



第三章 病毒和亚病毒

非细胞微生物

本章内容（2.5学时）

3.1 病毒

- 病毒概况
- 病毒的形态、构造和化学组成
- 噬菌体

3.1 亚病毒

- 类病毒
- 拟病毒
- 朊病毒

病毒概述与分类

病毒(Virus)

非细胞生物

■ (真) 病毒 (*Euvirus*)

至少含有核酸和蛋白两种组分

■ 亚病毒

✓ 类病毒：只含具单独侵染性的RNA组分

✓ 拟病毒：只含不具单独侵染性的RNA组分

✓ 朊病毒：只含蛋白质一种组分

第一节 病毒

什么是病毒？

■定义：

一类由核酸和蛋白质等少数几种成分组成的**超显微**“非细胞生物”、无细胞结构、营专性活细胞内寄生的实体，在活细胞外具一般化学大分子的特征，一旦进入宿主细胞又具有生命特征。

病毒的特点

Size:个体极小，多在20-200 nm之间，能通过细菌滤器。

结构与化学成分:无细胞结构，核酸和蛋白质，分子生物。

遗传因子:只含一种核酸。

代谢特点:产能酶系、蛋白质与核酸合成酶系，专性活细胞寄生。

增殖方式: 装配元件: 核酸与蛋白质。

离体形式:无生命的生物大分子状态。

敏感性:对抗生素不敏感，对干扰素敏感。

病毒基因组整合:整合到宿主基因组上。

病毒的分类

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

■根据宿主

✓植物病毒

烟草花叶病毒、郁金香花叶病毒

✓动物病毒

口蹄疫病毒、乙肝病毒、流感病毒、爱滋病病毒

✓微生物病毒(噬菌体)

大肠杆菌T系噬菌体

■根据核酸类型分类

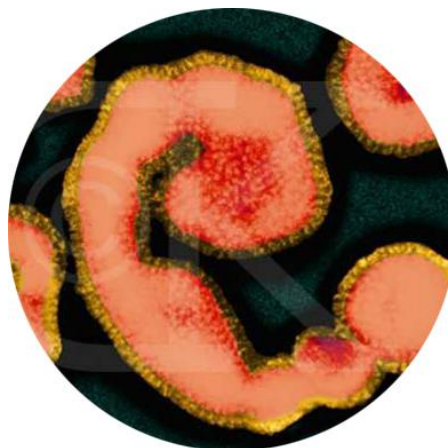
✓DNA病毒

✓RNA病毒

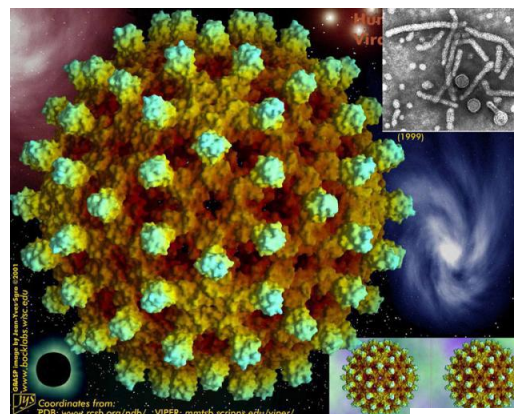
完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研



