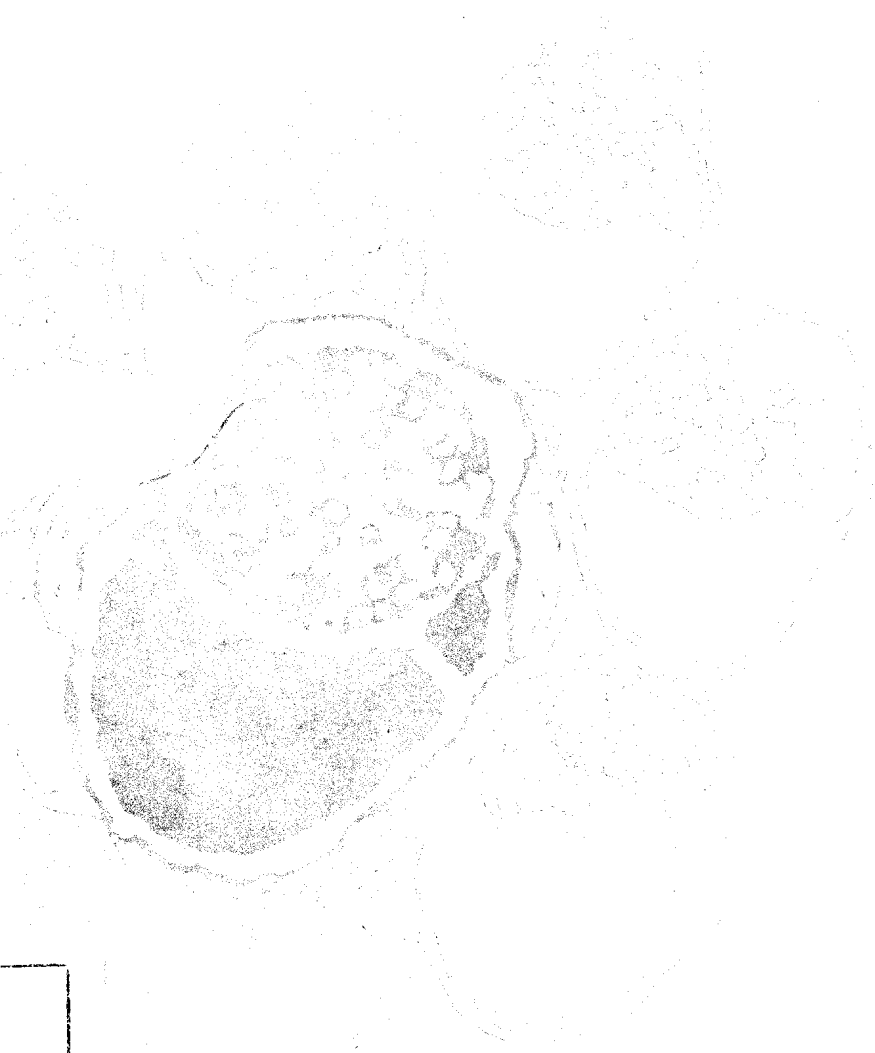


[美] W. K. 史蒂芬森 著

细胞生物学概念



科学出版社

内 容 简 介

本书是为细胞生物学、普通生物学、普通动物学和普通植物学所设计的入门课程。内容相当充实,包括细胞器、生物化学、生物能力学、分解代谢、合成代谢及运动。共有 36 单元,每单元概念部分都有简洁的图文说明,约三个单元之后有一个自测验,并附有自测验答案,以检验学习效果和理解程度。本书可供有中等文化程度以及大学一、二年级水平的读者阅读,也可供中学生物教师参考。

William K. Stephenson
Concepts in Cell Biology
John Wiley & Son, Inc., 1978

细胞生物学概念

[美] W. K. 史蒂芬森 著

陈受宜 译

刘 蓉 校

责任编辑 高小琪

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1982 年 9 月第一次印刷 印张: 14
印数: 0001—8,500 字数: 322,000

统一书号: 13031·1983

本社书号: 2700·13—10

定价: 1.80 元

序

宗旨 本课本试图从一般课本和学习指南中择其长处而融成一体。每单元的概念部分先以简洁的图文来说明,随后在问题和解答部分突出和加深主要内容,引伸和扩展概念中的题材,注重于对主题进行分析、综合与评价,以利于对知识的融会贯通。约每三个单元之后有一个自测验,用以检验学习效果和理解程度。

