

普通动物学

练习册答案



第一章 绪论

一、名词解释

1. 物种：是生物界发展的连续性与间断性相统一的基本间断形式；是有性生物，物种呈现为统一的繁殖群体，由占有有一定空间，具有实际或潜在繁殖能力的种群所组成，而且与其他这样的群体在生殖上是隔离的。（或，物种：由形态结构、生理学、生物学、生态习性以及行为学、遗传学等特征相同，相互之间可以自由交配并产生具有繁殖能力的后代的种群就称为物种。）
2. 双名法：是目前国际上统一使用的物种命名法，是十八世纪瑞典生物学家林奈所创立的。规定：动物的学名由两个拉丁字或拉丁化的文字组成。前一个是该动物的属名，为主格单数名词，其第一个字母要大写；后一个是动物的种名，为形容词或名词所有格，其第一个字母小写，后面还要写上最初定名人的姓氏缩写。
3. 自然分类系统：以动物形态或解剖上的相似性和差异性的总和为基础，根据古生物学、比较解剖学、比较胚胎学及生理、生化、遗传等方面的相似程度和亲缘关系来确定动物在动物界中的系统地位，反映了彼此之间的亲缘关系以及种族发生的历史，这种分类方法基本上能反映动物界的自然亲缘关系，称为自然分类系统。

二、填空题

1. 原核生物界、原生生物界、植物界、真菌界
2. 形态结构、分类、生命活动与环境的关系
3. 界、门、纲、目、属、种
4. 动植物的基本构造是细胞。

三、问答题

1. 生物分类的依据是什么？

答：生物分类的依据有：形态学特征、电镜下的细微结构、生殖隔离、生活习性、生态要求等生物学特征，细胞学特征，生化组成，DNA 和 RNA 的序列差异及结构变化，蛋白质的结构组成等。



第二章 动物体的基本结构与机能

一、名词解释

1. 组织：由一些形态相同或类似的细胞，加上非细胞形态的间质，彼此组合在一起，共同担负一定生理机能的结构（细胞群），称组织。
2. 内分泌腺：腺上皮细胞的分泌物不经过导管而将分泌物直接分泌到血液中，称内分泌腺。
3. 哈佛氏系统：硬骨组织中的密质骨由骨板紧密排列而成，位于骨表面的为外环骨板，围绕骨髓的为内环骨板；在内、外环骨板之间以纵向的哈佛氏管为中心，呈同心圆排列的为哈佛氏骨板，由哈佛氏骨板加上管内血管、神经和少量结缔组织，共同组成哈佛氏系统。
4. 闰盘：是心肌细胞之间的界线，该处相邻两细胞膜凹凸相嵌，细胞膜特殊分化，呈现具有强折光性的阶梯状横线，对胞间连接的牢固性和细胞间冲动的传递均有重要作用。
5. 反射弧：神经冲动从感受器经过各类神经元直达效应器的全过程称作反射弧。
6. 突触：一个神经元的轴突和另一神经元的树突之间的接触点（或连接处）所形成的特殊结构称作突触（联会）。
7. 细胞间质：在组织内除细胞外的所有非细胞形态物质，位于细胞之间，称细胞间质。包括基质、纤维等。
8. 器官：动物体内由几种不同的组织有机的联合起来，形成具有一定形态，并负担一定生理机能的结构称器官。
9. 系统：动物体内一些机能上密切相关的器官联合起来，共同完成一种或几种生理功能既成为系统。如口、咽、食道、胃、肠、肛门等组成消化系统。

二、填空题

1. 圆形或椭圆形；扁平、方形、柱形；纺锤形、纤维形；星形
2. 有机物；水、无机盐；蛋白质、核酸、脂类、糖类
3. 上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织
4. 松结缔组织、致密结缔组织、骨组织、肌肉组织、硬骨组织、脂肪组织、血液
5. 横纹肌、心肌、斜纹肌、平滑肌
6. 感受刺激，传导兴奋
7. 内质网；高尔基体；溶酶体

三、判断题 √ √ √ × √

四、选择题 1.B 2.A 3.B



第三章 原生动物门

一、名词解释

1. 指示生物：可用以作为有机物污染环境的指标，确定有机物污染程度的生物。称指示生物。如绿眼虫可作为重度污染的指标。
2. 细胞内消化：单细胞动物摄食时，随着食物也带进一些水分，形成食物泡。食物泡和溶酶体融合，由溶酶体所含的各类水解酶消化食物，整个过程在细胞内完成，此为细胞内消化。某些多细胞动物的部分细胞亦能摄取食物，如腔肠动物的内表皮细胞。
3. 共生：两种动物生活在一起，或一种生物生活于另一种体内，互相依赖各能获得一定的利益（彼此受益），如生活于白蚁肠中的超鞭毛虫。
4. 应激性：单细胞的原生物没有神经系统，但对外界环境的刺激仍能产生一定反应的特性称为应激性。
5. 包囊生殖：在环境条件改变时，某些生物能形成包囊，外包一层蛋白质的膜，以度过不良环境，待环境条件改变时，由包囊萌发形成新个体。
6. 配合生殖：由生物体产生性细胞即配子，由两性配子结合形成合子，由合子发育成新个体的生殖方式。分为同配和异配。
7. 接合生殖：是草履虫等纤毛虫所特有的一种有性生殖方式。接合生殖时，两草履虫口沟部分互相粘合，该部分表膜逐渐溶解，细胞质相互连通，两草履虫相互交换小核，此过程相当于受精作用。此后两虫体分开，经分裂，最后各形成四个新的草履虫。
8. 裂体生殖：进入宿主细胞的孢子虫滋养体成熟后，首先是核分裂成多个，称为裂殖体；然后细胞质随着核而分裂，包在每个核的外边，形成很多个裂殖子，这种复分裂的方式称为裂体生殖。
9. 孢子生殖：进入终末宿主的孢子虫发育至卵囊后，核和胞质进行多次分裂，先形成多个孢子母细胞，每个孢子母细胞形成许多孢子，一个孢子又可形成许多子孢子，最后可形成成千上万个子孢子。这就是孢子虫所特有的孢子生殖方式。
10. 赤潮：有些种类的鞭毛虫，如夜光虫、沟腰鞭虫、裸甲腰鞭虫等繁殖过剩密集在一起时，可引起较大面积海水变色的现象，称为赤潮。赤潮造成水中严重缺氧而引起鱼虾和贝类大量死亡。
11. 滋养体：一般指寄生原虫摄取营养的阶段，能活动、摄取养料、生长和繁殖，是其寄生致病的阶段。
12. 中间宿主（寄主）：寄生虫无性生殖所在或幼虫所寄生的宿主。如人为疟原虫的中间寄主（宿主）。
13. 终末宿主：寄生虫有性生殖阶段所在或成虫所寄生的宿主。如蚊为疟原虫的



终末宿主。

二、填空题

1. 动鞭亚纲植鞭亚纲
2. 伪足
3. 排遗
4. 人按蚊
5. 肝细胞红细胞
6. 配子生殖孢子生殖
7. 横二分裂接合生殖
8. 杜氏利士曼原虫疟原虫
9. 大滋养体小滋养体包囊
10. 大滋养体
11. 包囊

三、选择题

1. B 2. A 3. C 4. C 5. B 6. A 7. D 8. A

四、问答题

1. 原生动物门的主要特征是什么？

答：①身体只有一个细胞组成；②由多种细胞器来完成各种生理活动；③有三大类营养方式，即植物型营养(自养、光合型营养)，动物型营养(异养，吞噬型营养)，渗透性营养(腐生型营养)；④呼吸与排泄主要靠细胞膜的渗透作用，伸缩泡主要作用是调节水分平衡，寄生种类行厌氧呼吸；⑤消化方式是细胞内消化；⑥生殖方式多样，孢子纲的孢子生殖、裂体生殖和草履虫的接合生殖为原生动物所特有；⑦具有应激性；⑧能形成包囊度过不良环境条件。

2. 简述杜氏利什曼原虫的形态、生活史及防治原则。

答：又名黑热病原虫，得病后使人发热、肝脾肿大、贫血，致病性强，若不及时治疗，死亡率可高达 90%，曾被列为全国五大寄生虫病之一。基本形态分为白蛉子体内的前鞭毛体(或鞭毛体)和人体内的利杜体(或无鞭毛体)；鞭毛体梭形，由基体伸出一根鞭毛；利杜体无鞭毛，呈椭圆形。寄生于白蛉子体内的前鞭毛体大量繁殖后侵入食道，口腔；当白蛉子叮咬人时，即进入人体肝细胞和脾、骨髓等网状细胞，鞭毛消失，只留下鞭毛根，虫体缩短，发育成利杜体。利杜体大量繁殖，使人得病。防治该病的原则是消灭白蛉子，治疗病人，杀灭病犬，注意个人防护。



3. 简述痢疾内变形虫的形态、生活史及防治原则。

答：又叫溶组织阿米巴。寄生于人体肠道中，虫体有时可进入肝、脾或肺，引起脓肿。急性患者如不及时医治，十天左右就可致死。形态包括营养体和包囊两个阶段，前者又可分为大滋养体和小滋养体两个时期。大滋养体寄生于宿主的肠壁组织中，以红细胞为食，能分泌蛋白分解酶，溶解肠壁组织，为致病型。成熟的四核包囊为感染阶段，人误食包囊而受感染，发病与否决定于寄主的抵抗力强弱。防治措施是：①注意水源及饮食卫生，防治病从口入；②及时治疗病人，减少带虫者；③管理好粪便，消灭苍蝇，蟑螂等传播媒介。

4. 简述间日疟原虫的生活史、危害及防治原则。

答：疟疾曾被列为我国五大寄生虫病之一，俗称“打摆子”。寄生于人体后大量破坏血细胞，导致贫血、肝脾肿大，直至死亡。一生中要经历人和蚊子两个宿主，其有世代交替现象，有裂体生殖、配子生殖和孢子生殖三种生殖方式。防治原则：①防蚊灭蚊；②治疗病人(包括带虫者)；③预防性服药。

第四章 多细胞动物的起源

一、名词解释

1. 后生动物 (Metazoa)：与原生动物的名称相对而言，把绝大多数细胞动物叫做后生动物。
2. 原口动物 (Protostomia)：胚胎时期的原口后来直接或间接成为动物的口者称为原口动物，如扁形动物、环节动物、节肢动物等。
3. 后口动物 (Deuterostomia)：胚胎时期的原口封闭或成为动物的肛门。口是在与原口相对的一端重新形成的动物称后口动物。如棘皮动物、半索动物、脊索动物等。

二、填空题

1. 受精和受精卵、卵裂、囊胚形成、原肠胚形成、中胚层及体腔形成、胚层分化
2. 系统、祖先
3. 受精卵
4. 囊胚、囊胚腔



5. 内陷、内移、分层、内转、外包
6. 外胚层、内胚层、囊胚腔、原肠腔、原口
7. 端细胞法、体腔囊法。端细胞法、裂体腔法；体腔囊
8. 原肠腔；真体腔
9. 均黄卵、等全卵裂；端黄卵、盘状卵裂

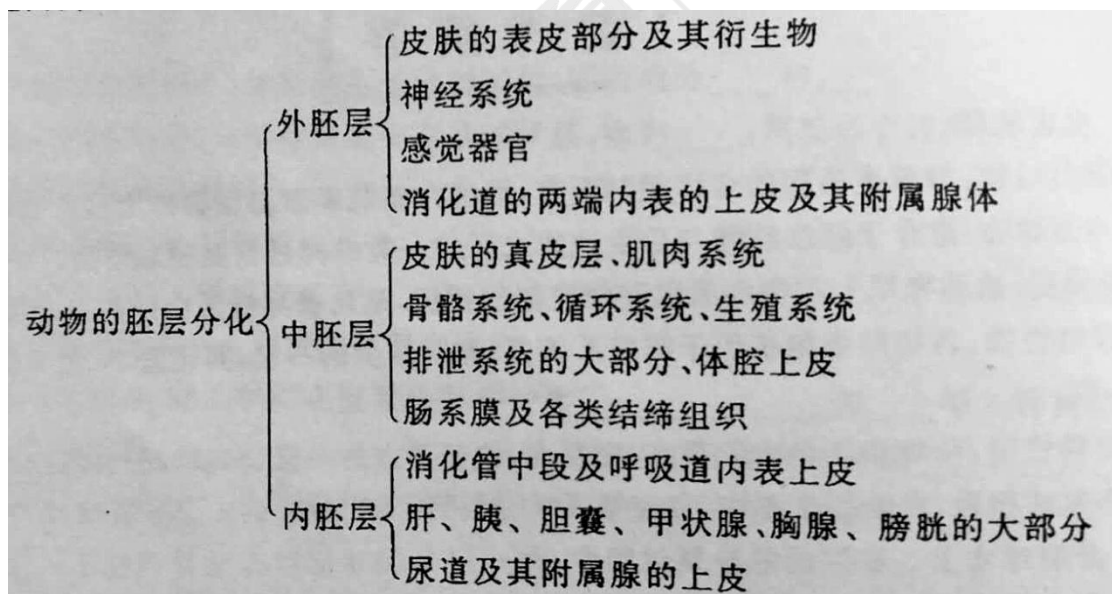
三、选择题

1.A 2.B 3.C 4.D 5.B 6.A 7.D 8.C 9.D

四、问答题

1. 何谓胚层的分化？多细胞动物的三个胚层和分化成哪些组织器官？

答：动物胚胎发育至胚层出现后，进一步发育，由于遗传性、环境、营养、激素以及细胞群之间相互诱导等因素的影响，使之转变为较复杂、异质性和稳定性的细胞，这种变化现象称为分化。动物体的组织，器官都是从内、中、外层三个胚层发育分化而来的。



第五章 海绵动物门

一、名词解释

1. 芽球：是海绵动物度过恶劣气候和不良环境条件的形式。环境不良时，海绵动物中胶层中的变形细胞聚集成堆、外面分泌一层角质膜，同时部分骨针细胞在角质膜上分泌出许多双盘头或短柱形骨针，便形成芽球。环境一旦适合，便会重新长成新个体。
2. 水沟系：是海绵动物所特有的结构，对其营固着生活意义重大。水沟系是水流的通道，海绵动物的摄食、呼吸、排泄及其他生理机能都要借水流的穿行来维持。
3. 假胃腔：指海绵动物体中央的空腔，又名中央腔或海绵腔，它只是水流的通道，不具消化功能，食物靠中央腔壁上的领细胞摄取后行细胞内消化，故中央腔又名假胃腔。
4. 两囊幼虫：海绵动物受精卵进行卵裂形成囊胚后，动物性极的小细胞向囊胚腔内生出鞭毛，另一端的大细胞中间形成一个开口，后来囊胚的小细胞由开口倒翻出来，里面小细胞具鞭毛的一侧翻到囊胚的表面，这样动物性极的一端为具鞭毛的小分裂球，植物性极的一端为不具鞭毛的大分裂球，此时从外形看形似有两个囊，故称之为两囊幼虫。
5. 胚层逆转：海绵动物的两囊幼虫从母体出水口随水流出，在水中游泳一段时间后，具鞭毛的小分裂球内陷，形成内层，而另一端大分裂球则留在外边形成外层，这与其他多细胞动物原肠胚的形成正好相反(其他多细胞动物的植物性极大细胞内陷成为内胚层，动物性极的小细胞形成外胚层)，海绵动物胚胎发育中的这种特殊现象称为胚层逆转。

二、判断正误题

判断：1.× 2.√ 3.√ 4.× 5.× 6.√ 7.× 8.√ 9.×

改错：1.将“漂浮生活”改为“固着生活”

4.将“领细胞”改为“扁平细胞”

5.将“出水小孔”改为“入水小孔”。

7.将“漂浮生活”改为“固着生活”

9.将“辐射管”改为“鞭毛室”。

三、填空题

1. 带进食物；带进氧气；排出废物
2. 皮层（外层）；中胶层；胃层（内层）
3. 骨针；海绵质纤维或海绵丝



4. 单沟型；双沟型；复沟型；白枝海绵；毛壶；浴海绵或淡水海绵
5. 出芽生殖；形成芽球
6. 钙质海绵纲；六放海绵纲；寻常海绵纲

四、问答题

1. 为什么说海绵动物是最原始、最低等的多细胞动物？

答：①海绵动物体形多样，多无一定对称形式，全营原始的固着生活；②无明显组织和器官系统的分化，无消化系而行细胞内消化，无神经系而反应迟钝，只有生殖细胞的形成而无生殖系统等；③有由中胶层内的骨针形成的骨骼，是海绵动物分纲的依据；④具特殊的水沟系，是对固着生活很好地适应；⑤生殖方式简单，形成芽球是海绵动物特殊的无性生殖方式，受精作用在中胶层内完成，亦为特殊之处；⑥再生能力强，说明其原始性。

2. 如何理解海绵动物是动物演化树上的一个侧支？

答：因为海绵动物具有非常原始的形态结构和生理功能，再由于具有领细胞、骨针、水沟系等特殊结构，胚胎发育过程中有胚层逆转现象，动物学家公认它是很早就从动物演化树上分化出来的一个侧支，其它多细胞动物并不是海绵动物进化发展而来的，故将海绵动物称之为侧生动物。



第六章 腔肠动物门

一、名词解释

1. 辐射对称: 通过身体内的中央轴(从口面到后口面)有许多切面可以把身体分为2个相等的部分, 这是一种原始的低级的对称形式, 如大多数腔肠动物。
2. 两辐射对称: 通过身体的中央轴, 只有两个切面可以把身体分为相等的两部分, 这是介于辐射对称和两侧对称的一种中间形式。
3. 出芽生殖: 母体成熟后, 以出芽的方式产生芽体, 形成新的个体, 如水螅的无性生殖。
4. 消化循环腔: 由腔肠动物内外胚层细胞所围成的体内的腔, 这种消化腔既有消化的功能又有循环的功能。
5. 上皮肌肉细胞: 腔肠动物的上皮与肌肉没有分开的原始结构, 上皮肌肉细胞既属于上皮, 也属于肌肉的范围。
6. 中胶层: 位于腔肠动物体壁中两胚层之间并有由内外两胚层细胞分泌的薄且透明的胶状物质, 对身体起支持作用。
7. 浮浪幼虫: 腔肠动物生活史中, 由受精卵发育形成的原肠胚, 在其表面生有纤毛, 能游动的幼虫称为浮浪幼虫。
8. 再生: 母体被切除部分后, 通过细胞去分化和再分化, 仍能生长出原有的结构, 这种现象称为再生, 如水螅。
9. 刺细胞: 是腔肠动物所特有的, 每个刺细胞有一核位于细胞的一侧, 并有囊状的刺丝囊, 囊内贮有毒液及一盘旋的丝状管, 对捕食和防御起作用, 如水螅。
10. 细胞外消化: 由腺细胞分泌消化酶到消化腔内、将食物进行的消化, 称为细胞外消化。

二、填空

1. 腔肠动物
2. 辐射对称
3. 神经网络
4. 水螅纲; 钵水母纲; 珊瑚纲; 钵水母纲; 海蜇
5. 腔肠动物
6. 水螅型; 水母型; 无性; 出芽生殖; 有性; 精卵结合
7. 再生
8. 谷胱甘肽; 消化循环腔
9. 保护; 感觉; 营养; 内外胚层细胞; 中胶层; 身体起支持作用
10. 内移; 内陷; 浮浪
11. 隔膜
12. 珊瑚的骨骼



三、选择题

1.B 2.D 3.C 4.C 5.D 6.A 7.D 8.D 9.C 10.B

四、问答题

1. 为什么说腔肠动物的消化腔与海绵动物的中央腔不同？

答：海绵动物的中央腔是水沟系的组成部分，是水流流经的空腔，腔肠动物的消化腔具有消化的功能，可以行细胞外及细胞内消化，又兼有循环的功能，能将消化后的营养物质输送到身体各部分。它是由内外两胚层细胞所围成的腔，即胚胎发育中的原肠腔。

2. 以蕨枝虫为例，试述其生活史。

答：蕨枝虫有世代交替现象，水螅型群体以无性出芽的方式产生单体的水母型，水母型个体成熟后，精卵结合产生受精卵，经过胚胎发育形成实心的原肠胚，在其表面长出绒毛形成浮浪幼虫，固着生活，以出芽的方式发育成水螅型的群体。

3. 试比较腔肠动物各纲异同。

答：(1) **共同点**：辐射对称或两辐射对称，具两胚层，有组织分化，消化循环腔及网状神经系统，有刺细胞为本门的特点。

(2) **不同点**：①水螅纲有水螅型和水母型即世代交替，水螅水母为小型水母，有缘膜，感觉器官为平衡囊，生殖腺来源于外胚层。②钵水母纲水母型发达，水螅型退化，常以幼虫形式出现，一般为大型水母、无缘膜，感觉器官为触手囊，结构较复杂，在胃囊内有胃丝，生殖腺来源于内胚层。③珊瑚纲只有水螅型，其结构较复杂，有口道、口道沟、隔膜和隔膜丝，生殖腺来自内胚层。

4. 试述腔肠动物在动物进化中的地位 and 作用，并说明理由。

答：腔肠动物出现了一些海绵动物还没有发生，而为其他多细胞动物所共有的基本特征：(1)在动物的进化历程中，腔肠动物第一次出现了胚层的分化；(2)腔肠动物出现了组织的分化；(3)腔肠动物开始出现了消化腔，即消化循环腔；(4)腔肠动物身体都有了固定的对称体制，即辐射对称。因此，可以说腔肠动物是最原始的真后生动物，是其他高等多细胞动物的一个起点。



第七章 扁形动物门

一、名词解释

1. 两侧对称：通过动物体的中央轴只有一个对称面将动物体分成左右相等的两部分，也称左右对称，它是动物由水生发展到陆生的重要适应。
2. 皮肤囊：中胚层的出现导致产生了复杂的肌肉构造—环肌、纵肌、斜肌，它与外胚层形成的表皮相互紧贴而组成的体壁称为皮肤囊，皮肤囊除有保护系统的功能外，还强化了运动机能。
3. 原肾型排泄系统：由排泄管、毛细管和焰细胞组成，起源于外胚层，并沿途多次分枝，许多分枝相互连接成网状，每个分枝的末端有管细胞，管壁上覆盖有帽细胞，两者共同组成焰细胞，原肾型排泄系统主要功能是调节体内水分的渗透压，同时也排出一些代谢废物。
4. 焰细胞：它是原肾型排泄系统的基本单位，由管细胞及帽细胞组成。是一中空细胞，内有一束纤毛，经常均匀不断地摆动，通过细胞膜的渗透而收集其中的水分、液体、废物，经收集管、排泄管、排泄孔送出体外。
5. 雷蚴：指在吸虫生活史中的一种幼虫形态，由胞蚴体内经繁殖出来的小个体即为雷蚴，具口、咽及不分枝的肠。在螺体内可爬行，常迁移至肝区及生殖腺区，通过肠道或体表吸收寄主营养，是吸虫进行无性繁殖、扩大种群数量的阶段。
6. 雌雄同体：同一个体体内具有雌性生殖器官及雄性生殖器官，成虫无雌雄之分，通常可进行自体受精，少数仍需要异体受精，如涡虫。
7. 雌雄异体：成虫分雌性个体和雄性个体。即一个体内只有雌性生殖器官或只有雄性生殖器官，多需异体受精才能完成繁殖过程。
8. 幼体生殖：是指动物个体在未成熟期或幼体阶段就进行繁殖，如华枝睾吸虫胞蚴中的许多胚细胞团各发育为一雷蚴，这种生殖方式使有机体只消耗少量的生活物质即可在较短时间内获得大量的后代，有利于种族的繁衍。

二、填空题

1. 两侧；三；器官系统；体腔
2. 口；咽；肠
3. 排泄管；焰细胞；外胚层；管细胞；帽细胞；调节体内水分的渗透压
4. 涡虫纲；吸虫纲；绦虫纲
5. 椎实螺
6. 毛蚴；胞蚴；雷蚴；尾蚴；囊蚴；华枝睾吸虫
7. 尾蚴；皮肤；人的门静脉及肠系膜静脉；毛蚴；雷蚴；囊蚴；钉螺
8. 人和猪等脊椎动物体内；卵；六钩虫；囊尾蚴；成虫
9. 终末；囊尾蚴；头节上的小钩及吸盘；肠壁上



10.

疾 病	寄 生 虫	纲
黑热病	<u>利什曼原虫</u>	鞭毛纲
昏睡病	<u>锥虫</u>	鞭毛纲
痢 疾	<u>痢疾变形虫</u>	肉足纲
疟 疾	<u>疟原虫</u>	孢子纲
华枝睾吸虫病	<u>华枝睾吸虫</u>	吸虫纲
“大肚子”病	<u>血吸虫</u>	吸虫纲

三、选择填空

1.C 2.B 3.D 4.D 5.D 6.D 7.A 8.A 9.B 10.D 11.D 12.A 13.D
14.C

四、问答题

1. 两侧对称和三胚层的出现在动物进化中有何重要意义？

答：两侧对称的出现，促使动物身体明显地分出前、后、左、右及背、腹。背面主司保护功能，而腹面承担爬行与摄食。向前的一端由于经常首先接触外界条件而使神经系统和感官向前端集中逐步出现了头部，使动物能作定向运动和主动地摄取食物，使其适应范围更加广泛。为动物由水生到陆生发展创造了条件；中胚层的出现对动物体结构与机能进一步发展有很大意义。一方面由于中胚层的形成减轻了内外胚层的负担，特别是运动机能的负担，并引起一系列组织器官的分化，为动物体的结构进一步复杂完备提供了条件，使扁形动物达到了器官系统水平，另一方面由于中胚层的形成促进了新陈代谢的加强。如：肌肉的复杂化增强了运动机能，取食范围更广，另外运动的加强还促进了神经系统的发展。中胚层的出现是动物由水生到陆生的基本条件之一。

2. 扁形动物比腔肠动物进化一些，试以水螅和涡虫为例，指出涡虫进化特征表现在哪些方面？

答：从体制上来看，涡虫具有比水螅更进步的两侧对称体制，相对水螅的辐射对称而言，两侧对称对扩大动物生活范围有着进步意义；水螅具两胚层而涡虫则出现了水螅所不具有的中胚层，它对动物体结构与机能的进一步发展有着很大意义，使得结构进一步复杂化，机能更强大。例如，涡虫具发达的肌肉组织，运动定向等；另外涡虫具原肾型排泄系统，这是水螅所不具有的；相对于水螅的网状神经系统而言，涡虫具有较进步的梯形神经系统；另外，涡虫的生殖系统比水螅更发



达。从以上各点均可看出扁形动物相较于腔肠动物无疑是较进化的类群。

3. 试叙述猪带绦虫的生活史及其防治原则。

答：(1) 生活史：主要是四个阶段。卵、六钩蚴、囊尾蚴、成虫。

当孕卵节片或虫卵被中间寄主(猪)吞食后，在其小肠内受消化液的作用下溶解胚膜而孵出六钩蚴，后者利用其小钩钻入肠内壁经血液或淋巴带入全身各处，一般在肌肉中，经一段时间(60—70天)发育为囊尾蚴。当带有囊尾蚴的猪肉被人吃了后，未被杀死的囊尾蚴在十二指肠中翻出其头节，借小钩及吸盘附着于肠壁上，经2—3月后发育成成虫。成虫在体内交配产卵，含有虫卵的粪便排出后，又开始新一轮的循环。此外，人误食猪绦虫虫卵或自体感染，也可在肌内等处发育成囊尾蚴，而使人成为其中间宿主。

(2) 防治原则：在预防上加强宣传教育，改良饮食和生活习惯，不食未熟的或生的猪肉。注意防止猪囊尾蚴污染食物；加强屠宰场的管理，严格肉品检查制度；加强猪的饲养管理，避免粪便污染饲料，及时治疗病人，处理病猪，以杜绝传染源。

4. 简述寄生虫对寄主的危害及其防治原则。

答：(1) 危害包括四个主要方面：

- ①夺取营养和正常生命活动所必需的物质；
- ②化学性作用，包括炎症反应、毒害作用；
- ③机械性作用，破坏组织，堵塞肠道；
- ④传播微生物，激发病变；

(2) 防治原则：

- ①减少传染源：治疗病人和带虫者，处理或治疗保虫宿主；
- ②切断传播途径：杀虫和控制中间宿主，管理好粪便和水源等；
- ③防止被感染：注意个人卫生，饮食卫生和个人防护。

第八章 原腔动物

一、名词解释

1. 假体腔：假体腔又称次生体腔或原体腔，位于线虫等动物体壁与消化管之间，无中胚层形成的体腔膜覆盖，仅有体壁中胚层而无肠壁中胚层，是由胚胎时期的囊胚腔发展形成。
2. 完全消化道：发育为完善的消化管，即有口有肛门，如线虫消化道，新鲜食



物由口进入，消化后的残渣由肛门排出。

3. 蜕皮：在生长发育过程中，有几次蜕去旧的角质，长出新的角质膜，称为蜕皮，如线虫。
4. 隐生：当轮虫生活的水体干枯时，有些种类仍能生存，轮虫的身体失去大部分水分，高度卷缩，进入假死状态，耐干燥能力极强，抵抗干燥达环境达几个月到几年。再入水后，即能复活，这种维持生存的状态称为隐生。
5. 孤雌生殖：雌性个体产的卵不需受精，仍能发育为成熟的新个体，这种生殖方式称为孤雌生殖。如轮虫在环境条件适宜时的生殖。
6. 非混交雌体：卵成熟时不经减数分裂，此卵可直接发育成雌性个体，称非混交雌体。
7. 直接发育：动物生活史中无中间宿主者，称为直接发育型。如蛔虫的发育。

二、填空题

1. 原体腔；假体腔(或初生体腔)；体液；囊胚腔
2. 腺；管；腺；原肾细胞；管；原肾细胞；“H”
3. 厌氧呼吸
4. 圆柱；乳白；侧线；雄
5. 消化酶抑制剂
6. 生殖；管状；不典型的螺旋式
7. 经口感染；皮肤接触；蚊吸血传播
8. 小肠；感染性丝状蚴；人体皮肤；淋巴系统；蚊虫
9. 植物小麦麦穗；虫瘿
10. 孤雌；二；有性；休眠卵

三、选择题

1. A 2. D 3. C 4. B 5. B 6. C 7. D 8. A

四、问答题

1. 试述假体腔动物的主要特征？

答：假体腔动物在体壁和消化管之间有原体腔；有完善的消化管，即有口和肛门；排泄器官有腺型和管型，属原肾型，体表被角质膜，雌雄异体，神经系统是简单。

2. 试述人蛔虫的生活史，分析说明其感染率高的主要原因。

答：受精卵产出后，在潮湿环境和适宜温度下开始发育，约经2周，卵内即发育成幼虫，再过一周，幼虫脱皮1次，才成为感染性虫卵，被人误食在十二指肠内孵化，数小时后幼虫即破壳而出，幼虫穿肠壁进入血液或淋巴中，经门静脉或胸管入心脏，再到肺中，在肺泡内生长发育，脱皮2次，后沿气管经吞咽、再经食道、胃到达小肠再蜕皮一次，逐渐发育为成虫。感染率高的原因有：蛔虫卵在外



界环境中无需中间宿主而直接发育为感染期卵，而且蛔虫产卵量大，虫卵对外界理、化等不良因素的抵抗力强，在土壤中可生活 4-5 年之久。另外还与人们的生产方式、卫生习惯等有关。

第九章 环节动物门

一、名词解释

1. 同律分节：身体由许多形态相似的体节构成，称为分节现象，体节与体节间以体内的隔膜相分隔，体表相应地形成节间沟，许多内部器官如循环、排泄、神经等也按体节排列。环节动物除体前端两节及末一体节外，其余各体节形态上基本相同，称为同律分节。
2. 次生体腔：即真体腔。环节动物的体壁和消化管之间有一广阔空腔，即次生体腔，是由早期胚胎发育时期的中胚层细胞形成左右两团中胚层带，继而裂开成腔，逐渐发育扩大，其内侧中胚层附在内胚层外面，分化成肌层和脏体腔膜，与肠上皮构成肠壁；外侧中胚层附在外胚层的内面，分化为肌层和壁体腔膜，与体脯上皮构成体壁。次生体腔为中胚层所覆盖，并具有体腔上皮或称体腔膜。
3. 疣足：是体壁凸出的扁平状突起双层结构，体腔伸入其中，一般每体节一对。典型的疣足分为背肢和腹肢，背肢的背侧具一指状的背须，腹肢的腹侧有一腹须，有触觉功能。有些种类的背须特化为疣足鳃或鳞片等。背肢和腹肢内各有一起支撑作用的足刺。背肢有一束刚毛，腹肢有 2 束刚毛。疣足划动可游泳，有运动功能，能辅助捕食，疣足内密布微血管网，可进行气体交换。如环节动物门的沙蚕。
4. 闭管式循环：为较完善的循环系统，结构复杂，由纵行血管和环行血管及其分支血管组成。各血管以微血管网相连，血液始终在血管内流动，不流入组织间的空隙中，构成了闭管循环系统。此种循环系统，血液流动有一定方向，流速恒定，提高了运输营养物质及携氧机能。环毛蚓属此种循环系统。
5. 后肾管：典型的后肾管为一条迂回盘曲的管子，一端开口于前一体节的体腔，称肾口，具有带纤毛的漏斗；另端开口于本体节的体表，为肾孔。后肾管除排泄体腔中的代谢产物外，因肾管上密布微血管，故也可排除血液中的代谢产物和多余水份。如环节动物沙蚕。

二、填空题

1. 身体分节；真体腔
2. 次生体腔
3. 刚毛；疣足
4. 外胚层；肾口；肾孔
5. 生殖带或环带
6. 背孔



7. 体壁小肾管；隔膜小肾管；咽头小肾管
8. 比较：（如有，打“√”；没有则空留着）

目项门类	辐射对称	两侧对称	两胚层	三胚层	无体腔	原
体腔 真体腔						
腔肠动物	√		√		√	
扁形动物		√		√	√	
原腔动物			√			√
√						
环节动物			√			√
√						

三、选择填空

1.B 2.B 3.A 4.C 5.B D 6.D 7.B 8.A 9.B 10.B 11.C 12.B 13.D
14.C

四、问答题

1. 环节动物门有哪些主要特征?它在动物演化上的地位怎样?