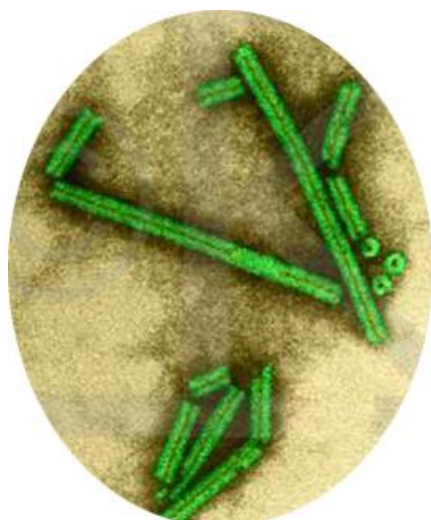
爱滋病病毒



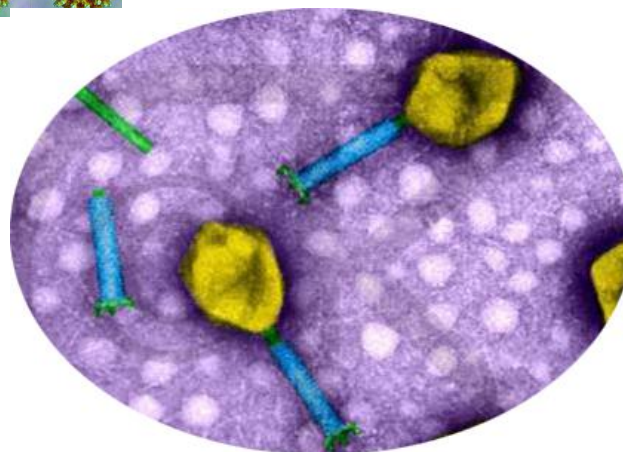
流感病毒



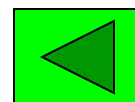
乙肝病毒



烟草花叶病毒



噬菌体



一、病毒的形态构造和化学组成

- 1、病毒的大小和形态
- 2、病毒的构造和化学成分
- 3、病毒结构的对称性
- 4、病毒的群体形态

1、病毒的大小和形态

1.1 病毒的大小

病毒粒子：发育成熟的病毒个体统称为病毒粒子

病毒计量单位：纳米（nm, $1\text{nm}=1/1000\mu\text{m}$ ）

各种病毒的大小差异很大：

最大的病毒：牛痘病毒200nm

最小的病毒：脊髓灰质炎病毒28nm

1.2 病毒的形态

■病毒粒子外形主要有下列五种：

1. 砖形
2. 弹状
3. 球形
4. 蝌蚪形
5. 杆状

1. 砖形



牛痘病毒



传染性单核细胞增多症病毒



腮腺炎病毒

4. 蝌蚪



T偶数病毒



疱疹病毒

3. 球



大蚊病毒



流感病毒

5. 杆形



烟草花叶病毒



腺病毒



多瘤病毒



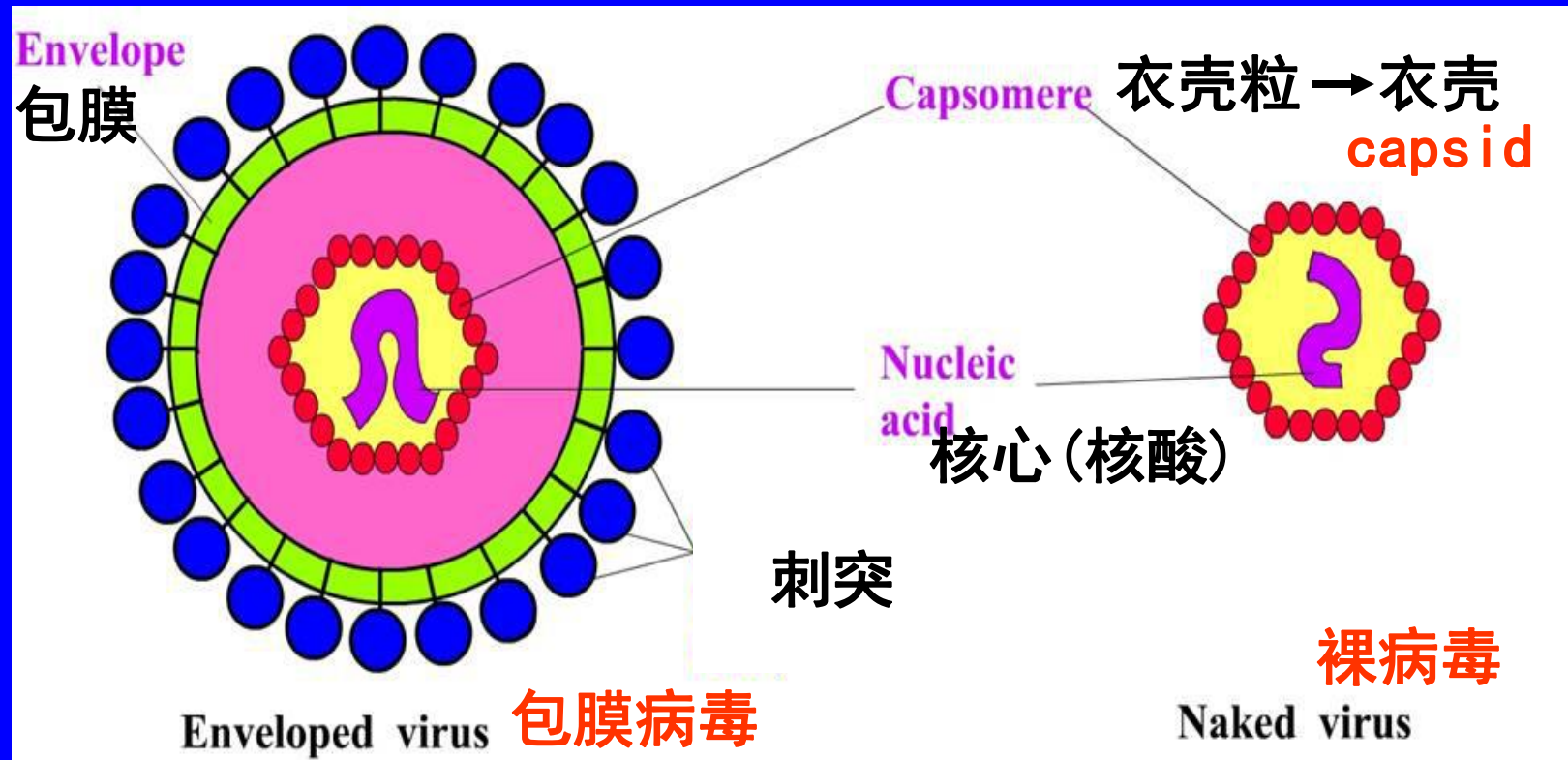
脊髓灰质炎病毒

1微米

动物病毒多呈球形、卵圆形或砖形

2、病毒的构造和化学成分

2.1 构造



2.2 化学成分

2.2.1 病毒的核心

单股或双股的核酸：即DNA或RNA

2.2.2 病毒的外壳

病毒的外壳为衣壳：蛋白质

2.2.3 病毒的囊膜

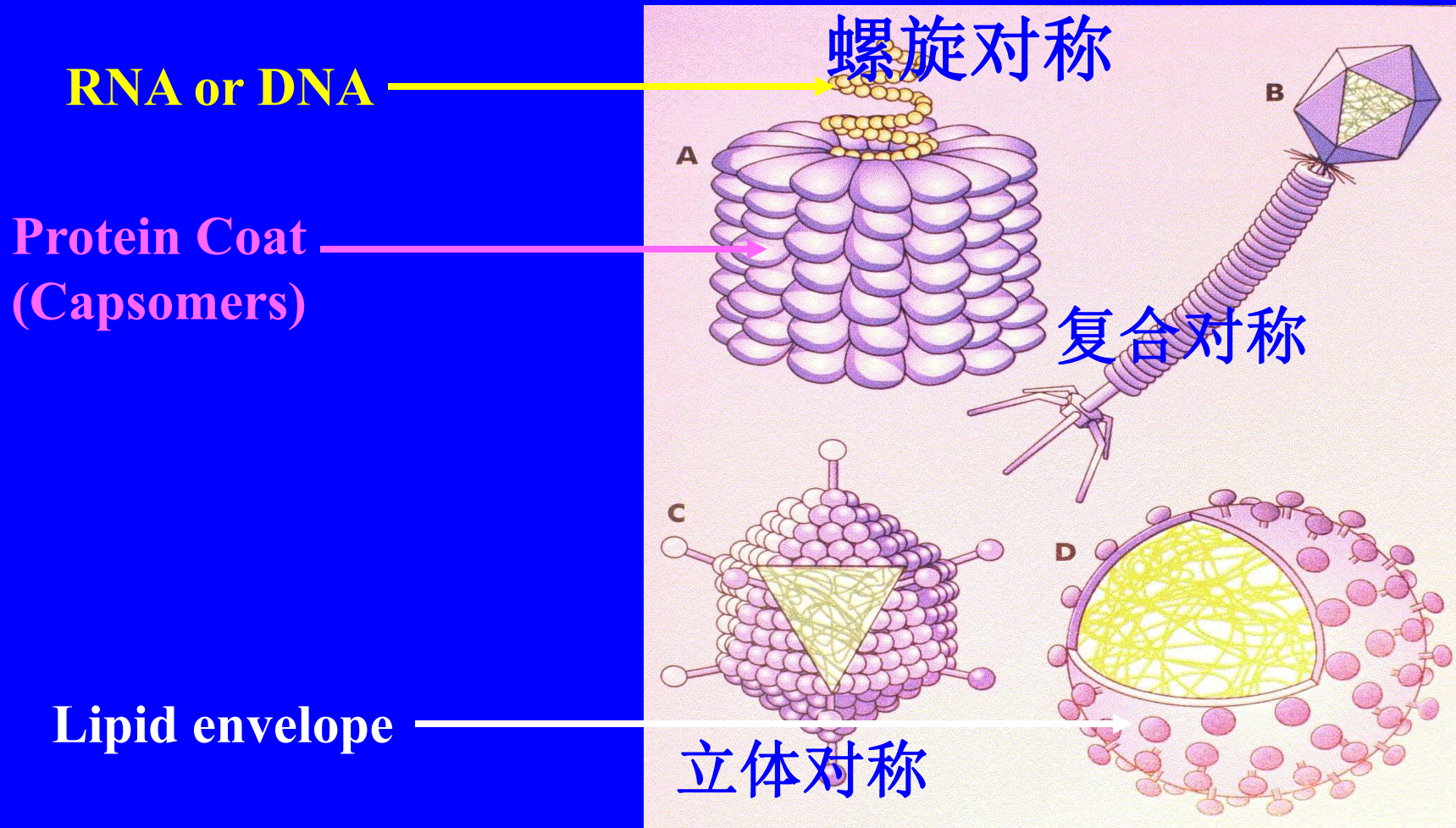
病毒在衣壳外面有双层膜：蛋白质

多糖 脂类

2.2.4 病毒的化学组成

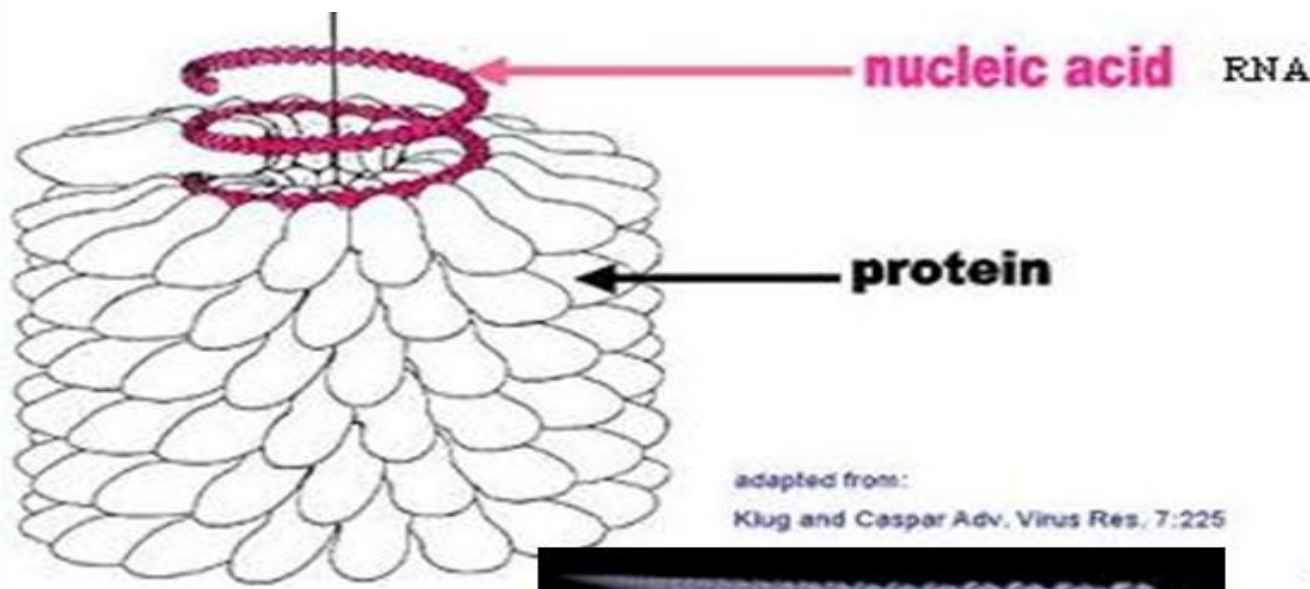
核酸 蛋白质 多糖 脂类

3、病毒结构的对称性



■螺旋对称排列的代表——烟草花叶病毒(tobacco mosaicvirus, TMV)

烟草花叶病毒



TMV 杆状壳体由2130个壳粒螺旋排列而成，大约有130个螺旋。

核壳体

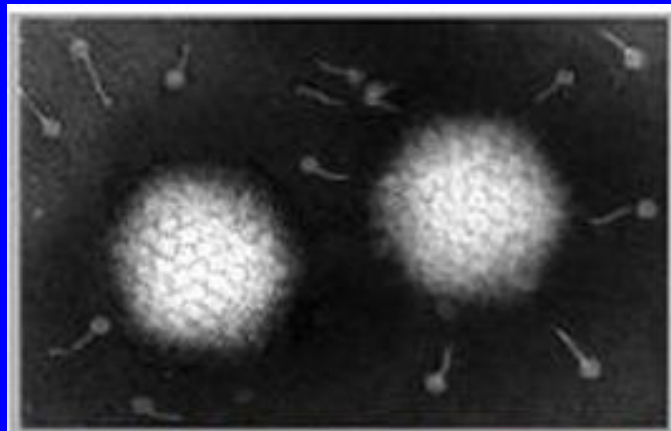
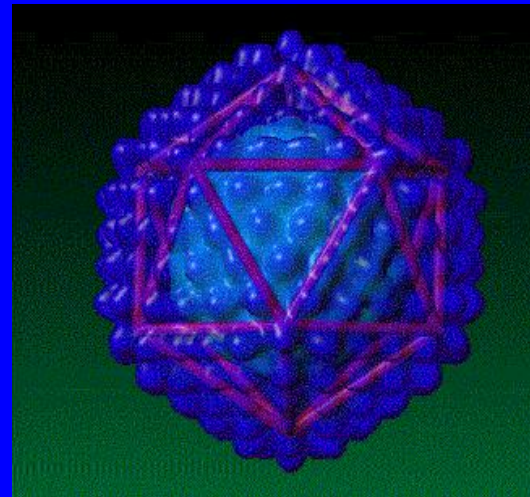
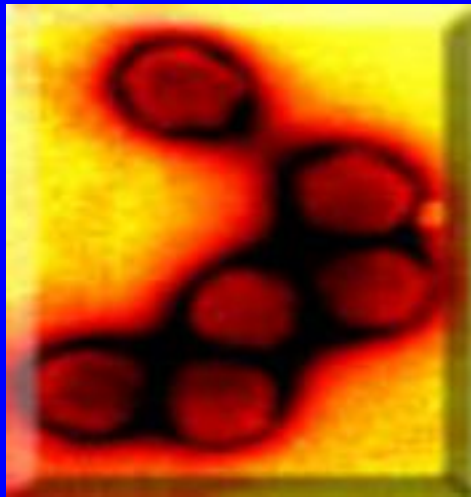
adapted from:

Klug and Caspar Adv. Virus Res. 7:225

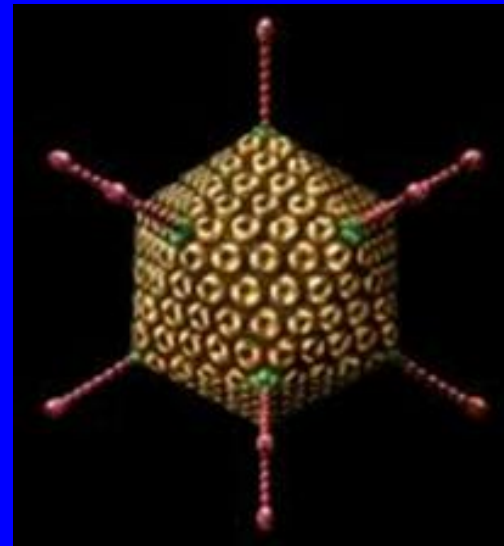


■ 高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

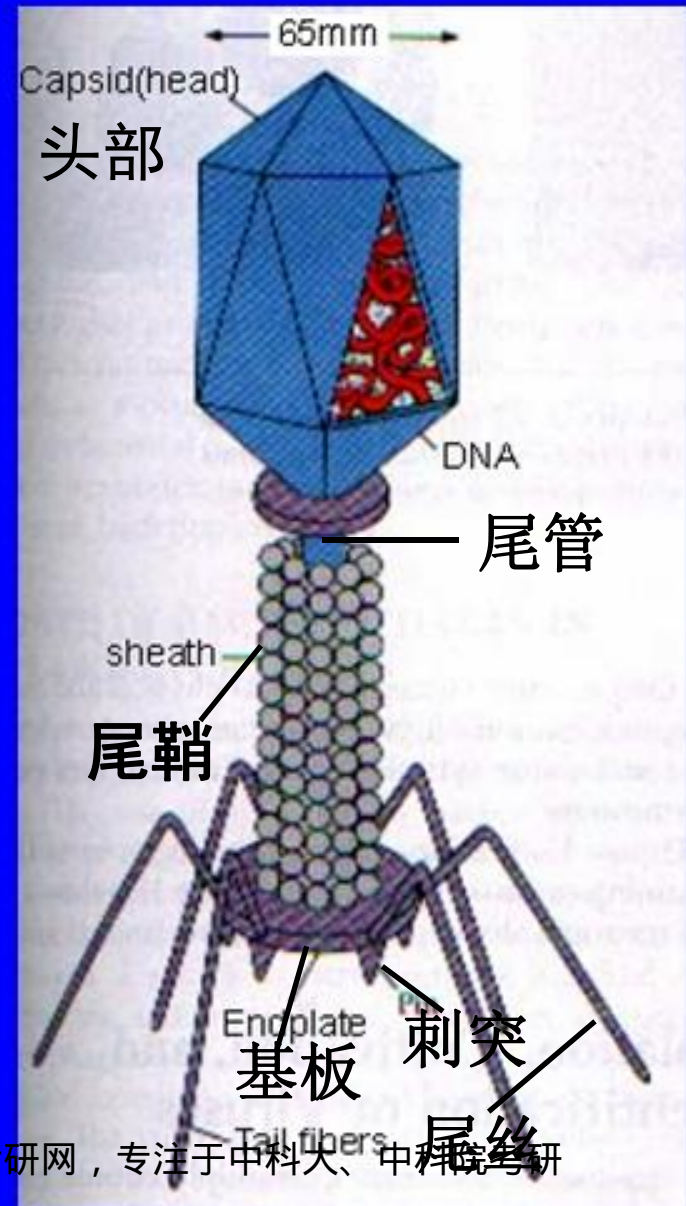
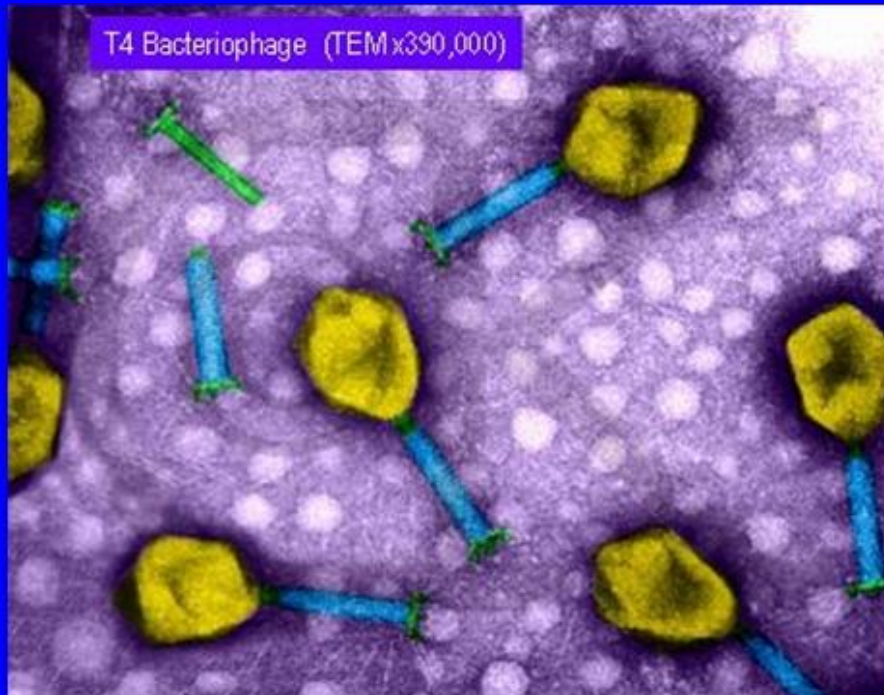
二十面体对称的代表——腺病毒(Adenovirus)



人腺病毒的电镜负染色照片



复合对称的代表——T偶数噬菌体



4、病毒的群体形态

当病毒大量聚集并使宿主细胞发生病变时所形成的具有一定形态、构造并能用光学显微镜加以观察和识别的特殊群体

- 包涵体 Inclusion body
- 噬菌斑 Plaque
- 空斑 plaque
- 枯斑 lesion

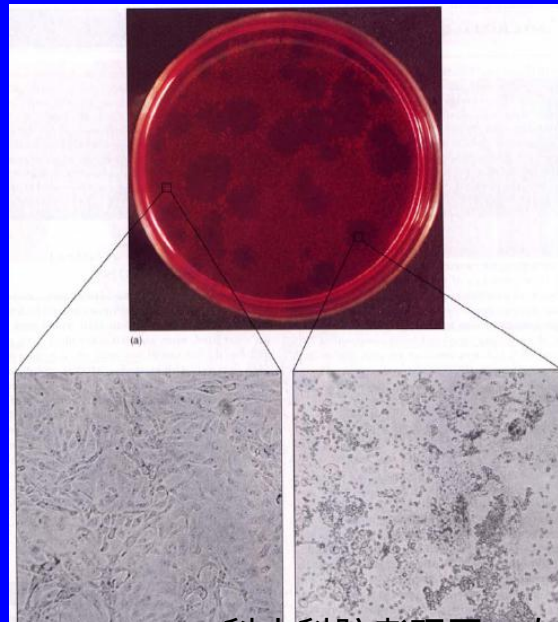
■包涵体(Inclusion body)

某些病毒在宿主细胞内形成的光学显微镜下可见的大小、形态、数量不等的小体。

- 宿主细胞核内：天花病毒的顾氏小体
- 宿主细胞质内：狂犬病病毒的内基氏小体；
- 宿主细胞质内或细胞核内：麻疹病毒

■噬菌斑(Plaque)

- 在宿主菌苔平板上，由于噬菌体的感染使宿主细胞不断裂解而形成的肉眼可见的空斑，空斑中的细菌被全部或部分裂解。
- 不同噬菌体起噬菌斑有不同的形状、大小、边缘及透明度，可用于鉴定，也可以进行纯种分离和计数。