《细胞生物学概念》是作为细胞生物学、普通生物学、普通动物学和普通植物学的入门课程(大学一、二年级)而设计的,内容相当充实,足以用作所涉及课题的主要教材。由于特别注重于诸如 pH 值、糖酵解、三羧酸循环、电子传递系统、光合作用、生物能力学和渗透压等较难的概念,故本书也适于作为其它课程的补充材料。此课本作为高中教材应该是可行的,而作为大学二年级生物课和高等技校的必修课程则尤为合适;也可用本书来自修正常课程和教学大纲以外的内容。

主题范围 本卷包括细胞器、生物化学、生物能力学、分解代谢、合成及运动。实际上它包括相当于大学一、二年级细胞生物学课程通常探讨的大部分材料。其余部分包含在本丛书另外一卷即《分子遗传和发育的概念》中,本书的生物化学部分由于超出了大多数入门课本的范围,已作了某些删节。若想对基础化学与生物化学了解得更全面,可参看类似的学习版本《生物化学概念》。本丛书的第四卷《神经生理学概念》内容包括神经的结构、神经冲动、触突传递、抑制、感觉、感受以及中枢神经系统的结构和功能。

对学生原有基础的估计 学习本书的学生应该具有在坐标图上解释数据、进行加、减、乘、除和简单代数运算的能力,并具有中等阅读的能力。预先无须具有细胞生物学或化学方面的训练便可成功地通读本书;但另一方面,就算学过一、二年生物学或化学的人也还会发现大部分内容尚需要认真阅读。

对教员的建议 可有几种方式运用本书,据我个人的经验,我认为最有效的是:

- 每一单元都要具体安排课程和一定日期。
- 要有作业,并对作业提出明确的希望和要求。
- 已学完的单元要按时收交或当场抽查作业。判完的作业应立即还给学生并应作记录,但不必定分或定级,除非老师的考试才需记录下来,自测验不需记录。
- 答疑课的日程应与自测验日程相一致,这样可给学生一个机会解决学习中可能产生的困难和疑问;这对于老师也是一种非正式地检查学生理解水平的机会。
- 本书中学到的材料在其它课时和课程中还会用到,这样可以加强学生对内容的理解,在学习新知识时,会起到承上启下、温故知新的作用。

W. K. 史蒂芬森

如何使用本书

本书分成若干单元，每一单元包括一组在 60 分钟内就能学完的相互连贯的材料，学习每一单元时应该：

阅读概念部分，努力弄懂术语和概念，除非有明确要求，不要在读第一遍时就企图记住概念的全部内容。

写下每一个问题和习题的答案，你可以翻回来参看概念部分，但是如有可能，应尽量不看。回答时遮住标准答案，然后再和它对照检查你写的答案。

学完一个单元时，应该不必参看概念部分就能正确回答全部问题和习题。

与教师和同学自由讨论所学的内容——尽可能自己多学点东西，特别注意解决头脑中的疑问和含糊不清的问题。

由于在问题和习题部分的字里行间经常引入重要的内容，所以，复习时除概念外还要包括问题部分。

每一单元的主题反映在序号加了圈的问题中，例如，第一单元的第 1、3、6、7、9 和 14 题是加了圈的，这些加了圈的题目在整个复习中尤为重要。有些单元已写明学习目的，所以要求是明确的。

