

2019 年全国中学生生物学联赛试题

注意事项：1. 所有试题使用 2B 铅笔在机读卡上作答；
2. 试题按学科分类，单选和多选题混排。单选题每题 1 分，多选题每题 2 分，多选题答案完全正确才可得分；
3. 试卷 116 题，共计 143 分，答题时间 120 分钟。

一、细胞生物学、生物化学、微生物学、生物信息学、生物技术 30 题 35 分

- 以下植物细胞中无膜结构、具有单层膜结构以及具有双层膜结构的细胞器的描述，正确的是：
 - 纺锤体、液泡和高尔基体、叶绿体
 - 核糖体、叶绿体、线粒体
 - 核糖体、内质网和高尔基体、叶绿体
 - 纺锤体、内质网和液泡、线粒体
- 构成生物体的细胞大小差异很大，大部分细胞直径 10-100 微米，一般肉眼看不到，必须借助显微镜才能进行观察。但有些细胞则特别大，肉眼可见。下面哪些细胞需要用显微镜才能观察到：
 - 鸟类卵细胞
 - 棉花纤维
 - 芝麻茎的韧皮纤维细胞
 - 人的精细胞
- 褪黑素是人体分泌的一种重要激素，与昼夜节律密切相关。对其化学特性的分析发现：褪黑素是色氨酸的一种衍生物，其内分泌细胞的所在部位是：
 - 下丘脑
 - 垂体
 - 松果体
 - 胰岛
- 下列关于体外细胞培养的叙述，正确的是：
 - 除神经细胞外，其它所有细胞可以长期无限制传代培养
 - 淋巴细胞可以长期传代培养，并可用来生产单克隆抗体
 - 诱导多能干细胞 (iPS) 可以体外长时间培养
 - 只有在培养过程中发生恶化的细胞才可以无限培养
- 不能通过非共价作用与 G 蛋白偶联受体直接结合的分子是：
 - 肾上腺素等信号分子
 - 细胞膜上的磷脂分子
 - cAMP
 - G 蛋白
- 离子通道是离子跨细胞膜运输的重要通道。离子通过开放的离子通道的方式是：
 - 自由扩散
 - 由跨膜的电化学势梯度所驱动
 - 通过消耗 ATP 的能量来驱动
 - 由跨膜的糖蛋白浓度梯度所驱动
- 布雷非德菌素 A (Brefeldin A) 是一种目前研究得较为透彻的药物，可以阻碍细胞的分泌途径以及囊泡循环转运的过程。用这种药物处理细胞时，细胞内有哪类结构不会在短期内发生变化：
 - 溶酶体
 - 液泡
 - 细胞核
 - 质膜
- 真核细胞及其细胞器在用超声波处理破裂以后，经离心得到可溶性的和不溶性的部分。蛋白质 X 被发现在不溶性部分，将这不溶性部分再用 0.5 mol/L NaCl 处理以后再进行离心，发现蛋白质 X 出现在可溶性部分之中。你认为蛋白质 X 最有可能是一种：
 - 细胞质膜的内在膜蛋白
 - 细胞器膜的内在膜蛋白
 - 外在膜蛋白
 - 可溶性的细胞质基质蛋白
 - 可溶性的核蛋白
- 植物细胞壁是植物细胞特有的一种结构，也是人类社会生活中非常重要的可再生资源，目前对细胞壁组分以及细胞壁合成机制的研究表明：（多选）
 - 细胞壁的主要成分有纤维素、半纤维素、果胶以及木质素等
 - 纤维素是在质膜上由纤维素合成酶合成
 - 半纤维素和果胶在高尔基体上合成
 - 在制备植物原生质体时需要用到纤维素酶裂解细胞壁，因为纤维素在细胞壁中的含量最高
- 细胞自噬是真核细胞对细胞内成分进行降解和周转的重要过程。日本科学家大隅良典因发现细胞自噬的机制获得 2016 诺贝尔生理学或医学奖。在细胞自噬过程中，细胞组分的降解发生在：
 - 溶酶体
 - 内质网
 - 高尔基体
 - 自噬体
- 下列关于酶活性部位特点的描述，错误的是：
 - 活性部位在整个酶分子中只占很小的一部分
 - 活性部位具有三维立体结构
 - 活性部位具有与底物完全互补的结构
 - 活性部位对酶的整体构象具有依赖性

12. DNA 和蛋白质变性后, 他们之间的一个区别是变性蛋白质:
A. 一级结构被破坏 B. 氢键被破坏 C. 理化性质不变 D. 复性较难

13. 人类肝脏组织中储存的糖原是:
A. 主要的能源物质 B. 主要的结构物质
C. 为了维持血糖的稳定 D. 跟淀粉具有相同的结构, 被称为“动物淀粉”

14. 在用于蛋白质合成的氨基酸的“活化”中:
A. 需要两种不同的酶, 一种形成氨酰基腺苷酸, 另一种将氨基酸连接到 tRNA 上
B. 甲硫氨酸首先被甲酰化, 然后附着于特定的 tRNA
C. 氨基酸通过磷酸二酯键连接到 tRNA 的 5'末端
D. 每种氨基酸至少有一种特异性激活酶和一种特异性 tRNA
E. 亮氨酸可以通过对亮氨酸特异的氨酰基-tRNA 合成酶与 tRNA^{Phe} 连接

15. 染色质重塑是一种重要的生物学现象, 指染色质的立体空间结构发生变化从而导致一些转录调控蛋白可以和 DNA 序列结合。下列描述, 不属于染色质重塑机制的是:
A. 组蛋白上的氨基酸发生磷酸化 B. 组蛋白上的氨基酸发生甲基化
C. DNA 的 C 和 G 碱基上添加甲基基团 D. DNA 序列中部分碱基发生突变

16. 类固醇激素对基因表达的调节是通过:
A. 自身直接作用在基因调控序列上 B. 激活酪氨酸蛋白激酶
C. 以 cAMP 作为第二信使 D. 与受体结合进入细胞核作用在调节元件上

17. 下列哪种分子或代谢过程为肌肉收缩提供了最大的 ATP 产生率 (mmol / sec):
A. 肌糖原转化为 CO₂ B. 肌糖原转化为乳酸 C. 脂肪酸转化为 CO₂ D. 磷酸肌酸

18. 研究人员分离线粒体电子传递链的各组分, 包括电子传递复合物 I、II、III 和 IV 等。如果试管中放入琥珀酸、CoQ、细胞色素 c、复合物 II 和复合物 III 各组分, 并提供氧气; 或者在同样的体系中再加入抗霉素 A, 最终电子受体将分别是:
A. 细胞色素 c, CoQ B. 细胞色素 c, 氧气 C. 复合物 III, CoQ D. 复合物 III, 氧气