答：环节动物门主要特征：(1)身体分节，同律分节占优势，(2)有真体腔，多具闭管式循环系统，有的体腔退化形成血窦(开放式)，排泄器官为后肾管，(3)多具刚毛，有的具疣足，(4)具链状神经系统，自由生活种类感觉器官发达，穴居种类则退化，(5)雌雄同体或异体，生殖腺来自中胚层的体腔上皮。海产种类多数有担轮幼虫期。

环节动物由于有以上的一些主要特征，使环节动物在动物演化上发展到了一个较高阶段，是高等无脊椎动物的开始。特别是身体分节是动物发展的基础，而且有了刚毛和疣足，使运动敏捷，次生体腔出现，相应地促进循环系统和后肾管的发生，从而使各种器官系统趋向复杂，机能增强；神经组织进一步集中，脑和腹神经链形成，

构成链状神经系统，感觉发达，接受刺激灵敏，反应快速。如此能更好地适应环境，向着更高的阶段发展。

2. 身体分节和次生体腔的出现在动物演化上有何重要意义?



答：身体分节，体外分节，体内也相应分节，而且许多内部器官如循环、排泄、神经等也表现出按体节重复排列的现象，不仅增强了运动机能，而且对促进动物体的新陈代谢，增强对环境的适应能力，有着重要意义，同时也是生理分工的开始。因此分节现象是无脊椎动物在进化过程中一个极重要的标志。

次生体腔的出现，是动物结构上一个重要发展。消化管壁有了肌肉，增强了蠕动，提高了消化机能。同时消化管与体壁为次生体腔隔开，这就促进了循环、排泄等器官的发生，使动物体的结构进一步复杂，各种机能更趋完善。环节动物次生体腔内充满体腔液，体腔液在体腔内流动，不仅能辅助物质的运输，而且也与体节的伸缩有密切关系。

3. 试述环毛蚓与土壤穴居生活相适应的结构特点。

答：环毛蚓与土壤穴居生活相适应的结构特点：其中外部形态：①体呈圆柱状、细长，身体分节，具节间沟，②头部不明显，口前叶膨胀时，可伸缩蠕动，有掘土、摄食、触觉等功能，③具刚毛，便于运动，④于背中线处有背孔，可排出体腔液，湿润体表，有利于蚯蚓的呼吸作用进行和在土壤中穿行。

内部结构：①体壁角质膜薄，上有小孔，便于体表呼吸；②上皮细胞间杂以腺细胞，可分泌粘液，使体表湿润；③体壁具环肌、纵肌；④具体腔，而且内充满体腔液，体分节，体壁肌肉、刚毛、体腔及体腔液，使蚯蚓便于在土壤中运动；⑤消化道具砂囊，能把泥土中的食物磨成细粒；⑥体表呼吸；⑦体壁肾管经肾孔在体表排出含有大量水分的代谢产物，有利于保持体表的湿润；⑧感官退化，只有皮感觉器、口腔感觉器及光感受器，光感受器分可辨别的光的强弱，有避光强光趋弱光反应；⑨雌雄生殖孔位于体表，具环带，能形成蚓茧，受精卵在土壤中发育。为外闭管式循环，后肾管排泄，神经系统集中等对其在土壤中运动也有益处。

第十章 软体动物门

一、名词解释

1. 贝壳：具有贝壳是软体动物的主要特征之一，因此软体动物又称贝类。贝壳由外套膜上皮细胞分泌而成，其主要成分是碳酸钙及少量的壳基质(或称贝壳素)，贝壳的结构一般可分3层，从外到内依次为角质层、棱柱层和珍珠层。大多数软体动物具1-2或8片贝壳，形态各异，主要起保护柔软身体的作用。

2. 外套膜：为身体背侧皮肤褶向下伸展而成，常包裹整个内脏团并形成外套腔。外套腔由内外两层上皮及中间的结缔组织构成，外层上皮的分泌物形成贝壳，内



层上皮细胞纤毛的摆动并通过入水孔形成水流，借以完成呼吸、摄食、排泄和生殖等。此外，外套膜还具保护内脏、有助运动(如头足类)以及呼吸(如蜗牛)等功能。

3. 围心腔：即软体动物次生体腔的剩余部分，内有心脏，外有围心腔膜包围，一般位于内脏团背侧。
4. 鳃心：乌贼等头足类动物除心室能搏动外，还有两个鳃心亦可搏动。鳃心位于二鳃基部，为此处入鳃静脉血管膨大所形成，其壁为海绵质，能收缩，可加快静脉入鳃的速度，加速气体交换，增强循环、代谢效率。
5. 齿舌：齿舌是软体动物(除瓣鳃类外)特有的器官，位于口腔底部的舌状突起上，由横列的角质齿组成，似锉刀状。摄食时，由于肌肉伸缩，齿舌可前后活动，以锉刮食物。齿舌的数目，大小和形状为鉴定种类的重要特征之一。
6. 墨囊：乌贼等头足类动物在直肠的末端近肛门处有一导管，连一梨形小囊，即墨囊。囊内腺体可分泌墨汁，经导管由肛门排出，使周围海水成黑色，借以隐藏避敌，乌贼之名来源于此。

二、填空题

1. 头足；腕；漏斗；墨囊
2. 头；足；内脏团；外套膜；贝壳
3. 担轮幼虫；面盘幼虫；钩介幼虫
4. 一心室；二心耳
5. 保护内脏；分泌贝壳；呼吸
6. 软体动物门；瓣鳃纲；钩介；开管式循环
7. 软体动物门；头足纲；闭管式循环；中胚层
8. 齿舌；颚
9. 碳酸钙；贝壳素(壳基质)
10. 一；一
11. 钉螺；沼螺
12. 专职呼吸器官；

三、选择题

- 1.D 2.C 3.D 4.B 5.D 6.C 7.D 8.D 9.C 10.B 11.B 12.C

四、问答题

1. 简述软体动物门的主要特征。

答：软体动物门的主要特征简述如下：(1)身体柔软，多为两侧对称，体分头、



足、内脏团三部分，绝大多数有由外套膜分泌的贝壳(1-2 或 8 片；少数无贝壳或消失)，故本门又称贝类。(2)足为运动器官，头足类的足变为腕和漏斗。(3)消化系统呈 U 字形，有消化腺。除瓣鳃纲外，口内一般有颚片和齿舌。(4)水生种类以鳃呼吸，陆生种类有“肺”。(5)开管式循环系统(头足类十腕目例外，为闭管式循环)，心脏在围心腔内，通常有一心室二心耳(腹足纲仅一心室一心耳)。(6)后肾型排泄系统，通常具肾一对(腹足类因扭转仅具肾一个)。(7)神经系统一般有脑、侧、足、脏 4 对神经节，各纲有不同的愈合现象)和其间相连的神经索。(8)多数种类雌雄异体，少数雌雄同体，卵生或卵胎生。间接发育的海产种类有担轮幼虫和面盘幼虫，河蚌有钩介幼虫，头足纲为直接发育。

2. 说明河蚌的形态结构对其生活方式的适应。

答：河蚌是生活在湖泊、池塘水底泥沙中的常见种类。以微小生物及有机碎片为食，它行动迟缓，生活被动。与此种生活方式相适应，它在形态结构上也发生了相应的变化。(1) 无明显头部及感官，神经系统不发达。(2)体被两片沉重的贝壳，保护柔软的身体。(3)足多呈斧状，适于掘铲泥沙，伸、缩足肌可使足缩入和伸出。前、后闭壳肌可使河蚌遇敌害时关闭两贝壳。(4)两片外套膜构成外套腔及出、入水管，鳃、触唇及外套膜上的纤毛摆动，引起水流穿行，使食物及氧随水流从入水管进入外套腔中的消化系统和呼吸系统，而代谢废物、食物残渣及性产物皆由出水管排出。

3. 说明乌贼对其快速游泳和主动掠食生活的适应性特征。

答：乌贼为海产肉食性种类，适应快速游泳和捕食性的生活方式，其特征如下：

(1) 游泳能力强：①体呈流线型，躯干两侧具肉质鳍，游泳时有平衡作用。②足特化为腕和漏斗，漏斗、闭锁器及外套膜肌肉强有力的收缩，喷水借助其反作用力使身体迅速前进或后退，速度之快有“海里火箭”之称。(2) 有强大的捕食器官：①腕及其上的吸盘，特别是其中一对特长的触腕，有强大的捕食和攻击能力。②口内有发达的颚与齿舌，适于掠食。③发达的消化腺(如唾液腺、肝脏、胰脏)有利于食物消化。(3) 变换体色：体表具色素细胞，其周围有许多放射状肌肉牵引，与神经系统协同作用，使色素细胞收缩与扩张并改变体色以适应深浅不同的海水颜色。(4) 放出烟幕：具墨囊，遇敌时喷出墨汁，有如烟幕，逃避敌害。(5) 神经及感官高度发达：即有软骨保护的脑和结构复杂的眼，能做出快速反应。(6) 闭管式循环系统并具有可搏动的鳃心，加速气体交换，增强循环、代谢效率。(7) 贝壳退化，减轻体重：贝壳埋于外套膜下，轻而质地疏松，有利于快速游泳。



第十一章 节肢动物门

一、名词解释

1. 外骨骼：节肢动物体壁包括一层上皮细胞，整齐地排列在底膜之上，由上皮细胞向外分泌坚实的角质膜，覆盖着整个身体，起着保护、支持运动、感受刺激和防止体内水分大量蒸发的作用，这就是外骨骼。主要由几丁质和蛋白质形成。
2. 蜕皮：节肢动物的外骨骼分泌完成后，便不能继续扩大，限制了虫体的增长，这样身体长到一定限度后，便蜕去旧皮，重新形成新皮，在新皮还未骨化之际，大量吸水迅速扩大身体，这种蜕去旧皮的现象称为蜕皮。
3. 气管：是陆栖节肢动物的呼吸器官，由外胚层发生，是体壁的内陷物，其外端以气门与外界相通，内端在体内延伸分枝，伸入组织间，直接与细胞接触，可以运输氧气和排放碳酸气。
4. 开管式循环：指节肢动物和部分软体动物的循环系统方式，循环系统由具备多对心孔的管状心脏和由心脏前端发出的一条短动脉构成，血液由后向前至头部，再由前而后进入血窦，又由血窦通过心孔复流入心脏。
5. 混合体腔：节肢动物的体腔，在胚胎发育早期出现体腔囊，但这些体腔囊并不扩大，囊壁中胚层细胞分别发育成组织和器官，而体壁与消化道之间的空腔由囊内的真体腔和囊外的原始体腔形成，因此称为混合体腔。
6. 异律分节：节肢动物身体自前而后分为许多体节，而且体节发生分化，其机能和结构互不相同，这种分节方式称为异律分节。
7. 马氏管：指节肢动物的排泄器官，即从中肠与后肠之间发出的多数的细管，直接浸浴在血体腔内的血液中，能吸收大量尿酸等蛋白质的分解产物，使之通过后肠，与食物残渣一起由肛门排出。
8. 书肺：为蛛形纲动物的呼吸器官，是腹部体表内陷的囊状构造，内有很薄的书页状突起，是气体交换的地方。
9. 变态：昆虫从卵到成熟阶段之前的生长发育过程中，不仅逐渐增大躯体，还经过形态、内部结构、生理功能以及行为习性上一系列的变化，才能发育为成虫，这种变化称为变态。变态类型有无变态、不完全变态和完全变态三种。
10. 羽化：昆虫一生中的最末一次蜕皮特称为羽化。
11. 完全变态：昆虫自卵孵出后，经幼虫、蛹发育为成虫，幼虫与成虫形态不同，生活方式及生活环境多不一致，经过蛹期最后羽化为成虫的变态过程。如鳞翅目、鞘翅目、膜翅目昆虫均属完全变态。
12. 不完全变态：昆虫自卵孵化，经过幼虫期便直接发育为成虫，幼虫与成虫在形态上较相似，生活方式及生活环境一致，只是大小不同，性器官未成熟的变态过程。如：直翅目昆虫属不完全变态。



二、填空题

1. 双枝型附肢；单枝型附肢
2. 头部；躯干部；头胸部；腹部；愈合；头；胸；腹
3. 触觉器；化感器；视觉器；
4. 直肠垫
5. 马氏管；中肠；后肠
6. 颚腺；触角腺
7. 贲门胃；幽门胃；研磨食物；过滤食物；中肠
8. 节肢动物；肢口；书鳃
9. 螯肢；脚须；步足
10. 基节腺；马氏管；书肺；气管
11. 节肢动物；蛛形纲；甲壳纲；昆虫纲；双翅目
12. 头；躯干；一；气管；马氏管；蜈蚣；马陆
13. 咀嚼式；嚼吸式；刺吸式；吮吸式；舐吸式；咀嚼式；吮吸式；刺吸式；嚼吸式；舐吸式
14. 气管；书肺；书鳃；鳃
15. 咀嚼式；大颚；小颚；下唇；上唇；舌
16. 感觉；摄食；运动；代谢；繁殖

三、选择题

- 1C 2D 3B 4D 5D 6A 7B 8A 9C 10C 11B 12C 13B 14B
15C 16B 17A

四、问答题

1. 节肢动物门的主要特征是什么？

答：(1) 具几丁质的外骨骼，发育过程中有蜕皮现象。(2) 身体具体节，而且是明显的异律分节，一般可分头、胸、腹3部分。(3) 具有分节的附肢，一般每节一对，司多种功能。(4) 具有混合体腔和开管式循环系统，心脏在消化道背方。(5) 具高效的呼吸器官—气管，并以气管、鳃、书鳃、书肺和体表进行呼吸。(6) 肌肉全为横纹肌，成束状，收缩强劲有力。(7) 消化管完全，由头部和附肢组成口器，消化系统发达。(8) 排泄系统为与体腔管同源的触角腺、颚腺或基节腺、或为与消化管相连接的马氏管。(9) 具有灵敏的感觉器官(单眼、复眼、触角、触须、听器、平衡囊等)和发达的神经系统，神经节有愈合趋势。(10) 雌雄异体，一般雌雄异形；多数体内受精，卵生或卵胎生；有直接发育和间接发育，也有孤雌生殖。

2. 从节肢动物的特点，说明在动物界中节肢动物种类多，分布广的原因。



答：节肢动物是身体分节、附肢也分节的动物，是动物界中种类最多、数量最大、分布最广的一类，它们成功地登上陆地以后，就几乎占据了地球上所有的生境。这是因为它们一面产生适于陆栖生活的新结构，一面又发展原有的器官系统，以增强运动，顺应陆地上变化莫测的外界环境。具体表现在如下：

- (1) 身体分为前后连接的多数体节，借以增强运动的灵活性，而且是异律分节，体节间发生结构和功能上的分化，从而提高对环境的适应能力。
- (2) 具几丁质的外骨骼，有保护身体，防止体内水分蒸发和接受刺激的功能。这也是节肢动物对广泛生活环境有适应能力的主要原因之一。与之相适应的是在发育过程中出现蜕皮现象。
- (3) 具分节的附肢，关节之间能作各种活动，使附肢的活动更多样化，能适应许多功能，如爬行、游泳和跳跃，还利用翅作远距离飞行。
- (4) 产生了专职的呼吸器官，以促进气体交换。水栖种类以鳃、书鳃呼吸，多数陆栖种类用气管、书肺呼吸。可以获得足够的氧气，以适应活动量的增大，且可以保持体内的水分。
- (5) 具混合体腔和开管式循环系统。循环系统的复杂是与发达的呼吸系统相适应的。
- (6) 肌肉由横纹肌组成，能作迅速的收缩，牵引外骨骼，从而产生敏捷的运动。
- (7) 消化系统完全，分前、中、后肠三部分，并由头部和附肢组成口器，增强了取食的能力，消化、吸收功能增强，可以满足能量消耗增大的要求。
- (8) 马氏管、触角腺、顎腺、基节腺等排泄器官的出现，满足了代谢作用旺盛的需要。
- (9) 具有十分发达的感觉器官，如单眼、复眼，触角、触须、听器、平衡囊；愈合的神经节提高了神经系统传导刺激，整合信息、指令运动等，以能及时感知陆上多样和多变的环境因子，并迅速作出反应，用利于适应各种生境的生活。
- (10) 多数体内受精，卵生或卵胎生，繁殖能力强，后代种群数量大，发育过程中有直接发育和间接发育，并且部分种类有休眠和滞育现象以渡过不良环境因子的影响。

3. 昆虫适应真正陆地生活的特征是什么？

答：昆虫是高度适应于陆上生活的无脊椎动物，是与以下特征相关的：

- (1) 昆虫具有几丁质骨骼，并具有蜡质层，包裹整个身体，可以防止体内水分的蒸发，使其能适应陆地生活。外骨骼也对昆虫提供了很好的保护，它防止外界的损伤及异物的侵入。外骨骼有许多内陷，形成所谓“内骨骼”，为肌肉的附着提供了支点。



- (2) 昆虫的体节是高度的异律分节，身体分头、胸、腹三部分。头部是感觉和摄食的部分，有触角一对，头部及其附肢形成变化不同的口器，与它们各种食性分不开。胸部是运动中心有 3 对强壮的步足和 2 对可飞翔的翅，增加了它生存及扩散的机会，通过飞翔可以在更大的范围内寻找食物及栖息场所，能更有效地逃避敌害。
- (3) 很小的体型。小型的身体对极少量的食物即可满足其生长发育的需要，也有利于隐藏、躲避侵害，被携带并进行传播扩散。
- (4) 具完整而高效的空气呼吸器官即气管。有直接供应氧气给身体各部分的组织和细胞。气管还可连接气囊，可以储藏较多的空气，以增加飞翔时的浮力。
- (5) 消化系统发达，消化管分为前、中、后肠三部分，消化能力强，其中后肠能将食物残渣的水分及盐分进行重吸收，这对于生活在干燥条件下的昆虫尤为重要。
- (6) 排泄器为马氏管，与昆虫的排泄及体内渗透压的调节密切相关，以尿酸为排泄物以减少水分的丢失。
- (7) 有强大的横纹肌的肌肉系统。使昆虫具有强大的运动能力和飞翔能力。
- (8) 具有发达的神经系统和感觉器官。神经系统包括中枢神经系统、交感神经系统和周边神经系统。发达的感受器包括机械感受器(如触觉、听觉)、化学感受器(味觉、嗅觉)及光学感受器(视觉)。使之具有良好的接受刺激和神经传导及判断的能力。
- (9) 强大的繁殖能力与较短的生活周期并产具有羊膜的卵。昆虫具有多种生殖方式，包括有性生殖、孤雌生殖、多胚生殖及幼体生殖等，且繁殖力较高，生活周期短，条件有利时每年繁殖数代，环境不利时可以休眠或滞育，这些特性都有利于它的繁盛。
- (10) 发育中经过变态。绝大多数昆虫在生活史中经历了卵、幼虫、蛹及成虫。变态使各虫态之间有效地利用和协调有利与不利的外界环境而保证了自身的发展。

以上昆虫在结构和生理方面的多样性使它们能在各种环境条件下适应与生存，造成了昆虫陆栖生活的繁盛。



第十二章 棘皮动物门

一、名词解释

1. 五辐对称：是指通过虫体的口面及反口面的中轴，可以把身体作五次不同的切割，所切出的两个部分基本上互相对称，或是说沿着身体的体轴，整个身体由五个相似的部分构成。
2. 次生性辐射对称：棘皮动物的幼虫时期是两侧对称的，长成成体后才变成五辐对称，我们把这种辐射对称叫次生性辐射对称。
3. 水管系统：是棘皮动物所特有的结构，由体腔的一部分演变而成，包括筛板、石管、环小管、辐水管、侧水管、管足及囊状等组成。主要功能是运动。
4. 围血系统：海盘车的血系统很不发达，全由微小的管道或血窦组成，其外往往由一相应的管状体腔包围着(常称为围血窦)，这套管腔就是围血系统。

二、填空题

1. 内；中
2. 棘皮动物，软体动物的头足类(有由中胚层形成的，保护脑的软骨)
3. 内陷；体腔囊法；肛门；后口动物
4. 后口；海盘车；海星
5. 生殖窦；环窦；次生体腔
6. 亚里斯多德提灯
7. 贝类；

四、选择题

- 1.B 2.C 3.B 4.A 5.C 6.B

五、问答题

1. 试述棘皮动物门的主要特征。

答：

- ①棘皮动物区别于无脊椎动物其它类群是为后口动物。
- ②次生性辐射对称，而以五辐对称为主，幼虫是两侧对称。
- ③具中胚层来源的内骨骼，常向外突出形成棘刺，故为棘皮动物。
- ④真体腔发达，具特殊的水管系统和围血系统，管足有运动、呼吸、排泄、捕食等多种功能。



第十三章 脊索动物门

一、名词解释

1. 脊索动物：在个体发育的全部过程或某一时期，具有脊索、脊神经管和鳃裂的动物。
2. 羊膜动物：爬行纲、鸟纲和哺乳纲在胚胎发育过程中出现羊膜，因而合称为羊膜动物。
3. 逆行变态：动物经过变态失去一些重要的构造，形体变得更简单，这种变态称为逆行变态。
4. 变温动物：由于代谢水平低，不能产生足够多的热量和体温调节机制不完善，体温随外界环境温度的变化而变化的动物，也称外温动物。
5. 恒温动物：由于代谢水平高，能产生足够的热量和体温调节机制完善，体温不随外界环境温度的变化而变化的动物，也称内温动物。
6. 咽鳃裂：低等脊索动物在消化道前端的咽部两侧有一系列左右成对排列、数目不等的裂孔，直接开口于体表或以一个共同的开口间接地与外界相通，这些裂孔就是咽鳃裂。

二、填空题

1. 脊索；背神经管；咽鳃裂；闭管；腹面；肛门；肛后尾；三；次生；两侧对称
2. 神经管；原肠背壁；

三、选择题 1.B 2.A 3.C 4.C 5.B 6.A

四、完成下列表格

纲名	颌的有无	附肢特点	羊膜有无	体温是否恒定
圆口纲	无	无	无	不恒定
鱼纲	有	具偶鳍	无	不恒定
两栖纲	有	有成对五指(趾)附肢	无	不恒定
爬行纲	有	有成对五指(趾)附肢	有	不恒定
鸟纲	有	有成对五指(趾)附肢	有	恒定
哺乳纲	有	有成对五指(趾)附肢	有	恒定

五、问答题

1. 说明脊索的出现在动物演化史上的意义。

答：脊索的出现是动物演化史中的重大事件，使动物的支持、保护和运动的功能获得质的飞跃。这一先驱结构在脊椎动物达到更为完善的发展，从而成为在动物



界中占统治地位的一个类群。

脊索(以及脊柱)构成支撑躯体的主梁,是体重的受力者,使内脏器官得到有力的支持和保护,运动肌肉获得坚强的支点,在运动时不致由于肌肉的收缩而使躯体缩短或变形。因而有可能向“大型化”发展。脊索的中轴支撑作用也使动物体更有效地完成定向运动,对于主动捕食及逃避敌害都更为准确、迅捷。脊椎动物头骨的形成,颌的出现以及椎管对中枢神经的保护,都是在此基础上进一步完善和发展。

第十四章 圆口纲

一、名词解释

1. 圆口动物: 又称无颌类, 是无成对偶肢和上下颌的低等脊椎动物
2. 囊鳃类: 圆口纲动物呼吸系统由于具有独特的鳃囊结构, 故又称囊鳃类。

二、填空题

1. 鳗; 头; 躯体; 尾; 寄生或半寄生
2. 粘膜褶; 螺旋瓣
3. 静脉窦; 一心房; 一心室
4. 七鳃鳗; 盲鳗
5. 溯河而上或由海入江; 死亡; 变态
6. 无颌类; 囊鳃类; 单鼻孔类

三、问答题

1. 说明七鳃鳗呼吸系统的特点及与其生活习性的关系。

答: 七鳃鳗呼吸系统比较特殊, 消化道从口腔的后部向腹面分出一支盲管, 称为呼吸管, 管的左右两侧, 各有内鳃孔七个。每个鳃孔通入一个鳃囊, 囊中有许多由内胚层演变而来的鳃丝, 构成呼吸器官的主体。鳃囊通过外鳃孔与外界相通, 这样七鳃鳗呼吸时, 水流进出都是通过外鳃孔, 与一般鱼类由口腔进水经鳃孔出水的方式不同。这与七鳃鳗的寄生生活是相适应的, 因为七鳃鳗要用口漏斗吸附在寄主体表, 无法从口中进水进行呼吸。

2. 圆口纲动物的主要特征。

答: ①口为吸附型, 没有上、下颌。②脊索终生存留, 没有脊椎, 只有神经弧的锥形。③只有奇鳍, 没有偶鳍。④只有一个鼻孔, 位于头部的中线上。⑤独特的鳃呼吸器官——鳃囊。⑥内耳中只有一个或两个半规管。



第十五章 鱼纲

一、名词解释

1. 鳞式：硬骨鱼类鳞片的数目和排列方式，可用作分类鉴定特征，写法如下：
侧线鳞数目 侧线上鳞数目 侧线下鳞数目。
2. 鳍脚：雄性软骨鱼类的交配器，是腹鳍内侧一块基鳍软骨特化形成的变形器官。
3. 洄游：是指有些鱼类在一定时期，依一定的路线，成群结队地向一定的繁殖场，越冬场或肥育场作周期性的迁游，如大、小黄鱼等。
4. 越冬洄游：从产卵场或肥育场向越冬场的迁游。
5. 索饵洄游：鱼类追踪捕食对象或寻觅饵料所进行的洄游。
6. 生殖洄游：以实现生殖目的而游向产卵场所进行的迁游。
7. 银膜：鱼类眼球脉络膜层中所特有的一层银色薄膜，含有鸟粪素，可将射入眼球的微弱光线反射到视网膜上。

二、填空题

1. 纺锤型；侧扁型
2. 骨鳞；盾鳞；盾鳞
3. 虹膜；脉络膜
4. 原尾；歪尾；正尾
5. 间插骨；三角骨；内耳；声波
6. 肝脏；胰脏；肝胰脏
7. 1；1
8. 缺氧；泛塘
9. 雌；雄；性逆转现象
10. 管鳔类；闭鳔类
11. 圆鳞；栉鳞；圆鳞；栉鳞
12. 覆瓦状；对角线；成行
13. 游离卵巢；封闭卵巢；游离卵巢；封闭卵巢

三、选择填空

- 1.A 2.C 3.C 4.B 5.E、C、F、A 6.C 7.D、B 8.C 9.A 10, B 11.B、
D、A 12.C 13.A、B 14.D 15.D 16.B 17.A 18.D 19.C

五、简答题：

1. 简述侧线的结构及功能。



答：侧线是鱼类特有的皮肤感觉器官，侧线管以一系列孔穿过头骨及鳞片连接成与外界相通的侧线，侧线管内充满粘液，内有感觉细胞和支持细胞组成的感觉器。侧线能感受低频率的振动，可以判定水波动态，水流的方向，周围生物的活动情况以及游泳途中的固定障碍物等，因而在鱼类生活中具有重要的生物学意义。

2. 简述海产硬骨鱼、淡水鱼的渗透压调节方式。

答：(1) 淡水鱼的体液的盐分浓度一般高于外界环境，为了维持其渗透压的平衡，它通过肾脏借助众多肾小球的泌尿作用和肾小管的重吸收作用，及时排出浓度极低的大量尿液，保持体内水分恒定。另外，有些鱼类还能通过食物或依靠鳃上特化的吸盐细胞从外界吸收盐分，维持渗透压的平衡。

(2) 海水硬骨鱼体内的盐分浓度比海水略低，为了维持体内的水分平衡，鱼类一是从食物内获取水分；二是吞饮海水，海水先由肠壁连盐带水一并渗入血液中，再由鳃上的排盐细胞将多余的盐分排出，从而维持正常的渗透压。

3. 比较硬骨鱼和软骨鱼的主要区别。

答：(1) 软骨鱼类：是内骨骼全为软骨的海生鱼类，体被盾鳞，鼻孔腹位，鳃孔5-7孔。

鳍的末端附生皮质鳍条。歪形尾，无鳔和“肺”，肠内具螺旋瓣，输卵管与卵巢不直接相连，雄鱼有鳍脚，营体内受精。

(2) 硬骨鱼类：骨骼大多由硬骨组成，体被骨鳞或硬鳞，一部分鱼类的鳞片有次生退化现象；鼻孔位于吻的背面；鳃间隔退化，鳃腔外有骨质鳃盖骨，头的后缘每侧有一外鳃孔。鳍膜内有鳍条支持，大多为正型尾。通常有鳔，肠内大多无螺旋瓣；生殖腺外膜延伸成生殖导管，二者直接相连。无泄殖腔和鳍脚，营体外受精。

4. 简述鱼类高于圆口纲而更接近于其它脊椎动物的主要特征。

答：鱼纲高于圆口纲而更接近于其他脊椎动物的进步特征主要有：

① 鱼类开始具备上、下颌，进入颌口类的行列。颌的出现，加强了动物个体主动捕食的能力，扩大了食物的范围，有利于脊椎动物自由生活的发展和种族的繁衍，是脊椎动物进化过程中一项重要形态变革。

② 鱼类开始具备成对的附肢，即一对胸鳍和一对腹鳍。偶鳍的出现，大大加强了动物体运动能力，并为陆生脊椎动物的四肢打下基础。

③ 鱼类开始具有一对鼻孔和内耳中的三个半规管，加强了嗅觉和平衡觉。

5. 说明鱼类与水生活相适应的特点。

答：鱼类适应水栖生活的特征主要表现在：身体大多呈纺锤形，分为头，躯干和尾三部分，无颈部；体表被有鳞片，皮肤富有粘液腺；用鳃呼吸；用鳍游泳；大多具侧线系统，可感知水波及水流等；心脏具有一心室、一心房，血液循环为单循环等。



6. 研究鱼类洄游有什么实际意义?