学完一个单元后，可自行测验检查你的能力，重新学习没掌握的内容，直至达到标准得分。

目 录

单元1 关于生命的绪言	1
单元2 测量、显微镜术和放大率	5
自测验: 单元1和2	8
单元3 生物膜和核结构	10
单元4 细胞质中的细胞器	15
自测验: 单元3和4	25
单元5 粒子、原子和分子	28
单元6 离子、离子键和晶体	32
单元7 化学基团、氢键和疏水作用	36
自测验: 单元5, 6和7	42
单元8 碳水化合物	45
单元9 脂肪、磷脂和固醇	52
自测验: 单元8和9	55
单元10 氨基酸	58
单元11 蛋白质	65
自测验: 单元10和11	73
单元12 核酸	77
单元13 分子量、克分子量、克分子数和克分子溶液	81
单元14 pH、 H^+ 浓度	83
单元15 物质通过生物膜——渗透系数	85
单元16 膜结构	92
自测验: 单元12, 13, 14, 15, 16	95
单元17 生物能力学	99
单元18 能量传递分子	105
单元19 酶、平衡、反应速率和分子库	108
自测验: 单元17, 18, 19	112
单元20 葡萄糖分解代谢概论	115
单元21 葡萄糖酵解作用	118
单元22 葡萄糖发酵	123
自测验: 单元20, 21, 22	127
单元23 三羧酸循环	130
单元24 电子传递与氧化磷酸化	135
单元25 代谢反应的调节	141
自测验: 单元23, 24, 25	146

单元 26 食物和燃料的分解代谢途径	149
单元 27 B 族维生素和代谢	154
单元 28 氧债	156
单元 29 离心、密度梯度和细胞的分部	159
单元 30 线粒体功能的实验定位	161
自测验: 单元 26, 27, 28, 29, 30	166
单元 31 辐射、吸收和感光色素	169
单元 32 光合作用绪言	175
自测验: 单元 31 和 32	179
单元 33 光合作用——光电子传递系统	181
单元 34 光合作用——CO ₂ 固定循环	186
自测验: 单元 33 和 34	192
单元 35 生物合成——合成代谢途径	194
单元 36 运动的机制	201
自测验: 单元 35 和 36	211
索引	214

单元 1 关于生命的绪言

概 念

生命最重要的特征之一是有组织的能量转移。生物是复杂的、自我繁殖的化学单元，它能够控制分子间的能量转移。

一个细胞或是一个有机体不再能进行有组织的能量交换时，就会死亡。除了少数例外，所有生命的能量都是由捕获和转移太阳能得到的。生物机体是最优良的能量“陷阱”和换能器。

要了解活的有机体就必须了解分子、细胞、有机体及群体内部和它们之间所发生的能量转移过程。

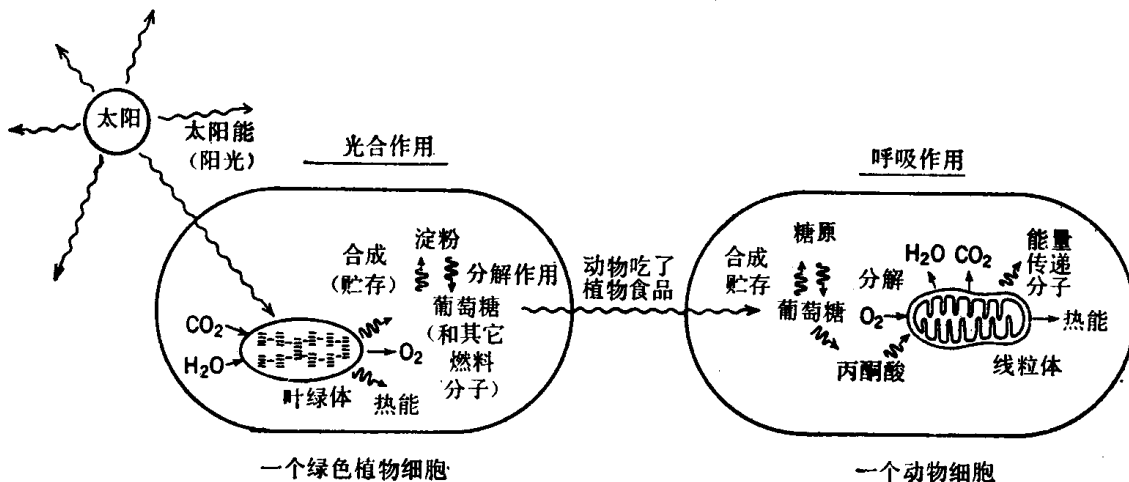
太阳能被原子的低能电子捕获，低能电子吸收了来自太阳光的能量就变成高能电子。

能量可以通过高能电子的传递或能量的传递以改变分子内的电子排列而从一个分子传给另一个分子。

当高能电子或能量传递时，分子的结构就发生了改变。

在利用带有高能电子的分子方面，细胞、有机体、群体是互相关联的活单元。

植物和动物之间能量传递的综合图



能量传递分子可用于：

- 生物合成
- 分子穿过膜的运输
- 运动

问题和习题

①捕获了太阳能的分子中发生了什么变化？

标准答案

——当捕获(或吸收)了光能，分子中低能量的电子变成了高能电子。(或类似的

回答)

2)一般来说,光合作用的主要产物是什么分子?