19. 聚丙烯酰胺凝胶电泳分离蛋白质的依据是: (多选)
A. 蛋白质所带电荷数量 B. 蛋白质的分子形状 C. 蛋白质的分子大小 D. 蛋白质的亲水性

20. 阿尔茨海默症是一种主要与衰老相关的神经退行性疾病, 与健康脑相比, 阿尔茨海默症患者大脑中存在类淀粉样蛋白质堆积以及 Tau 蛋白过度磷酸化, 最新的研究发现, 向阿尔茨海默症模型小鼠施加 40Hz 的闪光或者声音刺激会使小鼠的认知能力提高。基于这项工作, 以下说法不正确的是:
A. 脑部类淀粉样蛋白质大量堆积往往伴随着脑电波异常现象
B. 电磁波的异常可能是导致阿尔茨海默症的原因
C. 阿尔茨海默症会引起患者大脑电磁波异常
D. 施加 40Hz 的闪光或者声音刺激, 可以降低小鼠脑部类淀粉样蛋白质堆积

21. 假设在有氧条件下, 给葡萄糖氧化的肝细胞中加入了一种非常有效的特异性线粒体 ATP 合酶抑制剂, 完全抑制这种酶。下列关于该抑制剂效果的陈述, 哪些是错误的: (多选)
A. 细胞中的 ATP 产量将迅速降至零 B. 该细胞的葡萄糖消耗率将急剧下降
C. 氧气消耗率将增加 D. 柠檬酸循环将加速补偿
E. 细胞将转换为脂肪酸氧化作为葡萄糖氧化的替代物, 因此抑制剂对 ATP 产生没有影响

22. 以下哪一项不是革兰氏阴性菌:
A. 大肠杆菌 B. 肺炎杆菌 C. 痢疾杆菌 D. 乳酸菌

23. 以下关于质粒的描述, 错误的是:
A. 多数以双链 DNA 的形式存在 B. 只能随基因组一同复制
C. 不同类型的质粒在细胞中可能存在不同的拷贝 D. 多数以环状形式存在

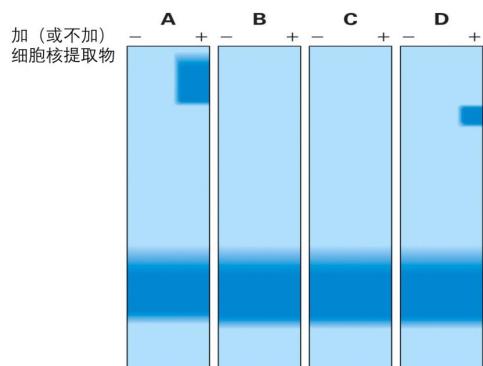
24. 大肠杆菌和水霉的游动孢子都具有鞭毛, 分析下列描述, 哪一项可以说明两种鞭毛的区别:
A. 是否仅由蛋白质或糖蛋白组成 B. 鞭毛基部是否定位在细胞质中

C. 是否可以感受信号具有游动性 D. 是否有两种形态并具双游现象

25-27. (25-27 题共用题干) 电泳迁移率变动分析 (EMSA) 是一种研究 DNA 结合蛋白和相关 DNA 结合序列相互作用的技术。右下图是一个电泳迁移率变动分析实验的结果, 具体为, 首先单独合成某基因 X 的上游部分序列, 并使用放射性同位素标记, 此即为标记过的 DNA 片段; 然后分别从骨 (A)、肺 (B)、脑 (C) 和皮肤 (D) 这四个组织的细胞中提取细胞核内容物, 分别与此标记过的 DNA 片段共同孵育 (同时有不加入细胞核内容物的对照组); 之后, 将孵育后的产物用非变性聚丙烯酰胺凝胶电泳进行组分分离, 电泳过后进行放射自显影曝光, 曝光结果如图:

25. 从电泳结果可得到哪些组织细胞的细胞核内容物中的蛋白具有特异识别并结合基因 X 上游序列? 这些组织中具有特异识别并结合此 DNA 序列功能的蛋白是相同蛋白吗?

A. 图 A 和图 B; 相同
B. 图 A 和图 D; 不同
C. 图 B 和图 C; 相同
D. 图 B 和图 C; 不同



26. 下列哪种实验可以回答“有结合此 DNA 序列功能的蛋白具体识别的是哪一区段”这一问题:

A. 免疫印迹实验 (western blot) B. DNA 足迹实验 (DNA footprinting)
C. 酵母双杂交实验 (yeast two-hybrid) D. Northern 杂交实验 (northern blot)

27. 假设基因 X 在骨和皮肤这 2 个组织中并不转录表达, 那么从显影结果得到的具有结合活性的蛋白可能是什么类型的转录因子? 有可能和什么蛋白结合?

A. 转录激活蛋白; 组蛋白乙酰基转移酶 B. 转录激活蛋白; DNA 甲基转移酶
C. 转录抑制蛋白; 组蛋白去乙酰化酶 D. 转录抑制蛋白; DNA 去甲基化酶

28. 下列关于正常的温和噬菌体感染其宿主而使宿主细胞发生溶源化现象的阐述, 正确的是: (多选)

A. 噬菌体基因整合至宿主的基因组上 B. 该噬菌体并没有携带任何外源基因
C. 该噬菌体的基因为宿主提供新性状 D. 该噬菌体的基因在宿主中不能表达
E. 宿主的新性状随噬菌体消失而消失

29. 下列哪几项组学技术研究, 是直接在核苷酸水平开展的: (多选)

A. 基因组 B. 代谢组 C. 表观组 D. 蛋白组 E. 转录组

30. 克隆猴“中中”和“华华”的产生属于:

A. 同种异体细胞转移技术 B. 同种异体细胞核转移技术
C. 试管内受精 D. 同种异体细胞转基因技术

二、植物和动物的解剖、生理、组织和器官的结构与功能 35 题 44 分

31. 鸟类飞翔需要消耗大量的氧, 它有特殊的双重呼吸来给身体供氧。下列有关描述, 正确的是:

A. 第一次吸气时, 新鲜空气沿中支气管大部分直接进入后胸气囊及腹气囊, 一部分经次级支气管和三级支气管在微气管处进行气体交换
B. 第一次吸气时, 颈气囊、锁骨间气囊、前胸气囊及后胸气囊均扩张, 接受来自肺部的含二氧化碳较多的气体
C. 呼气时, 前胸气囊、后胸气囊及腹气囊收缩, 将其中的气体压入肺进行气体交换
D. 呼气时, 颈气囊、锁骨间气囊及前胸气囊收缩, 将其中的气体压出, 经三级支气管、次级支气管、气管排出体外