其他一些概念

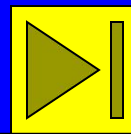
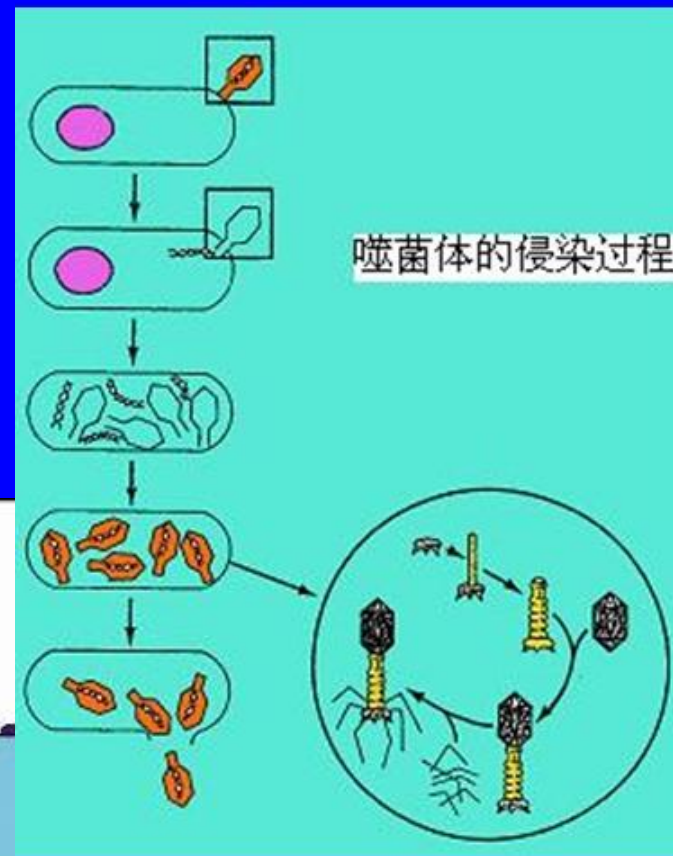
- 空斑**：由动物病毒感染而造成的单层动物细胞上类似于噬菌斑的空白斑
- 病斑**：单层动物细胞受肿瘤病毒感染，导致细胞剧增，类似于菌落的病灶。
- 枯斑**：是植物病毒群体