——葡萄糖

③运用概念部分的图解列出绿色植物叶绿体光合作用的原料和产物。

——原料: 由阳光得到的能量, CO_2 (二氧化碳), H_2O (水)

——产物: 葡萄糖, O_2 (氧)和热

4)略述绿色植物叶绿体进行的能量传递。

——叶绿体中的分子从阳光中吸收了能量。

——低能电子变为高能电子。

——能量从这些高能电子传递给 CO_2 和 H_2O , CO_2 和 H_2O 形成了葡萄糖。因此,有些能量传递给了葡萄糖。

——高能电子的另一些能量作为热能“丢失”了。(或类似回答)

5)几乎所有的植物细胞也都含有线粒体。

绿色植物细胞能够以淀粉的形式贮存葡萄糖,或者在呼吸作用中利用葡萄糖。如果细胞在呼吸作用中利用葡萄糖,能量转移到什么分子?

——能量转移到“能量传递分子”(在线粒体中经过丙酮酸和其它中间分子)。

⑥细胞在哪三个过程中要运用能量传递分子?

——生物合成,跨过生物膜的分子运输和运动。

⑦列出呼吸作用的原料和产物。

——原料: 葡萄糖, O_2

产物: 能量传递分子, CO_2 , H_2O 和热能

8)在黑暗中,一个植物细胞运用什么作为燃料以维持生命所必不可少的能量转移过程?

——以淀粉的形式贮藏的葡萄糖分子。(或类似的回答)

⑨根据图解中所介绍的知识,简单比较消化作用和呼吸作用之间的差异。

——消化作用包括把淀粉或肝糖分解成葡萄糖。

——呼吸作用包括葡萄糖分子分解成 CO_2 和 H_2O 分子,同时把能量传给能量传递分子和作为热能释放出来。

10)一个昆虫,例如一个叶跳蝉咽食绿色植物;略述能量如何从植物传递给昆虫。

——能量通过葡萄糖、淀粉和其它燃料分

11)一个金莺吃了叶跳蝉。再略述能量如何从昆虫传递给鸟儿。

12)如果鸟儿死于病毒感染而落地,它的身体就会腐烂,被小生物,首先是细菌、真菌和昆虫吃光。在这种情况下,能量是怎样转移的?

13)列出问题 10 到 12 中构成食物链的生物,指出每种生物各自在链中扮演的角色:腐食类、草食类、生产者或寄生类。

⑭描述来自日光的能量沿着生物所组成的食物链的传递。

子,从植物细胞传递给昆虫。

——植物的这些燃料分子在呼吸作用中被昆虫利用,把能量转移给昆虫的分子和生命过程。

——能量通过昆虫制造的燃料分子传递给鸟儿。

——鸟在呼吸作用中利用昆虫的这些燃料分子,能量便转移给鸟儿的分子和生命过程。

——死鸟包含的燃料分子被这些生物摄取,能量转移给细菌、真菌和昆虫的分子和生命过程。

——绿色植物:生产者

叶跳蝉:草食类

金莺:肉食类

病毒:寄生类

细菌、真菌、昆虫:腐食类

——绿色植物叶绿体中的分子吸收来自日光的能量,使低能电子变为高能电子。

——在光合作用过程中,能量由高能电子传递给葡萄糖,葡萄糖或者以淀粉的形式贮存起来,或者在呼吸作用中被植物利用。

——食草类动物摄食植物。利用植物中的分子作为呼吸作用的燃料,在呼吸作用中使能量转移给能量传递分子;这些分子则被草食类用于生物合成、跨膜分子运输及运动。

——肉食类动物捕食草食类,利用草食类的分子作为燃料(如同草食类利用植物分子一样)。

——所有的植物和动物死亡后,它们的尸

体被腐食类(细菌、真菌和昆虫)食用。后者运用这些分子作为呼吸作用和它们自己的生命过程的燃料。(或类似的回答)