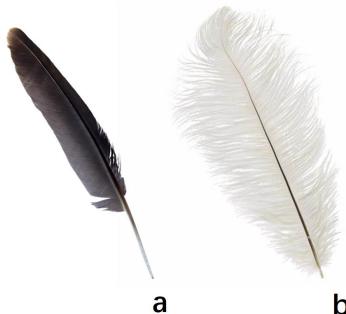
32. 哺乳动物的淋巴系统极为发达, 下列有关叙述, 错误的是:

A. 组织液通过渗透方式进入先端为盲端的微淋巴管 B. 淋巴管内有瓣膜防止淋巴液逆流
C. 微淋巴管逐渐汇集为较大的淋巴管, 最后主要经胸导管注入后腔静脉回心

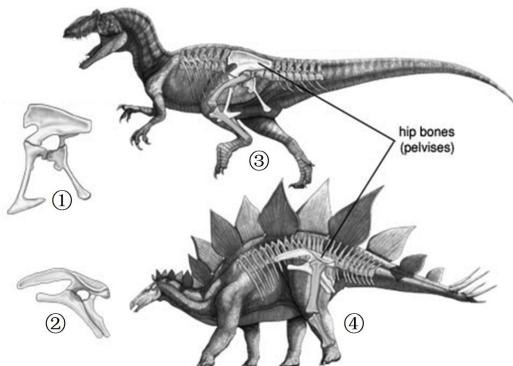
D. 淋巴结遍布于淋巴系统的通路上，可过滤异物，并分泌淋巴细胞

33. 下图是两类鸟类的羽毛，请判断以下叙述，不正确的是：

A. 羽毛 a 和 b 均具有羽轴 B. 羽毛 a 和 b 均具有羽枝
C. 羽毛 a 形成羽片，羽毛 b 未形成羽片 D. 羽毛 a 和 b 均具有羽小钩



第 33 题图



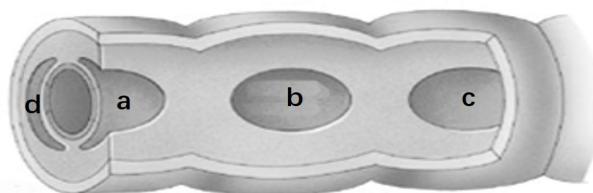
第 34 题图

34. 根据腰带的构造特征不同，恐龙分为蜥臀目（Saurischia）和鸟臀目（Ornithischia）两大类，蜥臀目的腰带从侧面看是三射型，耻骨在髂骨下方向下延伸，坐骨向髂骨后下方延伸，这样的结构与现存蜥蜴相似；鸟臀目的腰带从侧面看是四射型，髂骨前后都扩张，耻骨向前侧有一个大的前耻骨突，平行伸在髂骨的下方，后侧向后延伸并与坐骨平行伸向髂骨后下方。依据描述，上面的 4 个图中（图中腰带与动物的前后方位一致），分别属于三射型腰带和鸟臀目恐龙的是：

A. ①和③ B. ①和④ C. ②和③ D. ②和④

35. 蚯蚓属于同律分节，在解剖蚯蚓的时候也会发现蚯蚓体内有许多连接体壁和肠壁的膜。下图为蚯蚓早期发育某一阶段的模式图，a、b、c、d 是个体发育中形成的囊的横切及纵切。以下说法，正确的是：（多选）

A. 图中 b 和 c 进一步发育后，与系膜形成相关
B. 图中 b 和 c 进一步发育后，与隔膜形成相关
C. 图中 a 和 d 进一步发育后，与系膜形成相关
D. 图中 a 和 d 进一步发育后，与隔膜形成相关



第 35 题图

36. 下列关于两栖动物的感觉器官描述，正确的是：

A. 与鱼类相比，出现了中耳，中耳由中耳腔、鼓膜和耳柱骨组成，耳柱骨是由鱼类舌弓上的舌颌骨演变而来
B. 出现了内鼻孔和犁鼻器，犁鼻器是鼻腔腹外侧的一对盲囊，能够感知化学物质
C. 具有哈氏腺，分泌油性物质润滑眼球，且上眼脸可活动
D. 水生的幼体具有侧线，结构和功能与鱼类相似，变态后在成体中消失

37. 溶液的渗透压摩尔浓度（单位：mOsm/L）在数值上等于溶液中溶质粒子的总摩尔浓度，请计算以下溶液的渗透压摩尔浓度，该溶液含有：NaCl (12 mM), KCl (4 mM) 以及 CaCl₂ (2 mM)。

A. 18 B. 36 C. 38 D. 20 E. 42

38. 属于下丘脑调节性多肽的激素或因子有：（多选）

A. 生长素释放抑制激素 B. 催乳素释放抑制因子 C. 促黑激素释放抑制因子
D. 促性腺激素释放激素 E. 促肾上腺皮质激素

39. 钠钾泵每消耗 1 个分子的 ATP，能够转运 Na⁺和 K⁺的方向和数目为：

A. 3 个 Na^+ 出细胞, 2 个 K^+ 入细胞 B. 1 个 Na^+ 出细胞, 1 个 K^+ 入细胞
 C. 2 个 Na^+ 出细胞, 3 个 K^+ 入细胞 D. 2 个 Na^+ 出细胞, 2 个 K^+ 入细胞
 E. 3 个 Na^+ 出细胞, 3 个 K^+ 入细胞

40. 视网膜中哪一类细胞能产生动作电位:
 A. 无长突细胞 B. 双极细胞 C. 神经节细胞 C. 水平细胞 E. 视锥细胞

41. 葡萄糖分子进入小肠上皮细胞和骨骼肌细胞, 分别通过何种跨膜转运方式?
 A. 主动运输和简单扩散 B. 简单扩散和易化扩散 C. 主动运输和主动运输
 D. 主动运输和易化扩散 E. 简单扩散和主动运输

42. 下列哪一个结构的长度在骨骼肌细胞收缩时会缩短?
 A. 肌小节的暗带 (A 带) B. 肌小节的明带 (I 带) C. 粗丝 D. 细丝

43. 静脉注射下列哪种溶液会直接引起细胞外液体积增加, 细胞内液体积降低并且机体总液体量增加?
 A. 1 L 0.9% 氯化钠溶液 B. 1 L 0.45% 氯化钠溶液 C. 1 L 3% 氯化钠溶液 D. 1 L 纯水

44. 某人一次正常呼吸潮气量是 400 ml, 其中包括 100 ml 的无效腔体积, 呼吸频率 12 次/分钟。当此人手术时使用呼吸机, 他的潮气量是 700 ml, 呼吸频率也是 12 次/分钟。如果正常情况下此人肺泡中 CO_2 的分压是 40 mmHg, 那么接了呼吸机之后他肺泡中 CO_2 的分压大约是?
 A. 40 mmHg B. 60 mmHg C. 20 mmHg D. 50 mmHg