答：研究鱼类的洄游，进而掌握鱼类在什么时候，沿什么路线，在什么地方大量集中确定渔汛、渔场，以便进行捕捞及加强对资源的保护，在渔业生产上有着重要意义。另外，研究鱼类的洄游，可以为鱼类的适应性问题 and 阶段发育问题等提供资料，因此也具有重要的理论意义。

第十六章 两栖纲

一、名词解释

1. 吞咽式呼吸：两栖动物的呼吸动作主要依靠口腔底部的颤动升降造成空气吸入和呼出肺的动力来完成呼吸这种方式称为吞咽或呼吸。
2. 幼体生殖：处于幼态时期的动物就能进行生殖的现象。
3. 原脑皮：低等脊椎动物大脑表层仅有零星的神经细胞分布，并不形成细胞层。

二、填空题

1. 头；躯干；四肢
2. 躯干椎；荐椎；尾椎；1、2
3. 体；肺；血管；淋巴
4. 抱对
5. 蟾酥；林；蛤士蟆；蛤士蟆油

三、选择题

- 1.C 2.D 3.D 4.D 5.D 6.A 7.D 8.C 9.B 10.D 11.D 12.A 13.C
14.A 15.C

四、简答题

1. 简述两栖动物适应陆生生活的特征。

答：两栖类适应陆生的特征：①出现了五趾型附肢，肩带借肌肉间接地与头骨和脊柱联结使前肢获得了较大的活动范围，有利于在陆上捕食和协助吞食；腰带直接与脊柱联结，构成对躯体重力的主要支撑和推进，初步解决了在陆上运动的矛盾。②成体用肺呼吸，初步解决了从空气中获得氧的矛盾。③随着呼吸系统的改变，循环系统也由单循环改变为不完全的双循环。④大脑半球分化较鱼类明显，大脑顶壁出现了神经细胞。⑤出现了中耳，能将通过空气传导的声波扩大并传导到内耳；出现了眼睑和泪腺，能防止干燥，保护眼球。

2. 简述两栖纲的主要特征。

答：两栖纲的主要特征：①皮肤富有粘液腺，体表湿润，有呼吸作用。②幼体生



活于水中，用鳃呼吸，成体可上陆生活，用肺呼吸。③心脏有两心房、一心室，血液循环为不完全的双循环。④具有五趾型附肢。⑤发育中有变态。

3. 简要说明为什么两栖类还不能摆脱水环境的束缚。

答：两栖类不能摆脱水环境束缚的原因：①皮肤的角质化程度不高，不能有效防止体内水分蒸发。②四肢还不够强健。③肺呼吸还不完善，还要依靠皮肤辅助呼吸。④胚胎无羊膜，繁殖要在水中进行。

第十七章 爬行纲

一、名词解释

1. 次生腭：指口腔顶壁的数块骨形成的水平分隔，爬行动物中以鳄类的次生腭最完整，作用是使内鼻孔后移，将鼻腔和口腔分开。
2. 胸腹式呼吸：借助于胸廓的扩张与缩小及腹壁肌肉运动完成呼吸的呼吸方式称胸腹式呼吸。
3. 新脑皮：大脑表层的锥体细胞聚集成神经细胞层。
4. 犁鼻器：位于鼻腔前下方，开口于口腔顶壁的1对盲囊状结构，内壁有嗅粘膜，是一种化学感受器。蛇类和蜥蜴类有发达的犁鼻器。
5. 封闭式骨盆：髌骨和荐椎连接，左、右耻骨和坐骨联合，共同构成封闭式骨盆。
6. 卵胎生：某些鱼类和爬行类，受精卵留在母体的输卵管内发育，直至胚胎完成发育成为幼体时才产生，胚胎发育的营养来自卵黄。
7. 爬行动物：是指体被角质鳞或硬甲，在陆地繁殖的变温羊膜动物。
8. 羊膜卵：在胚胎发育过程中出现了羊膜的卵。
9. 尿囊：胚胎发育过程中，自消化道后部发生的一个充当呼吸和排泄的器官。
10. 蜕皮：爬行动物的鳞被定期更换的现象。
11. 巩膜骨：爬行动物眼球的巩膜中有一圈呈覆瓦状排列的环形小骨片称巩膜骨。在鸟类中也有，具有保护眼球的作用。

二、填空题

1. 蜥蜴；蛇；龟鳖
2. 颈椎；胸；腰；荐；尾；寰椎；躯椎；1；2
3. 中生代
4. 头；颈；躯干；尾部
5. 绒毛膜；羊膜；尿囊；胚胎；卵黄囊
6. 无颞孔类；上颞孔类；合颞孔类；双颞孔类



三、选择填空

1D 2D 3D 4B 5D 6A 7B 8A 9A 10A 11A 12C 13D 14D
15B 16C

五、简答题

1. 爬行类成为真正的陆生脊椎动物主要成功地解决了哪几个问题?

答:

- ① 爬行动物胚胎发育过程中出现羊膜，具有了陆上繁殖的能力。
- ② 皮肤角质化程度加深，外被角质鳞片，皮肤干燥缺乏腺体，有效地防止了体内水份的蒸发。
- ③ 肺的结构比两栖类复杂，胸廓的出现，使肺呼吸机能加强。
- ④ 四肢较两栖类强健，指(趾)端具爪，适于陆上爬行，后肢通过腰带与 2 枚荐椎相连，构成牢固支架，有利于承受体重。

2. 羊膜卵的结构特点及其在脊椎动物演化史上的意义。

答：羊膜卵外包有石灰或纤维质的硬壳，能维持卵的形状，减少卵内水分蒸发、避免机械损伤和防止病原体侵入；卵壳具有通透性，能保证胚胎发育时进行气体代谢，卵内贮存有丰富的卵黄，保证胚胎在发育中能得到足够的营养。

在胚胎发育早期，胚胎周围的胚膜向上发生环状皱褶，不断向背方生长，包围胚胎，在胚胎外构成两个腔——羊膜腔和胚外体腔，羊膜腔内充满羊水，使胚胎能在液体环境中发育，能防止干燥以及机械损伤。另外，还形成一尿囊，可以收集胚胎发育代谢中产生的废物，另外尿囊与绒毛膜紧贴，其上富有血管，胚胎可通过多孔的卵壳或卵膜，与外界进行气体交换。羊膜卵的出现，是脊椎动物从水生到陆生进化过程中产生的一个重大适应，它解决了在陆上进行繁殖的问题，使羊膜动物彻底摆脱了水环境的束缚。

3. 简述毒蛇与无毒蛇的区别及防治原则。

答：区别

毒蛇	无毒蛇
蝰科蝮亚科毒蛇头大，呈三角形	头一般不呈三角形
蝮亚科毒蛇有颊窝	无颊窝
尖吻蝮吻尖向上翘	吻端圆钝或尖而翘
蝮亚科毒蛇尾短尖细	尾往后逐渐变细
有的脊鳞扩大呈六角形	脊鳞不扩大呈六角形
各种毒蛇具有不同的斑纹	斑纹与毒蛇明显不同
眼镜蛇科和部分游蛇科	蛇身不能竖立，颈部不扩大变扁，



毒蛇前半身能竖起，颈可膨胀
变扁，常主动攻击人畜

很少主动攻击人

防治措施：平时提高警惕，切忌用手去捉弄它们。万一被蛇咬伤，首先应判断是否被毒蛇所咬，最好将蛇打死，后识别，若办不到，可根据牙痕判断。当确认被毒蛇咬伤，应采取以下急救措施：①保持镇定，不要乱跑，以免循环加快而加速毒的吸收和扩散，②结扎。在伤口的上方用带子结扎，每隔 15-20 分钟放松 1-2 分钟，以防组织坏死；③冲洗。用双氧水或高锰酸钾冲洗伤口，无条件时，用盐水或清水冲洗，④扩创排毒。割破伤处，挤出带毒液的血液，⑤就近就医。

第十八章 鸟纲

一、名词解释

1. 瞬膜：瞬膜是一种近于透明的膜，能在飞翔时遮覆眼球，以避免干燥气流和灰尘对眼球的伤害。
2. 尾脂腺：是鸟类唯一的皮肤腺，能分泌油脂以保护羽毛不致变形，并可防水，故雁鸭等水禽的尾脂腺特别发达。
3. 换羽：鸟类的羽毛是定期更换的，称为换羽。通常每年有 2 次换羽，繁殖结束后所换的新羽称冬羽，早春所换的新羽称夏羽或婚羽。
4. 综荐骨：是鸟类特有的结构，由后几枚胸椎、腰椎、荐椎和前几枚尾椎愈合而成，且与宽大的骨盘相愈合，使鸟类在地面步行时获得支持体重的坚实支架。
5. 尾综骨：鸟类尾骨退化，最后几枚尾骨愈合成一块尾综骨，以支撑扇形的尾羽。
6. 开放式骨盘（盆）：鸟类耻骨退化，左右坐骨、耻骨不像其它陆生脊椎动物那样在腹中线处相汇合联结，而是一起向侧后方伸展，与产大型硬壳卵有关。
7. 双重呼吸：鸟类由于有发达的气囊系统与肺相连以及肺由互相连通的三级支气管网组成，呼吸一次，进行了两次气体交换，与飞翔时耗氧量高相适应。
8. 完全双循环：自鸟类开始，心房与心室完全分隔，心脏分为左右心室和左右心房，在肺循环和体循环途径中动脉血和静脉血完全分开。提高了携带氧的能力
9. 巩膜骨：是巩膜前壁内着生的一圈覆瓦状排列的环形骨片，构成眼球壁的坚强支架，使鸟在飞行时不致因强大气流压力而使眼球变形。
10. 栉膜：是后眼房内的视神经背方伸入一个具有色素的、多褶的和富有血管的结构，主要有营养视网膜的功能。
11. 双重调节（视觉）：鸟类所特有，眼球的前巩膜角膜肌能改变角膜的屈度，



后巩膜角膜肌能改变晶体的屈度。

12. 腔上囊：鸟类泄殖腔背方的特殊腺体，幼鸟发达，成体失去囊腔成为一个有淋巴上皮的腺体结构，腔上囊还被用做鉴定鸟类年龄的一种指标。
13. 气囊：鸟类的呼吸系统十分特化，有发达的气囊系统与肺气管相通连，使鸟类具有双重呼吸，还可避免内脏摩擦及起到冷却作用。鸟类的气囊一共有 9 个。
14. 孵卵斑：鸟类腹部的裸区，与孵卵有密切关系，雌鸟在孵卵期间，腹部羽毛大量脱落，称孵卵斑。
15. 占区：鸟类在繁殖期常各自占有一定的领域，不许其它鸟类(尤其是同种鸟类)侵入，称为占区现象。所占的一块领地叫领域。
16. 窝卵数：每种鸟类在巢内所产的满窝卵数目。
17. 早成雏：孵出时已充分发育，被有密的绒羽，眼已张开，腿脚有力，待羽干后，即可随亲鸟觅食，如多数陆禽。
18. 晚成雏：出壳时尚未充分发育，体表光裸或微具稀疏绒羽，眼不能睁开，需由亲鸟喂养。如雀形目及猛禽等。
19. 迁徙：迁徙是对改变着的环境条件的一种积极的适应本能，是每年在繁殖区和越冬区之间的周期性迁居，有定期、定向、集群等特点。
20. 留鸟：终年留居在出生地、不发生迁徙的鸟类，如麻雀。
21. 候鸟：在春秋两季，沿着固定的路线，往来于繁殖区和越冬区域之间，分为夏候鸟，冬候鸟。如家燕。

二、填空题

1. 尾脂腺
2. 薄；松；缺乏腺体
3. 羽迹；羽区；裸区
4. 角质鳞片；正羽；绒羽；纤羽
5. 迁徙；越冬；繁殖；甲状腺
6. 颈椎；胸椎；腰椎；荐椎；尾椎
7. 髌骨；坐骨；耻骨
8. 肩胛骨；鸟喙骨；锁骨
9. 胸小肌；胸大肌；胸骨
10. 栖肌；贯趾屈肌；腓骨中肌
11. 雀形目
12. 腺（前）胃；肌胃（砂囊）
13. 锁间气囊
14. 盐腺；眼眶上部；鼻间隔
15. 纹状体



16. 视觉；听觉；嗅觉
17. 睾丸；输精管
18. 非洲鸵鸟；澳洲鸵鸟(鸸鹋)；美洲鸵鸟；几维鸟
19. 企鹅
20. 企鹅

三、选择题

1. C 2. B 3. B 4. D 5. A 6. A 7. B 8. A 9. D 10. B 11. B 12. D 13. C

四、问答题

1. 鸟类与爬行动物相比，它的进步性特征是什么？

答：

- ①具有高而恒定的体温(约为 37.0~44.6℃)，减少了对环境的依赖性。
- ②具有迅速飞翔的能力，能借主动迁徙来适应多变的环境条件。
- ③具有发达的神经系统和感官，及与此相联系的各种复杂行为能更好地协调体内外环境的统一。
- ④具有较完善的繁殖方式和行为(如筑巢、孵卵和育雏)，保证了后代有较高的成活率。

2. 恒温在动物演化史上有什么意义？

答：①恒温是与无脊椎动物和低等脊椎动物(鱼类、两栖类、爬行类的本质区别)②高而恒定的体温，促进了体内各种酶的活动，大大提高了新陈代谢水平。③恒温是产热与散热过程的动态平衡。④恒温的出现，是动物有机体在漫长的发展过程中与环境条件对立统一的结果。

3. 鸟类有哪些适宜于飞行的特征？

答：(1) 身体外形呈流线型，减少飞行阻力。(2) 前肢特化为翼。(3) 皮肤柔软，有羽区和裸区之分。(4) 骨骼轻而坚固，骨骼内具有充气的腔隙，头骨、脊柱、骨盘和肢骨的骨块有愈合现象，肢骨与带骨有较大变形。(5) 使翼扬起和下才扇的胸小肌和胸大肌十分发达，背部肌肉退化，后肢具有适宜于栖树握枝的肌肉。(6) 直肠短、不贮存粪便，有利减轻体重。(7) 双重呼吸，保证了飞行时氧的供应。(8) 完全双循环，提高了运输氧的能力。(9) 排泄物为尿酸，不具膀胱，有利于减轻体重。(10) 小脑发达，有利于飞行中的平衡。(11) 视觉发达，具双重



调节，眼球内有特殊的巩膜骨。(12) 非生殖季节，生殖系统呈萎缩状态，雌性仅保留左侧卵巢和输卵管，有利于减轻体重。

4. 占区的生物学意义是什么？

答：(1) 保证营巢鸟类能在距巢址最近的范围内，获得充分的食物供应。(2) 调节营巢地区内鸟类种群的密度和分布，以能有效地利用自然资源。(3) 减少其它鸟类对配对、筑巢、交配及孵卵，育雏等活动的干扰。(4) 对附近参加繁殖的同种鸟类心理活动产生影响起着社会性的兴奋作用。

5. 研究鸟类迁徙有何意义？

答：(1) 在理论上能够揭示迁徙本能的形成及发展过程，为生物进化论以及有机体环境之间的复杂关系提供更为深入的资料。(2) 在实践上除了为有效地利用和控制经济鸟类，为改造自然区系提供理论基础外，还为仿生学提供了广阔的研究方向。

第十九章 哺乳纲

一、名词解释

1. 哺乳动物：哺乳动物是全身被毛、运动快速、恒温、胎生和哺乳的脊椎动物。它是脊椎动物中躯体结构、功能和行为最复杂的一个高等动物类群。
2. 胎生：哺乳动物的胎儿，通过胎盘和母体联系，并从母体获得营养，在母体内完成胚胎发育过程，称为胎生。
3. 妊娠：哺乳动物胎儿在母体子宫内完成胚胎发育过程，成为幼儿时产出，此过程称为妊娠。
4. 无蜕膜胎盘：部分哺乳动物的胚胎的尿囊和绒毛膜与母体子宫内膜结合不紧密，胎儿产出时不使子宫壁大出血，为无蜕膜胎盘。
5. 蜕膜胎盘：部分哺乳动物的胚胎的尿囊和绒毛膜与母体子宫内膜结为一体，因而胎儿产出时需将子宫壁内膜一起撕下，造成大量流血，为蜕膜胎盘。
6. 洞角：某些哺乳动物(如牛)的角不分叉，终生不更换，由头骨的骨角外面套以由表皮角质化形成的角质鞘构成。
7. 实角：某些哺乳动物(如鹿)的角为分叉的骨质角，通常多为雄兽发达，且每年脱换一次。
8. 胸廓：由胸椎，肋骨及胸骨构成，它保护内脏、完成呼吸动作和间接地支持前肢运动的重要器官。
9. 耳咽管：是连通咽部和中耳腔的通道，可调整中耳腔内的气压而保护鼓膜。
10. 会厌软骨：哺乳动物适应于吞咽食物碎屑，防止食物进入气管，在喉门外形成一个软骨的“喉门盖”即会厌软骨。



11. 食管沟：反刍动物幼兽从胃的贲门部开始，经网胃至瓣胃孔处，有一肌肉质的沟褶，称食管沟，借收缩可构成为暂时的管，使乳汁直接流入皱胃内，成体的食管沟退化。

12. 乳糜管：哺乳类小肠高度分化，小肠粘膜富有绒毛，血管和淋巴管，加强了对营养物质的吸收作用，乳糜管为输送脂肪的一种淋巴管，外观呈现白色。

13. 胼胝体：左右大脑半球通过许多神经纤维互相联络，神经纤维构成的通路称胼胝体，是哺乳类特有的结构。

二、填空

1. 翼手目；夜明砂
2. 啮齿
3. 须鲸
4. 长鼻目；植物
5. 散布状；鲸；叶状；反刍动物；环状；食肉；盘状；灵长目
6. 体外被毛
7. 肘；后；膝
8. 皮脂；竖毛
9. 调节体温的冷却
10. 针；绒；触
11. 表；多
12. 毛

三、选择题

1. A 2. D 3. C 4. B 5. B 6. A 7. C 8. A 9. B 10. A 11. D 12. B 13. B 14. D 15. B 16. C 17. A 18. B 19. C

四、问答题

1. 哺乳动物有哪些进步性特征？

答：

- ① 具有高度发达的神经系统和感官，能协调复杂的机能活动和适应多变的环境条件。
- ② 出现口腔咀嚼和消化，大大提高了对能量的摄取。
- ③ 具有高而恒定的体温(约为 25℃-37℃)，减少了对环境的依赖性。
- ④ 具有陆上快速运动的能力。
- ⑤ 胎生、哺乳，保证了后代有较高的成活率。

2. 胎生、哺乳在动物演化史上有什么意义？



答：胎生为发育的胚胎提供了保护，营养以及稳定的恒温发育条件，是保证酶活动和代谢活动正常进行的有利因素，使外界环境条件对胚胎发育的不利影响减低到最小程度；以乳汁哺育幼兽，它是使后代在优越的营养条件和安全保护下迅速成长的生物学适应，胎生、哺乳为哺乳动物生存和发展提供了广阔的前景。



第 1 单元 蛋白质

(一) 名词解释

1. 氨基酸、蛋白质等分子既含有酸性基团，又含有碱性基团，在中性 pH 的水溶液中，羧基等酸性基团脱去质子带负电荷，氨基等碱性基团结合质子带正电荷，这种既有带负电荷基团，又有带正电荷基团的离子称两性离子或两性离子，亦称偶极离子（dipolar ion）
2. 调节两性离子（氨基酸、蛋白质等）溶液的 pH，使该两性离子所带的净电荷为零，在电场中既不向正极，也不向负极移动，此时，溶液的 pH 称该两性离子的等电点（pI）。不同结构的两性离子有不同的 pI 值。
3. 构象是指具有相同结构式和相同构型的分子在空间里可能的多种形态，构象形态间的改变不涉及共价键的断裂。一个给定的蛋白质理论上可采取多种构象，但在生理条件下，只有一种或很少几种在能量上是有利的。
4. 多亚基蛋白质一般具有多个配体结合部位，结合在蛋白质分子的特定部位上的配体对该分子的其它部位所产生的影响(如改变亲和力或催化能力)称为别构效应。别构效应可分为同促效应和异促效应。
5. 在蛋白质中，特别是球状蛋白质中，经常可以看到由若干相邻的二级结构单元组合在一起，彼此相互作用，形成有规则、在空间上能辨认的二级结构组合体，充当三级结构的构件，称为超二级结构。称为超二级结构在结构的组织层次上高于二级结构，但没有构成完整的结构域。
6. 蛋白质的三级结构常可区分成 1 个和数个球状区域，折叠得较为紧密，各行其功能，称为结构域。
7. 蛋白质的三级结构指肽链在二级结构，超二级结构，结构域（对分子较大，由多个结构域的蛋白质而言）基础上形成的完整空间结构，一个三级结构单位通常由一条肽链组成，但也有一些三级结构单位是由经二硫键连接的多条肽链组成的，如胰岛素就是由两条肽链折叠成的 1 个三级结构单位。
8. 为肽链氨基酸测序的方法。异硫氰酸苯酯与肽段氨基末端的游离 α -氨基作用，再用冷稀酸处理，氨基末端残基从肽链上脱落下来，成为异硫氰酸苯酯的衍生物，用层析的方法可鉴定为何种氨基酸的衍生物。残留的肽链可继续与异硫氰酸苯酯作用，逐个鉴定出氨基酸的排列顺序。
9. 天然蛋白质因受物理的或化学的因素影响，其分子内部原有的高度规律性结构发生变化，致使蛋白质的理化性质和生物学性质都有所改变，但并不导致蛋白质一级结构的破坏，这种现象称变性作用。
10. H^+ 和 CO_2 浓度增加，会降低氧和血红蛋白的亲和力，使得血红蛋白的氧合曲线向右移动，提高了 O_2 从血红蛋白的释放量，这种作用称作 Bohr 效应。
11. 多克隆抗体是识别一个抗原的不同抗原决定簇的多种抗体的混合物。单克隆抗体由同一个 B 细胞克隆合成并分泌，是一种均一的抗体，识别同一个抗原决定簇。



12. 是一个协助新合成的多肽链正确折叠和转运的蛋白质家族。它们能够阻止部分肽段的错误折叠，抑制新生肽链的不恰当聚集，排除与其他蛋白质的不合理结合，协助多肽链的正确折叠和跨膜转运，协助寡聚蛋白的组装。

13. 低浓度的中性盐可以增加蛋白质的溶解度，这种现象称为盐溶。盐溶作用主要是由于蛋白质分子吸附某种盐类离子后，带电层使蛋白质分子彼此排斥，而蛋白质分子与水分子间的相互作用却加强，因而溶解度增高。当离子强度增加到足够高时，很多蛋白质可以从水溶液中沉淀出来，这种现象称为盐析。盐析作用主要是由于大量中性盐的加入使水的活度降低，原来溶液中的大部分甚至全部的自由水转变为盐离子的结合水。盐析法沉淀出来的蛋白质一般不变性，且不同的蛋白质可以用不同浓度的盐沉淀出来，称作分段盐析。盐析法是对蛋白质进行粗分离的常用方法。

(二) 填空题

1. 两性，负，正； 2. 7.59； 3. 2.97； 4. 苯丙氨酸，酪氨酸，色氨酸，色氨酸； 5. 16%，6.25； 6. $-NH_3^+$ ， H^+ ； 7. 甲硫氨酸，丝氨酸，脯氨酸，甘氨酸； 8. 肽，排列顺序； 9. 氢键； 10. 螺旋轴，3.6，0.54，0.15，100； 11. 分子，净电荷； 12. 长，大； 13. 血红素，增加，正协同效应，下降，Bohr 效应； 14. 破坏，不变，下降，丧失； 15. 水化层，双电层； 16. 糖基； 17. 2，2，二硫，2； 18. 减少，增加； 19. 疏水，亲水； 20. 赖氨酸，精氨酸；

(三) 选择题

1. (A) 色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸在 280nm 的摩尔消光系数分别为 5 500，540，120，显然色氨酸的光吸收最大。由于大多数蛋白质中含酪氨酸的量比色氨酸多，蛋白质在 280nm 处的光吸收主要来源于酪氨酸。肽键在 215nm 处具有最大的光吸收，胱氨酸中的二硫键在 240nm 处只有微弱的光吸收。半胱氨酸中的硫原子在这一波长范围内无明显光吸收。
2. (E) 谷氨酸和天冬氨酸含有两个羧基，而不是含有两个氨基。其它选项的叙述均是正确的。
3. (E) 在 pH7 时，赖氨酸的 R 基上的 $-NH_3^+$ 带有正电荷，缬氨酸和甘氨酸的 R 基不含可解离的基团，半胱氨酸的-SH 和酪氨酸的-OH 在 pH7 时不可能解离，因而不会带电荷。
4. (C) α -螺旋是蛋白质常见的、最典型的一种结构元件。而丝心蛋白没有 α -螺旋结构。羊毛、猪毛、鸟毛等蛋白质几乎全是 α -螺旋结构，不存在 β -折叠。不少蛋白质没有四级结构，但所有的蛋白质都具有三级结构。
5. (D) 组氨酸咪唑基的 pK_a 为 6.0，最接近于生理 pH 值。
6. (D) Arg 是碱性氨基酸，其等电点 $pI=1/2(pK_2+pK_3)=1/2(9.02+12.48)$
7. (A, B, C) 肽键的部分双键性质防止了肽键的自由旋转。肽键通常有反式构型，并且比 C-N 单键短。
8. (C) 典型的 α 螺旋是 3.6₁₃。表示每圈螺旋包含 3.6 个氨基酸残基，氢键所封闭的环有 13