二、病毒的繁殖

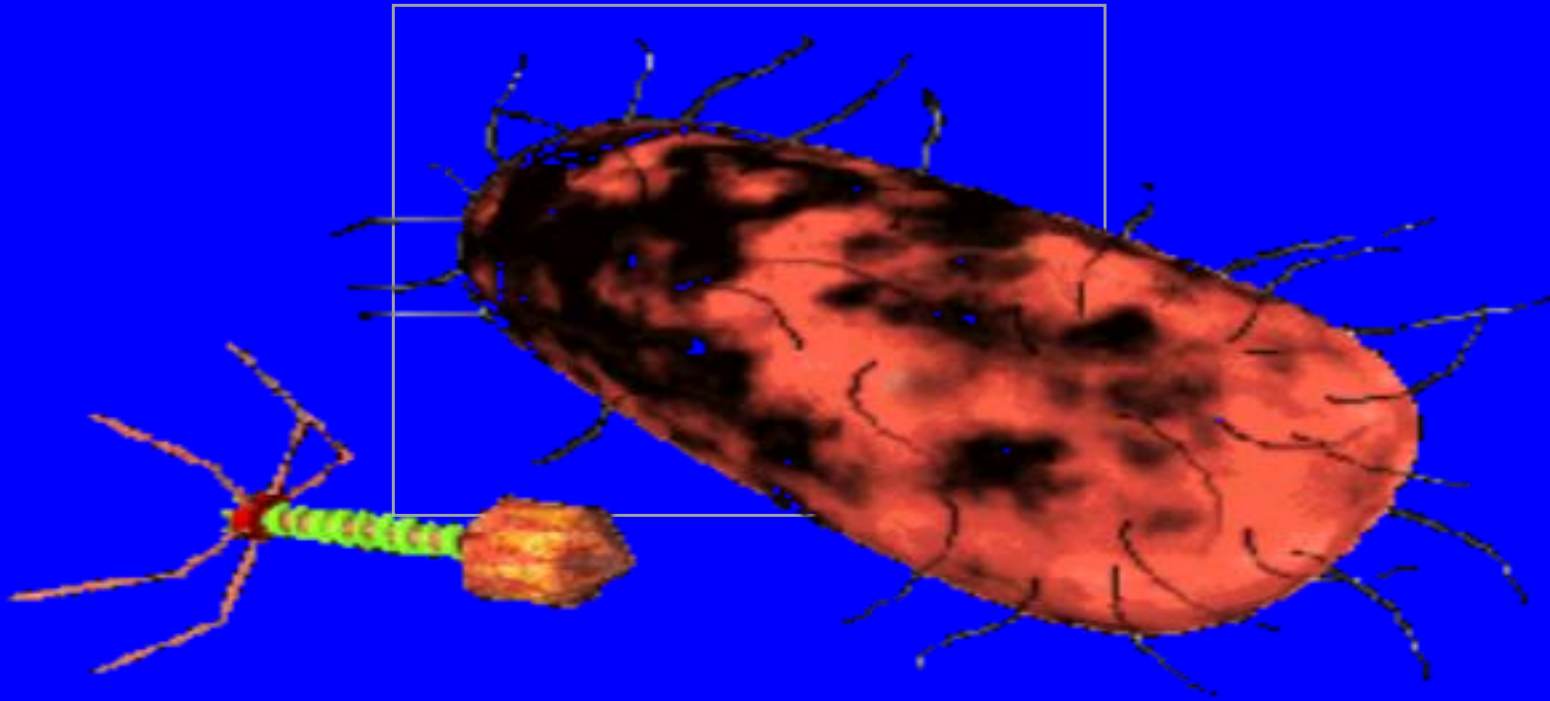
以噬菌体为例

繁殖过程：

- 1 吸附
- 2 侵入
- 3 增殖（复制与生物合成）
- 4 成熟（装配）
- 5 裂解（释放）



1 吸附



吸附的机理：尾丝尖端与受体发生共价结合。



影响因素：噬菌体数量；阳离子；辅助因子；温度。

2 侵入



■ 动物病毒的侵入

- ◆完整病毒穿过细胞膜的移位方式。
- ◆细胞的内吞功能。
- ◆毒粒包膜与细胞质膜的融合。

■植物病毒的侵入：

◆靠伤口感染侵入

◆靠昆虫的刺吸式口器将病毒离子注入植物体内

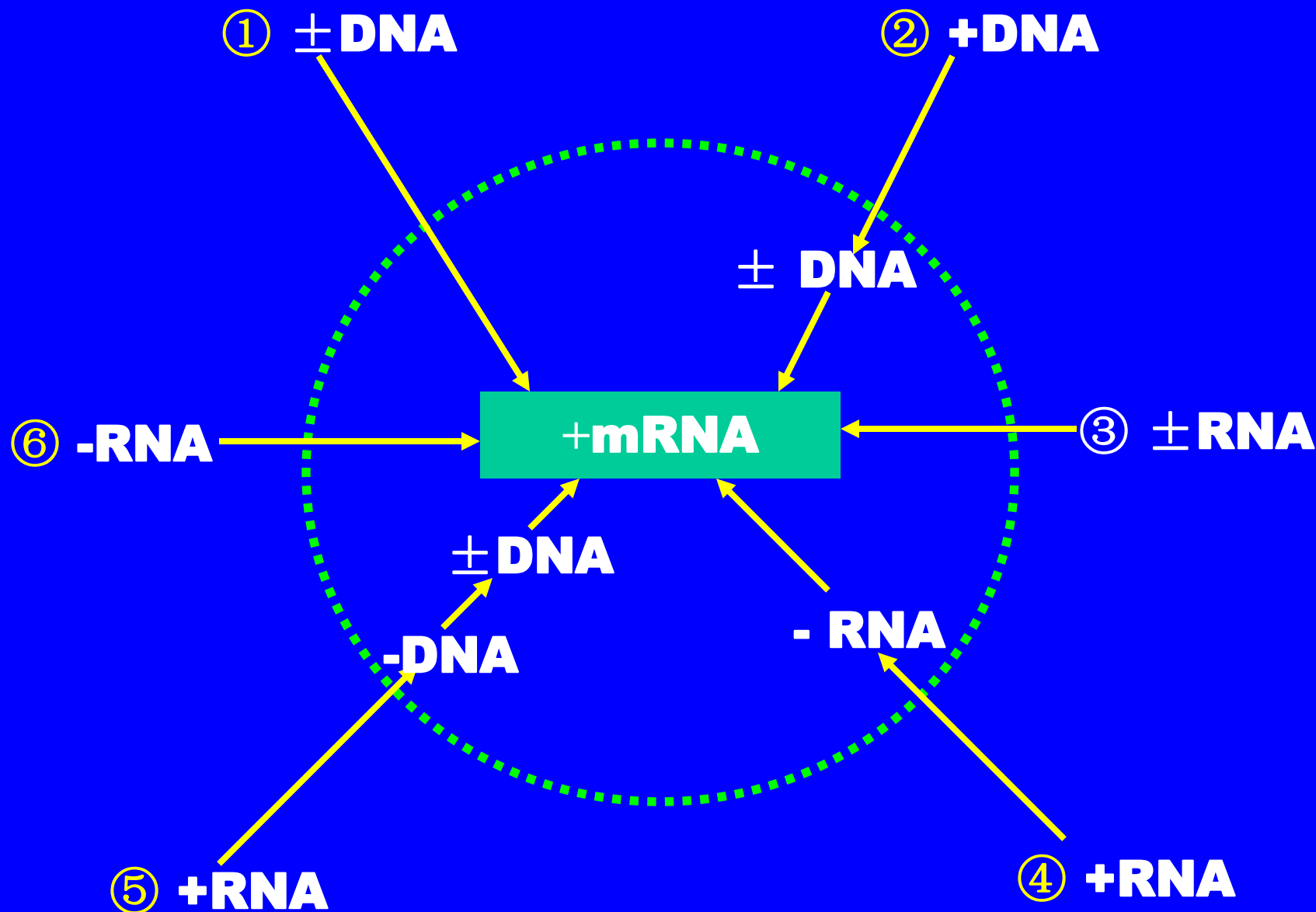
3 增殖（复制与生物合成）

- 生物合成特点：基因表达有先有后（基因表达的顺序为：早期表达；次早期表达；核酸复制；晚期表达）
- 前一次表达产物是后一次表达的mRNA聚合酶
- 晚期表达的结果是合成了各种装配蛋白（另外还有溶菌酶）

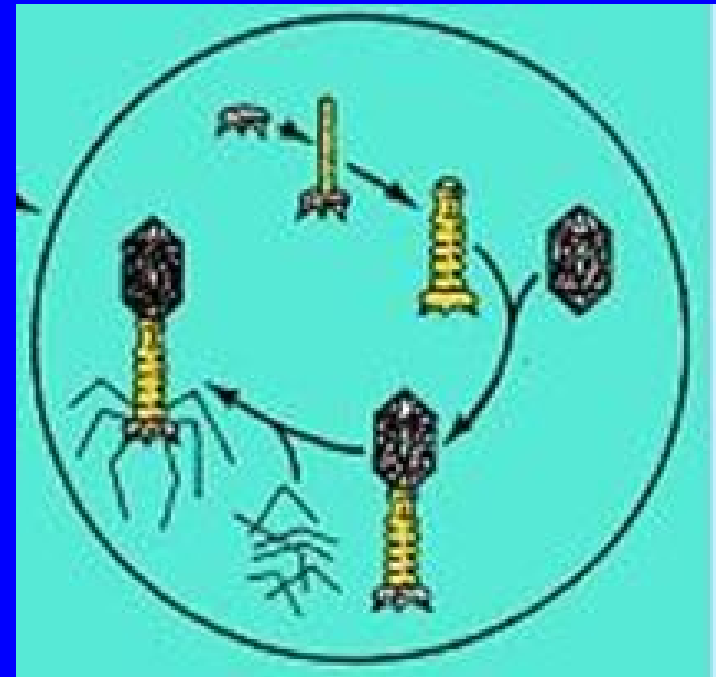
病毒核酸的复制

- 双链DNA的复制: $(\pm)\text{DNA} \rightarrow (\pm)\text{DNA}$
- 单链DNA的复制:
 - $+\text{DNA} \rightarrow -\text{DNA} \rightarrow \pm\text{DNA} \rightarrow +\text{DNA}$
- 双链RNA的复制:
 - $\pm\text{RNA} \rightarrow +\text{RNA} \rightarrow -\text{RNA} \rightarrow \pm\text{RNA}$
- +RNA复制:
 - $+\text{RNA} \rightarrow -\text{RNA} \rightarrow \pm\text{RNA} \rightarrow +\text{RNA}$
- -RNA复制:
 - $-\text{RNA} \rightarrow +\text{RNA}(\text{mRNA}) \rightarrow \text{Pr}(\text{RNA复制酶})$
- 逆转录病毒单链RNA的复制:
 - $+\text{RNA} \rightarrow (-)\text{DNA} \rightarrow (\pm)\text{DNA} \rightarrow +\text{RNA}$





4 成熟(装配)



把合成的各种“部件”进行自行装配的过程

5 裂解(释放)



最后:大肠杆菌死亡并破裂，释放出里面的病毒，新一代病毒开始新的生命旅程



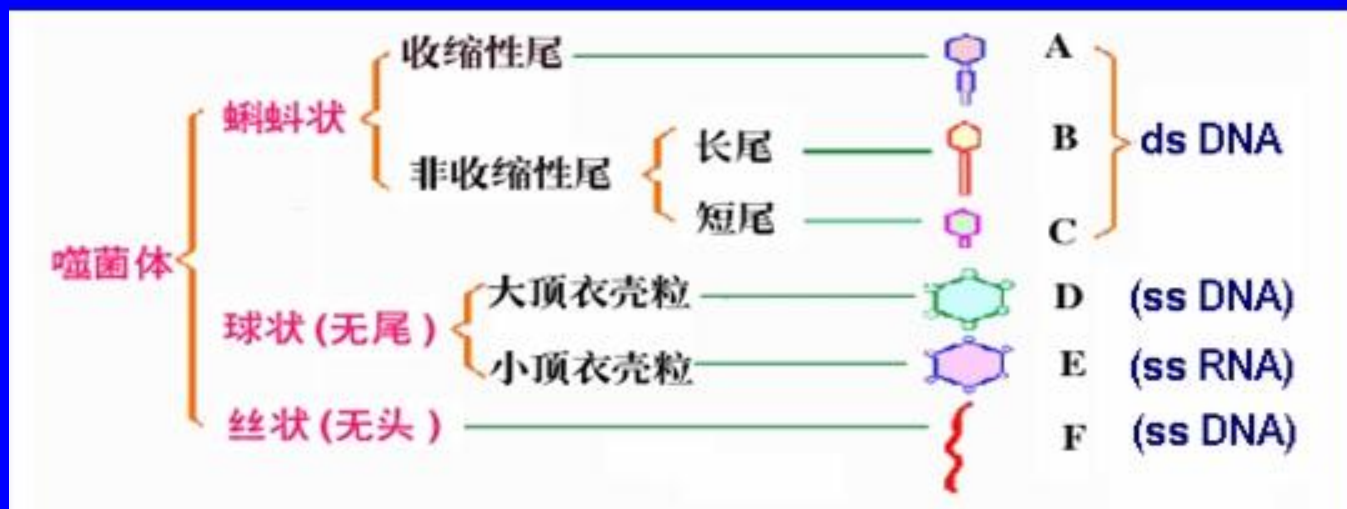


试从病毒的繁殖过程入手，考虑如何来预防病毒的感染？

三、噬菌体

噬菌体

侵染原核生物的病毒称为噬菌体（bacteriophage），后来简称phage



噬菌体的形态有蝌蚪状、球状、丝状等三种。

一步生长曲线(one-step growth curve)

