**2022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。未加注明的题目均为单选题，每题1分；多选题均已注明，每题2分，多选题答案完全正确才可得分；**

**3．试卷12页，105题，共计143分，答题时间120分钟。**

**一、生物化学 分子生物学 细胞生物学 微生物学 25题**

1. 以下在280nm有更大光吸收的短肽有（　　）

A. Glu-Ala-PHe-Gln B. His-Thr-Asp-Gln

C. Ser-Pro-Trp-Gly D. His-Lys-Arg-Gly

【答案】AC

【解析】

【分析】蛋白质（或多肽）中酪氨酸和色氨酸残基使蛋白质（或多肽）在280nm处具有最大吸收值，苯丙氨酸残基在257nm处有最大吸收值，在280nm处吸收值较大。

【详解】A、Glu-Ala-PHe-Gln中含有苯丙氨酸PHe残基，在280nm有更大光吸收，A正确；

B、His-Thr-Asp-Gln中无苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸残基，在280nm无更大光吸收，B错误；

C、Ser-Pro-Trp-Gly中含有色氨酸Trp残基，在280nm有更大光吸收，C正确；

D、His-Lys-Arg-Gly中无苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸残基，在280nm无更大光吸收，D错误。

故选AC。

2. 在pH10.0的缓冲液中，将以下几种氨基酸加入到阴离子交换层析柱中，然后用递减的pH梯度洗脱，这些氨基酸洗脱的先后顺序为（　　）

A. Lys→His→Ser→Glu B. Lys→His→Glu→Ser

C. Glu→His→Ser→Lys D. Lys→Ser→His→Glu

【答案】A

【解析】

【分析】离子交换层析是根据各种物质带电状态(或极性)的差别来进行分离的。电荷不同的物质对离子交换剂有不同的亲和力，因此，要成功地分离某种混合物，必须根据其所含物质的解离性质，带电状态选择适当类型的离子交换剂，并控制吸附和洗脱条件（主要是洗脱液的离子强度和pH值)，使混合物中各组分按亲和力大小顺序依次从层析柱中洗脱下来。

【详解】 pH=10，使样品氨基酸都带上负电荷，它们都能与阴离子交换树脂结合。结合能力的强弱，与氨基酸的pI值有关，pI越大，与阴离子交换树脂的结合力越弱，洗脱时越易交换下来。Lys的pI为9.74，His的的pI为7.59，Ser的pI为5.68，Glu的pI为3.22，故当用后用递减的pH梯度洗脱进行洗脱时，洗脱下来的次序是Lys→His→Ser→Glu，A正确。

故选A。

3. 以下对高能键和高能化合物理解错误的是（　　）

A. 键能是指断裂1摩尔的化学键所需能量，键能越大说明化学键越不容易断裂

B. 含有高能键的化合物称为高能化合物

C. 高能磷酸键断裂吸收大量的能量

D. 腺苷二磷酸（ADP）的分子结构比ATP更稳定

【答案】C

【解析】

【分析】高能化合物指体内氧化分解中，一些化合物通过能量转移得到了部分能量，把这类储存了较高能量的化合物，如三磷酸腺苷(ATP)，称为高能化合物·它们是生物释放，储存和利用能量的媒介，是生物界直接的供能物质。