个原子。

9. (D) α 螺旋的构象是相当稳定的，这是因为所有氨基酸残基都参与了链内氢键的形成。
10. (D) 维持蛋白质三级结构最主要的作用力是疏水作用力，二硫键是一种很强的共价键，但蛋白质形成特定的空间结构，最主要的作用力是氨基酸残基侧链的疏水相互作用。
11. (C) 血红蛋白与氧的结合有正协同效应，所以氧合曲线呈S形。
12. (C) 蛋白质的二级结构如 α 螺旋， β 折叠， β 转角等都是由氢键维持的。
13. (B, E) 肽键和二硫键属于共价键，氢键、盐键、疏水键、范德华力属于次级键。
14. (A) 有些有三级结构的蛋白质没有催化功能。
15. (C) 在pH6.0的条件下，pI为7.5的蛋白质带正电荷，向负极移动。
16. (A) 凝胶过滤时，分子体积最大的蛋白质最先被洗脱，蛋白质的带电状况和吸附作用对洗脱速度影响不大。
17. (C) 氨基酸与阳离子交换树脂作用力的大小次序是碱性氨基酸>中性氨基酸>酸性氨基酸。溶液的pH高于等电点时氨基酸带正电，低于等电点时氨基酸带负电。选项中Arg (pI为10.76) 所带正电荷最多，与交换树脂亲和力最强，后被洗脱。Asp (pI为2.77) 所带负电荷最多，与交换树脂亲和力最弱，先被洗脱。
18. (D) 低温盐析沉淀的蛋白质不会变性，题中列出的其它方法沉淀的蛋白质均会变性。
19. (D) 用6mol/L HCl水解蛋白质时，色氨酸完全破坏，天冬酰胺被水解成天冬氨酸，谷氨酰胺被水解成谷氨酸，丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸遭到部分破坏。
20. (B) SDS使蛋白质解离成亚基，并结合大量的SDS，从而使蛋白质分子带有足够的负电荷，消除了蛋白质分子原有的电荷差异，所以电泳速度只取决于蛋白质分子的大小。
21. (C, E) 曲线向右移动表明血红蛋白结合氧的能力降低，降低pH值或增加CO₂的分压均会导致血红蛋白与氧亲和力的下降，促使氧合血红蛋白释放氧，这就是所谓的波耳(Bohr)效应。
22. (D) 茚三酮反应可以鉴定并定量测定各种氨基酸，CNBr只断裂由甲硫氨酸残基的羧基参加形成的肽链，胰蛋白酶是蛋白水解酶，只断裂赖氨酸或精氨酸残基的羧基参与形成的肽键，多肽或蛋白质的末端氨基能与异硫氰酸苯酯反应，生成PTC-多肽或蛋白质。此方法可以用来测定氨基酸序列。
23. (B, C, D) 由于分子中四个氧结合位的协同作用使其饱和曲线呈S形。氧与血红蛋白结合并不引起亚铁离子价数的变化。一氧化碳和氰化物与血红蛋白的亲和力比氧大。
24. (B, C) 蛋白质变性是由于次级链断裂引起空间结构破坏，但一级结构保持完整，用透析法除去尿素有时可以使变性蛋白质复性，稀溶液中的蛋白质用弱酸、弱碱等变性后，有时可以不沉淀。
25. (D) 各种蛋白质含氮量的平均值是16%。因此含氮量为5%，它的蛋白质含量为
 $5 \div 16 \times 100 = 31.25\%$

(四) 判断题



- 1.错。不能用酸碱滴定法直接进行滴定，只能用甲醛滴定法滴定氨基。
- 2.对。
- 4.对。在多肽链的主链中 $1/3$ 为不能旋转的肽键。
- 5.错。溴化氰专一性地断裂甲硫氨酸的羧基参与形成的肽键。
- 6.对。
- 7.对。
- 8.对。
- 9.错。原子间的距离小于两个原子的范德华半径之和会产生范德华斥力。
- 10.错。 α -螺旋每 3.6 个氨基酸绕一圈，但除螺旋一端的 4 个-N-H 和另一端的 4 个-C=O 不参与形成氢键外，其余的-N-H 和-C=O 均参与氢键的形成。
- 11.错。原胶原分子是由 3 股左手螺旋扭曲成的右手螺旋。
- 12.对。
- 13.对。胎儿血红蛋白与 2, 3-DPG 的结合力弱，因而与氧的结合力强，有利于胎儿从母体血液获取氧。
- 14.错。随着 pH 的降低，血红蛋白与氧的结合力降低，这有利于血红蛋白在 CO_2 含量较高的组织释放氧。
- 15.错。真核生物的蛋白质折叠常有分子伴侣参与，所以，用原核生物表达的真核蛋白质不一定能自然地形成天然构象。另外，基因工程表达的蛋白质有时会形成包含体，需要先分离包含体，裂解包含体后，再使蛋白质复性，才能形成天然构象。
- 16.错。别构酶一般由多个亚基构成，SDS-PAGE 只能测定亚基的相对分子质量。
- 17.错。当溶液的 pH 小于某蛋白质的 pI 时，该蛋白质带净正电荷，向阴极移动。
- 18.错。用凝胶过滤法分离蛋白质时，相对分子质量大的蛋白质先流出层析柱。
- 19.对。
- 20.对。
- 21.错。O-糖肽键是指氨基酸残基的羟基 O 原子与寡糖链形成的糖苷键。

（五）分析和计算题

- 1.当一种氨基酸的净电荷用 $q = \text{pI} - \text{pH}$ 表达时，若 q 为正值，则该氨基酸带正荷；若 q 为负值，则该氨基酸带负电荷。 q 值的正与负和该氨基酸所带电荷的种类是一致的。如果采用 $q = \text{pH} - \text{pI}$ 来表达，则会出现相反的结果，即 q 为负值时，氨基酸带正电荷； q 为正值时，氨基酸带负电荷。因此，用 $\text{pI} - \text{pH}$ 更好。
- 2.每个氨基酸可解离基团的 pK_a 在生化书中可以查到（也可根据酸碱滴定曲线确定），氨基酸的净电荷为零时溶液的 pH（即等电点，pI）在滴定曲线上位于两个相应基团 pK_a 之间的中点，在这两个 pK_a 点上，它们的净电荷分别是 +0.5 和 -0.5。因此：（1）根据谷氨酸的解离曲线，其 pI 应该是它的 α -羧基和侧链羧基 pK_a 之和的算术平均值，即 $\text{pI} = (2.1 + 4.07) / 2 = 3.08$ ；（2）精氨酸 pI 应该是它的 α -氨基和侧链胍基的 pK_a 之和的算术平均值，即 $\text{pI} = (8.99 + 12.48) / 2 = 10.735$ 。



$/2=10.7$ ；(3) 丙氨酸 pI 应该是它的 α -氨基和 α -羧基 pK_a 值之和的算术平均值，即 $pI=(2.35+9.87)/2=6.11$ 。

3. 人血清蛋白的 $pI=4.64$ ，在 $pH5.5$ 的电场中带负电荷，向阳极移动；在 $pH3.5$ 的电场中带正电荷，向负极移动。血红蛋白的 $pI=7.07$ ，在 $pH7.07$ 不带净电荷，在电场中不移动；在 $pH9.0$ 时带负电荷，向阳极移动。胸腺组蛋白的 $pI=10.8$ ，在 $pH5.0$ 和 $pH8.0$ 时带正电荷，向阴极移动；在 $pH11.5$ 时带负电荷，在电场中向阳极移动。

4. 维持蛋白质溶液稳定的因素有两个：(1) 水化膜：蛋白质颗粒表面大多为亲水基团，可吸引水分子，使颗粒表面形成一层水化膜，从而阻断蛋白质颗粒的相互聚集，防止溶液中蛋白质的沉淀析出。(2) 同种电荷：在 $pH \neq pI$ 的溶液中，蛋白质带有同种电荷。若 $pH > pI$ ，蛋白质带负电荷；若 $pH < pI$ ，蛋白质带正电荷。同种电荷相互排斥，阻止蛋白质颗粒相互聚集而发生沉淀。沉淀蛋白质的方法，常用的有：(1) 盐析法，在蛋白质溶液加入大量的硫酸铵、硫酸钠或氯化钠等中性盐，去除蛋白质的水化膜，中和蛋白质表面的电荷，使蛋白质颗粒相互聚集，发生沉淀。用不同浓度的盐可以沉淀不同的蛋白质，称分段盐析。盐析是对蛋白质进行粗分离的常用方法。(2) 有机溶剂沉淀法：使用丙酮沉淀时，必须在 $0 \sim 4^\circ C$ 低温下进行，丙酮用量一般 10 倍于蛋白质溶液的体积，蛋白质被丙酮沉淀时，应立即分离，否则蛋白质会变性。除了丙酮以外，也可用乙醇沉淀。此外，还可用加重金属盐，加某些有机酸，加热等方法将样品中的蛋白质变性沉淀。

5. (1) 能提高蛋白质的稳定性。亚基结合可以减少蛋白质的表面积/体积比，使蛋白质的稳定性增高。(2) 提高遗传物质的经济性和有效性。编码一个能装配成同聚体的单位所需的基因长度比编码一个与同聚体相同相对分子质量的超长肽链所需的基因长度要小得多(如烟草花叶病毒的外壳有 2130 多个亚基)。(3) 形成功能部位。不少寡聚蛋白的单体相互聚集可以形成新的功能部位。(4) 形成协同效应。寡聚蛋白与配体相互作用时，有可能形成类似血红蛋白或别构酶那样的协同效应，使其功能更加完善。有些寡聚蛋白的不同亚基可以执行不同的功能，如一些酶的亚基可分为催化亚基和调节亚基。

6. (1) pH 值增加，Hb 与氧的亲和力增加。(2) CO_2 分压增加，Hb 与氧的亲和力下降。(3) O_2 分压下降，Hb 与氧的亲和力下降。(4) 2, 3-DPG 浓度下降，Hb 与氧的亲和力增加。(5) $\alpha_2\beta_2$ 解聚成单个亚基，Hb 与氧的亲和力增加。

7. (1) 由于 2, 3-BPG 是同脱氧 Hb A 中心空隙带正电荷的侧链结合，而脱氧 Hb F 缺少带正电荷的侧链 (β 链 143 位的 His 残基)，因此 2, 3-BPG 是同脱氧 Hb A 的结合比同脱氧 Hb F 的结合更紧。(2) 2, 3-BPG 稳定血红蛋白的脱氧形式，降低血红蛋白的氧饱和度。由于 Hb F 同 2, 3-BPG 亲和力比 Hb A 低，Hb F 受血液中 2, 3-BPG 影响小，因此 Hb F 在任何氧分压下对氧的亲和力都比 Hb A 大，(3) 亲和力的这种差别允许氧从母亲血向胎儿有效转移。

8. (1) α -螺旋：右手螺旋，一圈为 3.6 个氨基酸残基，螺旋轴延伸 0.54nm；任一个氨基酸残基的亚氨基均与其后第四个氨基酸残基的羰基形成氢键，氢键与螺旋轴基本平行，氢键封闭的原子为 13 个，称作 3.6₁₃；肽平面维持刚性结构，侧链伸向外侧，原子之间堆积紧密，



螺旋内基本无空隙，因此结构稳定。(2) β -折叠：多肽链充分伸展，各肽键平面之间折叠成锯齿状结构，侧链 R 基团交错位于锯齿状结构的上下方；两条以上肽键或一条肽键内的若干肽段平行排列，靠肽键羰基氧和亚氨基氢形成氢键维系，使构象稳定；两条肽键走向相同或相反。(3) β -转角：在球状蛋白质分子中，肽链主链常常会出现 180° 回折，回折部分成为 β 转角，在 β 转角中第一个残基的 C=O 与第四个残基的 N-H 形成氢键，使 β 转角成为比较稳定的结构。

9. 蛋白质变性后，氢键等次级键被破坏，蛋白质分子就从原来有秩序卷曲的紧密结构变为无秩序的松散伸展状结构。即二、三级以上的高级结构发生发生改变或破坏，但一级结构没有破坏。变性后，蛋白质的溶解度降低，是由于高级结构受到破坏，使分子表面结构发生变化，亲水基团相对减少，容易引起分子间相互碰撞发生聚集沉淀，蛋白质的生物学功能丧失，由于一些化学键的外露，使蛋白质的分解更加容易。

10. (1) 在低 pH 值时，羧基质子化，蛋白质分子带有大量的净正电荷，分子内正电荷相斥使许多蛋白质变性，蛋白质分子内部疏水基团因此而向外暴露，使蛋白质溶解度降低，因而产生沉淀。(2) 加入少量盐时，对稳定带电基团有利，增加了蛋白质的溶解度。但是随着盐离子浓度的增加，盐离子夺取了与蛋白质结合的水分子，降低了蛋白质的水合程度。使蛋白质水化层破坏，从而使蛋白质沉淀。(3) 在等电点时，蛋白质分子之间的静电斥力最小，所以其溶解度最小。(4) 加热会使蛋白质变性，蛋白质内部的疏水基团被暴露，溶解度降低，从而引起蛋白质沉淀。(5) 非极性溶剂减小了表面极性基团的溶剂化作用，使蛋白质分子与水之间的氢键减少，促使蛋白质分子之间形成氢键，蛋白质的溶解度因此而降低。(6) 介电常数的下降对暴露在溶剂中的非极性基团有稳定作用，促使蛋白质肽链的展开而导致变性。

11. 凝胶过滤时，凝胶颗粒排阻 M_r 较大的蛋白质，仅允许 M_r 较小的蛋白质进入颗粒内部，所以 M_r 较大的蛋白质只能在凝胶颗粒之间的空隙中通过，可以用较小体积的洗脱液从层析柱中洗脱出来。而 M_r 小的蛋白质必须用较大体积的洗脱液才能从层析柱中洗脱出来。SDS-PAGE 分离蛋白质时，所有的蛋白质均要从凝胶的网孔中穿过，蛋白质的相对分子质量越小，受到的阻力也越小，移动速度就越快

12. (1) 设最低相对分子质量为 X ，根据题意可列出：

$$\frac{100}{0.58} = \frac{X}{204} \quad \text{或} \quad X = \frac{100 \times 204}{0.58} \approx 35172$$

(2) 用凝胶过滤测得牛血清白蛋白相对分子质量大约为 SDS-PAGE 的两倍，说明该蛋白质含有 2 个色氨酸残基，若色氨酸百分含量的测定值准确，则牛血清蛋白较准确的相对分子质量为 $3517 \times 2 = 70344$ 。



第 2 单元 核酸

(一) 名词解释

1. 核酸从双链变为单链的无规则卷曲状态时，在 260nm 处的吸光度增加，称“增色效应”。
2. 不同的 DNA 片段之间，DNA 片段与 RNA 片段之间，如果彼此间的核苷酸排列顺序互补也可以复性，形成新的双螺旋结构。这种按照互补碱基配对而使不完全互补的两条多核苷酸相互结合的过程称为分子杂交。
3. 聚合酶链式反应(PCR)是扩增样品中的 DNA 量和富集众多 DNA 分子中的一个特定的 DNA 序列的一种技术。在该反应中，使用与目的 DNA 序列互补的寡核苷酸作为引物，进行多轮的 DNA 合成。其中包括 DNA 变性，引物退火和在 Taq DNA 聚合酶催化下的 DNA 合成。
4. DNA 的变性是指 DNA 双螺旋区的氢键断裂，变成单链并不涉及共价键的断裂。DNA 的复性是指变性 DNA 在适当条件下，又可使两条彼此分开的链重新缔合成为双螺旋结构。
5. 通常把加热变性 DNA 使增色效应达到最大增量一半时的温度称为该 DNA 的熔点或熔解温度，用 T_m 表示。
6. 内含子是指结构基因中存在于外显子之间的非编码序列，也是基因中不表达的序列，属插入序列。外显子是指基因中编码蛋白质的序列。

(二) 填空题

1. β ，糖苷，磷酸二酯；
2. 增加，下降，升高，丧失；
3. 2，3.4，10；
4. 左；
5. mRNA；
6. 双脱氧核苷三磷酸；
7. 氢键，碱基堆积力；
8. 核糖，脱氧核糖，核糖，2'-OH。

(三) 选择题

1. (A,C,D) DNA 对碱较稳定，因此 DNA 常用热变性和碱变性。当两条不同来源的 DNA (或 RNA) 链或 DNA 链与 RNA 之间存在互补序列时，在一定条件下可以发生互补配对形成双螺旋分子，即杂交分子。分子杂交是常用标记的探针与待测分子杂交。
2. (E) DNA 的复性速度与温度,分子内的重复序列,pH,变性 DNA 的起始浓度,DNA 长度都有关系。
3. (D) 按照碱基配对规律，A 和 T 的含量 15%，G 和 C 的含量应为 35%。
4. (D) DNA 的变性是指 DNA 双螺旋区的氢键断裂变成单链，并不涉及共价键的断裂。
5. (D) 因为 mRNA 含有 polyA 尾，所以用寡聚 dT-纤维素柱可以从总 RNA 中分离 mRNA。
6. (C) A 和 T 之间形成两个氢键，G 和 C 之间形成三个氢键。
7. (B) 因为 DNA 分子中 A-T,G-C 配对，所以 $T=G=C, A+G=T+C, A+C=T+G$ 。
8. (A) DNA 的 T_m 值与 G-C 含量成正比，所以 G-C 含量最高的， T_m 值应最高。

(四) 判断题

1. 对。生物体内的负超螺旋 DNA 容易解链，便于进行复制、转录等反应。
2. 对。因为 RNA 有局部双螺旋结构，变性之后形成单链状，所以有增色效应。
3. 错。双螺旋内部碱基对与碱基对间是重叠的电子云，水分子无法进入。
4. 错。真核生物的结构基因中包括内含子和外显子，经转录、加工后只有外显子部分翻译成



蛋白质，与蛋白质氨基酸序列相对应。

5.对。可以减弱核苷酸链之间的磷酸基之间的排斥作用，从而使其分开更难， T_m 升高。

6.对。RNA 可形成局部双螺旋，两链之间是反向平行的。

（五）分析计算题

1.（1）两条反向平行的多核苷酸链围绕同一中心轴相互缠绕形成右手螺旋；（2）嘌呤和嘧啶碱位于双螺旋的内侧，磷酸和核糖在外侧，彼此通过 3', 5'磷酸二酯键相连接，形成 DNA 分子的骨架。碱基平面和纵轴垂直，糖环的平面则和纵轴平行；（3）双螺旋的平均直径为 2nm，两个相邻的碱基对之间相距的高度，碱基堆积距离为 0.34nm，两个核苷酸之间的夹角为 36 度；（4）两条核苷酸链依靠彼此碱基之间形成的氢键相联系而结合在一起；（5）碱基在一条链上的排列顺序不受任何限制。

2.DNA 的变性从开始解链到完全解链，是在一个相当窄的温度范围内完成的，在这一范围内，紫外线吸收值的增加量达到最大增加量的 50%时的温度为 DNA 的解链温度（溶解温度，melting temperature, T_m ）。 T_m 值大小主要与 GC 含量有关，GC 含量越高， T_m 值越大；另外核酸分子越大， T_m 值也越大，溶液 pH 值大于 11.3，核酸完全变性，小于 5.0 则核酸容易脱嘌呤。降低溶液的离子强度会使 T_m 值下降，尿素等变性剂也会使 T_m 值下降。在实验中， T_m 值计算公式： $T_m=69.3+0.41(G+C\%)$ ，小于 20bp 的寡核苷酸： $T_m=4(G+C)+2(A+T)$ 。

3.每个体细胞的 DNA 的总长度为： $6.4 \times 10^9 \times 0.34\text{nm} = 2.176 \times 10^9 \text{nm} = 2.176\text{m}$ ，

3.人体内所有体细胞的 DNA 的总长度为： $2.176\text{m} \times 10^{14} = 2.176 \times 10^{11}\text{km}$

这个长度与太阳-地球之间距离（ 2.2×10^9 公里）相比为： $2.176 \times 10^{11} / 2.2 \times 10^9 = 99$ 倍，每个核苷酸重 $1 \times 10^{-18}\text{g} / 1000 = 10^{-21}\text{g}$ ，所以，总 DNA $6.4 \times 10^{23} \times 10^{-21} = 6.4 \times 10^2 = 640\text{g}$

4.DNA 双链转化成单链的过程成变性。引起 DNA 变性的因素很多，如高温、超声波、强酸、强碱、有机溶剂和某些化学试剂（如尿素，酰胺）等都能引起变性。DNA 变性后的理化性质变化主要有：（1）天然 DNA 分子的双螺旋结构解链变成单链的无规则线团，生物学活性丧失；（2）天然的线型 DNA 分子直径与长度之比可达 1: 10，其水溶液具有很大的黏度。变性后，发生了螺旋-线团转变，黏度显著降低；（3）在氯化铯溶液中进行密度梯度离心，变性后的 DNA 浮力密大大增加；（4）沉降系数 S 增加；（5）DNA 变性后，碱基的有序堆积被破坏，碱基被暴露出来，因此，紫外吸收值明显增加，产生所谓增色效应。（6）DNA 分子具旋光性，旋光方向为右旋。由于 DNA 分子的高度不对称性，因此旋光性很强，其 $[\alpha] = 150$ 。当 DNA 分子变性时，比旋光值就大大下降。

5.热变性后的 DNA 片段在进行复性时，不同来源的变性核酸（DNA 或 RNA）只要有一定数量的碱基互补（不必全部碱基互补），就可形成杂化的双链结构。此种使不完全互补的单链在复性的条件下结合成双链的技术称为核酸杂交。用被标记的已知碱基序列的单链核酸小分子作为探针，可确定待检测的 DNA，RNA 分子中是否有与探针同源的碱基序列。用此原理，制作探针，再通过杂交，可用于细菌，病毒，肿瘤和分子病的诊断（基因诊断）。也可用于基因定位，目的基因筛选，基因表达状况的分析等研究工作。



第3单元 糖类与脂类

(一) 名词解释

- 1.凝集素：一类非抗体的糖蛋白或蛋白质，它能与糖类转一地非共价结合，并具有凝结细胞和沉淀聚糖和复合糖的作用。
- 2.差向异构体：分子之间仅有一个手性碳原子的构型不同的非对映异构体称为差向异构体，例如葡萄糖和甘露糖、半乳糖和葡萄糖之间除仅有一个-OH 位置不同外，其余结构完全相同，它们之间称为差向异构体。
- 3.必需脂肪酸：人体和哺乳动物不能够向脂肪酸引入超过 Δ^9 的双键，因而不能合成亚油酸和亚麻酸，这两种脂肪酸对人体功能是必不可少的，但必须有膳食提供，因此被称为必需脂肪酸。
4. 自由基：也称游离基，是指含有奇数价电子并因此在一个轨道上具有一个未成对电子的原子或原子团。

(二) 填空题

- 1.葡萄糖，果糖，Glc($\alpha 1 \rightarrow \beta 1$)Fru； 2.N-糖肽键，O-糖肽键； 3.己糖醛酸，己糖胺； 4.简单脂，复合脂，衍生脂； 5. 顺磁性，反应性强，寿命短； 6. 引发，增长，终止；

(三) 选择题

1. (B) 葡萄糖属于还原性单糖，可以被 Cu^{2+} 氧化，显示还原性。
2. (A) 葡萄糖可以被 Fehling 试剂氧化为醛糖酸，Fehling 中的 Cu^{2+} 本身被还原为 Cu^+ 。
3. (C) 糖苷是单糖的半缩醛羟基与另外一分子化合物发生缩合形成的缩醛。蔗糖分子中没有半缩醛，因此，不能够形成糖苷键。
4. (A,C) 蔗糖能被 α -葡萄糖苷酶和蔗糖酶水解，而不能被 β -葡萄糖苷酶水解， α -淀粉酶只水解淀粉，对蔗糖也没有水解作用。
5. (A) β -环状糊精是由 7 个葡萄糖单位通过 α -1,4 糖苷键连接而成的环状结构。
6. (A,C) 脂类化合物除了含有 C、H 和 O 三种元素外，还含有其他元素，因此 B 是错误的；一些脂类化合物不能被皂化，例如固醇类、萜类等；在常温下动物脂肪为固态，植物油一般呈液态。
7. (A,B,E) 纯的甘油磷脂为白色蜡状固体。磷脂分子中含有极性基团和非极性基团，因此属于两亲分子。不同的磷脂在 pH 为 7 时所带的静电不同，有些磷脂在 pH 为 7.0 时可能不带电荷。
8. (A,B,D) 类固醇也叫甾醇，这类化合物的结构以环戊烷多氢菲为基础。大多数类固醇具有生物活性。类固醇不能被皂化，属于不可以皂化的类脂。

(四) 判断题

- 1.错。虽然乳酸分子中的 H、O 原子之比为 2 : 1，但乳酸属于有机酸类化合物，不属于糖类。
- 2.错。支链淀粉由多个非还原端，还原端只有一个。



- 3.错。直链淀粉的二级结构是左手螺旋，每圈螺旋含有 6 个残基。
- 4.错。直链淀粉的二级结构为左手螺旋，每圈螺旋含有 6 个残基，纤维素为伸展链式结构；直链淀粉遇碘形成深蓝色复合物，而纤维素无此现象；直链淀粉微溶于水，纤维素不溶于水。
- 5.错。构成生物膜的脂类化合物包括磷脂、胆固醇、糖脂等。
- 6.错。 γ -亚麻酸属于 ω -6 多不饱和脂肪酸。
- 7.对。
- 8.错。血浆中 LDL 水平高而 HDL 水平低的个体容易患心血管疾病。
- 9.错。生物膜中含有鞘磷脂。

（五）分析和计算题

1.糖蛋白是广泛存在与动物、植物和微生物中的一类含糖基（或糖衍生物）的蛋白质，糖基与蛋白质的氨基酸以共价键结合。糖蛋白中的寡糖链大小不一，小的仅为 1 个单糖，复杂的有 10~20 个单糖分子或其衍生物组成的。有的寡糖链是直链，有的为支链，组成寡糖链的单糖主要有葡萄糖、甘露糖、木糖、岩藻糖、N-乙酰-氨基葡萄糖、N-乙酰-氨基半乳糖、葡萄糖醛酸和艾杜糖醛酸等。糖蛋白的主要生物学功能：（1）激素功能：一些糖蛋白属于激素，例如促滤泡激素、促黄体激素、绒毛膜促性腺激素等均属于糖蛋白。（2）保护机体：细胞膜中的免疫球蛋白、补体也是糖蛋白。（3）凝血和纤溶作用：参与血液凝固和纤溶的蛋白质例如凝血酶原、纤溶酶原均为糖蛋白。（4）具有运输功能：例如转运甲状腺素的结合蛋白、运输铜元素的铜蓝蛋白、运输铁元素的转铁蛋白等均属于糖蛋白。（5）决定血液的类型：决定血型的凝集原 A,B,O 以糖蛋白和糖脂的形式存在。（6）与酶的活性有关：糖蛋白在酶的新生肽链折叠、转运和保护等方面普遍起作用。（7）一些凝集素属于糖蛋白。

2.细菌细胞壁主要由多糖组成，但也含有蛋白质和脂质。革兰氏阳性细菌的细胞壁是由多层网状结构的肽聚糖组成，并有磷壁酸与之相连。革兰氏阴性细菌的细胞壁也含有肽聚糖，但只是单层，并且不含磷壁酸，此外在肽聚糖外面覆盖着一层脂双层膜，是由脂多糖、脂蛋白、膜孔蛋白和磷脂组成。肽聚糖中的肽键主要是四肽侧链的 N 端通过酰胺键与 N-乙酰-胞壁酸残基上的乳酸基相联接。糖蛋白中肽键有两种连接方式：N-糖肽键和 O-糖肽键。N-糖肽键：是指 N-乙酰葡萄糖胺异头碳与天冬酰胺的 γ -酰胺 N-原子共价连接而成的 N-糖苷键。O-糖肽键是糖基异头碳与蛋白质的羟基连接而成的糖苷键。

3.糖原结构与支链淀粉的结构很相似，糖原的分支较多，平均每 8~12 个残基发生一次分支。糖元高度的分支结构一则可以增加分子的溶解度，二则将有更多的非还原端同时接受到降解酶的作用，加速聚合物转化为单体，有利于及时动用葡萄糖库以供生物体代谢的急需。

纤维素是线性葡聚糖，残基间通过 β （1 \rightarrow 4）糖苷键连接的纤为二糖单位。纤维素链中的每一个残基相对前一个翻转 180 $^{\circ}$ ，使链采取完全伸展的构象。相邻、平行的伸展链在残基环面的水平向通过链内和链间的氢键网形成片层结构。若干条链聚集成周期性晶格的分子束，称微晶或胶束。多个胶束形成微纤维，在植物细胞中，纤维素包埋在果胶、半纤维素、木质素、伸展蛋白等组成的基质中。纤维素与基质粘合在一起增强了细胞壁的抗张强度和机械性



能，以适应植物抵抗高渗透压和支撑高大植株的需要。

4. (1) 磷脂酰乙醇胺 亲水部分：乙醇胺；疏水部分：1, 2-二脂酰基；(2) 鞘磷脂（以胆碱鞘磷脂为例）亲水部分：磷酸胆碱；疏水部分：神经酰胺；(3) 半乳糖基脑苷脂 亲水部分：半乳糖残基；疏水部分：神经酰胺；(4) 神经节苷脂 亲水部分：含有唾液酸的寡糖链残基；疏水部分：神经酰胺；(5) 胆固醇 亲水部分：C3 位的羟基；疏水部分：甾核和 C17 上的烷烃侧链。

第 4 单元 酶和辅酶

(一) 名词解释

1. 米氏常数 (K_m 值)：是米氏酶的一个重要参数。 K_m 值是酶反应速度 (v) 达到最大反应速度 (V_{max}) 一半时底物的浓度 (单位 mol 或 mmol)。米氏常数是酶的特征常数，只与酶的性质有关，不受底物浓度和酶浓度的影响。

2. 寡聚酶：有两个或两个以上亚基组成的酶称为寡聚酶。寡聚酶中的亚基可以是相同的，也可以是不同的。亚基间以非共价键结合，容易用酸碱，高浓度的盐或其它的变性剂分离。寡聚酶的相对分子质量从 35 000 到几百万。

4. 变构酶：或称别构酶，一般具有多个亚基，在结构上除具有活性中心外，还具有可结合调节物的别构中心，活性中心负责酶对底物的结合与催化，别构中心负责调节酶反应速度。

5. 同工酶：是指有机体内能够催化同一种化学反应，但其酶蛋白本身的分子结构组成及理化性质却有所不同的一组酶。

6. 活性中心：酶分子中直接与底物结合，并催化底物发生化学反应的部位，称为酶的活性中心。由若干个在一级结构上相距很远，但在空间结构上彼此靠近的氨基酸残基集中在一起形成具有一定空间结构的区域，该区域与底物相结合并将底物转化为产物，对于结合酶来说，辅酶或辅基往往是活性中心的组成成分。

7. 竞争性抑制作用：通过增加底物浓度可逆转的一种酶抑制类型。竞争性抑制剂因具有与底物相似的结构，通常与正常的底物或配体竞争酶的结合部位。这种抑制使得 K_m 增大，而 V_{max} 不变。

8. 非竞争抑制作用：抑制剂与酶活性中心以外的基团结合，形成酶-抑制剂或酶-底物-抑制剂复合物的一种酶促反应抑制作用。这种抑制使得 V_{max} 变小，但 K_m 不变。这种抑制不能通过增加底物浓度的方法解除。

9. 反竞争性抑制作用：抑制剂与酶-底物复合物结合，而不与游离酶结合的一种酶促反应抑制作用。这种抑制作用使得 V_{max} 和 K_m 都变小，但 V_{max}/K_m 比值不变。