45. 当你吃完一大袋咸薯片, 且未喝水的情况下, 机体最可能出现的反应是:
 A. 肾皮质集合管主细胞膜上水通道增加 B. 近端肾小管的氢钠交换活动增强
 C. 集合管主细胞钠钾泵活动增强 D. 血液中心房钠尿肽的水平降低

46. 某男孩患严重哮喘, 他呼吸急促, 出现紫绀(皮肤、粘膜成暗紫色), 动脉血氧分压为 60 mmHg, 二氧化碳分压为 30 mmHg。下列叙述, 正确的是:
 A. 其第一秒用力呼气量 (FEV₁) 与用力肺活量 (FVC) 比值增加
 B. 由于气体交换不足, 其动脉血二氧化碳分压高于正常
 C. 由于缺氧而导致过度通气, 其动脉血二氧化碳分压低于正常 D. 该男孩的余气量降低

47. 人在视近物时, 眼会发生一系列调节反射。下列相关叙述, 正确的是: (多选)
 A. 交感神经活动增强, 睫状肌收缩, 晶状体曲度增加
 B. 交感神经活动增强, 瞳孔开大肌收缩, 瞳孔扩大
 C. 副交感神经活动增强, 瞳孔括约肌收缩, 瞳孔缩小 D. 双眼会聚

48. 德国生理学家 Otto Loewi 在 1920 年 3 月利用离体蛙心做了一个巧妙的实验 (注: 蛙心置于人工液体环境中, 可保持其生理活性)。他反复刺激一个蛙心的迷走神经, 使其心率下降, 然后从这个蛙心中收集液体, 转移给另一只蛙心, 发现该蛙心的心率也下降了。他再刺激第一个蛙心的交感神经, 使其心率加快, 当其液体转移给第二个蛙心后, 该蛙心的心率也加快了。由上述实验得出的合理推断是: (多选)
 A. 神经通过释放化学物质来传递信息 B. 迷走和交感神经可能释放不同的化学物质
 C. 神经释放的化学物质可以在微量条件下发挥作用 D. 迷走和交感神经的电活动不同

49. 当某人失血导致机体血红蛋白浓度由 15 g/100 mL 下降至 12 g/100 mL 时, 下列哪些指标将降低: (多选)
 A. 动脉血氧分压 B. 血液的氧容量 C. 动脉血红蛋白氧饱和度 D. 动脉血氧含量

50. 甜菜的肉质直根进行增粗生长时, 最初的形成层活动与一般具有次生生长的植物一样。所不同的是当这一正常形成层在活动的同时, 在它的外方由中柱鞘细胞又形成了一轮额外形成层; 额外形成层活动产生的维管组织中有大量薄壁组织; 在这个额外形成层活动的同时, 由它向外产生的薄壁组织中又形成了新的额外形成层; 如此不断地形成多轮同心圆排列的额外形成层。如果将这些额外形成层按照来源和位置归类, 下列哪一个组合是正确的?
 A. 初生分生组织和居间分生组织 B. 次生分生组织和居间分生组织

C. 初生分生组织和侧生分生组织 D. 次生分生组织和侧生分生组织

51. 分生组织的原始细胞通常认为是自我永续的细胞, 即一个原始细胞分裂形成 2 个细胞, 1 个保留在原位保持原始细胞的状态, 另 1 个进一步分裂分化后形成植物的成熟组织。按照该定义, 下列哪一组的分生组织没有原始细胞:

A. 原分生组织和初生分生组织 B. 基本分生组织和居间分生组织
C. 原形成层和侧生分生组织 D. 维管形成层和木栓形成层

52. 右下图是某种单子叶植物叶的横切, 根据图判断以下描述, 正确的是:

A. 该植物上表皮具有明显的角质突起
B. 该植物下表皮具有膨大的薄壁细胞
C. 该植物是 C₃ 植物
D. 该植物是 C₄ 植物

53. 下列关于被子植物雄蕊的起源与发育的描述, 正确的是: (多选)

A. 雄蕊原基起源于生殖生长时的茎端分生组织
B. 花粉囊壁来源于茎端分生组织的 L1(Layer 1)层细胞
C. 小孢子母细胞来源于茎端分生组织的 L2(Layer 2)层细胞
D. 药隔维管束来源于雄蕊原基中的原形成层

54. 科学家还发现植物对环境中缺磷的应答程度和光照强度成正比。另外, 如果对植物的茎做环切手术, 去掉其韧皮部, 则植物根部的低磷应答反应会下降。这些实验结果暗示下列哪种分子介导了植物的低磷应答反应:

A. 甘油 B. 丙氨酸 C. 生长素 D. 蔗糖 E. 花青素

55. 下列关于植物根的发育描述, 错误的是:

A. 植物根发育与生长素极性运输有关 B. 静止中心的 IAA 浓度最高
C. 在根的静止中心上方横切后, 上部根组织不可能再形成根尖的分生组织
D. 参与生长素极性运输的 PIN 蛋白在根细胞的分布模式与生长素运输的不同方向有关

56. 尽管衰老是植物生长发育的必然过程, 但是通过一些手段可以延缓衰老, 下列哪项措施, 不能延缓衰老:

A. 用含有硫代硫酸银的营养液处理植物 B. 用含有 Co²⁺ 的溶液喷施植物
C. 用适量细胞分裂素喷施植物
D. 通过分子生物学技术, 过表达细胞分裂素氧化酶基因 CKX

57. 植物吸收无机氮后通过转化先形成下列哪种物质后, 再进一步将氮整合到其他各种含氮有机化合物中?