单元2 测量、显微镜术和放大率

概 念

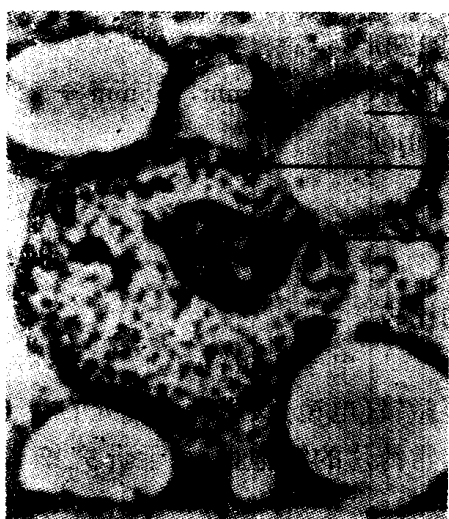
细胞是生物的基本单位。

在研究细胞的结构和功能之前,先给你一个机会简略地复习一下,显微照相中通常表示细胞结构大小的某些方法。

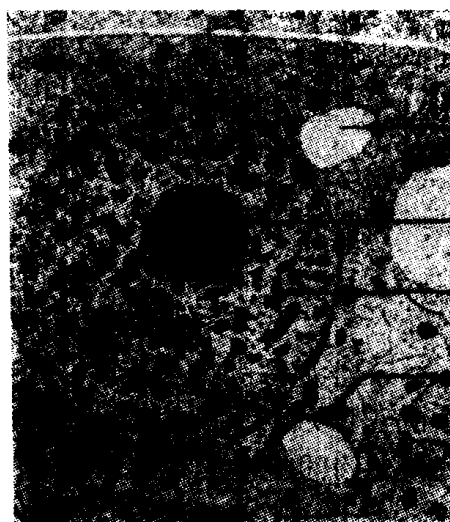
测量单位

米	m	39.37 英寸,或者大约 1 码。
厘米	cm 10^{-2} m (1/100m)	大约是你的小手指甲的宽度。
毫米	mm 10^{-3} m (1/1000m)	大约是一支铅笔芯或圆珠笔尖粗细。
微米	μ , μ m 10^{-6} m 或 10^{-3} mm	人红血球的直径大约是 7.5μ , 大多数细胞的直径大约 $10-30\mu$ 。
毫微米	nm 10^{-9} m 或 $10^{-3}\mu$	大多数球蛋白分子长 $1-3$ nm。
埃	$\text{\AA}$ 10^{-10} m 或 10^{-7} mm 或 $10^{-4}\mu$	一个水分子的直径大约是 $2\text{\AA}$ 。

用光学显微镜和电子显微镜拍出的显微照相



液泡
核
核仁



液泡
核仁
核
线粒体

洋葱根细胞,放大 5000 倍

问题和习题

标准答案

(要回答某些问题需要有一个带有毫米刻度的尺子)

- 1) 1mm 长的线放大 100 倍等于多少毫米?
等于多少厘米?
等于多少米?

$$\begin{aligned} & \text{——} 100 \times 1\text{mm} = 100\text{mm} \\ & 100\text{mm} = 10\text{cm} \\ & 100\text{mm} = 0.1\text{m} \end{aligned}$$

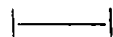
2)用毫米尺量这根线大约长多少埃?



——线长12mm

$$12\text{mm} = 12 \times 10^7 \text{\AA} = 120,000,000 \text{\AA}$$

3)如果下面这条线代表 10nm, 它大约放大了多少倍?