10. 抗体酶：也叫催化性抗体，是抗体的高度选择性和酶的高效催化能力巧妙结合的产物，本质上是一类具有催化能力的免疫球蛋白，在其可变区赋予了酶的属性。

11. 酶原的激活：有些酶在细胞内合成和初分泌时，并不表现有催化活性，这种无活性状态的酶的前身物称为酶原。在一定条件下，受某种因素的作用，酶原分子的部分肽键被水解，使分子结构发生改变，形成酶的活性中心，无活性的酶原转化成有活性的酶称为酶原的激活。

12. 别构效应：又称为变构效应，当某些寡聚蛋白的别构中心与别构效应剂（变构效应剂）发生作用时，可以通过蛋白质构象的变化来改变酶的活性，这种改变可以是活性的增加或减少。别构效应剂（变构效用剂）可以是蛋白质本身的作用物也可以是作用物以外的物质（如



底物、激活剂、抑制剂等)。

13.正协同效应：当底物与一个亚基上的活性中心结合后，引起酶分子构象的改变，使其它亚基的活性中心与底物的结合能力增强的作用，称为正协同效应。

14.共价修饰调节：指一类可在其它酶的作用下对其结构通过共价修饰（如磷酸化、腺苷酰化），使该酶在活性形式与非活性形式之间相互转变，这种调节称为共价修饰调节。

15.酶活力：也称酶活性，指酶催化一定化学反应的能力，可用在一定条件下它所催化的某一化学反应的速度表示。单位：浓度/单位时间。

16.不可逆抑制作用：某些抑制剂通常以共价键与酶蛋白中的必须基团结合，而使酶失活，抑制剂不能用透析、超滤等物理方法除去，由这样的不可逆抑制剂引起的抑制作用称不可逆抑制作用。

17.可逆抑制作用：可逆抑制作用的特点是抑制剂以非共价键与酶蛋白中的必须基团结合，可用透析等物理方法除去抑制剂而使酶重新恢复活性。

(二) 填空题

1.变构中心，S，直角双； 2. $1\mu\text{mol}/\text{min}$ ； 3. $-1/K_m$, $1/V_{\text{max}}$ ； 4. n, 小； 5. 蛋白激； 蛋白磷酸酯； 6. 1:5； 7. 活化能，活化，加快； 8. 竞争性，非竞争性； 9. FAD, NAD^+ , NADP^+ , B_{12} 辅酶； 10. 340nm ； 11. 夜盲，佝偻病，软骨病，坏血病，糙皮病，维生素 B_1 ，维生素 B_2 ，恶性贫血，巨幼红细胞性贫血； 12. TPP, FMN, FAD, NAD^+ , NADP^+ , 磷酸吡哆醛，磷酸吡哆胺，磷酸吡哆醛，一碳单位转移酶，四氢叶酸，羧化酶的辅酶，ACP, CoA；

(三) 选择题

- (B) 酶是生物催化剂，在反应前后其含量没有发生变化，酶之所以能使反应快速进行，就是它降低了反应的活化能。
- (A,B,C,D) K_m 值是酶的特征性常数，只与酶的性质有关，与酶的浓度无关。酶的种类不同， K_m 值不同，同一种酶与不同底物作用时， K_m 值也不同， K_m 值愈小，酶与底物亲和力愈大。
- (C) 酶原激活实质上是水解一定的肽键，使酶的活性中心形成或暴露的过程。
- (A) 同工酶是指催化的化学反应相同但分子结构和理化性质有所不同的一组酶。这类酶存在于生物的同一种属或同一个体的不同组织、甚至同一组织或细胞中。
- (E) 在反应初速率阶段，产物浓度很低，反应 $\text{E}+\text{P}\rightarrow\text{ES}$ 的速率极小，可以忽略不计；通常参与反应的底物浓度远高于酶浓度，因此被酶结合的底物量非常少，可以忽略不计。
- (D) 乳酸脱氢酶 (lactate dehydrogenase, LDH)，具有五种分子组成形式： LDH_5 (M_4)、 LDH_4 (M_3H)、 LDH_3 (M_2H_2)、 LDH_2 (MH_3)、 LDH_1 (H_4)。
- (B) 酶的比活力是指单位质量的酶蛋白所含的活力单位数。
- (B) 有些辅酶不是来自维生素，脂溶性维生素也不是合成前列腺素的前体，所有的 B 族维生素和维生素 C 都是辅酶或是辅酶的前体。

(四) 判断题

- 错。底物应该过量才能更准确的测定酶的活力。
- 对。当 $[\text{S}]\gg K_m$ 时， v 趋向于 V_{max} ，因为 $v=k_3[\text{E}]$ ，所以可以通过增加 $[\text{E}]$ 来增加 v 。
- 错。酶最适温度与酶的作用时间有关，作用时间越长，则最适温度低。
- 错。别构酶的速度-底物关系曲线不一定均呈 S 形曲线，负协同效应为平坦的双曲线形式。
- 对。过渡态互补学说认为，酶与底物形成中间物的过程中，酶和底物的结构均会发生一定



的变化，与酶结合的是底物的过渡态，因此，过渡态类似物更容易与酶的活性部位结合。

6.错。能催化蛋白质磷酸化反应的酶称为蛋白激酶。

7.对。

8.错。维生素摄入不足能引起疾病，摄入过多的脂溶性维生素可以在体内储存而引起维生素中毒。

9.错。维生素 C 是水溶性的，在体内不能储存。

（五）分析和计算题

1. (1) 蛋白浓度=0.2×6.25mg/2mL=0.625mg/mL;

(2) 比活力=(1500/60×1ml/0.1mL)÷0.625mg/mL=400U/mg;

(3) 总蛋白=0.625mg/mL×1000mL=625mg;

(4) 总活力=625mg×400U/mg=2.5×10⁵U。

2.竞争性抑制是指抑制剂 I 和底物 S 对游离酶 E 的结合有竞争作用，互相排斥，已结合底物的 ES 复合物，不能再结合 I；同样已结合抑制剂的 EI 复合物，不能再结合 S。多数竞争性抑制在化学结构上与底物 S 相似，能与底物 S 竞争与酶分子活性中心的结合，因此，抑制作用大小取决于抑制剂与底物的浓度比，加大底物浓度，可使抑制作用减弱甚至消除。竞争性抑制作用的双倒数曲线与无抑制剂的曲线相交于纵坐标 $1/V_{max}$ 处，但横坐标的截距，因竞争性抑制存在而变小，说明该抑制作用，并不影响酶促反应的最大速度 V_{max} ，而使 K_m 值变大。非竞争性抑制是指抑制剂 I 和底物 S 与酶 E 的结合互不影响，抑制剂 I 可以和酶 E 结合生成 EI，也可以和 ES 复合物结合生成 ESI。底物 S 和酶 E 结合成 ES 后，仍可与 I 结合生成 ESI，但一旦形成 ESI 复合物，再不能释放酶 E 和形成产物 P。其特点是：I 和 S 在结构上一般无相似之处，I 常与酶分子活性部位以外的化学基团结合，这种结合并不影响底物和酶的结合，增加底物浓度并不能减少 I 对酶的抑制程度。非竞争性抑制剂的双倒数曲线与无抑制剂的曲线相交于横坐标 $-1/K_m$ 处，但纵坐标的截距，因竞争性抑制存在变大，说明该抑制作用，不影响酶促反应的 K_m 值，而使 V_{max} 值变小。

3.酶的专一性是指酶对催化的反应和反应物所具有的选择性。根据对底物的选择性，酶的专一性可以分为结构专一性和立体异构专一性。结构专一性指每对底物的特征结构——化学键或功能团等有选择，例如肽酶只能水解肽键，酯酶只作用酯键。立体异构专一性指酶对底物的构型有选择。例如只作用于 L 构型或只作用于顺式构型。根据过渡态互补假说，酶的专一性实质上是酶与底物分子在结构上互补。研究酶的专一性可以揭示酶的催化机理，获得有关酶的结构与功能信息，为酶的应用、酶分子设计或分子修饰提供指导。在生物化工中运用酶的专一性可以减少副反应，特别是利用酶的立体异构专一性进行不对称合成或不对称拆分。

4. 酶的活性中心往往是若干个在一级结构上相距很远，但在空间结构上彼此靠近的氨基酸残基集中在一起形成具有一定空间结构的区域，该区域与底物相结合并将底物转化为产物，对于结合酶来说，辅酶或辅基往往是活性中心的组成成分。酶的活力中心通常包括两部分：与底物结合的部位称为结合中心，决定酶的专一性；促进底物发生化学变化的部位称为催化中心，它决定酶所催化反应的性质以及催化的效率。有些酶的结合中心与催化中心是同一部分。对 ES 和 EI 的 X-射线晶体分析、NMR 分析、对特定基团的化学修饰、使用特异性的抑制剂和对酶作用的动力学研究等方法可用于研究酶的活性中心。

5. 影响酶催化效率的有关因素包括：(1) 底物和酶的邻近效应与定向效应，邻近效应是指



酶与底物结合形成中间复合物后，使底物和底物（如双分子反应）之间，酶的催化基团与底物之间结合于同一分子而使有效浓度得以极大的升高，从而使反应速率大大增加的一种效应；定向效应是指反应物的反应基团之间和酶的催化基团与底物的反应基团之间的正确取位产生的效应。（2）底物的形变和诱导契合（张力作用），当酶遇到其专一性底物时，酶中某些基团或离子可以使底物分子内敏感键中的某些基团的电子云密度增高或降低，产生“电子张力”，使敏感键的一端更加敏感，底物分子发生形变，底物比较接近它的过渡态，降低了反应活化能，使反应易于发生。（3）酸碱催化，酸碱催化是通过瞬时的向反应物提供质子或从反应物接受质子以稳定过渡态，加速反应的一类催化机制。（4）共价催化，在催化时，亲核催化剂或亲电子催化剂能分别放出电子或接受电子并作用于底物的缺电子中心或负电中心，迅速形成不稳定的共价中间复合物，降低反应活化能，使反应加速。（5）微环境的作用：酶的活性部位形成的微环境通常是疏水的，由于介电常数较低，可以加强有关基团之间的静电相互作用，加快酶促反应的速度。在同一个酶促反应中，通常会有上述的 3 个左右的因素同时起作用，称作多元催化。

6.底物浓度、酶含量、温度、pH、产物等均影响酶的活性，此外称为激活剂或抑制剂的某些无机或有机化学物质也会强烈影响酶的活性。天然酶在其自然环境中（细胞或组织中）是受到细胞调控的。细胞对酶的活性的控制主要是通过代谢反馈、可逆的共价修饰、细胞区室化（不同的区室 pH、底物浓度等不同，可以避免产物的积累）和酶原激活等控制。制备酶制剂时，要尽量避免高温、极端 pH、抑制剂等的影响，酶制剂应尽可能制成固体，并在低温下保存。无法制成固体的酶，可在液态低温保存，但要注意某些液态酶在冰冻时会失去活性。

第 5 单元 生物氧化

（一）名词解释

- 1.代谢物分子中的氢原子在脱氢酶作用下激活脱落后，经过一系列传递体的传递，最终将电子交给被氧化酶激活的氧而生成水的全部体系，称为呼吸链或电子传递链。
- 2.伴随着呼吸链电子传递过程发生的 ATP 的合成称为氧化磷酸化。氧化磷酸化是生物体内的糖、脂肪、蛋白质氧化分解，并合成 ATP 的主要方式。
- 3.在氧化磷酸化过程中，每消耗 1 摩尔氧原子与所消耗的无机磷酸的摩尔数称磷氧比值（P/O）。
- 4.在底物被氧化的过程中，底物分子内部能量重新分布产生高能磷酸键（或高能硫酯键），由此高能键提供能量使 ADP（或 GDP）磷酸化生成 ATP（或 GTP）的过程称为底物水平磷酸化。
- 5.使电子传递和氧化磷酸化作用偶联过程脱离的一类化学物质称为解偶联剂。它使呼吸链电子传递过程中泵出线粒体内膜的质子不经质子通道回流，但能通过其它途径使质子返回线粒体基质，从而破坏了内膜两侧的电化学梯度，结果使电子继续传递、组织耗氧增加，但没有 ATP 合成。
- 6.是由英国生物化学家 Peter Mitchell 于 1961 年提出的关于解释呼吸链电子传递与氧化磷酸



化作用偶联机制的一种假说。其基本观点是：电子经呼吸链传递释放的能量，将质子从线粒体内膜的内侧泵到内膜的外侧，在膜两侧形成电化学梯度而积蓄能量，当质子顺此梯度经 ATP 合成酶 F_0 通道回流时， F_1 催化 ADP 与 P_i 结合，形成 ATP。

（二）填空

1. 大，强； 2. 氧化磷酸化过程中，每消耗 1 摩尔氧原子与所消耗的无机磷酸的摩尔数之比，2.5，1，0； 3. 低，高； 4. 线粒体，质子，质子浓度，ATP。

（三）选择题

1. (D) 生物体内物质的脱氢反应、失去电子、羟化反应（加单氧）等都是氧化还原反应，但脱羧反应不涉及电子转移，不是氧化还原反应。
2. (C) 当质子不通过 F_0 进入线粒体基质的时候，ATP 就不能被合成，但电子照样进行传递，这就意味着发生了解偶联作用。
3. (C) 呼吸链并非仅仅由四种酶的复合体组成，呼吸链有些组分如 CytC、CoQ 就游离于四种酶的复合体之外。呼吸链各种组分都能传递电子，是递电子体，但仅有部分组分同时能传递氢，是传氢体，如细胞色素、铁硫蛋白组分只能传递电子，不能传递氢。故递氢体一定是传递电子体，而传递电子体不一定是递氢体。如果抑制呼吸链中 $Cytaa_3$ 的活性，则上游组分无法氧化而全部呈还原态。呼吸链各组分的标准氧化还原电位按由低到高顺序排列，正是这种电位差，电子得以向下游传递。
4. (E) 寡霉素是氧化磷酸化抑制剂，它能与 F_0 的一个亚基专一结合而抑制 F_1 ，从而抑制 ATP 的合成。
5. (A) 化学渗透学说认为，呼吸链中递氢体和递电子体在线粒体内膜上是定向排列的，递氢体有氢泵作用，而递电子体没有氢泵作用。其它几项叙述都是对化学渗透学说的正确叙述。
6. (D) 各种细胞色素在电子传递中的排列顺序是根据氧化还原电位从低到高排列的。

（四）是非题

1. 错。生物氧化中的电子受体可以是 O_2 ，也可以是其它有机或无机化合物，只要有合适的电子受体，生物氧化就能进行。
2. 错。NADH 脱氢酶是指催化 NADH 脱氢氧化化的酶，此类酶的辅酶为 FMN 或 FAD，且与 Fe-S 形成复合体，所以 NADH 脱氢酶属于黄素酶类。
3. 错。2 摩尔氢原子经呼吸链氧化成水时，只有部分能量以 ATP 形式储存，还有部分能量以热的形式散失到环境中。
4. 对。寡霉素是氧化磷酸化的抑制剂，它与 F_1F_0 -ATPase 的 F_0 结合而抑制 F_1 ，使线粒体内膜外侧的质子不能返回膜内，ATP 因此而不能合成。

（五）分析与计算题

1. (1) 有机物在生物体内氧化过程中所脱下的氢原子，经过一系列有严格排列顺序的传递体组成的传递体系进行传递，最终与氧结合生成水，这样的电子或氢原子的传递体系称为呼吸链或电子传递链。(2) 线粒体生物氧化体系中，两类典型的呼吸链都由五类组分组成，并按一定的顺序定位于线粒体内膜。NADH 呼吸链由 NADH 还原酶（复合体 I）、泛醌、细胞色素



还原酶（复合体III）、细胞色素 C、细胞色素氧化酶（复合体IV）组成。FADH₂呼吸链由琥珀酸-Q 还原酶（复合体 II）、泛醌、细胞色素 C、细胞色素氧化酶（复合体IV）组成。(3) 呼吸链中各组分的电子传递顺序可通过三种实验方法确定。①测定各种电子传递体的标准氧化还原电位 $\Delta E_0'$ ，电子传递体的 $\Delta E_0'$ 数值越低，其失去电子的倾向越大，越容易作为还原剂而处于呼吸链的前面。②电子传递体的体外重组实验，NADH 可以使 NADH 脱氢酶还原，但它不能直接还原细胞色素还原酶（复合体III）、细胞色素 C、细胞色素氧化酶（复合体IV）。同样还原型的 NADH 脱氢酶不能直接与细胞色素 C 作用，而必须通过泛醌和复合体III。③利用呼吸链的特殊阻断剂，阻断某些特定部位的电子传递，再通过分光光度技术分析电子传递链各组分吸收光谱的变化，根据氧化还原状态，确定各组分在电子传递链中的顺序。

2. 假设生产等量的酵母需要等量的 ATP 供细胞增殖。酵母细胞有两条途径获取 ATP，一是葡萄糖无氧分解，每摩尔葡萄糖净生成 2 摩尔 ATP、2 摩尔丙酮酸和 2 摩尔 NADH·H⁺，该途径的持续进行需要将 NADH·H⁺再生为 NAD⁺，由丙酮酸脱羧形成的乙醛被还原成乙醇，NADH 自身重新氧化成 NAD⁺。获取 ATP 的另一条途径是葡萄糖分解产生的丙酮酸和 NADH·H⁺都进入线粒体彻底氧化，通过呼吸链使 NAD⁺再生，通过这条途径，每摩尔葡萄糖可以净产生 32 摩尔的 ATP。通气培养酵母菌获取能量的途径是后者，静置培养酵母菌获取能量的途径是生醇发酵。显然前者葡萄糖的利用率、能量捕获率高于后者，所以获得供细胞增殖所需等量的 ATP，静置培养所需的葡萄糖将远远高于通气培养。

3.(1) 二硝基苯酚是一种氧化磷酸化的解偶剂，它可以将质子从膜间隙带入线粒体基质，从而破坏质子梯度，使 ATP 的合成停止。电子传递链将质子泵出线粒体的过程被加强，从而加快了氧的消耗。(2) HCN 阻止了电子从细胞色素氧化酶到氧的传递，从而使氧的消耗停止，ATP 的合成受阻。(3) 寡霉素阻断质子通过 F₁F₀-ATP 酶的通道，使 ATP 的合成受阻。由于质子泵出线粒体需要克服更高的能障，故电子传递被抑制，氧的消耗停止。随后加入二硝基苯酚，ATP 的合成仍然因为寡霉素存在而被抑制，但质子梯度被二硝基苯酚破坏，所以消除了寡霉素对电子传递的抑制，氧的消耗继续进行，只是没有 ATP 的合成。

第 6 单元 糖代谢

（一）名词解释

1.指糖原或葡萄糖分子在无氧条件下氧化分解成为乳酸并产生 ATP 的过程，由于该过程与酵母菌、细菌在厌氧条件下生醇发酵的过程相似，故之称为。

2.又称柠檬酸循环、Krebs 循环。即在线粒体中，糖、脂、氨基酸等有机物代谢的共同中间体乙酰辅酶 A 首先与草酰乙酸合成柠檬酸，再经过脱氢、脱羧等一系列的酶促反应，将乙酰辅酶 A 转变成 CO₂ 并生成 NADH 和 FADH₂ 的过程。它是生物体内糖、脂、氨基酸等有机物代谢的枢纽。

3.在糖异生途径中，由丙酮酸羧化酶和磷酸稀醇式丙酮酸羧激酶催化丙酮酸经草酰乙酸转变成磷酸稀醇式丙酮酸的过程称为丙酮酸羧化支路，丙酮酸羧化支路消耗 ATP 使丙酮酸绕过



“能障”生成磷酸稀醇式丙酮酸进入糖异生途径。乳酸、丙酮酸、甘油、脂肪酸、及某些氨基酸在生物体内可以通过糖异生作用转化成葡萄糖或糖原。

4.动物体肌肉组织在缺氧条件下进行糖酵解作用，产生大量乳酸，少部分乳酸随尿液排除体外，但大部分乳酸经血液循环运至肝脏，在肝细胞内通过糖异生途径转变成葡萄糖，葡萄糖随血液循环供给肌肉、脑等组织利用。这种乳酸被再次利用的过程称为乳酸循环，又称克立氏循环。

5.氧降低兼性厌氧微生物对葡萄糖的消耗，并加快细胞生长速度的现象称为巴斯德效应。

（二）填空

1.己糖激酶，果糖磷酸激酶，丙酮酸激酶； 2. 2, 32； 3.丙酮酸脱氢酶，硫辛酸乙酰移换酶，二氢硫辛酸脱氢酶，TPP，硫辛酸，CoASH，NAD，FAD； 4.4，NAD⁺，FAD； 5.甘油-3-磷酸，苹果酸-天冬氨酸，FADH₂，NADH； 6.异柠檬酸裂解酶，苹果酸合成酶； 7. 克立氏循环（Cori循环），消耗； 8.糖原合成酶，糖原磷酸化酶；

（三）选择题

1. (B) 糖酵解过程是在细胞质中进行的，在缺氧条件下，产生的胞质 NADH 无法将电子交给 O₂，故不可能进入呼吸链氧化供能。甘油酸-3-磷酸不能直接转变为甘油醛-3-磷酸。醛缩酶的辅助因子为 Ca²⁺、Zn²⁺等无机离子。所以酵解过程产生的胞质 NADH 只有一条去路，还原丙酮酸生成乳酸。

2. (C) 糖原在体内磷酸解得到的产物为葡萄糖-1-磷酸，经磷酸葡萄糖变位酶作用生成葡萄糖-6-磷酸，它进入酵解途径先生成 2 摩尔丙酮酸、3 摩尔 ATP、2 摩尔 NADH + H⁺，2 摩尔丙酮酸随后在乳酸脱氢酶作用下还原成乳酸，使 2 摩尔 NADH + H⁺转化为 NAD⁺。

3. (E) 由于丙酮酸脱氢酶系受产物抑制、能荷控制、磷酸化共价调节，因此 CH₃-CO-CoA/CoA 比值升高，NADH/NAD⁺比值升高，ATP/ADP 比值升高（即能荷升高）都导致丙酮酸脱氢酶系活性降低，而 ATP/ADP 比值下降，丙酮酸脱氢酶系活性增强。

4. (E) 在肝脏中，2 摩尔乳酸在乳酸脱氢酶作用下生成 2 摩尔丙酮酸和 2 摩尔 NADH，2 摩尔丙酮酸沿糖异生途径转变成 1 摩尔葡萄糖时，需要消耗 2 摩尔 GTP、4 摩尔 ATP、2 摩尔 NADH，因此 2 摩尔乳酸转变成 1 摩尔葡萄糖需要消耗 6 摩尔高能化合物。

5. (E) 在三羧酸循环中，有两步反应是不可逆的，一是柠檬酸合成酶催化的由草酰乙酸和乙酰辅酶 A 生成柠檬酸的反应，另一个是α-酮戊二酸脱氢酶系催化的由α-酮戊二酸氧化脱羧生成琥珀酰 CoA 的反应。由于这两步反应不可逆，三羧酸循环不能逆转。

6. (A) 碘乙酸及氟化物是巯基酶的不可逆抑制剂，糖代谢中甘油醛-3-磷酸脱氢酶可被其抑制，从而抑制糖酵解、丙酮酸的生成及三羧酸循环途径，但磷酸戊糖途径无巯基酶，故该途径不受抑制。转酮醇酶一般需要 TPP 作为辅酶。答案 B、D、E 也是正确的。

7. (A) 在糖酵解、糖异生作用都没有丙酮酸脱氢酶。糖酵解作用中，己糖激酶、酶丙酮酸激酶催化的反应均为不可逆反应。果糖-1, 6-二磷酸属于酯酶只存在于糖异生中。

（四）判断题



- 1.错。果糖-2,6-二磷酸（F-2,6-BP）是糖酵解过程的一个重要调节物。它是果糖磷酸激酶强有力的别构激活剂。在肝脏中，通过它控制果糖磷酸激酶的构象，调节糖酵解的速率。
- 2.错。将丙酮酸、乳酸等小分子前体物质合成葡萄糖即糖异生，其途径基本按糖酵解逆行过程，但糖酵解中的3处不可逆反应需要其它酶来完成。
- 3.对。磷酸戊糖途径分为氧化阶段和非氧化阶段，氧化阶段的三步反应中，在葡萄糖-6-磷酸脱氢酶和葡萄糖酸-6-磷酸脱氢酶的作用下生成 NADPH，为生物体内的物质合成准备了还原能。
- 4.错。乙醛酸循环只存在于植物和某些微生物体内。动物体缺乏异柠檬酸裂解酶和苹果酸合成酶，因此没有乙醛酸循环途径。
- 5.对。肝糖原降解后生成的葡萄糖-1-磷酸经变位酶的作用生成葡萄糖-6-磷酸，再在葡萄糖-6-磷酸酶（酯酶）作用下转变成葡萄糖，直接补充血糖。而肌肉组织缺乏葡萄糖-6-磷酸酶，它只能进行糖酵解生成乳酸，在肝脏中通过糖异生作用，间接转化成血糖。
- 6.错。磷酸戊糖途径本身不涉及氧的参与，但该途径产生大量的 NADPH，NADPH 可以将电子最终交给 O₂，使 NADP⁺ 得到再生，以维持磷酸戊糖途径的持续进行。
- 7.对。柠檬酸循环具有双重作用，一方面它是绝大多数生物体进行氧化供能的主要途径，另一方面柠檬酸循环中的各种中间物为细胞进行物质合成提供碳骨架。

（五）分析和计算

1.首先，2 摩尔丙酮酸 + 2CO₂ + 2ATP → 2 草酰乙酸 + 2ADP + 2Pi； 2 草酰乙酸 + 2GTP → 2 磷酸稀醇式丙酮酸 + 2GDP + 2CO₂；其次，2 摩尔磷酸稀醇式丙酮酸沿糖酵解途径逆行至转变成 2 摩尔甘油醛-3-磷酸，其中在甘油醛-3-磷酸转变成甘油醛-1,3-二磷酸过程中，消耗 2 摩尔 ATP；甘油醛-1,3-二磷酸转变成甘油醛-3-磷酸中，必须供给 2 摩尔的 NADH·H⁺。最后，2 摩尔的磷酸丙糖先后在醛羧酶、果糖-1,6-二磷酸酶、异构酶、葡萄糖-6-磷酸酶作用下，生成 1 摩尔葡萄糖，该过程无能量的产生与消耗。从上述三阶段可看出，2 摩尔丙酮酸转化成 1 摩尔葡萄糖需要提供 6 摩尔高能磷酸化合物，其中 4 摩尔为 ATP，2 摩尔为 GTP。

2.甘油 + ATP → α-磷酸甘油 + ADP； α-磷酸甘油 + NAD⁺ → NADH·H⁺ + 磷酸二羟丙酮； 磷酸二羟丙酮 → 甘油醛-3-磷酸； 甘油醛-3-磷酸 + NAD⁺ + Pi → 甘油酸 1,3-二磷酸 + NADH·H⁺； 甘油酸 1,3-二磷酸 + ADP → 甘油酸-3-磷酸 + ATP； 甘油酸-3-磷酸 → 甘油酸-2-磷酸 → 磷酸稀醇式丙酮酸； 磷酸稀醇式丙酮酸 + ADP → 丙酮酸 + ATP； 丙酮酸 + NAD⁺ → 乙酰辅酶 A + NADH·H⁺ + CO₂；然后进入乙酰辅酶 A 三羧酸循环彻底氧化，经过 4 次脱氢反应生成 3 摩尔 NADH·H⁺、1 摩尔 FADH₂、以及 2 摩尔 CO₂，并发生一次底物水平磷酸化，生成 1 摩尔 GTP。依据生物氧化时每 1 摩尔 NADH·H⁺和 1 摩尔 FADH₂ 分别生成 2.5 摩尔、1.5，1 摩尔甘油彻底氧化成 CO₂ 和 H₂O 生成 ATP 摩尔数为 6×2.5 + 1×1.5 + 3 - 1 = 18.5。

3.葡萄糖经过激酶的催化转变成葡萄糖-6-磷酸，可进入糖酵解途径氧化，也可进入磷酸戊糖途径代谢，产生核糖-5-磷酸、赤鲜糖-4-磷酸等重要中间体和生物合成所需的还原性辅酶 II；在糖的合成方面，非糖物质经过一系列的转变生成葡萄糖-6-磷酸，葡萄糖-6-磷酸在葡萄糖-6-



磷酸酶作用下可生成葡萄糖，葡萄糖-6-磷还可在磷酸葡萄糖变位酶作用下生成葡萄糖-1-磷酸，进而生成糖原。由于葡萄糖-6-磷酸是各糖代谢途径的共同中间体，由它沟通了糖代谢分解与合成代谢的众多途径，因此葡萄糖-6-磷酸是各糖代谢途径的交叉点。

4. (1) 血糖的来源：食物淀粉的消化吸收，为血糖的主要来源；贮存的肝糖原分解，是空腹时血糖的主要来源；非糖物质如甘油、乳酸、大多数氨基酸等通过糖异生转变而来。(2) 血糖的去路：糖的氧化分解供能，是糖的主要去路；在肝、肌肉等组织合成糖原，是糖的贮存形式；转变为非糖物质，如脂肪、非必需氨基酸等；转变成其他糖类及衍生物如核糖、糖蛋白等；血糖过高时可由尿排出。(3) 人体血糖水平的稳定：主要靠胰岛素、胰高血糖素、肾上腺素等激素来调节。血糖水平低时，刺激胰高血糖素、肾上腺素的分泌，促进糖原分解和糖异生作用、抑制葡萄糖的氧化分解，使血糖水平升高。当血糖水平较高时，刺激胰岛素分泌，促进糖原合成、抑制糖异生作用，加快葡萄糖的氧化分解，从而使血糖水平下降。

5. 磷酸果糖激酶 (PFK) 是一种调节酶，又是一种别构酶。ATP 是磷酸果糖激酶的底物，也是别构抑制剂。在磷酸果糖激酶上有两个 ATP 的结合位点，即底物结合位点和调节位点。当机体能量供应充足 (ATP 浓度较高) 时，ATP 除了和底物结合位点结合外，还和调节位点结合，是酶构象发生改变，使酶活性抑制。反之机体能量供应不足 (ATP 浓度较低)，ATP 主要与底物结合位点结合，酶活性很少受到抑制。