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

这种用来测定噬菌体侵染和成熟病毒体释放的时间间隔，并用以估计每个被侵染的细胞释放出来的新的噬菌体粒子的数量的生长曲线，称为一步生长曲线。

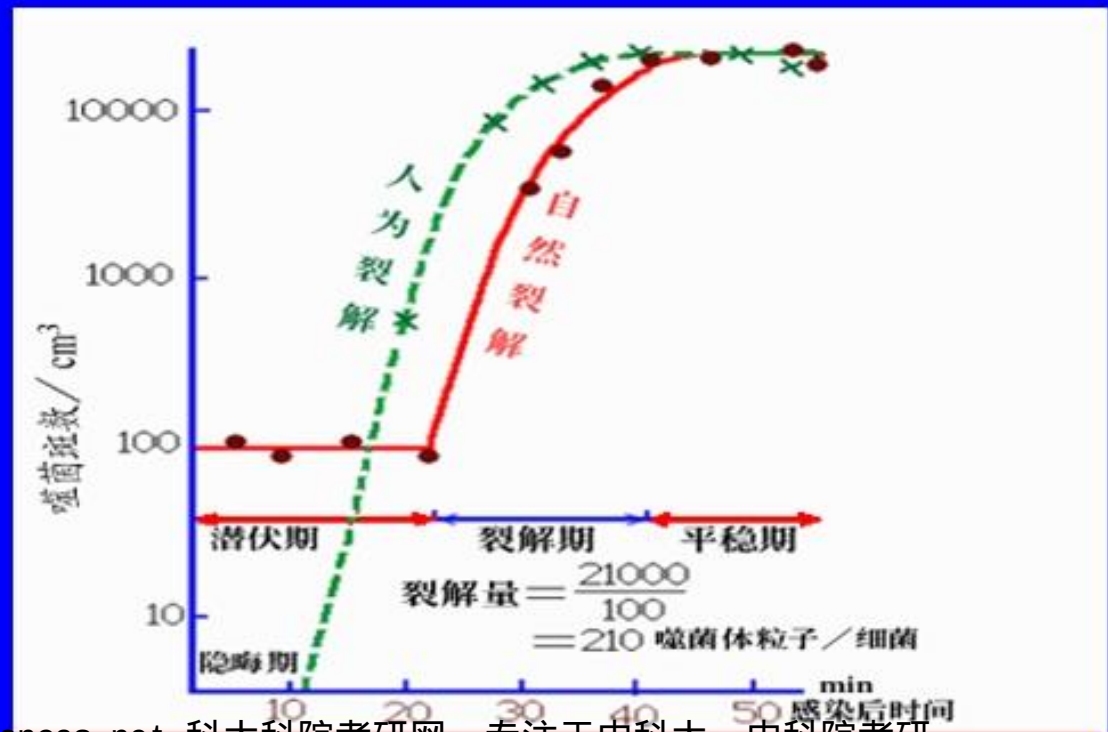
I. 潜伏期

1. 隐晦期

2. 胞内积累期

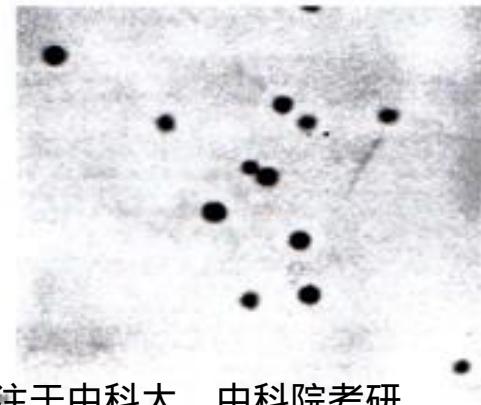
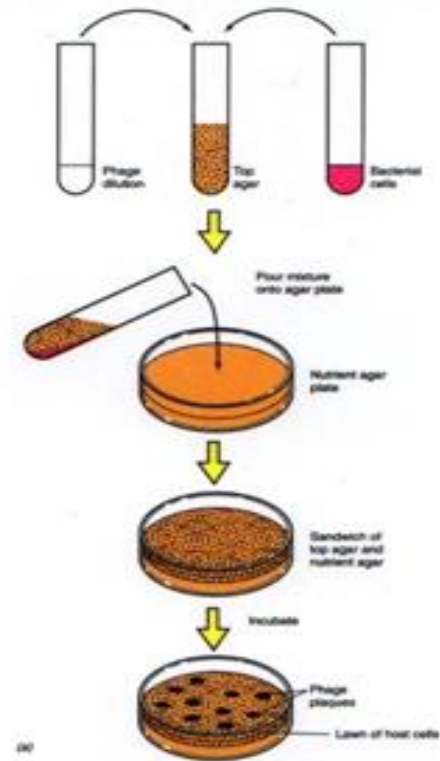
II. 裂解期

III. 平稳期



- 将低剂量的噬菌体悬液加入敏感细菌的培养液中，使得一个病毒与10-100个细菌细胞相混合。
- 经过短时间的培养使噬菌体吸附在细菌上，再用抗体或稀释去掉未吸附上的噬菌体。
- 用新鲜培养液把经过上述处理的细菌悬液高倍稀释。
- 培养后定时取样，将含有噬菌体的样品与敏感细菌培养物混合培养，计算每个样品在培养基平板表面产生的噬菌斑数目。
- 以培养时间为横坐标，噬菌斑为纵坐标，可以绘出一步生长曲线。

Quantification of a Bacterial Virus by Plaque Assay



●温和噬菌体 (temperate phages or lysogenic phages)

某些噬菌体感染宿主细胞后并不使宿主细胞马上裂解而是噬菌体的核酸整合到宿主细胞染色体上并随宿主细胞的分裂把噬菌体的核酸传给子细胞。这种感染宿主细胞后不引起宿主细胞迅速裂解的噬菌体称为**温和噬菌体**。

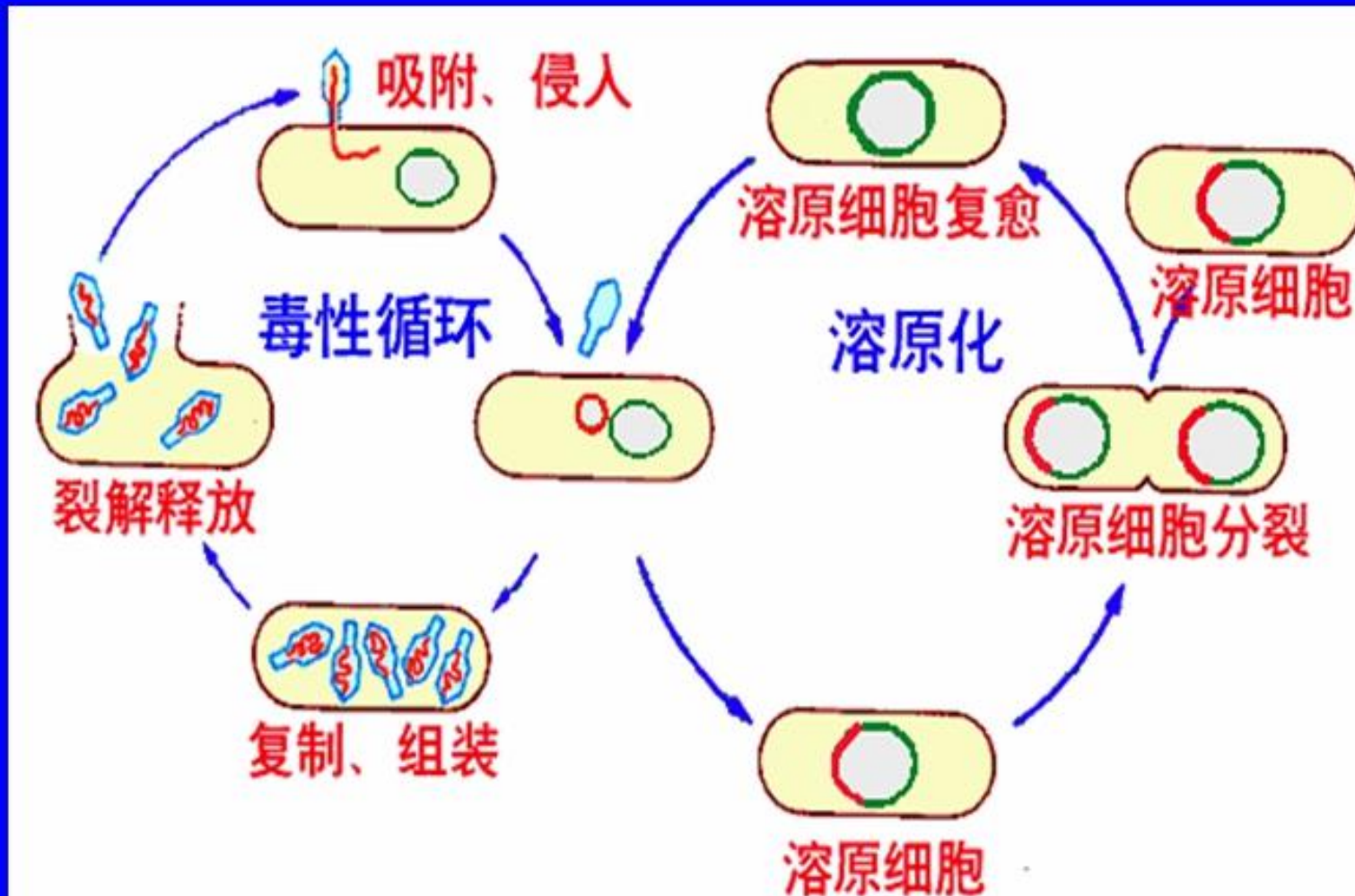
●溶原细胞 (lysogenic cells)

含有温和噬菌体的细胞称为**溶原细菌**（或**溶原细胞**）。整合在宿主染色体上的噬菌体核酸称为**前噬菌体**。

●溶原细菌的特点：

- ①可以自发或人工诱发变为烈性噬菌体(virulent phage)
- ②溶原细胞可失去噬菌体的核酸后复愈
- ③溶细菌对同源噬菌体的感染具有免疫性
- ④某些溶原细菌可以合成特殊的代谢产物，如白喉杆菌只有在被噬菌体感染后形成溶原细菌后才能产生白喉毒素。