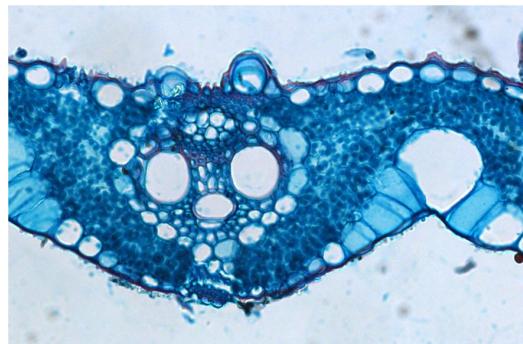
A. 天冬酰胺 B. 色氨酸 C. 谷氨酰胺 D. 甲硫氨酸

58. 下面关于生长素受体的说法, 正确的是:

A. 生长素受体是一种类受体蛋白激酶
B. 生长素受体与生长素相互作用的位置是在细胞核中
C. 生长素受体定位在细胞膜上 D. 生长素受体定位在内质网膜上

59. 下列关于光合色素和光系统的描述, 错误的是:

A. 叶绿素 a 和叶绿素 b 主要吸收峰在可见光区的红光和蓝紫光部分
B. 主要存在于蓝藻的叶绿素 d 主要吸收峰是 710nm, 水平面以下的暗环境中也会有光吸收
C. 蓝藻细胞光系统 II 在 715nm 处有吸收峰, 远红光激发光系统 II 的 Q_A 还原比白光快, 说明蓝藻细胞可以利用暗光条件下的远红光
D. 蓝藻细胞利用远红光驱动光系统 I 和光系统 II 中参与电荷分离的叶绿素和高等植物的



第 52 题图

P680 及 P700 一致

60. 洪涝灾害条件下，植物会产生一些适应性反应。以下关于植物所具有的适应性反应的描述，不正确的是：

- A. 根系中 ACC 合成酶和 ACC 氧化酶活性增高
- B. 诱导某些植物根系形成通气组织
- C. 谷胱甘肽还原酶含量升高
- D. 乳酸脱氢酶活性升高，丙酮酸脱羧酶活性被抑制

61-63. (61-63 题共用题干) 植物在遇到干旱时，叶片表面的气孔会关闭，以减少水分蒸腾。科学家发现在气孔关闭过程中，组成气孔的两个保卫细胞中的脱落酸和活性氧含量升高，参与脱落酸和活性氧合成的基因表达增加，液泡中的 Ca^{2+} 外流到细胞质，细胞膜上向细胞外运输 Cl^- 和 K^+ 的离子通道的活性增加，向细胞内运输 K^+ 的离子通道活性降低。用抑制外向 K^+ 通道活性的化合物处理叶片后，气孔不能有效地关闭。同时发现外向 K^+ 通道蛋白上有三个丝氨酸残基被磷酸化，而内向 K^+ 通道蛋白上有三个苏氨酸残基被去磷酸化。将外向 K^+ 通道蛋白上的这三个丝氨酸突变为丙氨酸后，磷酸化便不能发生，同时气孔不能关闭。基于以上实验结果，下列叙述，正确的是：

- 61. A. 保卫细胞内脱落酸含量的增加是气孔关闭的唯一原因
- B. 保卫细胞内脱落酸含量的增加可能是气孔关闭的原因
- C. 保卫细胞内脱落酸含量的增加不是气孔关闭的原因
- D. 保卫细胞内脱落酸和活性氧二者同时增加是气孔关闭的原因

- 62. A. 气孔关闭是因为液泡内的 Ca^{2+} 流入细胞质而引起的
- B. 气孔关闭是因为细胞质中的 K^+ 的外流而引起的
- C. 气孔关闭是因为细胞外的 K^+ 停止内流而引起的
- D. 气孔关闭是因为细胞质中的 Cl^- 的外流而引起的

63. (多选)

- A. 同一 K^+ 通道蛋白上的磷酸化或去磷酸化修饰方式决定了其转运 K^+ 的方向
- B. 同一 K^+ 通道蛋白上的磷酸化程度决定了其转运 K^+ 的速率
- C. 外向 K^+ 通道蛋白上的磷酸化修饰可能对于其向细胞外转运 K^+ 是至关重要的
- D. 内向 K^+ 通道蛋白上的去磷酸化修饰可能和其向内转运 K^+ 有关

64. 在赤霉素生物合成的最后阶段， GA_3 氧化酶 ($\text{GA}_3\text{ ox}$) 和 GA_2 氧化酶 ($\text{GA}_2\text{ ox}$) 是催化合成不同 GA 的重要酶，影响着植物组织中有生物活性 GA 的含量。一些农艺措施和基因工程手段可以调控编码这两种酶的相关基因的表达。以下描述，正确的是：(多选)

- A. 与完整的野生型豌豆相比，打顶使野生型豌豆节间中 GA2ox 基因表达上调
- B. 与完整的野生型豌豆相比，打顶使野生型豌豆节间中 GA3ox 基因表达上调
- C. 超表达 GA2ox 基因可以获得矮生型小麦
- D. 超表达 GA3ox 基因可以获得矮生型水稻

65. 下列关于植物细胞不均等分裂的描述，错误的是：(多选)

- A. 高等植物合子的第一次分裂属于不均等分裂
- B. 愈伤组织中胚性分生细胞数目增加属于不均等分裂
- C. 不均等分裂与细胞极性有关
- D. 种子发育时胚乳细胞数目增加属于不均等分裂
- E. 保卫细胞的发育与不均等分裂有关

三、动物行为学、生态学 22 题 28 分

66. 在杜甫的诗句“黄四娘家花满蹊，千朵万朵压枝低。留连戏蝶时时舞，自在娇莺恰恰啼。”中描述了“蝶”和“莺”的行为。以下选项，哪一项最可能不是这首诗描述的行为：

- A. 蝶的采食行为，莺的求偶行为
- B. 蝶的拟态行为，莺的迁徙行为
- C. 蝶的求偶行为，莺的警戒行为
- D. 蝶的交往行为，莺的通讯行为

67. 海龟把卵产在沙滩上，卵通过自然孵化孵出幼体。刚孵出的小海龟就能朝着大海的方向爬行，小海龟的行为是一种：

- A. 刻板行为
- B. 模仿学习
- C. 试错学习
- D. 本能行为

68. 一般动物的利他行为与亲缘选择有关。这里有 3 个例子：(1) 蜜蜂的子一代工蜂；(2) 鸟类

的子一代; (3) 鱼类的子二代。如果把子代个体间发生利他行为概率按从大到小排列, 以下正确的是:

- A. (3) > (1) > (2)
- B. (1) > (2) > (3)
- C. (3) > (2) > (1)
- D. (2) > (1) > (3)

69. 许多动物的行为表达具有昼夜节律或年周期, 下列哪项是导致动物表达节律行为的因素:

- A. 动物行为的多样性
- B. 动物的生活史周期
- C. 进化历史上环境的周期波动
- D. 当前生活环境的剧烈变化

70. 下列哪些措施有利于迁地保护的高鼻羚羊对野外环境的适应性: (多选)

- A. 为高鼻羚羊提供热量高的食物和充足的水
- B. 增加围栏内地形和植被类型的丰富性
- C. 维持高鼻羚羊一雄一雌配对饲养
- D. 限制圈养区域内人类活动以减少对高鼻羚羊干扰

71. 鲜活鱼虾在长途运输过程中, 由于水体小、密度高, 常易造成动物死亡。为此, 生产实践中在鱼虾运输前, 会进行拉网训练, 让动物每天经历一段时间的网中高密度环境, 可大大提高运输中的成活率。拉网训练所利用的生态学原理是:

- A. 他感效应
- B. 驯化
- C. 阿利氏规律
- D. 主导因子作用

72. 以植物群落本身属性排定群落样地地位序的研究方法, 称为:

- A. 直接排序
- B. 主成分分析
- C. 间接梯度分析
- D. 对应分析

73. 物种在自然界的基本存在单元是:

- A. 个体
- B. 社群
- C. 种群
- D. 群落

74. 根据阿伦规律 (Allen's rule), 随着气候变暖, 北极狐的外耳可能会发生下列哪种变化?