【详解】A、键能是指断裂1摩尔的化学键所需能量，键能越大，断裂时所需要吸收的能量越多，则化学键越不容易断裂，A正确；

B、高能化合物是含有高能键的化合物，B正确；

C、高能磷酸健断裂释放大量的能量，C错误；

D、ATP的结构简式为A—P～P～P，原理A的高能磷酸键不稳定，断裂后，形成腺苷二磷酸（ADP），故ADP的分子结构比ATP更稳定，D正确。

故选C。

4. 下列酶中定位于哺乳动物细胞线粒体外膜的是（　　）

A. 脂酰CoA合成酶 B. 肉碱脂酰移位酶II

C. ATP合酶 D. 柠檬酸合酶

【答案】A

【解析】

【分析】哺乳动物细胞线粒体是有氧呼吸的主要场所，有氧呼吸的第二阶段和第三阶段均在线粒体内进行。

【详解】A、脂酰CoA合成酶催化脂肪酸活化形成脂酰CoA，位于内质网和线粒体外膜上，A正确；

B、肉碱脂酰移位酶II催化长链的脂酰CoA连接到其载体上透过线粒体内膜，位于线粒体内膜上，B错误；

C、ATP合酶位于细胞质基质、线粒体基质、线粒体内膜，C错误；

D、柠檬酸合酶是参与三羧酸循环的酶，位于线粒体基质，D错误。

故选A。

5. 线粒体呼吸链复合物1位于线粒体内膜，是呼吸链中最重要的蛋白复合体之一，以下关于复合物I的叙述正确的是（　　）

A. 将电子从NADH传递至细胞色素c B. 将电子从NADH传递至辅酶Q

C. 是线粒体膜中移动的电子载体 D. 不含铁硫中心

【答案】B

【解析】

【分析】呼吸作用是生物体内最基础的能量代谢活动之一，是由位于线粒体内膜上的四种呼吸链蛋白复合物分步完成的，这四种蛋白复合物分别为复合物 I（NADH 脱氢酶）、复合物 II（琥珀酸-辅酶 Q 还原酶）、复合物 III（细胞色素 c 还原酶）和复合物 IV（细胞色素 c 氧化酶）。

【详解】A、复合物 III从电子传递至细胞色素c，A错误；

B、复合物I催化一对电子从NADH传递给辅酶Q，B正确；

C、呼吸链包含15种以上组分，主要由4种酶复合体和2种可移动电子载体构成。其中复合体Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、辅酶Q和细胞色素C，因此线粒体膜中移动的电子载体指的是辅酶Q和细胞色素C，C错误；

D、复合体Ⅰ即NADH&辅酶Q氧化还原酶复合体，由NADH脱氢酶（一种以FMN为辅基的黄素蛋白）和一系列铁硫蛋白（铁—硫中心）组成，含有铁硫中心，D错误。

故选B。

6. 研究发现肝硬化患者血清中氨基甲酰磷酸合成酶I（CPS-I）水平降低，以下可以提高CPS-I活性的化合物是（　　）

A. ADP B. 鸟氨酸

C. N-乙酰谷氨酸 D. 2，4-二硝基苯酚

【答案】C

【解析】

【分析】氨基甲酰磷酸合成酶Ⅰ(CPS-I)存在于肝线粒体中，以游离的氨作为氨基供体合成氨甲酰磷酸，参与鸟氨酸循环最终合成代谢产物尿素。

【详解】CPS-I是鸟氨酸循环过程中的限速酶，只有在变构激活剂 N-乙酰谷氨酸（AGA）存在时才被激活，N-乙酰谷氨酸可诱导CPS-I的构象发生改变，进而增加酶对ATP的亲和力.

故选C。

7. 临床研究发现谷氨酰胺对肝硬化患者肝功能具有保护作用，对此的解释合理的是（　　）

A. 谷氨酰胺在谷氨酰胺酶的作用下，其产物与尿素循环中的鸟氨酸结合

B. 谷氨酰胺在谷氨酰胺酶的作用下，其产物与尿素循环中的瓜氨酸结合

C. 患者体内谷氨酰胺合成酶活性增加

D. 患者体内谷氨酰胺酶活性增加

【答案】D

【解析】

【分析】谷氨酰胺不是必需氨基酸，它在人体内可由谷氨酸、缬氨酸、异亮氨酸合成。在疾病、营养状态不佳或高强度运动等应激状态下，机体对谷氨酰胺的需求量增加，以致自身合成不能满足需要。

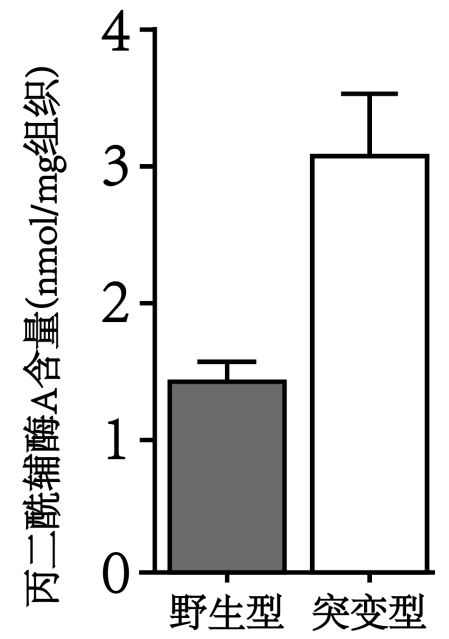
【详解】AB、谷氨酰胺在谷氨酰胺酶的作用下分解为谷氨酸和氨，其产物不会与尿素循环中的鸟氨酸或瓜氨酸结合，AB错误；