温和噬菌体及其溶原化



四、植物病毒

●植物病毒是指感染植物的病毒。引起的症状：

- ①叶绿体受到破坏而引起的花叶、黄化、红化等
- ②植株矮化、丛簇、畸形等
- ③形成枯斑、坏死等。

特点：

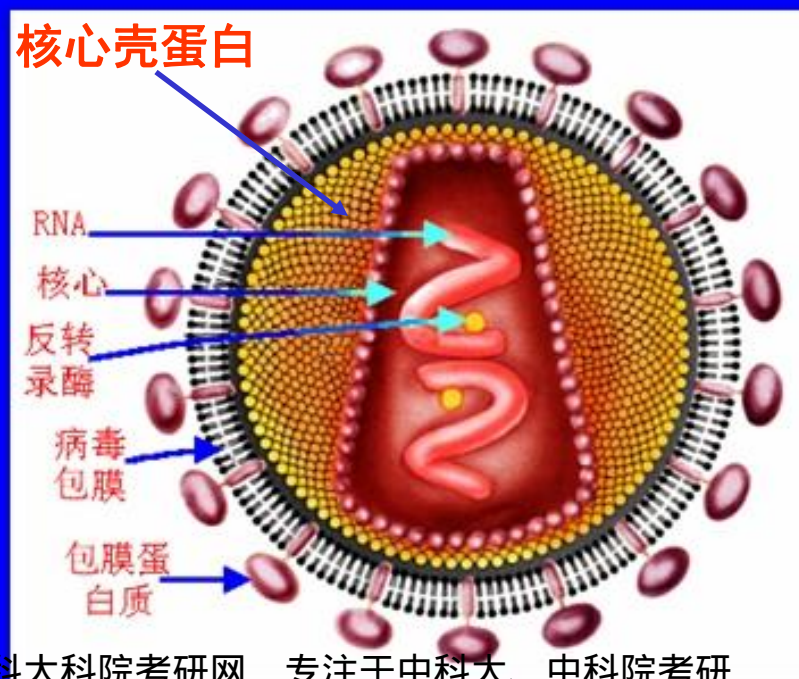
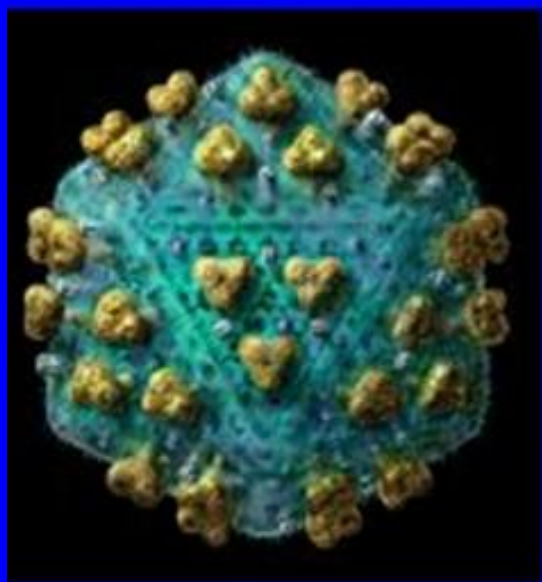
- ①植物病毒的粒子形态多为杆状
- ②植物病毒的核酸主要为单链RNA
- ③植物病毒感染的专性不强，一种病毒可感染不同科、属的植物
- ④混合感染常见，即一种植物可被多种病毒感染
- ⑤病毒常在感染宿主细胞内由病毒离子堆叠成**结晶状内含体**或者是由病毒粒子与细胞组分形成**非结晶性内含体**。

五、脊椎动物病毒

- 单链或双链，DNA（天花）或RNA（流感）。
- 有的具有包膜，有的不具有包膜。
- 多为球状，大小变化很大。
- 人类疾病：80%的传染病由病毒引起。如，天花，流感，肝炎，麻疹，脊髓灰质炎，爱滋病等。
- 畜禽疾病：口蹄疫，狂犬病，疯牛病，猪瘟，其中前三者为人畜共患。

AIDS(acquired immune deficiency syndrome)

- 最早分离到HIV的是法国的卢克蒙塔博士。1983年，他在《Science》报道从同性恋人士血清中分离到新的逆转录病毒。1986年，WHO定名为HIV(human immuno deficiency virus)
- HIV是一种逆转录病毒，感染并杀死T4淋巴细胞。球形，直径约100 nm，有包膜与刺突。



- 全球**：500万感染者，4000万携带者，非洲比例最高，博茨瓦那，10%。

- 中国**：20万感染者，100万携带者。传播途径

- ✓ 输血与血制品

- ✓ 母乳传播

- ✓ 性生活传播

- 防治**

洁身自好，严格控制血制品

鸡尾酒疗法（何大一）

死亡率减半



■ 口蹄疫 (foot and mouth disease, FMD)

● 病毒特点

- ✓ 烈性传染性RNA病毒。
- ✓ 主要感染牛、羊猪等偶蹄动物，人畜共患。
- ✓ 对日光、热、酸、碱敏感。

● 症状

体温升高，精神不振，食欲减退，口腔、鼻吻部、蹄部产生水疱和溃烂。

● 传播

呼出气体、排泄物。

● 预防

- ✓ 检疫、封锁。
- ✓ 消毒：1%-2%火碱、3-5%福尔马林、0.2-0.3%过氧乙酸。
- ✓ 注射疫苗。

● 危害

- ✓ 无食品安全问题，人感染<40例，较轻。
- ✓ 对畜牧业危害远大于疯牛病。
- ✓ 英国：至2004屠宰220万头牛、羊、猪。

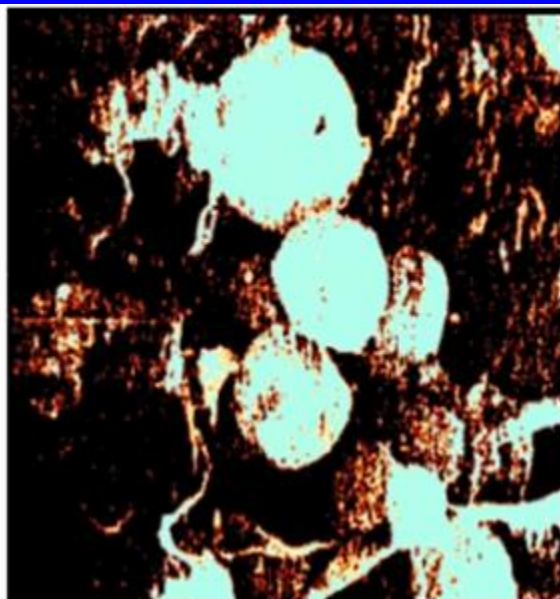
■ 疯牛病(mad cow disease, MCD)

- 是牛海绵状脑病的俗称，疯牛病的病因是朊病毒。
- 人畜共患，人库鲁病，克雅病、羊痒病等。
- 症状：
痴呆、震颤不稳、智力减退，脑海绵状病变，中枢神经系统受损伤。

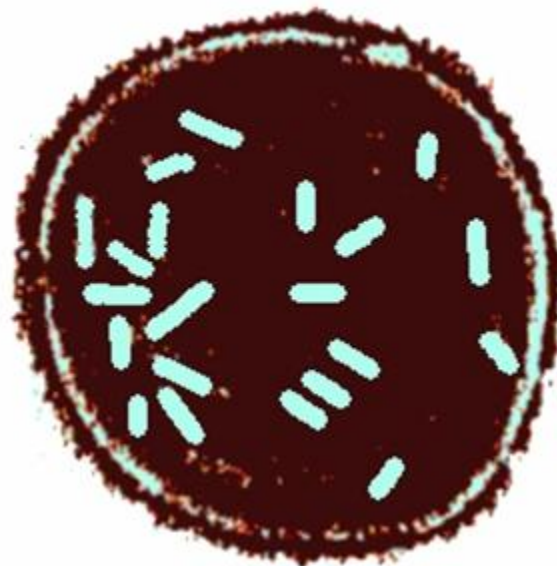
六、昆虫病毒

- 昆虫病毒是指寄生在昆虫体内的病毒
- 病毒粒子与宿主细胞内的蛋白质形成包涵体，包涵体有一定的立体形状，故又称多角体。
- 昆虫病毒可分为：
 - ◆ 核型多角体病毒(*nuclear polyhedrosis virus, VPV*)
 - ◆ 质型多角体病毒(*cytoplasmic polyhedrosis virus, CPV*)
 - ◆ 颗粒体病毒(*granulosis virus, GV*)