6. ①在绝大多数生物体内，糖、脂肪、蛋白质、氨基酸等营养物质，都必须通过三羧酸循环进行分解代谢，提供能量。所以它是糖、脂肪、蛋白质、氨基酸等物质的共同分解途径。另一方面三羧酸循环中的许多中间体如 α -酮戊二酸、琥珀酸、延胡索酸、苹果酸、草酰乙酸等又是生物体进行物质合成的前体。所以三羧酸循环具有分解代谢和合成代谢的双重作用。

②植物体内，草酰乙酸的回补是通过以下四条途径完成的：a. 通过丙酮酸羧化酶的作用，使丙酮酸和 CO_2 结合生产草酰乙酸： $\text{丙酮酸} + \text{CO}_2 + \text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{草酰乙酸} + \text{ADP} + \text{Pi}$ ；b. 通过苹果酸酶的作用，使丙酮酸和 CO_2 结合生产苹果酸，苹果酸再在苹果酸脱氢酶作用下生成草酰乙酸： $\text{丙酮酸} + \text{CO}_2 + \text{NADPH} \rightarrow \text{苹果酸} + \text{NADP}^+$ ， $\text{苹果酸} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{草酰乙酸} + \text{NADH} \cdot \text{H}^+$ ；c. 通过乙醛酸循环将 2 摩尔乙醛辅酶 A 生成 1 摩尔的琥珀酸，琥珀酸再转变成苹果酸，进而再生成草酰乙酸；d. 通过磷酸稀醇式丙酮酸羧化酶的作用，使磷酸稀醇式丙酮酸羧化酶和 CO_2 直接生成草酰乙酸： $\text{磷酸稀醇式丙酮酸} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{草酰乙酸} + \text{Pi}$

第 7 单元 脂代谢

一) 名词解释

1. 在线粒体内脂酰 CoA 经过脱氢、加水、脱氢、硫解四步反应，生成比原来少 2 个碳原子的脂酰 CoA 和 1 分子的乙酰 CoA 的过程，称为 β -氧化。

2. 脂肪酸分子中的 α -碳原子首先被羟基化，再进一步经过脱氢、脱羧形成脂肪醛，然后在水的参与下脱氢，氧化成为比原来脂肪酸分子少一个碳原子的脂肪酸。这种氧化作用称 α -氧化作用。



3. 脂肪酸的 ω -氧化是脂肪酸的 ω -碳原子先被氧化成羟基，再进一步氧化成 ω -羧基，形成 α 、 ω -二羧脂肪酸，以后可以在两端进行 β 氧化而分解。
4. 酮体是脂肪酸在肝脏经有限氧化分解后转化形成的中间产物，包括乙酰乙酸， β -羟丁酸和丙酮。酮体经血液运输至肝外组织氧化利用，是肝脏向肝外输出能量的一种方式。
5. 将乙酰 CoA 从线粒体转运到细胞质的穿梭途径。在转运乙酰 CoA 的同时，细胞质中的 NADH 氧化成 NAD^+ ， NADP^+ 还原为 NADPH。每循环一次消耗 2 分子 ATP。

(二) 填空题

1. $n-1$, n , $n-1$, $n-1$;
2. 柠檬酸, 软脂酰 CoA;
3. 脱氢, 加水, 再脱氢, 硫解;
4. 酮体, 胆固醇;
5. HMG-CoA 合成酶, 乙酰 CoA 羧化酶, HMG-CoA 还原酶, 肉碱-酰基转移酶 I;
6. CM, VLDL, LDL, HDL。

(三) 选择题

1. (A) 肝、脂肪组织及小肠是合成甘油三酯的主要场所，以肝的合成能力最强。
2. (B) 线粒体中脂肪酸延长基本上是 β -氧化的逆转，唯一不同的是线粒体酶系延长脂肪酸的第 4 步即加氢反应，从反应性质来看是 β -氧化的逆转，但催化这步反应的酶和辅酶与 β -氧化不同。
3. (A, C, D) 脂肪酸 β -氧化过程中的两步脱氢反应分别由 NAD^+ 和 FAD 作为受氢体，硫解酶的辅酶是 CoA。
4. (B) 长链脂酰基从胞浆转运到线粒体进行脂肪酸的 β -氧化,需要肉碱与脂酰基结合生成脂酰肉碱,脂酰肉碱进入线粒体基质后,又释放出游离肉碱。
5. (C) 胆碱进入细胞后,在磷酸及 CTP 的作用下,转变为 CDP-胆碱,后者与甘油二酯合成磷脂酰胆碱,即卵磷脂。CDP 常用作脂质成分的载体,UDP 常用作糖类的载体。
6. (D) 一分子软脂酸需经过 7 次 β -氧化,可产生 7 分子 FADH_2 和 NADH ,同时需要 8 分子 CoASH 参与。
7. (E) 脂肪酸分解产生的乙酰-CoA 在体内可以合成脂肪酸、酮体、胆固醇,也可以进入三羧酸循环氧化分解供能。

(四) 判断题

1. 错。偶数碳原子的脂肪酸在氧化降解时产生的都是乙酰 CoA,奇数碳原子的脂肪酸在氧化降解时除最后一次 β -氧化产生一个丙酰 CoA 外,产生的也是乙酰 CoA。
2. 对。奇数碳脂肪酸分解产生的丙酰 CoA,可转化为琥珀酰 CoA,通过糖异生途径生成糖。
3. 对。
4. 错。虽然胆固醇的生物合成的部分反应与酮体生成相似,但两者的关键酶是不同的,前者是 HMG-CoA 还原酶,后者是 HMG-CoA 合成酶。
5. 对。脂肪酸合成的原料乙酰-CoA 线粒体基质中,由脂肪酸的 β -氧化和丙酮酸的氧化脱羧产生的,而脂肪酸合成是在胞液中进行的。因此,线粒体中的乙酰-CoA 必须通过柠檬酸-丙酮酸循环运送到胞液中,这一过程需要消耗草酰乙酸,所以草酰乙酸浓度升高,有利于脂肪酸



的生物合成。

6.错。线粒体不只能进行脂肪酸碳链的缩短，也能进行脂肪酸碳链的延长。

（五）分析和计算题

1.硬脂肪酸为 18 碳饱和脂肪酸，经 8 次 β 氧化产生 8 个分子 NADH、8 分子 $FADH_2$ 和 9 分子的乙酰-CoA，所以硬脂肪酸完全氧化产生的 ATP 数为： $2.5 \times 8 + 1.5 \times 8 + 10 \times 9 = 20 + 12 + 90 = 122$ 个 ATP。

含有一个或多个不饱和双键的脂肪酸完全氧化除了需要 β -氧化的酶以外，还需要 Δ^3 -顺- Δ^2 -反烯酯酰 CoA 异构酶，2，4-二烯酯酰 CoA 还原酶和 2，3-二烯酯酰 CoA 异构酶参与。从能量角度看，多 1 个双键，会少 1 次酰基 CoA 脱氢酶催化的脱氢反应，少生成 1 个 $FADH_2$ 。亚油酸含有两个双键，即少产生 2 分子 $FADH_2$ ，因此亚油酸完全氧化产生的 ATP 总数应是 $122 - 3 = 119$ ，同理，油酸应产生 $122 - 1.5 = 120.5$ ATP，亚麻酸应该产生 $122 - 4.5 = 117.5$ ATP。

2.(1)生成过程：在肝细胞线粒体中以 β -氧化生成的乙酰 CoA 为原料，首先缩合为 HMG-CoA，进而裂解生成乙酰乙酸，后者由 NADH 供氢被还原为 β -羟丁酸，或脱羧生成丙酮。HMG-CoA 合成酶是酮体合成的关键酶。(2)生理意义：酮体是脂肪酸在肝脏中氧化分解时产生的正常中间代谢物，是肝脏输出能源的一种形式，与脂肪酸相比，酮体能更为有效地代替葡萄糖。

①当动物体缺少葡萄糖时，须动员脂肪供应能量，但肌肉组织对脂肪酸只有有限的利用能力，于是可以优先利用酮体以节约葡萄糖。②大脑不能利用脂肪酸，但能利用酮体。特别在饥饿时，人的大脑可利用酮体代替其所需葡萄糖量的约 25%左右。酮体是小分子，能溶于水，并能通过肌肉毛细血管壁和血脑屏障，因此可以成为脑组织利用的能源物质。(3)糖尿病患者由于机体不能很好地利用葡萄糖，必须依赖脂肪酸氧化供能。脂肪动员加强，肝脏酮体生成增多，超过肝外组织利用酮体的能力，从而引起血中酮体增多，由于酮体中的乙酰乙酸、 β -羟丁酸是一些有机酸，血中过多的酮体会导致酮血症和酸中毒。

3.脂肪酸的生物合成，植物中是在叶绿体及前质体中进行，合成 4~16 碳及 16 碳以上的饱和脂肪酸。动物是在胞液中进行，只合成 16 碳饱和脂肪酸，长于 16 碳的脂肪酸是在内质网或线粒体中合成。就胞液中 16 碳饱和脂肪酸的合成过程来看，与 β -氧化过程有相似之处，但是合成过程不是 β -氧化过程的逆转，脂肪酸合成和脂肪酸 β 氧化的异同可归纳如下：(1)两种途径发生的场所不同，脂肪酸合成主要发生于细胞浆中，分解发生于线粒体；(2)两种途径都有一个中间体与载体相连，脂肪酸合成为 ACP，分解为 CoA；(3)在两种途径都有 4 步反应，脂肪酸合成是缩合，还原，脱水和还原，脂肪酸分解是氧化，水合，氧化和裂解。虽然从化学途径二者互为逆反应。但他们的反应历程不同，所用的辅助因子也不同；(4)两种途径都有原料转运机制，在脂肪酸合成中，有三羧酸转运机制将乙酰 CoA 从线粒体转运到细胞浆，在降解中，有肉碱载体系统将脂酰 CoA 从细胞浆转运到线粒体；(5)两种途径都以脂肪酸链的逐次轮番的变化为特色，在脂肪酸合成中，脂肪酸链获得 2 碳单位而成功延伸，在降解中则是以乙酰 CoA 形式的 2 碳单位离去，以实现脂肪酸链的缩短；(6)脂肪酸合成时，是以分子的甲基一端开始到羧基端为止，降解则是相反的方向，羧基的离去为第一



步。(7) 羟酯基中间体在脂肪酸合成中是 D-构型，但是在降解中为 L-构型；(8) 脂肪酸合成由还原途径构成，需要 NADPH 参与，脂肪酸分解由氧化途径构成，需要 FAD 和 NAD⁺ 的参与；(9) 在动物体中，脂肪酸合酶是一条多肽链构成的多功能酶，而脂肪酸的分解是由多种酶协同催化的。以上是胞液中脂肪酸合成过程和在线粒体中β-氧化作用的重要异同之处。在线粒体中，脂肪酸的合成反应是β-氧化反应的逆过程

4. 血浆脂蛋白有两种分类法：超速离心法和电泳法。超速离心法可根据脂蛋白的密度不同分为四类：乳糜微粒(CM)，极低密度脂蛋白(VLDL)，低密度脂蛋白(LDL)和高密度脂蛋白(HDL)。电泳法主要根据脂蛋白的形状、大小和带电多少不同而在电场中有不同迁移率分为：α-脂蛋白、前β-脂蛋白、β-脂蛋白和乳糜微粒四类。两种分类法相对应的名称及各种血浆脂蛋白的来源、化学组成特点和主要生理功能见下表。

分 类	电泳分类	CM	preβ-LP	β-LP	α-LP
	密度分类	CM	VLDL	LDL	HDL
来源		小肠粘膜细胞	肝细胞	血浆	肝、小肠
化学组成特点		富含 TG (占 80%~95%)	富含 TG (占 60%~70%)	富含 Ch (占 48%~50%)	富含蛋白质(占 80%~95%)
主要生理功能		转运外源性 TG 及 Ch	转运内源性 TG	转运内源性 Ch	逆向转运 Ch

5. 乙酰-CoA 羧化酶在脂肪酸合成中将乙酰-CoA 转化为丙二酸单酰-CoA，后者是脂肪酸合成的重要起始物之一，乙酰-CoA 羧化酶催化的反应是脂肪酸合成中的限速步骤，是脂肪酸合成调控的关键所在，在脊椎动物中，脂肪酸合成的主要产物，软脂酰-CoA 使该酶的反馈抑制剂，当线粒体乙酰-CoA 的浓度增高，ATP 也增高时，柠檬酸从线粒体释放出来，转化为细胞液乙酰 CoA，同时成为乙酰-CoA 羧化酶活化的别构信号。乙酰-CoA 羧化酶还受由胰高血糖素和肾上腺素皮质激素激发的磷酸化修饰的抑制。它的活化型为乙酰-CoA 羧化酶的聚合物，当磷酸化时这个聚合物解离成为单体，遂失去活性。可以说，乙酰-CoA 羧化酶的活性取决于二者平衡的调控，柠檬酸把平衡引向聚合一侧，也就是促进脂肪酸合成，软脂酰-CoA 则把平衡引向单体一侧，就是抑制脂肪酸合成，软脂酰-CoA 是脂肪酸合成的产物，它的作用可以称为反馈抑制。

第 8 单元 氨基酸代谢和核苷酸代谢

(一) 名词解释

1. 氨基酸的α-氨基通过转氨基作用转移到α-酮戊二酸分子上，生成相应的α-酮酸和谷氨酸，然后谷氨酸在 L-谷氨酸脱氢酶的催化下，重新生成α-酮戊二酸并释放出氨。这种将转氨基作用和 L-谷氨酸脱氢酶的氧化脱氨作用结合起来的脱氨方式称为联合脱氨作用。
2. 通过连续的转氨基作用把氨基酸的氨基转移到草酰乙酸分子上，生成天冬氨酸。天冬氨酸再在腺苷琥珀酸合成酶催化下与次黄苷酸缩合成腺苷琥珀酸，腺苷琥珀酸裂解生成延胡索酸



和腺苷酸，最后腺苷酸经腺苷酸脱氨酶作用生成次黄苷酸和氨，将氨基酸分子的氨脱去。由于次黄苷酸参与了该循环，故称为嘌呤核苷酸循环。

3. 氨、CO₂合成氨基甲酰磷酸后，与鸟氨酸结合生成瓜氨酸，再与另一分子氨生成精氨酸，随后在精氨酸酶催化下水解生成尿素并重新释放出鸟氨酸。机体利用氨基酸代谢产生的氨和CO₂合成尿素，解除氨毒的这种过程称为是尿素循环。在尿素循环中，由于鸟氨酸可循环利用，因此尿素循环又称为鸟氨酸循环。

4. 在转氨酶作用下，一种α-氨基酸的氨基转移给α-酮酸，生成新的α-氨基酸，原来的α-氨基酸则转变成新的α-酮酸。这种转氨酶催化的氨基在α-氨基酸和α-酮酸之间转移的过程称为转氨基作用。

5. 抗代谢物是指嘌呤、嘧啶、叶酸和某些氨基酸的结构类似物进入机体后，通过竞争性抑制或以假乱真等方式干扰或阻断核苷酸的正常合成代谢，从而达到抑制核酸、蛋白质合成以及细胞增殖的作用。这类物质总称为抗代谢物。

(二) 填空

1. 精氨酸，鸟氨酸，氨基甲酰磷酸，瓜氨酸，天冬氨酸，细胞质； 2. 线粒体，CO₂，NH₃，N-乙酰谷氨酸； 3. γ-氨基丁酸； 4. 乳清苷酸，次黄嘌呤核苷酸； 5. ATP，GTP。

(三) 选择题

- (A) 尿素循环涉及三种碱性氨基酸鸟氨酸、瓜氨酸、精氨酸。天冬氨酸是尿素循环中氨基的直接供体，赖氨酸和尿素循环无直接关系。
- (E) 嘌呤核苷酸循环需要三种酶，即腺苷酸脱氨酶、腺苷琥珀酸合成酶及腺苷琥珀酸裂解酶，它们在肌肉组织中最丰富，而L-谷氨酸脱氢酶在肌肉组织中含量很少。在肝、肾组织中，氨基酸脱氨主要是以转氨基酶和L-谷氨酸脱氢酶的联合作用脱氨基。
- (C) 天冬氨酸在尿素循环中起着提供氨基的作用，天冬氨酸可以由草酰乙酸与谷氨酸经转氨基作用而来，尿素循环中精氨酸琥珀酸裂解产生的延胡索酸可以经三羧酸循环转变成草酰乙酸，后者接受转氨基作用产生的氨基合成天冬氨酸，所以说通过天冬氨酸与延胡索酸使尿素循环与三羧酸循环联结在一起。
- (D) L-谷氨酸脱氢酶广泛存在于动植物、微生物体中，而且活性很强，尤其在人体肝、肾组织中活性更强，最适pH值近中性，它可以催化L-谷氨酸的氧化脱氨作用。但从机体内L-谷氨酸脱氢酶催化反应的情况看，该反应的平衡常数倾向于逆向反应即L-谷氨酸的合成。
- (A) 苯丙酮尿症是由于患者体内缺乏苯丙氨酸羟化酶所致。苯丙氨酸羟化酶催化苯丙氨酸转化为酪氨酸。
- (C) 嘌呤核苷酸从头合成的直接原料有甘氨酸、天冬氨酸、CO₂和一碳单位。
- (A, B, C, D) dTMP是通过dUMP的甲基化生成的，dUMP来自两个不同的途径，一是dUDP水解，另一是dCMP的脱氨基，后者为主要途径。dUMP在TMP合成酶的作用下，以⁵N，¹⁰N-甲基四氢叶酸为一碳单位供体，可甲基化生成dTMP。在此反应中，四氢叶酸不但供给一碳单位，还是还原剂，其本身被氧化成二氢叶酸。二氢叶酸通过二氢叶酸还原酶的催



化，从 NADPH 获得氢又变成四氢叶酸。

(三) 判断题

- 1.错。L-氨基酸氧化酶在机体组织中分布不普遍，最适 pH 值 10 左右，在正常生理条件下活性也不够强，所以不是氨基酸脱氨基的主要酶。
- 2.对。蛋白质水解产生的氨基酸经过氧化分解产生水、二氧化碳、ATP 和氨，氨在哺乳动物体内需经过尿素循环生成尿素，这种过程需要消耗 ATP。
- 3.错。丙氨酸-葡萄糖循环是机体内氨的重要转运方式，氨毒害的解除主要是通过尿素循环将氨转变成尿素来实现的。
- 4.错。嘌呤核苷酸的从头合成是先形成 N 糖苷键后闭环。
- 5.错。在该反应中， N^5N^{10} -亚甲基 FH_4 被转化成 FH_2 。

(五) 分析与计算

- 1.联合脱氨基有两个途径，一是氨基酸的 α -氨基先通过转氨基作用转移到 α -酮戊二酸，生成相应的 α -酮酸和谷氨酸，然后谷氨酸在谷氨酸脱氢酶的催化下，脱氨基生成 α -酮戊二酸的同时释放氨。二是嘌呤核苷酸循环的联合脱氨基作用。因为大部分氨基酸不能直接氧化脱去氨基，而只有转氨基作用是普遍存在的，但转氨基作用并没有最终脱掉氨基，所以体内通过联合脱氨基作用，使得蛋白质降解的所有氨基酸都可以脱氨基生成氨，满足机体脱氨基的需要。
- 2.三羧酸循环的中间体 α -酮戊二酸可为谷氨酸族氨基酸提供骨架原子，包括谷氨酸、谷氨酰胺、鸟氨酸、精氨酸；中间体草酰乙酸可为天冬氨酸、天冬酰胺、甲硫氨酸、苏氨酸、赖氨酸提供骨架原子。糖酵解中的中间体丙酮酸和甘油酸-3-磷酸是丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、甘氨酸、半胱氨酸碳骨架的来源。糖酵解中的磷酸烯醇式丙酮酸和戊糖磷酸途径中的赤鲜糖-4-磷酸是植物、微生物体内合成苯丙氨酸、色氨酸和酪氨酸碳骨架的直接来源；戊糖磷酸途径生成的核糖-5-磷酸是组氨酸合成的重要前体。
- 3.糖代谢提供了核苷酸生物合成的糖基。磷酸戊糖途径产生的 5-磷酸核糖在磷酸核糖焦磷酸激酶的作用下形成磷酸核糖焦磷酸 (PRPP)，它是嘌呤核苷酸和嘧啶核苷酸糖基的供体。碱基的合成主要由氨基酸提供氮源和碳源，而且氨基酸衍生的一碳单位也为碱基合成提供碳源。具体讲，嘌呤环 1 位 N 由天冬氨酸提供，2 位、8 位 C 由一碳单位提供，3 位、9 位 N 由谷氨酰胺提供，4 位、5 位 C 和 7 位 N 由甘氨酸提供，6 位由 CO_2 提供。嘧啶环则是由谷氨酰胺提供第 3 位 N， CO_2 提供 2 位 C，天冬氨酸提供了剩余 C、N 原子。

第 9 单元 核酸的生物合成

(一) 名词解释

1. DNA 复制的一种方式。每条链都可用作合成互补链的模板，合成出两分子的双链 DNA，每个分子都是由一条亲代链和一条新合成的链组成。
- 2.相对较短的 DNA 链（大约 1000 核苷酸残基），是在 DNA 的滞后链的不连续合成期间生成的片段，这是 Reiji Okazaki 在 DNA 合成实验中添加放射性的脱氧核苷酸前体观察到的。



- 3.一种多蛋白复合体,包含 DNA 聚合酶,引发酶,解旋酶,单链结合蛋白和其它辅助因子。复制体位于每个复制叉处,进行染色体 DNA 复制的聚合反应。
- 4.双链 DNA 中,不能进行转录的那一条 DNA 链,其核苷酸序列与转录生成的 RNA 的序列一致(在 RNA 中是以 U 取代了 DNA 中的 T)。
- 5.在转录后的加工中,从最初的转录产物除去的内部的核苷酸序列。术语内含子也指 DNA 中编码相应 RNA 的区域。
- 6.既存在于最初的转录产物中,也存在于成熟的 RNA 分子中的核苷酸序列。术语外显子也指 DNA 中编码相应 RNA 的区域。

(二) 填空题

- 1.前导链,随从链; 2.四种脱氧核糖核苷三磷酸, RNA; 3.RNA 引物, DNA 聚合酶III, DNA 聚合酶 I, DNA 连接酶; 4.NAD, ATP; 5. $\alpha 2\beta\beta'\sigma$, $\alpha 2\beta\beta'$; 6. σ , ρ ; 7.戴帽,加尾,剪接,甲基化修饰; 8.DNA, 逆转录酶。

(三) 选择题

1. (E) DNA 复制时需要 DNA 聚合酶、DNA 连接酶、拓朴异构酶、解链酶等,不需要限制性内切酶。
2. (C) DNA 复制中的引物是由 DNA 为模板合成的 RNA 片段,给后续底物的掺入提供 3'羟基。
3. (C) DNA 复制时,子链的合成方向都是 5'→3',且先导链的合成是连续的,滞后链的合成是不连续的。
4. (C) *E.coli* 细胞中 DNA 聚合酶 I 的作用主要是切除 RNA 引物, DNA 聚合酶 III 的作用是参与 DNA 的复制。
5. (A, B, C) DNA 复制、DNA 体外重组以及 DNA 损伤的切除修复都需要 DNA 连接酶参与。
6. (A) 可见光激活了细胞内的光裂合酶,使之与嘧啶二聚体结合,并将其分开,恢复为两个单独的嘧啶碱基。
7. (B) 真核细胞 RNA 聚合酶 II 催化合成的是 mRNA。
8. (B) 转录是指以 DNA 为模板合成 RNA 的过程。
9. (B) hnRNA 是存在于细胞核内的 mRNA 前体,是 mRNA 转录的初始产物。
10. (A) 基因有两条链,与 mRNA 序列相同的链叫做有义链。
11. (D) 逆转录酶兼有三种酶的活力,作用时需要引物。

(四) 判断题

- 1.错。真核细胞 DNA 复制中的 RNA 引物由 Rnase H1 和 MF-1 核酸酶水解。
- 2.错。需要 tRNA 作为引物。
- 3.错。RNA 也可作为遗传信息的基本携带分子,并将自身信息通过复制传递给子代分子。
- 4.错。原核细胞的 RNA 聚合酶能够直接识别启动子,并与启动子结合,但真核细胞的三种 RNA 聚合酶并不能识别启动子,它们与启动子的结合需要特殊的转录因子帮助。
- 5.错。不同的基因使用不同的链作为其编码链和模板链。



（五）分析和计算题

1. ^{15}N 标记的大肠杆菌利用培养基中的 ^{14}N 合成 DNA，第一代 DNA 双链都是 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子。第二代分别是以第一代中的 ^{14}N 和 ^{15}N 链作为母链合成新的 DNA，所以 ^{14}N -DNA 分子与 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子之比为 1: 1。第三代中的 ^{14}N 和 ^{15}N 母链的分子之比是 3: 1，所以 ^{14}N -DNA 分子与 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子之比应为 3: 1。

2. 真核生物的 DNA 聚合酶有 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ 五种，均具有 5'→3' 聚合酶活性，DNA 聚合酶 γ 、 δ 和 ϵ 有 3'→5' 外切酶活性，DNA 聚合酶 α 和 β 无外切酶活性。DNA 聚合酶 α 用于合成引物，DNA 聚合酶 δ 用于合成细胞核 DNA，DNA 聚合酶 β 和 ϵ 主要起修复作用，DNA 聚合酶 γ 用于线粒体 DNA 的合成。

3. 真核生物的 RNA 聚合酶，按照对 α -鹅膏蕈碱的敏感性不同进行分类：RNA 聚合酶 I 基本不受 α -鹅膏蕈碱的抑制，在大于 10^{-3}mol/L 时才有轻微的抑制。RNA 聚合酶 II 对 α -鹅膏蕈碱最为敏感，在 10^{-8}mol/L 以下就会被抑制。RNA 聚合酶 III 对 α -鹅膏蕈碱的敏感性介于聚合酶 I 和聚合酶 II 之间，在 10^{-5}mol/L 到 10^{-4}mol/L 才会有抑制现象。RNA 聚合酶 I 存在于核仁中，其功能是合成 5.8S rRNA、18S rRNA 和 28S rRNA。RNA 聚合酶 II 存在于核质中，其功能是合成 mRNA、snRNA。RNA 聚合酶 III 也存在于核质中，其功能是合成 tRNA 和 5S rRNA 及转录 Alu 序列。

4. 真核生物三类启动子分别由 RNA 聚合酶 I、II、III 进行转录。类别 I 启动子包括核心启动子和上游控制元件两部分，需要 UBF1 和 SL1 因子参与作用。类别 II 启动子包括四类控制元件：基本启动子、起始子、上游元件和应答元件。识别这些元件的反式作用因子由通用转录因子、上游转录因子和可诱导的因子。类别 III 启动子有两类：上游启动子和基因内启动子，分别由装配因子和起始因子促进转录起始复合物的形成和转录。

第 10 单元 蛋白质的生物合成

（一）名词解释

1. DNA 编码链或 mRNA 上的核苷酸，以 3 个为一组（三联体）决定 1 个氨基酸的种类，称为三联体密码。mRNA 的三联体密码是连续排列的，因此，mRNA 的核苷酸序列可以决定蛋白质的一级结构。

2. mRNA 上的密码子与 tRNA 上的反密码子相互辨认，大多数情况是遵从碱基配对规律的。但也可出现不严格的配对，这种现象就是遗传密码的摆动性，tRNA 分子上有相当多的稀有碱基，例如次黄嘌呤（inosine, I）常出现于三联体反密码子的 5' 端第一位，它和 mRNA 密码子第 3 位的 A、C、U 都可以配对。

3. 位于 mRNA 分子 AUG 起始密码子上游约 8~13 个核苷酸处，由 4~6 个核苷酸组成的富含嘌呤的序列，以 -AG-GA- 为核心。SD 序列同 16S rRNA 近 3'-末端的序列互补，在核糖体与 mRNA 的结合过程中起重要作用。

4. 是未成熟的分泌性蛋白质中可被细胞转运系统识别的特征性氨基酸序列。有碱性 N-末端区、



疏水核心区及加工区三个区段。蛋白质被转运到细胞的一定部位后，信号肽即被切除。

5.是由 1 个 mRNA 分子与一定数目的单个核糖体结合而成的串珠状排列。每个核糖体可以独立完成一条肽链的合成，所以多个核糖体上可以同时进行多条肽链的合成，可以加速蛋白质的合成速度，提高模板 mRNA 的利用率。

(二) 填空题

1. 1, 3; 2. SD 序列, P 位点; 3. N 端, C 端, 5'端, 3'端; 4. 羧, 羟, 专一性, 水解; 5. 肽键, 酯酶; 6. 成肽, 移位; 7. 氨酰-tRNA, A, mRNA, 核糖体; 8. 分子伴侣, 二硫键, 脯氨酰肽酰。

(三) 选择题

1. (D) mRNA 的核苷酸序列决定蛋白质的氨基酸序列。
2. (A) 密码子与反密码子形成碱基配对时, 两条链是反向平行的, 多核苷酸链通常从 5'端到 3'端书写, 因此, 正确的选项不是 B, 而是 A。
3. (C) 一种氨基酸可以有 1~6 种密码子。
4. (C) N 端为丙氨酸说明起始密码子编码的甲硫氨酸已被切除, 所以, 该 20 肽的 ORF 至少由 $20 \times 3 + 3$ (起始密码子) + 3 (终止密码子) = 66 个核苷酸组成。
5. (E) tRNA 与氨基酸之间的连接键是由氨基酸的羧基和 tRNA 3'末端的羟基脱水生成的, 属于酯键。
6. (B) 真核生物的 mRNA 无 SD 序列, 帽子结合蛋白质是翻译的起始因子之一, eIF 比 IF 的种类多, 原核生物与真核生物的起始密码相同, TATAAT 和 TATA 均为启动子的特有序列, 与转录的起始有关。
7. (C) 核糖体大亚基的 23S rRNA 具有转肽酶的活性, 转肽反应既不需要 ATP, 也不需要 GTP。
8. (B) 氨基酸活化需要 1 个 ATP 分子, 肽链合成的延长阶段需要两个 GTP 分子。
9. (C) 信号肽的作用是引导多肽链进入内质网。
10. (B, C) Ser 残基 R 基上的羟基可以与糖基或磷酸基形成共价键, 不会被甲基化、乙酰化或硫酸化。
11. (D) 蛋白质合成后的加工包括切除部分肽段, 磷酸化、糖基化、羟基化、乙酰化、腺苷酰化、尿苷酰化等, 但不包括酶的构象变化。
12. (C) 四环素、氯霉素和红霉素专门抑制原核细胞的蛋白质合成, 嘌呤霉素既能抑制原核细胞的蛋白质合成, 又能抑制真核细胞的蛋白质合成, 只有放线菌酮才是真核细胞细胞质合成的特异性抑制剂。

