仔细查阅资料，避免科学性错误  
下列作品中线粒体双层膜的表示方式合理吗？



苏教版教材的真核细胞模型



人教版教材的线粒体模型



▲图 5-8 线粒体的电镜照片  
(放大 45 000 倍)

**【指导建议】** 线粒体双层膜模型的制作，核心是还原内外膜的空间结构差异，外膜光滑、内膜向内折叠形成嵴。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向1——仔细查阅资料，避免科学性错误 光面内质网和粗面内质网在模型中如何区分？



苏教版教材的真核细胞模型



人教版教材的内质网模型

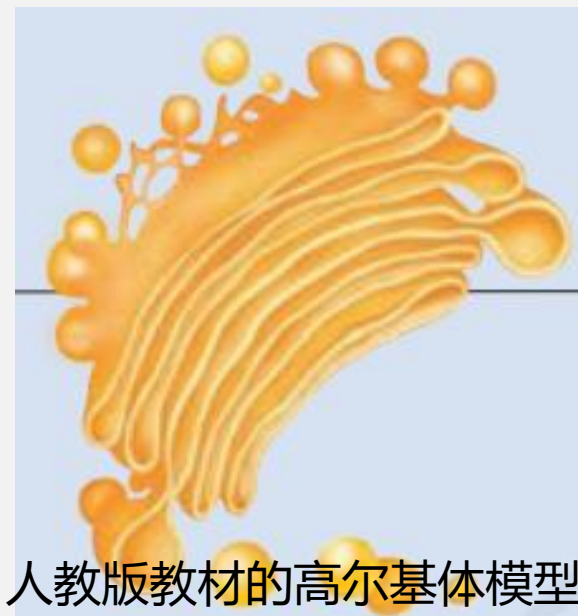
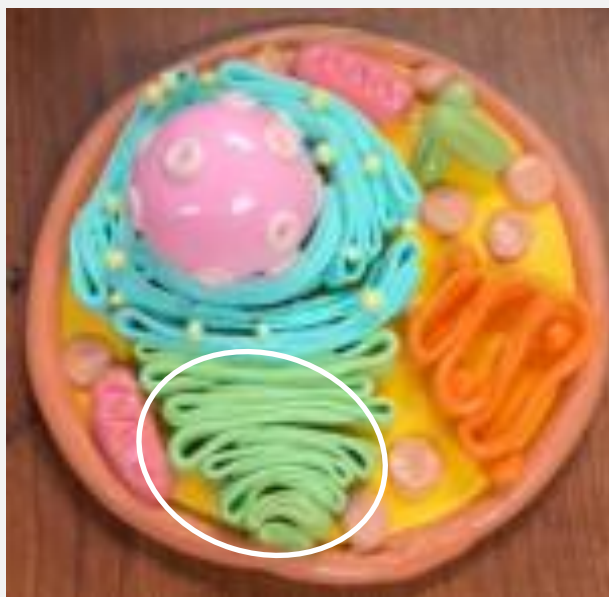
内质网 内质网是蛋白质等大分子物质的合成、加工场所和运输通道。它由膜围成的管状、泡状或扁平囊状结构连接形成一个连续的内腔相通的膜性管道系统。有些内质网上有核糖体附着，叫粗面内质网；有些内质网上不含有核糖体，叫光面内质网。

**【指导建议】** 内质网是一个连续的整体结构。粗面内质网多呈扁囊状，排列较为整齐，膜表面附有大量的核糖体。光面内质网常为分支管状，形成较为复杂的立体结构。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