- A. 变大
- B. 变小
- C. 不变
- D. 无规律

75. 宋代诗人苏轼在其《惠崇春江晚景》中写道: “竹外桃花三两枝, 春江水暖鸭先知。萎蒿满地芦芽短, 正是河豚欲上时”, 这反映的是下列哪种生态学现象:

- A. 环境保护
- B. 动植物关系
- C. 物候节律
- D. 气候变化

76. 相比内温动物, 以下哪项不是外温动物的主要特点:

- A. 体温调节能力弱
- B. 热传导效率低
- C. 代谢产热水平低
- D. 热源主要依赖外部环境

77. 在温带深水湖泊的季节变化中, 秋季的初级生产力较夏季高, 下列选项中正确的原因是:

- A. 秋季水体产生对流, 将水底丰富的营养物质带到浅层
- B. 秋季光照强度更适宜藻类生长
- C. 植物的生长季节在秋季
- D. 夏季气温高

78. 下列动物中, 哪类动物理论上不遵循贝格曼定律:

- A. 猫科动物
- B. 熊科动物
- C. 哺齿类动物
- D. 爬行类动物

79. 瑙鲁是位于太平洋中部的小岛国, 全岛约 70% 的面积由鸟粪形成的磷酸盐矿所覆盖, 出口鸟粪一度成为该国的主要经济来源。下列关于鸟粪中磷酸盐可能的来源和去向判断, 不正确的是:

- A. 鸟粪中的磷酸盐可能来自大气
- B. 鸟粪中的磷酸盐可能来自岩石的侵蚀
- C. 鸟粪中的磷酸盐可能进入人体循环
- D. 鸟粪中的磷酸盐可能沉积在深海

80. 广泛分布的动物物种, 为了适应不同分布区的环境特征会进化出特定的形态和功能, 譬如, 与栖息于土壤柔软环境的种群相比, 生存于土壤坚硬的荒漠区域的荒漠沙蜥物种, 应该具有:

- A. 更长的前肢, 便于奔跑和打洞
- B. 更大的体型, 便于收集提供能量
- C. 更短的尾部, 避免被天敌发现
- D. 更宽的头部, 便于捕捉食物

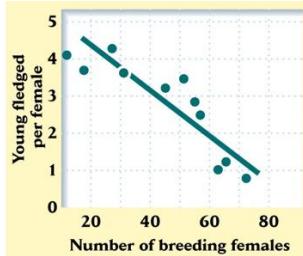
81. 人类自工业革命以来的活动对环境的影响可成立一个新的地质时代, 即人类世 (Anthropocene)。下列哪些属于人类世的代表性特征: (多选)

- A. 人类和野生动物疾病传播加剧
- B. 外来物种入侵
- C. 栖息地退化和丧失
- D. 气候变化

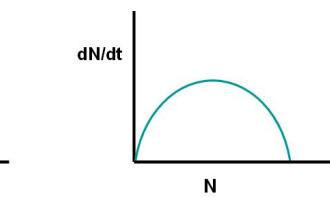
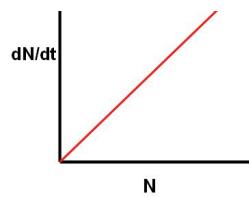
82. 歌带鶲是一种生活在北美温带森林中的雀形目鸟类, 幼鸟需要成鸟喂养长大。下图中, 横轴

表示一个繁殖地中不同年份雌性成鸟的数量, 纵轴表示平均每个雌性成鸟可以养育成活出飞的幼鸟数量。根据图中的数量关系, 以下判断正确的是:

- A. 每年的气温变化影响幼鸟的出飞数量
- B. 幼鸟的出飞取决于幼鸟摄入的食物种类
- C. 成鸟数量增加可导致成鸟和幼鸟间食物竞争, 从而导致幼鸟存活数量下降
- D. 歌带鹀每只雌性成体能够抚养成活的后代数量受该栖息地中种群数量的影响



第 82 题图



第 83 题图

83. 上图是两种不同的种群增长模式, N 表示种群数量, t 表示种群增长的时间, d 为微分符号, 下列选项判断正确的是:

- A. 左图是有资源限制的增长模式, 右图是无资源限制的增长模式
- B. dN/dt 表示种群在一段时间中的增长量
- C. 右图说明种群增长受到资源条件限制, 抛物线的顶点是种群的最大增长率
- D. 右图中, 抛物线顶点左侧部分表示种群数量增长, 顶点右侧部分表示种群数量下降

84. 杜鹃是巢寄生的高手, 巢寄生成功的一个重要条件是杜鹃的幼鸟比寄主的幼鸟(比如, 东方大苇莺)先破壳孵出。下列哪些策略可以保证杜鹃幼鸟比东方大苇莺的幼鸟先破壳孵出? (多选)

- A. 杜鹃幼鸟胚胎在其母体内先发育一段时间再将蛋产出
- B. 杜鹃幼鸟胚胎比东方大苇莺的幼鸟胚胎大
- C. 杜鹃幼鸟胚胎孵化过程中的发育速率快于东方大苇莺幼鸟胚胎发育速率
- D. 杜鹃的卵外形与东方大苇莺的卵相似

85. 地球上多数陆栖动物如兽类、鸟类、两栖爬行类和昆虫都沿赤道到两极物种多样性逐渐下降, 对此分布格局的主要解释有: (多选)

- A. 低纬度热带地区物种新陈代谢率高, 物种形成速率快
- B. 低纬度热带地区种间关系复杂导致物种生态位分化高
- C. 低纬度地区较高纬度地区人类活动等栖息地干扰少
- D. 低纬度地区地质史上较高纬度地区环境变化更加剧烈

86. 气候变暖将对动物产生诸多影响, 譬如: (多选)

- A. 栖息地丧失
- B. 降雨分布的格局变化导致动物水获取压力改变
- C. 提升热带动物的繁殖产出和存活
- D. 温带动物种群密度必然增加

87. 高海拔蜥蜴为了适应高海拔严酷环境进化出多种生存策略, 下列各种策略中有助于适应高海拔环境的是: (多选)