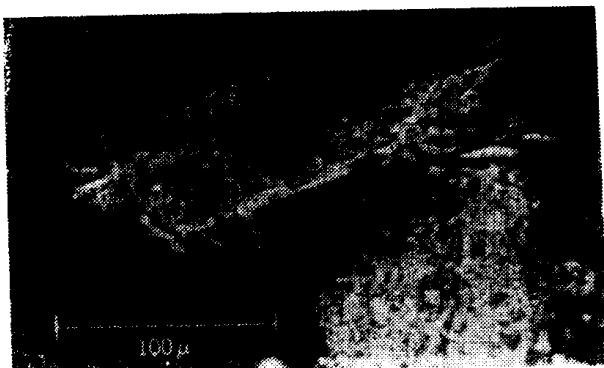
——线长10mm

$$\text{放大倍数} = \frac{10\text{mm}}{10\text{nm}}$$

$$\text{放大倍数} = \frac{\text{放大后长度}}{\text{原来长度}}$$

$$\frac{10 \times 10^6 \text{nm}}{10\text{nm}} = 10^6 \text{倍} = 1,000,000 \text{倍}$$

4)这是一张单细胞动物游仆虫的光学显微照片:



这条 100 μ 长的线等于多少 mm?

——25mm

照片放大了多少倍?

$$\text{——} 250; \frac{25 \times 10^3 \mu}{100 \mu} = 25 \times 10 = 250$$

游仆虫长多少微米?

——大约 220 μ

$$\text{原来长度} = \frac{\text{放大后长度}}{\text{放大倍数}}$$

$$\text{(游仆虫大约长 } 55\text{mm, } 55\text{mm} \div 250 = 220\mu\text{)}$$

概 念

光学显微镜和电子显微镜的比较

光学显微镜

光学显微镜可用以研究活的和无生命的物质。对研究组织和完整的细胞尤其有用。

放大倍数: 可及 1000 倍左右。

测量限: 大约 0.2 μ (微米)。

通常将细胞杀死,用染料染色,以便于清楚地看到特殊成分。

光线穿过物体(或从物体反射)经玻璃透镜放大和聚集,在眼睛的视网膜上或在照相底片上产生影像。

电子显微镜

电子显微镜(电镜)仅用于研究死的、干的切成非常薄片的细胞。利于研究细胞器。

放大倍数: 可及 200,000 倍左右。

测量限: 大约 1nm (毫微米)。

细胞通常用电子致密的重金属盐染色,使细胞成分易于“看”到和照相。

电子束通过物体,经磁“透镜”放大和聚焦到荧光屏或照相底片上。由于电子不容易穿透物质,因此,物体必须非常薄(大约

100nm 以下), 必须从电镜腔中抽去全部空气。所以, 所有物体必须完全干燥, 否则, 水蒸气会污染镜腔。

问题和习题

⑤正在吞噬细菌的人白血球:



这张显微照片放大倍数是多少?

白血球大约多少微米宽?

细菌大约多宽?

⑥电子显微镜与光学显微镜相比主要优点是什么?

⑦电子显微镜的主要缺点是什么?

标准答案

——1100 倍($11\text{mm} \div 10\mu = 1100$)

——大约 36μ ($40\text{mm} \div 1100 = 36\mu$)

——大约 3.6μ ($4\text{mm} \div 1100 = 3.6\mu$)

——放大倍数大得多, 大约大 400 倍

——材料必须是死的, 并用电子致密的染料染色、脱水, 切得非常薄(大约 $1/10\mu$ 以下)。

自测验 单元 1 和 2

(标准得分: 25 分
总分: 28 分)

先自己解答,再查阅答案,每一道题的总分示于题左。

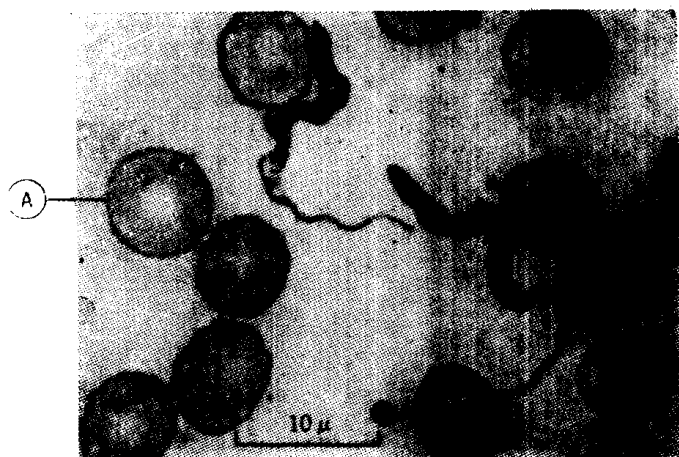
(13 分) 1) 描述从摄取太阳能直至生物体被腐食类分解的食物链中,生物之间的能量传递。

(3 分) 2) 0.34cm 等于多少埃?