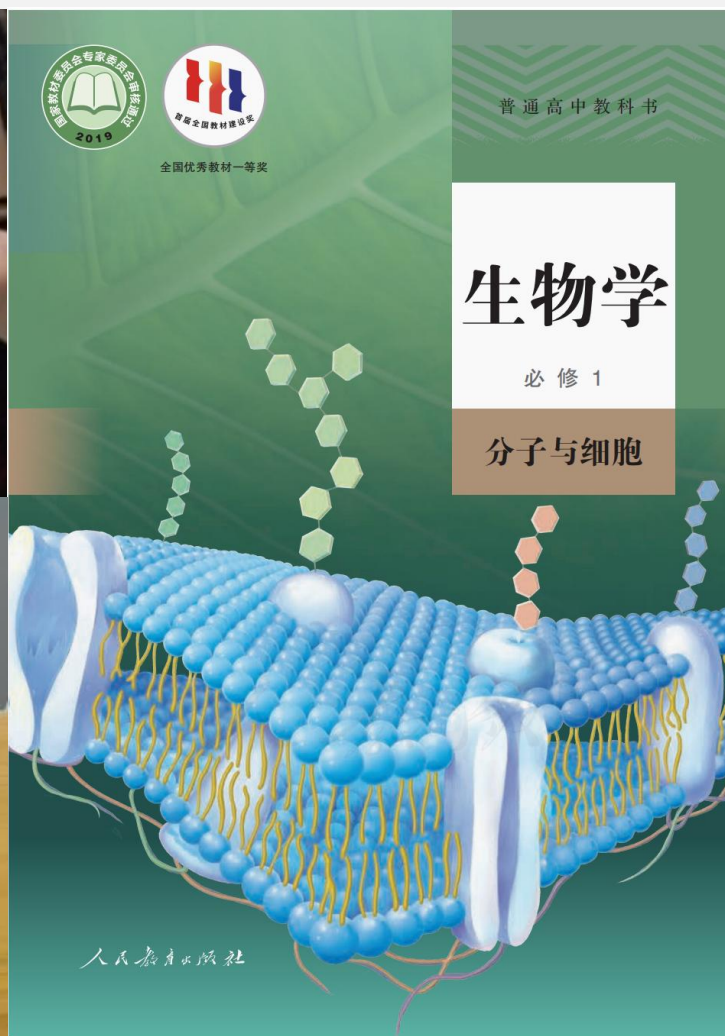
### 二、比赛作品的优化方向1——仔细查阅资料，避免科学性错误 如何正确表示高尔基体？



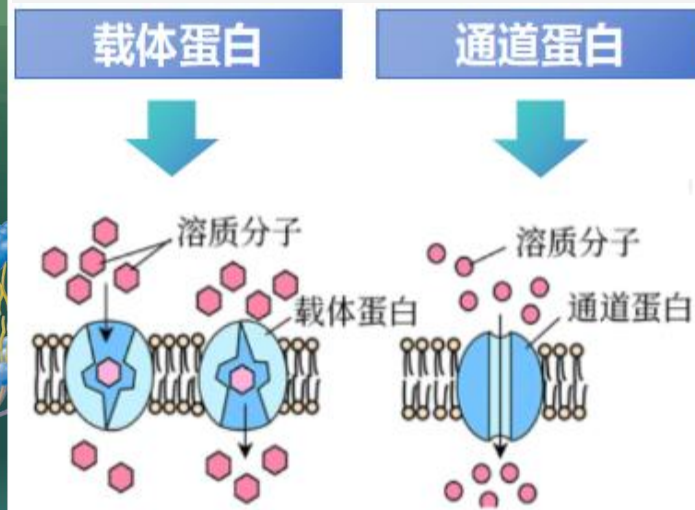
【指导建议】高尔基体由单层膜形成的扁平囊（常常4-8个）和囊泡构成。

## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向1——仔细查阅资料，避免科学性错误



【指导建议】糖蛋白的糖链主要是以**六碳糖**为核心骨架。转运蛋白都是**跨膜蛋白**





## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意

#### 第四届中国基础教育论坛展示课

要退出全屏，请将鼠标移动到屏幕顶端或按 Esc

##### 综合实践项目：制作细胞模型

选题：“耀”出“华”艺-立体贺卡

组长：刘天然

组员：李宸瑞、王紫默、肖云兮、

薛懿、王紫宁



国际脑联合 伙伴

00:22:37 / 00:45:34



倍速 AI字幕

用立体书表示从细胞到植物体的生命系统的结构层次

想象一下，“基因组”是这样的一本书：

- 全书共 23 章，每章都是一对染色体。
- 每章都包含几千个故事，每个故事都是一个基因。
- 每个故事由不同的段落组成，称为外显子。段落之间是广告，名为内含子。
- 每个段落由词语组成，叫作密码子。
- 每个词语由字母构成，叫作碱基。