- A. 从卵生繁殖方式进化成胎生繁殖方式
- B. 降低自身的温度喜好, 减少能量支出
- C. 腹部皮肤黑色斑块, 吸收地表反射热
- D. 降低血液氧的结合能力

四、遗传学与进化生物学、生物系统学 29 题 36 分

88. 先天原因的聋哑人和正常人结婚生育的后代一般都是正常人。一对先天性聋哑夫妇生下 5 个孩子全正常, 最简单的可能解释是:

- A. 可能聋哑都是隐性性状, 有很多种基因突变都可能导致聋哑
- B. 可能聋哑突变是个显性性状
- C. 可能碰巧了, 一般不会有这种情况
- D. 可能聋哑需要多个基因同时发生突变

89. 血缘的远近由亲属之间 DNA 的共享程度决定, 有别于 DNA 序列相似度, 严格地说是有多少比例来源于一个近期 (比如几百年) 的共同的祖先, 比如父母和子女有 50% 左右的 DNA 共享, 父母之间一般是 0%。兄弟姐妹之间 DNA 共享度 (血缘的远近) 大概是:

A. 1/4 B. 1/3 C. 1/2 D. 2/3 E. 3/8

90. 后代染色体异常和母亲年龄关系最大, 原因最可能是:

A. 女性细胞分裂时容易发生染色体异常, 男性不容易
B. 女性卵子前体出生前即产生, 常年没有细胞分裂, 年龄大了状态不好
C. 男性染色体异常精子在受精竞争过程中被淘汰
D. 女性 35 岁以后身体状况下降加速, 导致染色体容易发生异常
E. 卵子需要较多营养, 高龄产妇代谢相对不强

91. 人群里一个位点 A 有两种等位基因 (allele), A1 和 A2, 它们出现频率各占 50%。随机挑 2 个人, 他们在 A 位点具有一样基因型的几率最接近的是:

A. 0.5 B. 0.25 C. 0.37 D. 0.67 E. 0.33

92. 将基因型为 Aabb 的玉米花粉给基因型为 aaBb 的雌穗授粉, 所得到籽粒, 其胚乳的基因型有几种?

A. 7 B. 6 C. 5 D. 4 E. 3

93. 有两个茄子品种, 一个为抗病红色果肉 (RRVV), 一个为易染病黄色果肉 (rrvv) [抗病 (R) 对易染病 (r) 为显性, 红果肉 (V) 对黄果肉 (v) 为显性]。若希望培育出 5 株真实遗传的抗病黄色果肉 (RRvv) 茄子品种, 则 F₂ 至少需要有多少株可供选择?

A. 10 B. 20 C. 40 D. 80 E. 160

94. 血友病基因是隐性性连锁基因。根据右侧谱系图回答: 如果 II-4 与一个患血友病的男人结婚, 第一个孩子是正常的概率?

A. 1/4 B. 2/4 C. 1/8
D. 1/2 E. 3/4

95. 已知 Aurshire 牛的体色为从性遗传, 基因型为 RR 表现为赤褐色, rr 表现为红色, 而 Rr 基因型个体在公牛中表现为赤褐色, 而在母牛中则表现为红色。若一赤褐色母牛生了一个红色的牛犊, 则该牛犊的基因型与性别为:

A. rr, 雌性 B. Rr, 雄性 C. Rr, 雌性 D. rr, 雄性

96. 大鼠的基因座 a 和 b 之间有 21% 的交换。如果有 150 个初级卵母细胞被用于检测在染色体这个区域上的交叉, 大约有多少卵母细胞应该在这两个基因之间出现一个交叉?

A. 63 B. 31.5 C. 162 D. 42

97. 对一个三基因杂合体进行测交 (基因顺序未知), 得到的子代类型和数目为:

AbC/abc 35×10; aBc/abc 37×10; ABC/abc 8×10; abC/abc 10×10;
ABC/abc 3×10; abc/abc 5×10; Abc/abc 1×10; aBC/abc 1×10

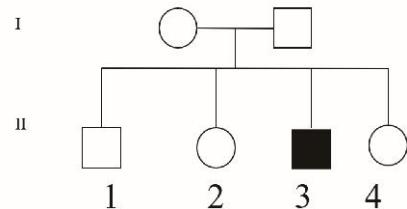
那么, 基因 A 和 C 之间的图距是:

A. 30 B. 25 C. 20 D. 15

98. 小李父母的血型分别为 A 型 / M 型和 B 型 / N 型, 则小李可能的血型为: (多选)

A. AB, MN B. AB, N C. O, MN D. A, MN

99-101. (99-101 题共用题干) 基因突变是造成癌症的原因。为鉴定造成黑色素瘤 (melanoma) 的突变基因, 科学家用外显子组测序 (WES) 的方法, 检测了 213 个黑色素瘤病人样品中的基因突变, 部分结果如下表所示: 表 1 显示的基因在有些发生了突变的样品中检测到同样位点的突变, 表 2 的基因是样品中发生了失活突变:



第 94 题图

表 1

基因	病灶处发生突变样品数	占比 (%)
<i>BRAF</i>	93	43.7
<i>NRAS</i>	62	29.1
<i>RAC1</i>	13	6.1
<i>PPP6C</i>	12	5.6
<i>GABRA3</i>	11	5.2
<i>ABCB5</i>	9	4.2
<i>TRRAP</i>	8	3.8
<i>CYP7B1</i>	8	3.8
<i>PCDHGAI</i>	7	3.3
<i>DGKI</i>	7	3.3

表 2

基因	发生失活突变样品数	占比 (%)
<i>NF1</i>	28	13.1
<i>ARID2</i>	20	9.4
<i>TP53</i>	17	8.0
<i>CDKN2A</i>	11	5.2
<i>KMT2B</i>	9	4.2
<i>ATM</i>	6	2.8
<i>ASPM</i>	5	2.3
<i>ARID1A</i>	5	2.3
<i>RBI</i>	4	1.9
<i>TNRC6B</i>	4	1.9

99. 由上表可以得出的结论有：

- A. 表 1 和表 2 发生突变的基因不一致，说明所列这些基因与黑色素瘤的发生关系不大
- B. 表 1 和表 2 发生突变的基因不一致，说明黑色素瘤的发生是多个基因突变的结果
- C. *BRAF* 的突变是导致黑色素瘤的主要原因
- D. *NRAS* 的失活是导致黑色素瘤的重要因素

100. 表中所说的失活突变，在本实验中能够检测的主要有：（多选）

- A. 错义突变 (missense mutation)
- B. 无义突变 (nonsense mutation)
- C. 基因启动子缺失
- D. 插入或缺失导致的移码突变 (frame shift mutation)