0.34cm 等于多少微米?

0.34cm 等于多少毫微米?

(6 分) 3) 这张锥体虫——血液寄生虫的光学显微照片的放大倍数是多少? 红血球(A)的直径大约多少?



(6 分) 4) 电子不能穿过太多物质,几厘米空气或几微米活组织就能将它们完全吸收(阻隔)。这些情况与电子显微镜观察有什么关系?

自测验答案 单元 1 和 2

用你的最好的判断力来评定自己的答案。通常,如果在自我评定时是严格的,那么,你会学得更有效。检查和复习所有答错的和不清楚的项目。再重新测验你搞错的问题,直至达到标准得分(25 分)为止。

(13 分) 1)——绿色植物的叶绿体吸收了来自日光的能量(1 分), 导致吸收能量分子中的低能电子变成高能电子(1 分)。

——叶绿体在光合作用中利用这些高能电子的能量(1 分)制造葡萄糖(1 分)。葡萄糖能以淀粉的形式贮藏起来,或在呼吸作用中作为燃料(1 分)。

——在呼吸作用中,细胞从葡萄糖(和其它燃料分子)将能量转移到能量传递分子(1 分)。这些能量传递分子可将能量用于生物合成、分子的跨膜运输以及运动等需能

的生命过程(1分)。

——草食类摄食绿色植物(1分),在呼吸作用中利用植物分子作为燃料,将能量转移给它们的生命过程(1分)。

——肉食类捕食草食类(1分),通过呼吸作用把从草食类分子得到的能量转用于它们的生命过程(1分)。

——动植物死亡时,它们的尸体被腐食类分解(1分),而将能量从食物分子转移到腐食类生物的呼吸作用和生命过程(1分)。

(3分) 2) $3.4 \times 10^7 \text{ \AA}$ 或 $34,000,000 \text{ \AA}$ (1分)

$3.4 \times 10^3 \mu$ 或 $3,400 \mu$ (1分)

$3.4 \times 10^6 \text{ nm}$ 或 $3,400,000 \text{ nm}$ (1分)

(6分) 3) $1600 \times$ (3分)

据测量: $10 \mu = 16 \text{ mm}$

放大倍数: $\frac{16 \text{ mm}}{10 \mu} = \frac{16 \times 10^3}{10} = 16 \times 10^2 = 1600$

大约 7.5μ (3分)。测出约 12 mm ;

$\frac{12 \text{ mm}}{1600} = \frac{12000 \mu}{1600} \approx 7.5 \mu$

(6分) 4)——电子显微镜的样品必须切削或铺展得非常薄(1分),约 0.1μ 以下(1分)。

——电镜内部必须抽空(除去空气)(1分),因为空气会散射或阻拦电子束。(1分)

——由于电镜内部是真空的,样品装入电镜腔之前必须除去所有的水分(1分),因为水蒸气会散射或阻拦电子(1分)。(或类似的回答)

单元3 生物膜和核结构

概 念

细胞是由质膜包裹着一团物质——细胞质组成。细胞质含有细胞器结构,如核、线粒体、叶绿体或核蛋白体。

阅读下面列出的各种特性,但是在阅读问题和习题部分之前,不要试图去记住任何内容。

细胞器或亚细胞结构

特征——结构和功能

膜

几乎所有的生物膜都由蛋白质和脂类分子组成,厚 $60-100 \text{ \AA}$ 。膜是许多细胞器的组成部分,从事各种各样生物化学功能。

质膜

一个活细胞的外膜,厚度大约 $70 \text{ \AA}$ 。

细胞壁

植物细胞外面的纤维素“容器”。

核

由核的外壳包裹着染色体和核仁所构成的细胞器。

原核细胞没有核。

真核细胞有一个或多个核。

核外壳

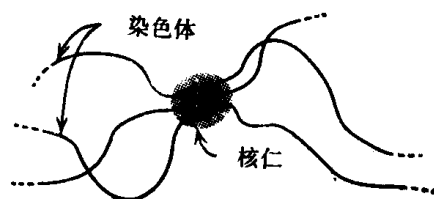
包裹着核的两层膜结构。厚度大约 $120-200 \text{ \AA}$,上有直径为 $200-700 \text{ \AA}$ 的细孔。