核型多角体病毒



A 多角体形态



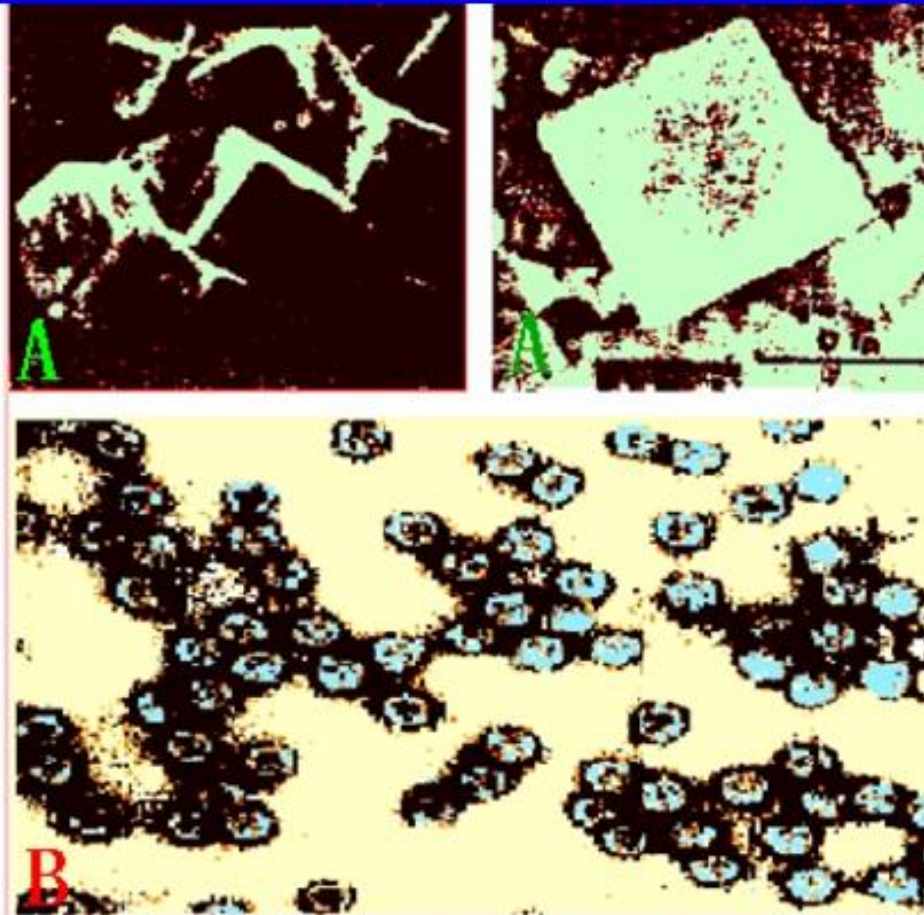
B 多角体中的病毒粒子

多个病毒粒子存在于多角形的蛋白质包含体中, 包含体存在于宿主细胞的细胞核中, 称为核型多角体病毒。

A. 棉铃虫核型多角体扫描电镜照片, 示大小不同的多角体。

B. 大蓑蛾核型多角体溶解照片, 注意病毒粒子两端卵圆, 大小约 $320 \times 95\text{nm}$

质型多角体病毒

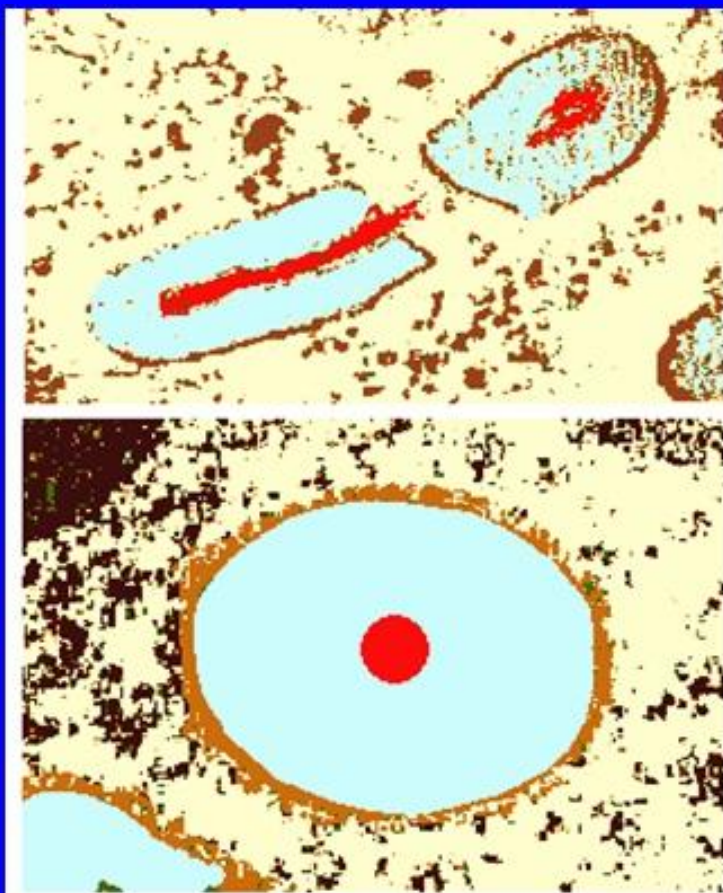


多个病毒粒子存在于多角形的蛋白质包含体中，包含体存在宿主细胞质中。

A. 家蚕质型多角体病毒的多角体(四角形突变系)扫描电镜照片

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

颗粒体病毒



颗粒体病毒：一个(偶尔2个)病毒粒子存在于蛋白质包含体中。包含体存在于宿主细胞内的病毒发生基质上。

上图：印度谷螟

(*Plodia interpunctella*)

颗粒体病毒的颗粒体纵剖面电镜照片

下图：印度谷螟颗粒体病毒的颗粒体横剖面电镜照片

1. 核 酸

2. 蛋白质

第二节 亚病毒Subvirus



■ 亚病毒概念

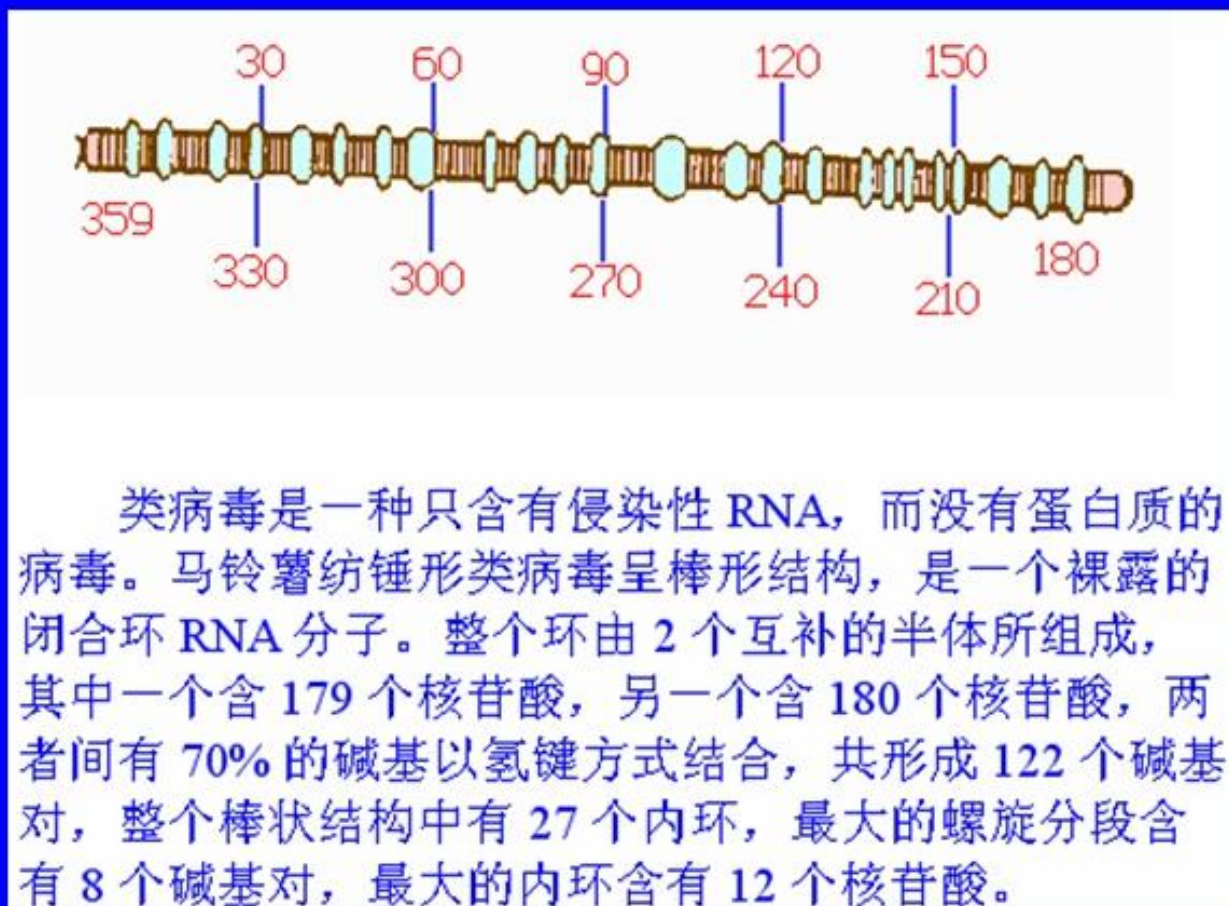
- 1981年法国著名病毒学家A. Dlwoff把病毒分为亚病毒和真病毒，亚病毒只含有核酸或蛋白质，而真病毒同时含有核酸和蛋白质。

■ 亚病毒包括：

- 类病毒Viroid
- 朊病毒Prion
- 卫星病毒

●类病毒Viroid

1971年在美国工作的瑞士学者T.O. Diener在研究马铃薯纺锤形块茎病(PSTD)时发现了类病毒。



朊病毒是美国Prusiner在研究羊瘙痒病时发现痒病的病原体。朊病毒是一种对各种理化作用具有很强抵抗力，传染性甚强，分子量在27 000-30 000的侵染性蛋白质因子。人和动物prion病有：

- ◆震颤病或库鲁病
- ◆克-雅病
- ◆致死性家族失眠症
- ◆羊瘙痒病
- ◆羊海面脑病，俗称疯牛病
- ◆传染性雪貂白质脑病
- ◆大耳鹿慢性消耗病

●卫星病毒

- ◆卫星病毒必须依赖辅助病毒提供复制酶进行复制
- ◆如卫星烟草坏死病毒(*Satellite tobacco necrosis virus, STNV*)、卫星烟草花叶病毒(*Satellite tobacco mosaic virus, STMV*)、丁型肝炎病毒(*Hepatitis D virus, HDV*)等。
- ◆卫星病毒能编码自身的外壳蛋白，它们被包被在辅助病毒的壳体中。

作业：

试述T偶数噬菌体的繁殖过程

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

结束了！

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研