101. 实验结果显示，*BRAF^{V600E}* 或 *BRAF^{V600K}* (第 600 位的缬氨酸变为谷氨酸或赖氨酸) 存在于 39% 的黑色素瘤中，这说明：

- A. 第 600 位疏水性的缬氨酸对 *BRAF* 蛋白保持活性很重要
- B. 第 600 位的缬氨酸被带电氨基酸取代，导致 *BRAF* 活性增强
- C. 如果第 600 位的氨基酸带电，会影响 *BRAF* 的活性，但难以判断活性增强还是减弱
- D. 第 600 位的氨基酸带正电 (赖氨酸) 还是带负电 (谷氨酸)，对 *BRAF* 活性的影响正好相反，但都导致黑色素瘤

102. 如果控制毛色的上位基因 I 位于 X 染色体上，则一个白色雄性个体 (BBX^IY) 与一个纯合棕色雌性个体的杂交后代近交后 (BS)，毛色的分离比为：白色 : 黑色 : 棕色 =

- A. 12 : 3 : 1
- B. 9 : 6 : 1
- C. 9 : 3 : 4
- D. 8 : 6 : 2

103. 一种植物有两个株系，在研究基因 A 和 B 之间的距离时发现在一种株系里距离 3 cM，而在另一种 1 cM。在两种株系里 A 和 C 之间的距离都是 2 cM。现在将两种株系杂交，发现 A 和 B 之间变成 0.1 cM。而 A-C 之间距离影响不大，以下论述，哪些较为合理：（多选）

- A. 这两个株系 A 都在 B, C 之间
- B. 这两个株系 C 都在中间
- C. 只有一个株系 C 在中间
- D. 一个株系在 B 附近可能有一个缺失 (deletion)
- E. 一个株系在 B 附近可能有个倒位 (inversion)

104. 果蝇白色眼睛是 X 染色体连锁遗传的隐性性状。野生型红眼雄果蝇经射线处理后，与白眼雌蝇杂交，后代中出现一只白眼雌蝇，可能的原因是：（多选）

- A. 雄蝇的某些精子中，红眼基因缺失
- B. 发生体细胞交换
- C. 雄蝇的某些精子中，红眼基因突变为白眼等位基因
- D. 减数分裂不分离

105. 菊科是被子植物中最大的一个科，其物种数目达到 23000 多种，分布于地球上除了南极以外的所有大陆上，表现出广泛的环境适应性和繁殖效率。下列描述，正确的是：

A. 所有种类都具有醒目的边缘舌状花 B. 花密集形成头状或篮状花序
C. 具有由单心皮形成的连萼瘦果 D. 所有种类都具有有助于果实散播的冠毛

106. 通常情况下构建基因树是重建物种间关系的必要途径。对于一群近缘物种的系统发生分析，通常需要使用变异速率较()的 DNA 序列；对于高等级分类阶元上的若干类群，通常变异速率较()的 DNA 序列能更准确的反映它们之间的谱系关系。

A. 快，慢 B. 快，快 C. 慢，快 D. 慢，慢

107. DNA 上的遗传变异信息都表现为四种碱基的变异，这种变异信息可以用于构建类群间系统发生关系。A、C、G、T 是()，若两个物种在 DNA 的某一位点上拥有相同的碱基，说明这两个相同的碱基()。下列叙述，正确的是：

A. 四个性状；一定源于一个最近的共同祖先 B. 四个性状；可能源于一个最近的共同祖先
C. 四个性状状态；一定源于一个最近的共同祖先
D. 四个性状状态；可能源于一个最近的共同祖先

108. 银杉为我国一级保护植物，被植物学家称为“植物熊猫”，其学名 *Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang 中的 Kuang 是：

A. 原命名人 B. 新组合的命名人 C. 代 Chun 发表者 D. 共同命名人之一

109. 杨柳科植物种子上的毛和棉花种子上的毛分别来自于：

A. 内果皮，内果皮 B. 珠柄，珠被 C. 珠心，珠柄 D. 珠被，珠被

110. 蕨类植物是介于石松类和种子植物之间的一群植物，它既是()，又是()；其生活史中()发达并占优势。 (多选)

A. 颈卵器植物，维管植物；孢子体 B. 孢子植物，维管植物；孢子体
C. 孢子植物，高等植物；配子体 D. 孢子植物，有胚植物；配子体

111. 斑马鱼是发育生物学研究的模式动物，①属于鲤形目鲤科；②成体体长 4cm 左右，易于饲养；③繁殖不受季节影响；④体外受精，单次产卵量大；⑤早期胚胎透明，且发育迅速。这 5 个特征中有几个是其作为模式动物的特征？

A. 1 个 B. 2 个 C. 3 个 D. 4 个 E. 5 个

112. 有一类软体动物，外形呈左右对称；贝壳退化，被外套膜包裹，或无壳；具触角 1-2 对；鳃位于心室的后方。这类软体动物属于哪个纲？

A. 多板纲 B. 腹足纲 C. 双壳纲 D. 掘足纲 E. 头足纲

113. 软甲纲、蛛形纲、唇足纲和昆虫纲是节肢动物门中重要的类群，下列说法，正确的是：

A. 这四个纲的身体分区方式各不相同
B. 软甲纲具有 2 对触角，而另外三个纲都只有 1 对触角
C. 蛛形纲、唇足纲和昆虫纲具有相同的呼吸器官，而软甲纲的呼吸器官与之不同
D. 唇足纲和昆虫纲具有相同的排泄器官，而蛛形纲和软甲纲的排泄器官与之完全不同

114. 腔肠动物门包括水螅纲、钵水母纲和珊瑚纲，下列这三个纲特征的叙述，正确的是：

A. 三个纲都具有水螅型和水母型的交替，不同的纲占优势的型有所不同
B. 对于有水母型存在的纲而言，缘膜是分纲的重要指标
C. 珊瑚纲的生殖腺由内胚层产生，而水螅纲和钵水母纲的生殖腺由外胚层产生
D. 三个纲中，刺细胞广泛分布于内胚层和外胚层

115. 研究人类起源时，常用不同 DNA 来追踪母系和父系祖先，下列叙述，正确的是：(多选)

A. 母系祖先可用整个线粒体 DNA 来追踪 B. 母系祖先可用整个 X 染色体来追踪
C. 父系祖先可用部分 X 染色体来追踪 D. 父系祖先可用整个 Y 染色体来追踪
E. 父系祖先可用除假常染色体区间外的 Y 染色体来追踪

116. 利用 DNA 序列构建系统发育树的方法多种多样。以下方法中利用 DNA 序列的遗传距离构建系统发育关系的是： (多选)

A. 最大简约法 B. 最大似然法 C. 邻接法 D. 贝叶斯法 E. UPGMA 法