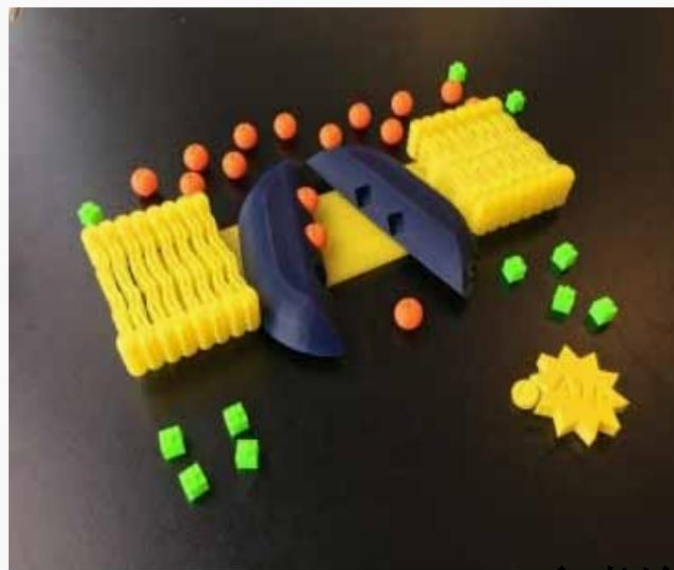
## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意



参赛学生作品

参赛学生意在制作分泌蛋白的合成、加工、分泌过程的细胞模型，想法独特；但其实模型还是静态的，无法通过动态模型直观表现此生理过程。



参考文献中的作品——钠钾泵

参考文献中的作品模型可以演示主动运输离子跨膜运输、浓度梯度变化以及能量的转化过程。模型制作成支架式，便于演示，中间的蛋白可以转动，整个模型动态性很好，将难理解的主动运输直观形象化。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意

#### “细胞膜的结构与跨膜运输”模型——佛山市桂城中学



作品特点：科学精美，可演示细胞膜跨膜运输的动态过程

作品说明：细胞膜作为细胞这一最基本生命系统的边界，具有将细胞与外界环境分隔开、控制物质进出细胞、进行细胞间信息交流等功能。生物膜流动镶嵌模型：我们以小泡沫作为磷脂分子头部，红色的毛根作为磷脂分子疏水性尾部，不同颜色的泡沫作为不同的蛋白质分子（载体蛋白、通道蛋白、糖蛋白），浅绿色粘土作为多糖链，细软的铁线作为连接细胞膜的细胞骨架。充分地展示了细胞膜每一部分的结构。

细胞膜上转运蛋白的种类和数量，转运蛋白空间结构的变化，对许多物质的跨膜运输起着决定性的作用，实现了细胞膜对选择透过性功能特性。我们的模型不仅美观还可以在学习过程中演示甘油、乙醇等脂溶的小分子物质穿过磷脂双分子层自由扩散；水、一些离子等被磷脂尾部疏水层阻挡，需要通过通道蛋白以协助扩散方式穿过细胞膜；还有一些小分子与载体蛋白相应位点结合，催化ATP水解与Pi基团结合，发生载体蛋白磷酸化空间结构改变，把物质进行跨膜运输。

## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意  
有“味道的”“可以吃的”细胞模型



**【指导建议】**用苹果、豆类、米饭、葡萄，牛油果，培根，胡萝卜、草莓等表示细胞各个结构不能体现出细胞器的结构特点，不易保存，容易损坏，属于取材不当。创意要以科学性为基础。



## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

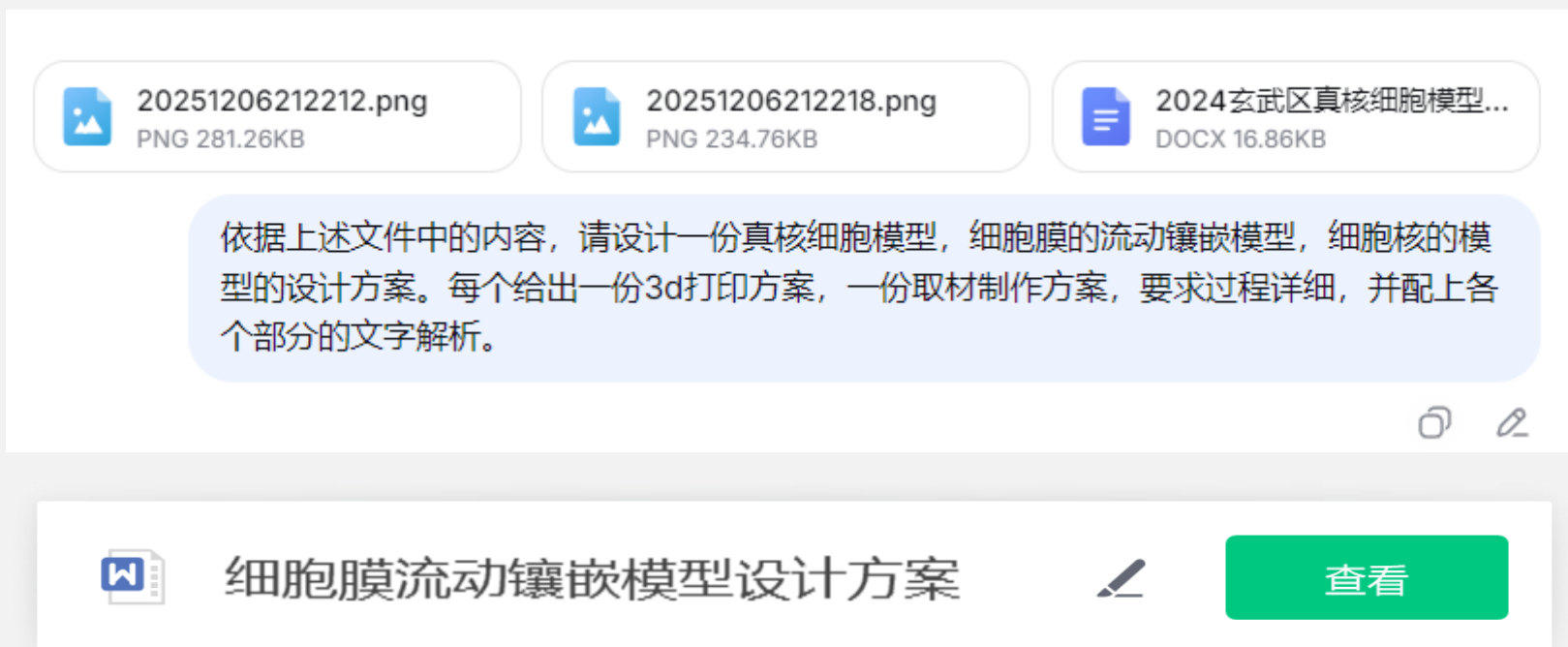
### 二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意