(四) 判断题

1. 对。这一规律与遗传密码的简并性有关, 由于遗传密码子的第 3 位与反密码子的第 1 位配对不严格, 一种 tRNA 有可能与同一氨基酸的不同密码子结合。
2. 错。原核生物与真核生物的启动子结构不同; 原核生物的 mRNA 5'端有 SD 序列, 无帽子结构, 真核生物的 mRNA 5'端有帽子结构而无 SD 序列; 原核生物不存在真核生物的翻译后



加工系统，因此，用原核生物表达真核基因必须将目的基因整合到原核启动子和 SD 序列下游，需要翻译后修饰的蛋白质不宜用原核生物表达。

3.错。氨酰-tRNA 合成酶的合成反应需要消耗 ATP，而切除误载的氨基酸是水解反应，不可能在反应的同时将 AMP 和焦磷酸再合成 ATP。

4.错。有些氨酰-tRNA 合成酶是把氨基酸连接在 tRNA3'末端核糖的 3'-羟基上，另一些是连接在 tRNA3'末端核糖的 2'-羟基上。

5.错。氨酰-tRNA 的氨基已经被活化，形成肽键时不需要水解高能磷酸化合物提供能量。

6.错。形成肽键时，P 位的肽酰基转移到 A 位，与 A 位氨酰-tRNA 上的氨基形成肽键，从而使肽链延长，随后，P 位空载的 tRNA 通过 E 位从核糖体脱落。

7.错。分子伴侣在多肽链的折叠过程只起辅助作用，对蛋白质三维结构起决定性的因素是它的一级结构。

（五）分析与计算题

1.（1）遗传密码为三联体：模板从 mRNA5'端的起始密码子开始，到 3'端的终止密码称为开放读码框架。在框架内每 3 个碱基组成 1 个密码子，决定 1 个氨基酸。（2）遗传密码的种类：遗传密码共 64 个，其中 61 个密码子分别代表各种氨基酸。3 个为肽链合成的终止信号。位于 5'端的 AUG，除了代表甲硫氨酸外，还是肽链合成的起始信号。（3）遗传密码的连续性：对 mRNA 分子上密码子的阅读方法叫读码。正确读码是每 3 个相邻碱基一组，不间断地连续读下去，直到出现终止密码为止。mRNA 上碱基的插入和缺失，可导致框移突变。（4）遗传密码的简并性：有 61 个密码子代表 20 种氨基酸，每个密码子只代表一种氨基酸，而多数氨基酸都有 2~4 个密码子，这种由几个密码子编码同一氨基酸的现象称为简并性。从密码表上可看出密码子的第 3 位碱基通常是简并的。（5）遗传密码的摆动性：指密码子与反密码子配对不遵从碱基配对规律，此不严格的配对关系称为摆动性。如丙氨酰-tRNA 反密码子的第 1 位碱基 I 可以与密码子第 3 位的 A、C 或 U 配对。遗传密码的摆动性使一种 tRNA 可以识别几种代表同一种氨基酸的密码子。（6）遗传密码的通用性：从细菌到人的遗传密码都通用的，但近年发现哺乳类动物线粒体的蛋白质合成体系中有个别例外。如 UAG 不代表终止密码子，而代表色氨酸；CUA 不代表亮氨酸，而代表苏氨酸。（7）遗传密码的防错系统：由于遗传密码的简并性，有 4 个密码的氨基酸，其第三位的碱基被替换，仍编码同一种氨基酸，从遗传密码表可以看出，只要遗传密码的第二位是 U，则第一位和第三位不论怎么变化，其编码的氨基酸总是疏水性的，如第二位是 C，则其编码的氨基酸是非极性的或极性不带电荷的，若第二位为 A 或 G，则编码的氨基酸 R 基是亲水性的，第一位是 A 或 C，第二位是 A 或 G，则编码的氨基酸 R 基是碱性的，若前两位是 AG 则编码的氨基酸 R 基是酸性的。这些规律使某些核苷酸的替换可以不引起肽链中氨基酸的变化，或被替换的氨基酸理化性质相似。这便是密码的防错系统。

2.由于 1 个密码子只能编码一种氨基酸，在 mRNA 的开放阅读框确定后，用遗传密码可以推出其相应蛋白质的氨基酸序列。由于 mRNA 是由 DNA 转录而来的，如果基因（DNA）编码



区的序列已知，也可由此推出相应表达产物的氨基酸序列。但是，由于除甲硫氨酸和色氨酸外的 18 种氨基酸均有一种以上的密码子，由蛋白质的氨基酸序列推断相应 mRNA 的核苷酸序列时，我们会面临多种选择。比如，由 7 个氨基酸的序列推测其可能的 mRNA 编码区序列，若其中有 5 个氨基酸有 2 个密码，则能够与其相对应的核苷酸序列会有 2^5 种，即有 32 种。

3. (1) 因为蛋白质的平均相对分子质量为 60000，氨基酸残基的平均相对分子质量为 120，则蛋白质的平均氨基酸残基的个数为 $60000/120=500$ 个，编码 2000 种蛋白至少需要 $2000 \times 500 \times 3$ 个密码子，而 DNA 碱基的 75% 用来编码这 2000 个蛋白，则该染色体 DNA 的长度为： $2000 \times 500 \times 3 / 75\% = 4000000 \text{bp}$ 。若该 DNA 为 B-DNA，每个 bp 使螺旋轴延伸 0.34nm，则其长度应为： $0.34 \times 4000000 = 1360000 \text{nm}$ ；(2) 该染色体 DNA 的相对分子质量大约是 $640 \times 4000000 = 2560000000 = 2.56 \times 10^9 \text{ Da}$

4. 相同之处：(1) 都需生成翻译起始复合物；(2) 都需多种起始因子参加；(3) 翻译起始的第一步都需核糖体的大、小亚基先分开；(4) 都需要 mRNA 和氨酰-tRNA 结合到核糖体的小亚基上；(5) mRNA 在小亚基上就位都需一定的结构成分协助。(6) 小亚基结合 mRNA 和起始者 tRNA 后，才能与大亚基结合。(7) 都需要消耗能量。不同之处：(1) 真核生物核糖体是 80S (40S+60S)；eIF 种类多 (10 多种)；起始氨酰-tRNA 是 met-tRNA (不需甲酰化)，mRNA 没有 SD 序列；mRNA 在小亚基上就位需 5'端帽子结构和帽结合蛋白以及 eIF2；mRNA 先于 met-tRNA 结合到小亚基上。(2) 原核生物核糖体是 70S (30S+50S)；IF 种类少 (3 种)；起始氨酰-tRNA 是 fmet-tRNA (需甲酰化)；需 SD 序列与 16S-tRNA 配对结合，rps-1 辨认识别序列；小亚基与起始氨酰-tRNA 结合后，才与 mRNA 结合。

5. 蛋白质合成后的靶向输送原理，有几种不同的学说，信号肽假说是目前被普遍接受的学说之一。分泌性蛋白质的初级产物 N-端多有信号肽结构，信号肽一旦合成 (蛋白质合成未终止)，即被胞浆的信号肽识别蛋白 (SRP) 结合，SRP 与内质网膜的内侧面的受体即对接蛋白 (DP) 结合，组成一个输送系统，促使膜通道开放，信号肽带动合成中的蛋白质沿通道穿过膜，信号肽在沿通道折回时被膜上的信号肽酶切除，蛋白质在内质网和高尔基体经进一步修饰 (如糖基化) 后，即可被分选到细胞的不同部位。

6. 蛋白质合成后的加工修饰内容有：(1) 肽链的剪切：如切除 N 端的 Met，切除信号肽，切除蛋白质前体中的特定肽段。(2) 氨基酸侧链的修饰，如：磷酸化、糖基化、甲基化等。(3) 二硫键的形成。(4) 与辅基的结合。

第 11 单元 物质代谢的调节控制

(一) 名词解释

1. 是指某一生物或细胞在特定生理时期内所有的小分子代谢物。
2. 指酶促反应系统中的最终产物对起始步骤的酶活性的调节。
3. 指增加同它连锁的基因转录频率的 DNA 序列。其通过启动子来增加转录的。有效的增强



子可以位于基因的 5'端，也可位于基因的 3'端，有的还可位于基因的内含子中。

4.在原核生物的 Trp 操纵子结构中，第一个结构基因与启动子 P 之间有一个区域含 Trp 密码子，称衰减子。当环境中 Trp 浓度很高时，它可通过编码并翻译，使正在转录的 mRNA 形成终止信号，从而终止 Trp 操纵子的表达。这种转录衰减实质上是转录与一个前导肽翻译过程的偶联，它是原核生物特有的一种基因调控机制。

5.大多数真核转录调节因子由某一基因表达后，通过与特异的顺式作用元件相互作用（DNA-蛋白质相互作用），或通过与其它调节因子的相互作用（蛋白质-蛋白质相互作用），反式激活另一基因的转录，故称反式作用蛋白或反式作用因子。

6.原核生物的几个功能相关的结构基因往往排列在一起，与其上游的启动子，操纵基因共同构成转录单位，称操纵子。

7.指可影响自身基因表达活性的真核 DNA 序列。根据顺式作用元件在基因中的位置、转录激活作用的性质及发挥作用的方式，分为启动子、增强子及沉默子等。

8.是 RNA 聚合酶结合位点周围的一组转录控制组件，包括至少一个转录起始点。在真核基因中增强子和启动子常交错覆盖或连续。有时，将结构密切联系而无法区分的启动子、增强子结构统称启动子。

（二）填空题

1. 分子水平调节，细胞水平调节，多细胞整体水平调节； 2.分子水平，细胞水平； 3. 激素水平，神经水平； 4.活性，浓度； 5.别构效应，共价修饰； 6.磷酸化/去磷酸化，乙酰化/去乙酰化，腺苷酰化/去腺苷酰化，尿苷酰化/去尿苷酰化，甲基化/去甲基化，S-S/SH 相互转化； 7.结构基因，操纵基因，启动基因。

（三）选择题（在备选答案中选出 1 个或多个正确答案）

1. B； 2.B； 3.C； 4.C； 5.A； 6.E； 7.E。

（四）问答题

1.因为猪吃的糖类物质水解成单糖后，经糖酵解作用生成的磷酸二羟丙酮还原反应生成甘油-3-磷酸。另外，糖酵解生成的丙酮酸氧化反应后生成乙酰 CoA，再经脂肪酸合成途径合成脂肪酸，这样，甘油和脂肪酸反应可生成三酰甘油酯，糖类物质转化为脂肪。故猪发胖了。

2.脂肪分解反应的产物甘油和脂肪酸，甘油经磷酸化成甘油-3-磷酸，再脱氢氧化为磷酸二羟丙酮，然后逆糖酵解途径生成糖；脂肪酸经 β -氧化生成乙酰 CoA，再经乙醛酸循环合成琥珀酸，进入三羧酸循环生成草酰乙酸，然后脱羧、磷酸化生成磷酸烯醇式丙酮酸，逆糖酵解途径生成糖。

3.代谢反应中酶水平的调节可以通过两类方式，即酶的活性调节和酶的浓度调节。酶活性的调节，是一种快速调节，主要由酶原的激活、产物的反馈调节、能荷水平、别构效应、共价修饰等方式改变酶的活性；酶的浓度调节是一种慢速调节，其主要是通过一系列调控该酶的基因表达水平来达到调节的目的，原核生物主要在基因转录水平进行调控，真核生物在转录、翻译、后翻译后修饰等多层次进行调控。



4.真核生物基因表达调控是多层次的。在转录前，主要通过改变 DNA 序列和染色质结构来调控基因表达；转录水平是其主要的调控途径，集中体现在顺式作用元件和反式作用因子极其相互作用的调控上；转录后水平的调控包括转录产物的加工和转运的调节；翻译水平的调控主要是控制 mRNA 的稳定性和翻译的起始频率；翻译后的调控主要是控制多肽链的加工和折叠，产生不同功能活性的蛋白质。



《植物学》各章练习题参考答案

植物形态解剖学部分

第一章 植物细胞和组织

一、名词解释

1. 胞间连丝：穿过中胶层和初生壁，沟通相邻细胞的原生质细丝。
2. 次生壁：细胞停止生长、体积不再增大后形成的细胞壁，延展性差。
3. 细胞骨架：分布在细胞质基质中由蛋白质纤维组成的网络结构，包括微管、微丝和中间纤维。
4. 初生纹孔场：初生壁上的一些凹陷的较薄的区域，其间常有胞间连丝穿过。
5. 原生质体：细胞内有生命的物质组成的整体。
6. 细胞分化：由分生组织细胞分裂产生的衍生细胞，开始具有分裂能力，逐渐到细胞分裂停止，形态发生各种变化，以致形成适应各种功能的细胞结构，这个过程即为细胞分化。
7. 分生组织：在植物一生中具有持续分裂能力的细胞群。
8. 同化组织：有光合作用能力的薄壁组织，其特点是细胞中含有大量的叶绿体。
9. 超微结构：又称亚显微结构，必须应用电子显微镜才能观察到的结构，如内质网、核糖体和微管等。
10. 传递细胞：薄壁组织的一种，细胞壁具内突生长，即向内突入细胞腔内，形成许多指状或鹿角状的不规则突起，其作用利于细胞与周围细胞的物质传递。

二、单项选择题

1. C 2. B 3. A 4. D 5. C 6. A 7. A

三、判断题

1. √ 2. × 3. √ 4. √ 5. ×

四、填空题

1. 细胞壁、原生质体
2. 原分生组织、初生分生组织、次生分生组织



3. 皮系统、基本组织系统、维管组织系统

4. 顶端分生组织、居间分生组织、侧生分生组织

五、问答题

1. 成熟组织包括哪些类型？简述各类型主要功能。

答：植物体中的成熟组织按功能不同可分为以下几种类型。①保护组织。覆盖于植物体表，防止水分过度蒸腾，控制气体交换，抵抗逆境伤害。可分为表皮和周皮。②薄壁组织（或基本组织）。植物体的各种器官都含有大量的薄壁组织。可进一步细分为同化组织、贮水组织、贮藏组织、通气组织和传递细胞。③机械组织，起支持作用。根据细胞壁加厚方式的不同，可分为厚角组织和厚壁组织。④输导组织，负责长距离输导水分、无机盐和有机物的管状组织。其中，输导水分和无机盐的结构主要为管胞和导管，输导有机物的主要有筛管和伴胞。⑤分泌组织，由产生分泌物质的细胞构成。可分为外分泌结构和内分泌结构，这些分泌物对植物的生命活动有重要意义，有的分泌物还是药物、香料或其他工业的原料，具有重要的生产应用价值。

2. 植物细胞壁分为哪几层？各层在形成时间和化学成分上有何差异？这些成分与细胞壁的功能有何关系？

答：植物细胞壁分为胞间层、初生壁和次生壁。

胞间层在有丝分裂的后期开始形成，是细胞最早形成的细胞壁，主要成分是果胶质，起黏合作用。

初生壁是细胞生长过程中形成的细胞壁，含有纤维素、半纤维素、果胶质和一些糖蛋白。初生壁除具有保护原生质体和维持细胞形态外，还参与细胞的生长分化、物质的吸收与分泌，以及细胞间的相互识别等多种生命活动。

次生壁是细胞停止生长、体积不再增大后形成的细胞壁，主要成分除纤维素和半纤维素外，还含有大量的木质素。次生壁参与植物的支持和运输作用。

3. 比较有丝分裂和减数分裂的异同，说明两种分裂的意义。

答：相同点：均在间期种进行 DNA 的复制，有纺锤丝和染色体的出现。

不同点：有丝分裂过程中，DNA 复制一次，细胞分裂一次后形成 2 个子细胞，而减数分裂过程中，DNA 复制一次，细胞连续分裂 2 次后形成 4 个子细胞；减数第一次分裂的前期有同源染色体的配对，称联会，使得子细胞的染色体数目减半，同时在第一次分裂的前期还有染色体片段的交换以及非同源染色体进入子细胞



时的自由组合现象。

意义：有丝分裂时植物生长发育最普遍的分裂方式，结果导致植物生长，其分裂产生的子细胞和母细胞具有同样的遗传性，保持了遗传的稳定性；高等植物在产生孢子时进行减数分裂，结果形成4个单倍体的孢子，联会保证子细胞能得到一半的染色体，这样确保植物细胞总的染色体数目和倍性的稳定，而染色体片段交换以及非同源染色体进入子细胞时的自由组合，又提供了变异的机会，这使得产生的后代有更强的生活力。

第二章 种子和幼苗

一、名词解释

1. 有胚乳种子：种子成熟后具有胚乳，胚乳占据了种子的大部分，胚相对较小。

2. 种孔：胚珠时期的珠孔在种子成熟时称为种孔，种子萌发时胚根首先从种孔伸出。

3. 种脐：种子成熟时从珠柄处与胎座分离留下的痕迹。

4. 种子的寿命：在一定条件下种子保持生活力的最长期限，常用种子发芽率表示。

5. 子叶留土幼苗：这类植物的种子在萌发时，上胚轴伸长，下胚轴不伸长，结果使子叶留在土壤中，其子叶作为吸收和贮藏营养物质的器官，在养料耗尽后脱落死亡。

6. 种子：是种子植物的繁殖器官，由子房种的胚珠经受精作用发育形成。

7. 胚轴：在胚的中轴上、介于胚根与胚芽之间，同时又与子叶相连，一般极短，不甚明显。

8. 糊粉层：禾谷类作物种皮的最内层，位于种皮和胚乳之间，禾谷类作物中高营养价值的生理活性成分（如：膳食纤维、矿物质、有益脂类、维生素、酚酸类和木酚素等）就集中在糊粉层中。

9. 后熟作用：有些植物的种子在脱离母体时，胚体未发育完全，或胚在生理上尚未完全成熟。这种种子需要经过一段休眠等胚充分成熟后才能萌发。

二、单项选择题



1. C 2. A 3. B 4. D 5. A 6. A

三、判断题

1. × 2. × 3. × 4. √ 5. √

四、填空题

1. 胚、胚乳、种皮 2. 干燥、低温 3. 胚根鞘、胚芽鞘
4. 子叶 5. 下胚轴、上胚轴

五、问答题

1. 种子休眠的原因是什么？如何破除？

答：1) 种皮障碍

机械方法擦破种皮；

浓硫酸短时处理，使种皮软化。

2) 后熟作用

胚未发育完全或胚在生理上未完全成熟，需一定时间，等胚完全成熟后才能萌发。

潮湿低温条件下，进行层积处理。

3) 内含抑制萌发的物质

脱离环境或用水冲洗

2. 种子萌发需要什么样的外界条件？

答：1) 充足的水分。干种子不能萌发，只有细胞和组织里都有充足的水，才能改变种子的休眠状态，恢复其基本的生化机能，种子细胞恢复分裂能力，凯氏生长分化。

2) 适当的温度。代谢活动、贮藏物的分解以及物质的合成都是在酶催化作用下的反应，酶的活力需要适当的温度。在一定范围内，随温度升高酶活力增强，温度过低，酶没有活力，温度过高，酶则遭到破坏。

3) 充足的氧气。代谢的能力和合成所需的中间产物由呼吸作用产生，呼吸需要氧气。

3. 种子的基本结构包括哪些部分？各部分的来源、结构特点及功能是什么？

答：种子包括胚、胚乳和种皮三部分。

胚是由受精卵发育形成的多细胞结构，所有细胞均为胚性细胞，是种子种最重要的结构。胚由胚根、胚芽、胚轴和子叶组成。胚的功能是发育形成新一代植株的幼体。



胚乳位于胚和种皮之间，是由受精极核发育形成的，为种子中营养物质贮存的场所，供胚胎发育和种子萌发时利用。

种皮是种子最外层结构，由胚珠的珠被发育形成，具有保护功能，可以保护种子内的胚，避免水分的丧失、机械损伤和病虫害的侵入。

4. 幼苗的类型有哪些？请说明各自生长和栽培特点。

答：根据种子萌发时胚轴的伸长情况不同，以子叶是留土还是出土为标准将幼苗分为子叶出土幼苗和子叶留土幼苗。

子叶留土幼苗：这类植物的种子在萌发时，上胚轴伸长，下胚轴不伸长，结果使子叶留在土壤中，其子叶作为吸收和贮藏营养物质的器官，在养料耗尽后脱落死亡。这类植物可以适当深播，以得到更多的水分和养料。

子叶出土幼苗：这类植物的种子在萌发时，下胚轴迅速伸长，将上胚轴和胚芽一起推出土面，从而子叶出土。出土后的子叶在细胞内产生叶绿体，进行光合作用，因此，不适宜深播。

第三章 种子植物的营养器官

一、名词解释

1. 同源器官：在变态器官中，一般将功能不同而来源相同的器官，叫同源器官。如：枝刺、根状茎、块茎、茎卷须等为同源器官。
2. 初生生长：由顶端分生组织细胞分裂分化进行的生长称为初生生长。
3. 次生结构：由侧生分生组织细胞分裂产生的细胞，经生长分化后形成的结构称为次生结构。
4. 凯氏带：内皮层细胞的上、下壁和径向壁上，常有木质化和栓质化的加厚，呈带状环绕细胞一周，称凯氏带。
5. 内起源：种子植物的侧根，起源于中柱鞘，这种起源由于发生在皮层以内的中柱鞘，称为内起源。
6. 髓射线：维管束之间的薄壁组织，位于皮层和髓之间，在横切面上呈放射状，外连皮层内通髓，有横向运输的作用，同时也是茎内贮藏营养物质的组织。
7. 维管射线：在茎的次生生长过程中，维管形成层的射线原始细胞向外分裂产生韧皮射线，向内分裂形成木射线，二者通过射线原始细胞相连通，合成维管射线。
8. 早材：亦称春材，春季形成层活动产生的木材，其导管细胞孔径大而壁薄，纤



维的数目少，材质疏松。

9. 心材：位于次生木质部的中心部分，颜色深，为早年形成的次生木质部，全部为死细胞，薄壁细胞的原生质体通过纹孔侵入导管，形成侵填体，堵塞导管使其丧失输导功能。

10. 等面叶：叶肉没有分化为栅栏组织和海绵组织，所以从叶的外表看近轴面与远轴面颜色一样，这样的叶为等面叶。

二、单项选择题

1. A 2. C 3. D 4. B 5. C

三、判断题

1. √ 2. × 3. √ 4. × 5. √

四、填空题

1. 横、切向纵、径向纵 2. 木质部、韧皮部
3. 维管形成层、木栓形成层 4. 相间、相对
5. 中柱鞘、内起源 6. 叶（枝）芽、花芽、混合芽
7. 叶片、叶柄、托叶 8. 束中、束间、初生、次生

五、问答题

1. 裸子植物的茎有没有次生生长？它是如何发生和进行的？

答：裸子植物的茎具有次生生长。

- 1) 原因：由于维管形成层活动的结果。
- 2) 维管形成层来源：维管束内的束中形成层和束间形成层。
- 3) 活动：维管形成层形成以后，开始活动，向内产生次生木质部，向外产生次生韧皮部，由于产生的次生木质部不断加在维管形成层内，维管形成层形层不断外移，结果使茎不断增粗。

2. 比较单子叶与双子叶植物叶结构的异同。

答：两者都有表皮，叶肉和叶脉，但也有区别：

- 1) 单子叶植物叶的表皮细胞一层，由长细胞和短细胞在组成，短细胞又分为硅质细胞和栓质细胞两种类型。叶尖常有排水器。
双子叶植物叶的表皮一般由单层细胞组成，有的在叶缘具有排水器。
- 2) 单子叶植物的叶脉为平行叶脉， 双子叶植物叶脉为网状脉序。
- 3) 单子叶植物叶为等面叶，双子叶植物叶一般是异面叶，由于叶片背，腹面寿



光情况不同，叶肉分化为近腹面的栅栏组织和近背面的海绵组织。

3. 比较单子叶与双子叶植物茎的异同。

答：相同点：都是由表皮、基本组织和维管束构成，三者的组成成分基本相同。

不同点：1) 双子叶植物的维管束一轮分布，以此为基础将基本组织分为皮层、髓射线和髓三部分；单子叶植物维管束星散分布或二轮分布，没有明显的皮层、髓射线和髓的构造。

2) 双子叶植物的维管束不具维管束鞘，具束中形成层，为无限维管束；单子叶植物的维管束具有厚壁细胞形成的维管束鞘，束内不具形成层，为有限维管束。

4. 旱生植物叶和水生植物叶在形态结构上有哪些特点？

答：旱生植物的叶有两种类型：一类是小叶植物，叶片小而硬，通常多裂，表皮细胞外壁增厚，角质层也增厚，甚至形成复表皮，气孔下陷或局限在气孔窝内，表皮常密生表皮毛，栅栏组织层次多，甚至上下两面均有分布；另一类是肉质植物，叶肥厚多汁，叶肉有发达的薄壁组织，贮存大量的水分，输导组织不发达。

水生植物的结构，胞间隙发达或海绵组织所占比例较大。特别对于沉水植物，表皮细胞壁薄，角质膜薄或没有角质膜，也无气孔和表皮毛，但表皮细胞具叶绿体，叶肉组织不发达，层次少，无栅栏组织和海绵组织的分化。

第四章 种子植物的繁殖与繁殖器官

一、名词解释

1. 有性生殖：植物体生长发育到一定阶段，其上产生称为配子的生殖细胞，配子细胞必需通过两性细胞的融合，形成合子或受精卵，由受精卵发育形成新个体。
2. 假果：指子房以外的其他结构参与果实的形成，如苹果、梨和西瓜等。
3. 聚合果：一朵花中离生雌蕊的每一枚雌蕊形成一小果，这样一朵花内有多枚小果聚合而成的果实称为聚合果。如草莓、八角等。
4. 无融合生殖：指植物不经受精即可得到种子的自然现象，包括减数胚囊的无融合生殖和未减数胚囊的无融合生殖以及不定胚的生殖。
5. 核型胚乳：被子植物中较为普遍的胚乳发育形式。初生胚乳核在最初的一段发育时期进行细胞核分裂而细胞质不分裂，不形成细胞壁，结果在胚囊中形成了许多游离核。当游离核达到一定数目后才产生细胞壁，形成胚乳细胞。



6. 雄性生殖单位：被子植物雄配子体中的 2 个精细胞以带有胞间连丝的部分连结在一起，并有一共同的包被，这种在一对精细胞之间以及精细胞与营养核之间存在结构上的连接和物理上的联结，在受精过程中共同组成一个遗传单位行使功能，称为雄性生殖单位。

7. 雄性不育：正常的自然条件下，群体中个别植物产生花药或花粉不能正常发育的现象。

8. 胚囊：指被子植物成熟或尚未成熟的雌配子体，从大孢子到雌配子体发育的各个阶段，均可称为胚囊。成熟胚囊包含 1 个卵细胞、2 个助细胞、3 个反足细胞和 1 个中央细胞。

9. 胚珠：子房中发育出的结构，具有 1~2 层珠被包围着里面的珠心，受精后发育形成种子。珠心相当于大孢子囊，大孢子和雌配子在珠心中发育。

10. 合生心皮：雌蕊群有多个心皮，每个心皮彼此联合称合生雌蕊，亦称复雌蕊。

二、单项选择题

1. C 2. C 3. A 4. C 5. A 6. A

三、判断题

1. × 2. √ 3. × 4. × 5. √ 6. √

四、填空题

1. 核、细胞、沼生目 2. 直生胚珠、倒生胚珠、横生胚珠、弯生胚珠
 3. 外果皮、中果皮、内果皮 4. 柱头、花柱、子房
 5. 表皮、纤维层、中层、绒毡层 6. 珠孔受精、合点受精、中部受精
 7. 珠心 8. 三 五

五、问答题

1. 试述绒毡层细胞在花药发育过程中的变化以及在花粉发育过程中的作用。

答：绒毡层是由周缘细胞平周分裂产生，位于花粉囊壁的最外层，一般由一层细胞组成。其细胞较大，细胞质浓厚，含有丰富的 RNA、蛋白质、油脂和类胡萝卜素等。在花药发育的早期，绒毡层细胞是单核的，到小孢子母细胞减数分裂前后，绒毡层细胞核分裂常不伴随新壁的形成，称为二核或多核的细胞。绒毡层具有分泌细胞的特点，在小孢子形成前后绒毡层细胞分泌功能旺盛。在四分体时期或小孢子时期，绒毡层出现退化的迹象，以后逐渐解体，到花粉成熟时绒毡层已完全解体。



绒毡层细胞可以向发育中的花粉提供营养物质；分泌胼胝质酶溶解四分体的胼胝质壁，使小孢子从四分体中释放出来；合成孢粉素，对花粉外壁形成有一定作用；合成花粉外壁蛋白，参与花粉和柱头的识别作用；此外，花粉壁外的一些脂类物质也来自绒毡层。因此，绒毡层发育或解体过程中出现异常，会导致花粉败育。

2. 以蓼型胚囊为例，请你说明成熟的胚囊结构有哪些？

答：成熟的蓼型胚囊通常为 7 个细胞组成的 8 核胚囊：包括在珠孔端的 1 个卵细胞、2 个助细胞和在合点端的 3 个反足细胞，以及这两群细胞之间 1 个大的含有 2 个极核的中央细胞。

卵细胞呈洋梨形，大液泡在珠孔端，卵核在近合点端，合点端细胞壁消失或不连续。与助细胞相比，卵细胞中细胞器数量相对较少。助细胞的细胞核位于近珠孔端，细胞质浓厚，液泡在合点端，助细胞的珠孔端有丝状器，成熟助细胞的细胞壁与卵细胞一样在合点端也消失，助细胞含有丰富的细胞器，是代谢活跃的细胞。中央细胞是胚囊中体积最大的细胞，具有大液泡和 2 个极核。反足细胞具有丰富的细胞器，是代谢活跃的细胞。