染色体

位于真核细胞核中的一股遗传物质,主要由 DNA (脱氧核糖核酸) 和蛋白质组成,包含线性排列的基因,基因是遗传和合成 RNA (核糖核酸) 的功能单位。

核仁

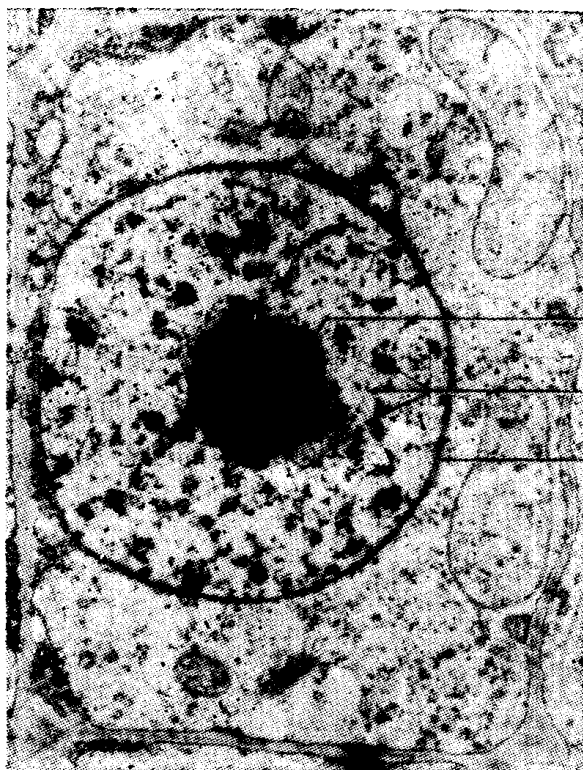
由一部分染色体聚集形成的致密的核结构,是合成核蛋白体亚单位的主要场所。



问题和习题

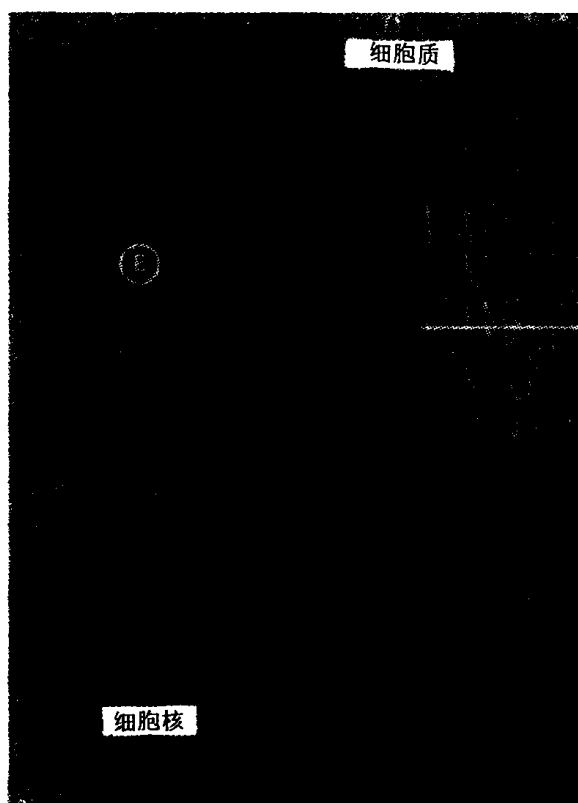
- ①用概念这一节得到的知识辨别此电镜照片中示出的结构。

标准答案



- A. 核仁
- B. 染色体
- C. 核膜

欧龙牙草细胞放大15,000倍



- D. 核膜上的细孔
- E. 核仁
- F. 染色体

哺乳类胰脏细胞

核和细胞质的一小部分,放大倍数 30,000倍

2)在前面的电镜照片中: 洋葱根尖细胞核仁(A)的直径大约是多少?

胰脏细胞核膜上的细孔(D)直径多大?

——大约 1.07μ (或 1070nm)。
(测量值为 16mm)