【指导建议】用不同颜色的棉线团制作细胞各个结构，不能体现出细胞器的结构特点，材料的选择不恰当。创意要以科学性为基础。但可以单独用于表示细胞骨架

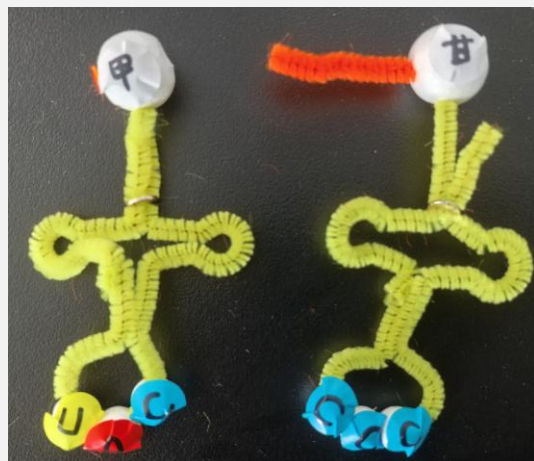
## 实验1-3：尝试制作细胞的结构模型（细胞，生物膜，细胞核）

### 二、比赛作品的优化方向2——以模仿为主，期待更多的创意 使用deepseek进行AI辅助建模

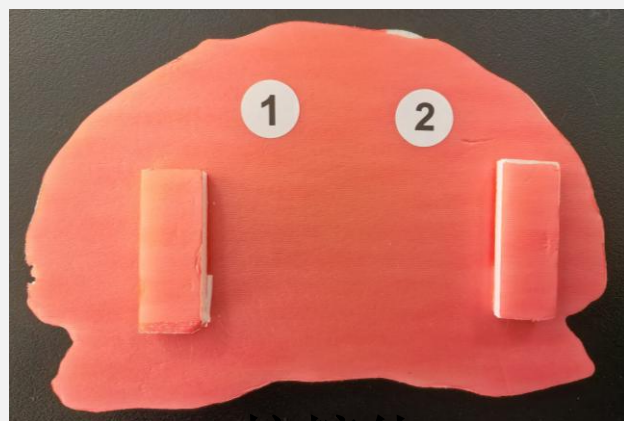




## 实验4：制作基因表达的翻译模型

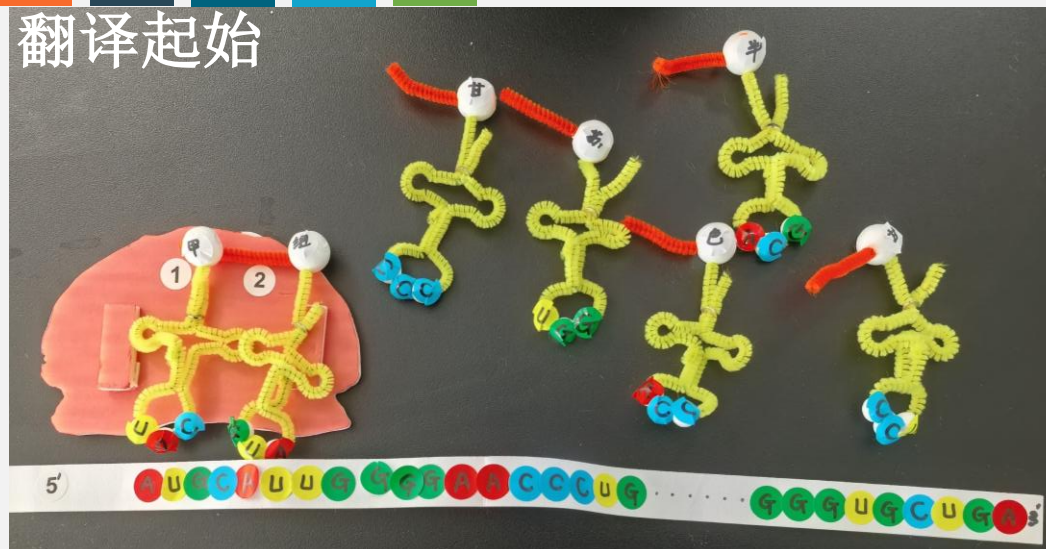


tRNA

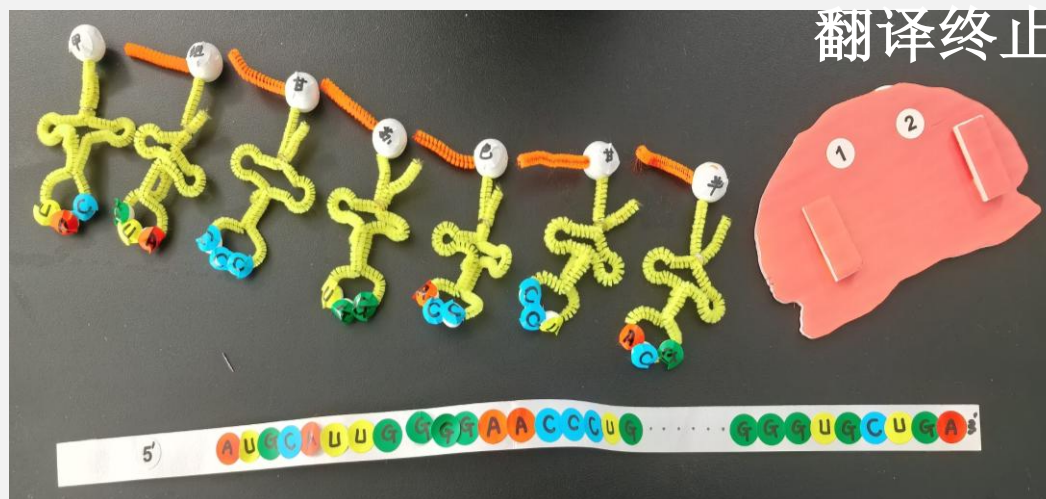


核糖体

翻译起始



翻译终止



**感谢！**

**不当之处，敬请批评指正**