3. 试述荠菜胚的发育过程。

答：荠菜是双子叶植物，双子叶植物胚的发育过程主要经历休眠期、原胚期、幼胚期、成熟胚期。

合子经短暂休眠后，不均等横裂为 2 个细胞，靠近珠孔端是基细胞，远离珠孔的是顶端细胞。基细胞略大，经连续横向分裂，形成一系列由 6~10 个细胞组成的胚柄；顶端细胞经过多次分裂形成 8 个细胞的八分体，八分体的各细胞再连续分裂形成一团组织，此即原胚期。之后胚体继续增大，在顶端两侧部位的细胞分裂较多，生长较快，形成两个子叶原基突起。此时，整个胚体呈心形，胚体内部细胞已开始分化。随着子叶原基延伸，形成两片形状相似、大小相同的子叶；紧接其基部的胚轴也相应伸长，整个胚体呈鱼雷形。在两片子叶基部相连处的凹陷部位分化出胚芽；与胚芽相对一端，胚体基部细胞和与其连接的一个胚柄细胞不断分裂，共同参与胚根发育分化而完成幼胚分化。至此，幼胚的形态建成基本完成。在成熟初期，幼胚仍可继续通过胚柄向胚乳细胞、珠心细胞吸取养分；胚柄细胞萎缩凋亡，胚的两片子叶不断发育增大，并可直接从胚乳中吸收、转化养分，胚得到充分发育；子叶弯曲、折叠生长，成熟胚在胚囊中弯曲成马蹄形。



植物系统分类学部分

第一章 藻类植物

一、名词解释

1. 藻殖段：是蓝藻门丝状体类型的一种营养繁殖的方式。藻殖段的形成有多种，如颤藻等在藻丝中有的细胞死亡变成双凹形的丝细胞或隔离盘，将藻丝隔成小段。
2. 藻胆素：也是光合色素，是藻红素、藻蓝素和别藻蓝素的总称。这类光合色素具水溶性，主要存在于蓝藻、红藻中。
3. 气泡：某些蓝藻细胞中的泡状体，其功能主要是有助于藻体的漂浮，同时对细胞中的光合色素具有一定的保护作用，常见于一些浮游蓝藻中。
4. 果胞：红藻门的雌性生殖器官，单倍体结构，典型的果胞具有1个细长的受精丝，基部膨大，内有1卵。
5. 游动孢子：真核藻类在无性生殖时产生的具鞭毛能游动的孢子，如衣藻等。
6. 接合生殖：指绿藻门中接合藻纲的有性生殖方式，其特点是由2个没有鞭毛而可以变形的配子相结合，产生接合孢子的方式。
7. 同配生殖：一种较原始的有性生殖方式，即相融合的2个配子在形态和大小上类似的有性生殖方式，配子虽无大小之分，但一般有(+)、(-)之分，如衣藻。

二、单项选择题

1. B 2. B 3. C 4. D 5. B 6. D

三、判断题

1. × 2. × 3. × 4. × 5. √ 6. √ 7. × 8. ×

四、填空题

1. 叶绿素、类胡萝卜素、藻胆素
2. 红藻
3. 藻红素、藻蓝素、别藻蓝素
4. 蓝藻、原绿生物
5. 蓝藻淀粉 蓝藻颗粒体
6. 内生孢子 外生孢子
7. a b c d
8. 营养繁殖 无性生殖 有性生殖

五、问答题



1. 真核藻类有哪些主要特征？

- 答：1) 外部形态结构。绝大多数藻类都较微小，没有根、茎、叶的分化，包括单细胞、各种群体、丝状体、枝状体，也具有一定细胞分化的多细胞体。
- 2) 内部结构。很简单，大多数没有组织分化，少数种类有一定分化。
- 3) 细胞结构。大多数具有细胞壁，具真核、内质网、高尔基体核液泡等细胞器。
- 4) 具光合器和光合色素。营养方式为光合自养，而且产生氧气，绝大多数的光合器中类囊体没有形成基粒；光合色素有三大类，叶绿素类、类胡萝卜素和藻胆素。
- 5) 生殖器官。绝大多数为单细胞结构，少数为多细胞结构，但没有不育细胞形成具有保护作用的壁。
- 6) 生殖方式和生活史。生殖方式有三类：营养繁殖、无性生殖和有性生殖。生活史类型主要有核相交替和世代交替两大类型。
- 7) 生境和分布。主要生活在各种水体中，或潮湿的土壤、岩石等处，分布广泛。

2. 试述藻类植物的经济意义。

答：藻类植物的经济价值不仅大，而且还是多方面的，具体表现如下：

- 1) 食用。海带、紫菜、裙带菜等。
- 2) 药用。海带、鹧鸪菜等。
- 3) 工业原料。石花菜、鹿角菜、硅藻土等。
- 4) 在水环境监测与治理上有重要价值。
- 5) 饲料。石莼、浒苔等。
- 6) 绿肥。许多大型褐藻、轮藻。
- 7) 科学研究。由于真核藻类结构简单，容易培养和控制，所以许多种类在科学研究上有重要价值，是很好的研究材料。

3. 试述蓝藻门的主要特征。

- 答：主要特征：1) 形态上，少数为单细胞，大多数为群体或丝状体。
- 2) 细胞结构：原核，仅具类囊体而无载色体，含叶绿素 a 和藻胆素等光合色素，光合自养，光合放氧，70S 核糖体，没有内质网、线粒体、高尔基体等膜细胞器，细胞壁的主要成为为肽聚糖，壁外多有胶质壳。
- 3) 贮藏的光合产物：主要为蓝藻淀粉、蓝藻颗粒体等。



- 4) 繁殖方式：多为营养繁殖，少数可产生孢子进行无性繁殖，没有有性生殖。
5) 不产生具鞭毛的细胞。

第二章 菌类植物

一、 名词解释

1. 菌丝体：由菌丝组成的真菌的营养体。低等真菌菌丝体的菌丝无隔多核，高等真菌菌丝体的菌丝为有隔菌丝，单核或多核。
2. 子实体：通常是指高等真菌产生有性孢子的一种组织结构，如各种子囊果和各种担子果。其基本结构主要包括子实层和包被两大部分。
3. 子实层：子囊菌或担子菌的子实体中排列成栅栏状的产生有性孢子的层状结构。
4. 无隔担子：担子菌产生担孢子的单细胞结构，通常棒状，顶端具有4个（极少数为2个）小梗，在每个小梗上各产生1个担孢子。
5. 有隔担子：担子菌产生担孢子的多细胞结构，由4个细胞组成，根据4个细胞排列的不同，又分为横隔担子和纵隔担子两类。
6. 腐生：真菌的异养方式之一，是指真菌从动物、植物死体以及无生命的有机物质吸取养料的生活方式。

二、单项选择题

1. A 2. B 3. C 4. D

三、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. × 5. √ 6. √ 7. × 8. √

四、填空题

1. 初生菌丝体、次生菌丝体、三生菌丝体 2. 子囊菌 担子菌 半知菌
3. 冬孢菌 层菌 腹菌 4. 担孢子 性孢子 夏孢子 锈孢子 冬孢子
5. 子实层 子实层基 菌髓 6. 卵孢子 接合孢子 子囊孢子 担孢子

五、问答题

1. 真菌的基本特征是什么？

答：1) 菌体的形态结构：绝大多数是由菌丝组成的菌丝体，没有根茎叶分化，高等者形成子实体。

- 2) 细胞结构：具细胞壁，具真核，有内质网、高尔基体，无质体。



3) 繁殖：营养繁殖、无性生殖和有性生殖三大类。

4) 营养方式：异养（吸收）。

2. 真菌的经济意义有哪些？

答：真菌的经济价值很高，在食用、药用、酿造、化工、造纸金额制革业等方面具有较大的用途。真菌也有有害的方面，如造成树木腐烂、食物和物品霉烂，有些还能产生毒素（如黄曲霉毒素等）。许多真菌可寄生在植物、动物和人体中，对农业、林业、畜牧业、水产业和人类健康都可造成严重危害。

3. 真菌在自然界中的作用是什么？

答：真菌是自然界生态系统中的分解者，它们可以把大分子的有机物分解成小分子的化合物，不仅从中获取了营养，也可以被植物吸收利用。对自然界来说，真菌维持了物质循环。许多真菌与植物间形成菌根，对植物的生长发育很有帮助。

第三章 地衣

一、名词解释

1. 壳状地衣：地衣体呈皮壳状，紧贴在岩石、树皮和土表等基质上，菌丝直接伸入基质中，很难剥离，常呈现各种不同色彩。

2. 异层地衣：以叶状地衣为例，叶状体从上至下有明显的分层，藻类细胞在上皮层下方集中排列成一层，这种类型为异层地衣。

二、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. ×

三、填空题

1. 真菌、藻类 2. 真菌 3. 上皮层、藻胞层、髓层、下皮层

4. 子囊 蓝藻 绿藻 5. 壳状 叶状 枝状

6. 菌丝 藻细胞

四、问答题

1. 从形态上分，地衣可以分为哪些类型？各自特点是什么？

答：地衣可分为 3 种类型：

1) 壳状地衣：地衣体呈皮壳状，紧贴在岩石、树皮和土表等基质上。无下皮层结构，菌丝直接伸入基质中。很难从基质上采下。这类地衣种类多，常在岩



石表面呈现各种不同色彩。常见种类如茶渍属、文字衣属等。

- 2) 叶状地衣：地衣体呈叶片状或各种形状，不分裂或多次分叉。下面有菌丝束形成的假根或脐，将地衣固着于基质上。可从基质上采下。常见种类如梅衣属、地卷属等。
- 3) 枝状地衣：地衣体呈树枝状或须根状，直立或下垂。常见种类如石蕊属、松萝属等。

2. 简述地衣在自然界中的作用及其经济价值。

答：1) 在自然界种的作用。地衣是自然界中的“先锋生物”或“开拓者”，这是因为地衣能分泌地衣酸，促使岩石风化和土壤的不断积累，为苔藓和其他植物的生存和生长奠定了初步条件。在荒漠地区，有些地衣可以和一些藻类形成生物结皮，有助于土壤改良和固沙作用。

2) 经济价值。有些地衣可供药用，地衣酸是地衣代谢的中间产物，很多地衣酸有抗菌作用。有些地衣可做饲料。有些地衣可用来提取香水、石蕊试剂或一些染料。地衣对 SO_2 敏感，可用于大气环境污染监测。大量生长在柑橘、茶树等经济树木上的地衣会影响果木生长，造成危害。

第四章 苔藓植物

一、名词解释

- 1.原丝体：苔藓植物生活史过程的一个特殊阶段，由孢子萌发产生的状似丝状绿藻的结构，再由原丝体产生配子体。
- 2.精子器：特指多细胞的雄性生殖器官，棒状或球形，外部为多个不育细胞构成的精子器壁，内部的细胞为精原细胞，每个精原细胞都可以发育成具有鞭毛的精子。
- 3.胞蒴：苔藓植物孢子体的重要组成，是产生孢子的结构。胞蒴内的孢子母细胞经过减数分裂产生单倍体的孢子。
- 4.茎叶体：有茎和叶分化的植物体，是进化水平比较高的植物体类型。大多苔藓植物和其他高等植物为该类型。
- 5.叶状体：植物体呈叶片状，没有茎、叶的分化，为进化水平比较低的植物体类型。部分苔纲及角苔纲的配子体和许多藻类植物为该类型的植物体。



6.颈卵器：是多细胞的雌性生殖器官，由细长的颈部和膨大的腹部组成。颈卵器外部为不育细胞构成的壁，内有 1 列颈沟细胞，腹部有 1 个小的腹沟细胞和 1 个大的卵细胞，受精前颈沟细胞和腹沟细胞都解体。

二、单项选择题

1. B 2. A 3. D 4. B 5. C

三、判断题

1. × 2. √ 3. × 4. × 5. √ 6. √ 7. × 8. ×

四、填空题

1. 配子体、孢子体 2. 颈卵器、精子器
3. 蒴盖、蒴壶、蒴台 4. 配子体 孢子体
5. 藓 角苔 6. 孢子母 孢子 单

五、问答题

1. 为什么把苔藓植物称为低级的高等植物？

答：藻类植物、菌类、地衣没有真正的根茎叶的分化，称之为低等植物。苔藓植物、蕨类植物、种子植物有根茎叶的分化，是高等植物。蕨类植物、种子植物有维管束，是进化了的输导组织，故称维管植物。所以说苔藓植物是高等植物，但是属于高等植物中较低等的类群。

2. 试述颈卵器的结构。

答：颈卵器是多细胞的雌性生殖器官，由细长的颈部和膨大的腹部组成。颈卵器外部为不育细胞构成的壁，内有一列颈沟细胞，腹部有 1 个小的腹沟细胞和 1 个大的卵细胞。受精前颈沟细胞和腹沟细胞均解体。颈卵器为苔藓植物、蕨类植物和大多数裸子植物所特有，这 3 个门的植物可统称为颈卵器植物。但蕨类植物的颈卵器已经比苔藓植物有所退化，裸子植物则更加退化。

3. 苔藓植物与真核藻类相比，有哪些进步特征？

答：1) 苔藓植物在形态上大多有了茎和叶的分化，为茎叶体，有利于在陆地上利用光能。2) 生殖器官为多细胞结构，特别是外部有由许多不育细胞形成的壁，对生殖细胞有了更好的保护。3) 受精卵发育形成胚。胚是幼小孢子体的雏形，它得到了母体的保护，有利于孢子体的发育。

正因为上述特征，苔藓植物已经可以在潮湿的陆地上生活，成为陆生植物。

4. 苔藓植物门的 3 个纲的孢子体的主要区别是什么？



答:

项目	葫芦藓	地钱	角苔
胞蒴的组成	由蒴盖、蒴壶和蒴台组成	无蒴盖，仅为近球形结构，亦无蒴壶、蒴台之分	无蒴盖，仅为长角状的结构，亦无蒴壶、蒴台之分
蒴齿	有，在蒴壶口部	无	无
环带	有，存在于蒴盖和蒴壶之间	无	无
蒴轴	有，位于蒴壶的中央，由薄壁组织组成	无	有，细长，位于胞蒴中央
弹丝	无	有，单细胞	有，为几个细胞构成的假弹丝
开裂方式	盖裂	纵列	自上而下二裂

第五章 蕨类植物

一、名词解释

1. 营养叶：亦称不育叶。主要功能是进行光合作用制造有机物。该叶不产生孢子，故称不育叶。
2. 小型叶：进化水平较低的叶，其特点是仅有 1 条叶脉或无叶脉，没有叶隙，没有叶柄，如石松亚门等。
3. 叶二型：指同一个孢子体上的叶，分化为能产生孢子的能育叶和不产生孢子仅通过光合作用制造营养物质的不育叶，能育叶和不育叶在形态上通常也不同，称为叶二型或二型叶，如荚果蕨属等。
4. 中柱：指维管植物茎的初生结构中，内皮层以内所有组织的总称。中柱是符合组织，包括中柱鞘、维管系统和髓等组织。
5. 同型孢子：又称孢子同型。指同一个孢子体上产生的孢子在形态上基本相同，没有大、小孢子之分。如石松属、蕨属等大多数蕨类植物。
6. 囊盖群：真蕨亚门中，对孢子囊群有保护作用的膜质结构。不同种类的真蕨类



植物，囊盖群的形状、质地和位置各有不同，为真蕨类植物分类的依据之一。

7. 孢子叶球：指许多孢子叶密集于枝顶形成球状和柱状。如石松亚门和楔叶亚门的植物。

8. 聚囊：指 2 个或 3 个孢子囊聚生在一起，外观为 1 个孢子囊。常见于松蕨亚门。

二、单项选择题

1. D 2. C 3. A 4. D 5. B

三、判断题

1. × 2. √ 3. × 4. × 5. √
6. × 7. √ 8. √ 9. √ 10. ×

四、填空题

1. 蕨类植物、裸子植物、被子植物
2. 真蕨、松叶蕨、石松、水韭、楔叶
3. 原生 管状 网状 具节 真 星散
4. 根 茎 叶 5. 石松 松叶蕨 水韭 楔叶 真蕨
6. 编织中柱 星状中柱 多环网状中柱

五、问答题

1. 中柱有哪些类型？各有什么特点。

答：维管植物的中柱有 5 种类型：

- 1) 原生中柱：是原始类型的中柱，又分为单中柱、星状中柱和编织中柱。单中柱的特点是木质部在中央，韧皮部完全包围在木质部的外围，这是最原始的中柱类型，如裸蕨类；星状中柱，中央的木质部向外方产生冲突，横切面观呈星状，如松叶蕨；编织中柱，在茎的横切面上观木质部和韧皮部相间排列，如石松类。
- 2) 管状中柱：由原生中柱演化而来，具有髓和叶隙，如铁线蕨等。
- 3) 网状中柱：由管状中柱演化而来，由于节间缩短，叶隙发生重叠，在茎的横切面上看，为多个分离的周韧维管束排列成环状，如水龙骨属等。
- 4) 真中柱：木质部和韧皮部内外排列成束或索状。蕨类植物的木贼属、多数的裸子植物以及被子植物都属于此种类型。
- 5) 散生中柱：在被子植物的单子植物纲中，维管组织散生于茎中。

2. 蕨类植物与苔藓植物相比较，有哪些进化的表现？



答：蕨类植物的孢子体有了真正的根、茎、叶的分化，能独立生活，苔藓植物的孢子体不仅没有根、茎、叶的分化，而且还寄生在配子体上。

蕨类植物有了维管组织的分化，有利于对水分、无机盐和营养物质的运输，苔藓植物没有真正的维管组织的分化，输导能力差。

3. 比较石松属和卷柏属的生活史过程有何主要异同？

答：相同点：均为孢子体占优势的异形世代交替，孢子减数分裂，精子具鞭毛，受精过程离不开水，受精卵在颈卵器中发育形成胚。

不同点：石松属为同型孢子，所产生的配子体没有雌、雄之分；而卷柏属孢子体产生的孢子则有大、小孢子之分，大孢子在大孢子的壁内萌发产生雌配子体，小孢子在小孢子的壁内萌发产生雄配子体。特别是，雄配子体在发育过程中仅产生1个原叶细胞和精子器，且在成熟时仅可见小孢子壁内的许多精子；大孢子在形成雌配子体的过程中，首先产生许多游离核，后来才产生细胞壁，再产生颈卵器，产生假根，从大孢子的裂缝处露出的部分可变成绿色。

第六章 孢子植物

一、名词解释

1. 个体发育：指任何植物个体，从其发生、生长、分化、发育直至成熟的全过程。
2. 系统发育：某一植物类群的形成和发展的过程，系统发育可在任何类群中展开，如种的系统发育，属的系统发育，植物界的系统发育等。
3. 顶枝学说：解释植物器官演化的一种学说。顶枝学说认为，原始维管植物中，无叶的植物体(茎轴)是由顶枝构成的，顶枝是二叉分枝的轴的顶端部分，具有孢子囊或不具孢囊。若干顶枝共同联合组成顶枝束，顶枝束的基部也有二叉分枝的部分，其表面有假根。
4. 核相交替：真核藻类的生活史的一种类型，在其生活史中，细胞核染色体数发生单倍和二倍交替变化的现象。
5. 世代交替：藻类中较进步的生活史类型，在其生活史中，有二倍体的无性世代和单倍体的有性世代有规律地相互交替的现象。

二、问答题



1. 孢子植物都包括哪些类型？

答：根据植物是否产生种子，可将植物界分为不产生种子的孢子植物和种子植物，孢子植物包括藻类植物、菌类和地衣、苔藓植物和蕨类植物。

2. 何谓顶枝学说？它是如何解释植物营养体和孢子叶进化的？

答：顶枝学说是解释植物器官演化的一种学说。顶枝学说认为，原始维管植物中，无叶的植物体（茎轴）是由顶枝构成的，顶枝是二叉分枝的轴的顶端部分，具有孢子囊或不具孢囊。若干顶枝共同联合组成顶枝束，顶枝束的基部也有二叉分枝的部分，其表面有假根。

关于叶的起源，顶枝学说认为：无论是大型叶还是小型叶，都是由顶枝演变而来的，大型叶是由多数顶枝联合并且变扁而形成的。小型叶则是由单个顶枝扁化而成的。

关于孢子叶的起源：顶枝学说认为，在石松亚门，孢子叶不育部分和孢子囊本身是一个顶枝发展而来。楔叶亚门的孢子叶，即质形孢囊柄是由具孢子囊的顶枝束，经过顶部的弯曲和并联而形成的。在羽叶类的孢子叶则是由一个能育顶枝束中的分子侧面结合的结果。原来在枝端的孢子囊，成为生在孢子叶的边缘部位。

第七章 裸子植物

一、名词解释

1. 球花：裸子植物的繁殖器官，也称为孢子叶球。裸子植物的球花为单性，分别称为雌球花和雄球花。

2. 裂生多胚：裸子植物中较普遍存在的多胚现象。在受精卵发育形成胚的过程中，由于次生胚柄的彼此分离，其顶端的胚细胞层也随之裂离为几个胚（通常为4个），这样，1个受精卵裂离为几个胚的现象称为裂生多胚。

3. 原胚：裸子植物胚胎发育的第一个阶段，由受精卵经过分裂产生16个细胞，并排列成4层，每层4个细胞，这种由16个细胞组成的4层的胚胎发育阶段称为原胚。

4. 花粉管：由花粉的管细胞发育形成不规则的管状体，携带着精子通过珠孔直接深入到珠心的雌配子体中，放出精子与卵融合，完成受精作用。

5. 珠托：裸子植物中大孢子叶的一种变态，通常为盘状或漏斗状，种子成熟时，



常肉质化，形成种子的假种皮，如红豆杉等。

6.假花被：亦称盖被。是盖子植物纲球花的特殊结构。盖被是包围在每个雄球花和雌球花外面的或薄或厚的膜质结构，雌球花的假花被在种子成熟时常形成假种皮，如麻黄等。

二、单项选择题

1. B 2. C 3. A 4. B.

三、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. × 5. √ 6. × 7. × 8. √

四、填空题

- 1.第一原叶细胞 第二原叶细胞 生殖细胞 管细胞
2. 16 4 上层、莲座层、初生胚柄层、胚细胞层。
- 3.苏铁 银杏 4.种皮 胚乳 胚 5.简单多胚 裂生多胚

五、问答题

1. 为什么说裸子植物比蕨类植物更适应陆地生活？

（裸子植物与蕨类植物相比有哪些进化特点？）

答：裸子植物在以下四个方面比蕨类植物更加进化。

- 1) 次生木质部中有导管，提高了对水和无机盐的输导能力。
- 2) 球花具有假花被，胚珠得到了更好的保护。
- 3) 种子外面有假种皮，种子得到了更好的保护。
- 4) 大多数种类颈卵器已经退化，受精作用不再受水的限制。

2. 试述松属雌配子体的发育过程。

答：1) 在珠心中的大孢子母细胞经过减数分裂产生的大孢子中，只有远离珠孔端的 1 个大孢子继续发育形成雌配子体。

2) 大孢子体积增大，液泡增大，核分裂，产生 16~32 个游离核，不形成细胞壁。

3) 游离核继续分裂，产生几千个游离核。

4) 从外而内地产生细胞壁，形成由几千个细胞组成的幼雌配子体。

5) 雌配子体近珠孔端由几个细胞分化形成颈卵器原始细胞，各自进行几次分裂，分别产生颈卵器。每个颈卵器通常由 4 个颈细胞、1 个腹沟细胞和 1 个卵细胞组成。



至此，由几千个细胞和几个颈卵器组成的雌配子体的发育全部完成，整个过程都是在胚珠中进行的。

3. 试述裸子植物的主要特征。

答：1) 孢子体发达，均为木本，无草本，常绿或落叶，乔木、灌木和亚灌木，极少木质藤本。

2) 孢子体的维管系统发达，有形成层和次生结构，但木质部多为管胞，韧皮部只有筛胞。

3) 配子体微小，雄配子体只由 3~4 个细胞组成，雌配子体由几千个细胞组成，不能独立生活，寄生在孢子体上。

4) 形成球花、单性、雄球花由小孢子叶（雄蕊）聚集而成，有小孢子囊，其内的小孢子母细胞减数分裂产生小孢子，小孢子继续在小孢子囊中发育形成雄配子体（花粉）。雌球花由许多大孢子叶聚集形成，有裸露的胚珠，其内的珠心组织中的大孢子母细胞经过减数分裂产生大孢子，远珠孔端的 1 个大孢子发育形成具有颈卵器的雌配子体。

5) 花粉形成花粉管，受精过程摆脱了水的限制。

6) 具有 2 种多胚现象。

7) 产生种子，但裸露。种子由种皮、胚和胚乳组成。

第八章 被子植物

一、名词解释

1. 分果：即果实成熟时按心皮数目裂成若干个分离的果实，与果轴或花托分离。锦葵科锦葵属的果实即为分果。

2. 壳斗：山毛榉科植物的总苞由多数苞片覆瓦状排列而成，果实发育为木质的杯状或囊状，称为壳斗。壳斗外有鳞片或刺，半包或者全包坚果。

3. 合蕊柱：兰科植物中雄蕊和花柱及柱头合生成一柱状结构称为合蕊柱，呈半圆柱形，基部有时延生成蕊柱脚，顶端常有药床。

4. 真花学说：毛茛学派对于原始被子植物的特征及其来源的学说。该学说主张原始的被子植物具有两性花，并认为它们是由已经灭绝的具有两性孢子叶球的本内苏铁演化而来。根据该理论的出现带被子植物种的多心皮类，特别是木兰目的植物为原始的类群，它们是两性花、双被花和虫媒花；而具有单性花、单被花和风



媒花的被子植物为次生形状，是进步类群。该学派的主要代表人物是美国的柏施和英国的哈钦松，支持该学派的人较多。

5. 假花学说：恩格勒学派关于原始被子植物特征及其来源的学说。该学说认为原始的被子植物特征是单性花、单被花和风媒花，并认为被子植物来源于具单性花的高级裸子植物中的弯柄麻黄。依据该理论，现代被子植物的茱萸花序植物是原始类群。该学派的代表人物主要是韦特斯坦，该学说受到多数人的反对。

6. 环状托叶痕：托叶早落在茎上留下的环状痕迹，是木兰科植物和桑科榕属植物所具有的特征，但后者具乳汁，易识别。

二、单项选择题

1. B 2. B 3. B 4. D 5. A 6. B 7. D 8. B

三、判断题

1. √ 2. × 3. × 4. √ 5. √ 6. × 7. √ 8. ×

四、填空题

1. 山毛榉科、杨柳科 2. 被子 3. 山茶、梧桐、茜草
4. 无患子、凤梨、八角 5. 辽宁古果 晚侏罗

五、问答题

1. 试述被子植物的主要特征。

答：被子植物是植物界进化最高级、种类最多、分布最广的类群。被子植物的主要特征是：（1）具有真正的花。典型的被子植物花由花萼、花冠、雄蕊和雌蕊四个部分组成。（2）具有雌蕊。雌蕊由心皮组成，包括子房、花柱和柱头。胚珠包藏在子房内，得到良好的保护，子房在受精后形成的果实既保护种子又以各种方式帮助种子散布；（3）具有双受精现象。形成三倍体的胚乳，此种胚乳不是单纯的雌配子体，而具有双亲的特性，使新植物体有更强的生活力。（4）孢子体进一步发达和分化，配子体进一步退化。

2. 为什么说木兰目是被子植物中最原始的类群？

答：木兰目属于被子植物门双子叶植物纲。木兰目植物具有比较原始的形态特点：

- 1) 木本，单叶，全缘，羽状脉；
- 2) 花辐射对称，单生，花托柱状；
- 3) 雌、雄蕊多数，离生，螺旋排列，花被数目多，分化不明显；



- 4) 花药长，花丝短；
- 5) 蓇葖果；
- 6) 胚小，胚乳丰富等。

3. 如何认识毛茛科植物的两重性？

答：毛茛科具有原始的性状，表现在雄蕊多数；心皮通常多数，常螺旋排列于突起的花托上，离生，子房上位。聚合瘦果或聚合蓇葖果。

毛茛科性状分化的一面，表现在生活型由多年生至一年生草本；叶有互生、对生和基生，既有单叶、又有复叶；有单花，也有花序；花被由不分化到明显分化为萼片和花瓣；既有风媒花，又有虫媒花，一些高等类型如乌头属等，已在虫媒传粉的道路上发展到了相当高级的水平。少数种类心皮合生，有的果实为浆果。

4. 菊科的哪些特征使其成为被子植物的第一大科？

答：1) 菊科植物生活型多样。有木本植物，也有草本植物，且大多为草本，可适应各种不同的环境。

2) 传粉方式的多样。菊科的花序构造与虫媒传粉高度适应；头状花序在功能上如同一朵花，总苞一至多列，起着花萼的保护作用；周边的舌状花有吸引传粉昆虫的作用，而中间盘花数量增加，更有利于后代的繁衍；菊科植物的雄蕊先于雌蕊成熟，可借助昆虫完成异花传粉。此外，还可以进行自花传粉或风媒传粉。

3) 果实传播的多样。萼片特化为冠毛或刺毛，有利于果实的远距离传播。

4) 繁殖多样。多数种类主要通过种子进行繁殖，部分种类具块茎、块根、匍匐茎或根状茎，有利于营养繁殖的进行。

以上这些特征使菊科植物快速发展与分布，从而达到属种数及个体数为被子植物之首。

5. 叙述禾本科植物花序的组成。

答：花序是以小穗为基本单位，在穗轴上再排成穗状、指状、总状或圆锥状；小穗是一个缩短的简单花序，每个小穗有一个短的小穗轴，基部有一对颖片，生在下面或外面的1片称外颖，生在上方或外面的1片称内颖，颖片上方有一至多数小花；每朵小花的基部有一对苞片，称外稃和内稃，外稃顶端或背部常具芒，内稃膜质，常被外稃所包；在子房基部，内外稃间有2或3枚特化为透明而肉质的小鳞片（相当于花被片），称为鳞被（浆片），其作用在于将外稃和内稃撑开，使



柱头和雄蕊容易伸出花外，进行传粉。小花由内稃和外稃包裹鳞被、雄蕊和雌蕊组成，通常两性；雄蕊常 3；雌蕊由 2~3 心皮合生而成，子房上位，1 室，1 胚珠，柱头常成羽毛状。