C、患者体内若谷氨酰胺合成酶活性增加，则谷氨酰胺含量增加，对肝功能保护作用会增强，C错误；

D、谷氨酰胺对肝硬化患者肝功能具有保护作用，患者体内谷氨酰胺酶活性增加，导致谷氨酰胺含量下降，D正确。

故选D。

8. 在小鼠饱食8天的条件下，研究者测定了野生型小鼠与突变小鼠肝脏中丙二酰辅酶A的含量，结果如图，这说明突变体（　　）



A. 脂肪酸氧化显著减低 B. 脂肪酸氧化显著升高

C. 脂肪酸从头合成显著增加 D. 脂肪酸从头合成显著降低

【答案】AC

【解析】

【分析】丙二酰辅酶A的作用是促进脂肪酸的合成。

【详解】AB、丙二酰辅酶A的作用是促进脂肪酸的合成，其含量高时脂肪酸氧化受阻，突变体中丙二酰辅酶A含量高，脂肪酸氧化显著减低，A正确，B错误；

CD、丙二酰辅酶A的作用是促进脂肪酸的合成，突变体中丙二酰辅酶A含量高，脂肪酸从头合成显著增加，C正确，D错误。

故选AC。

9. 二糖（双糖）是最简单的寡糖，蔗糖、麦芽糖、纤维二糖和乳糖都是常见的二糖。关于这些二糖的说法正确的是（　　）

A. 这些二糖都能够还原斐林（Fchling）试剂

B. 除蔗糖外，其他二糖都能够还原斐林试剂

C. 除纤维二糖外，其他二糖都能够还原斐林试剂

D. 蔗糖与纤维二糖是非还原性糖，麦芽糖与乳糖是还原性糖

【答案】B

【解析】

【分析】糖类分为单糖、二糖、和多糖，在细胞内单糖可以脱水缩合形成二糖和多糖，多糖可以水解形成二糖和单糖;

【详解】A、蔗糖不能还原斐林（Fchling）试剂，A错误；

B、除蔗糖外，麦芽糖、纤维二糖和乳糖都能够还原斐林试剂，B正确；

C、应该是除蔗糖外，C错误；

D、蔗糖是非还原性糖，纤维二糖是还原性糖，D错误。

故选B。

10. 下列关于细胞膜的说法正确的有（　　）

A. 脂双层是细胞膜的基本结构

B. 动物细胞膜中的主要脂类分子包括甘油三酯、磷脂、糖脂和胆固醇

C. 所有膜脂分子的结构中都含有脂肪酸

D. 脂双层两侧的脂类分子可以通过侧向扩散从一层翻转到另外一层

E. 红细胞膜上寡糖抗原的不同决定了人体的ABO血型系统

【答案】AE

【解析】

【分析】细胞膜主要由脂质和蛋白质组成，还含有少量的糖类。其中组成细胞膜的脂质中，磷脂含量最丰富，蛋白质在细胞膜行使功能时起重要作用。

【详解】A、磷脂双分子层（脂双层）是细胞膜的基本结构，A正确；

B、动物细胞膜中的主要脂类分子包括磷脂和胆固醇，B错误；

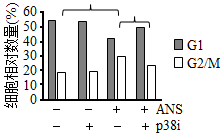
C、胆固醇分子中不含有脂肪酸，C错误；

D、脂类分子的运动有两种形式，一种是在膜的平面作侧向的扩散运动，另一种是绕着膜平面的垂直轴作旋转运动，D错误；

E、血型的特异性主要取决于血型抗原糖链的组成，E正确。

故选AE。

11. 科学家研究了p38抑制剂（p38i）和核糖体翻译功能的抑制剂苗香霉素（ANS）对细胞周期的作用，结果如图。从中得出的正确结论有（　　）



A. 茴香霉素能够使细胞阻滞在G2期

B. 茴香霉素对细胞G2/M期无明显影响

C. p38能够使细胞阻滞在G2期

D. p38i能够拮抗茴香霉素对细胞周期的影响

【答案】AD

【解析】

【分析】由图可知，第一组为对照，第二组为施加p38i的效果，第三组为施加ANS的效果，第四组为同时施加p38i和ANS的效果。

【详解】AB、对比第一、三组，可看出G2/M数值明显增大，说明茴香霉素能够使细胞阻滞在G2期，A正确，B错误；

C、对比第一、二组，可以看出G1，G2/M数值在施加p38i前后无明显变化，说明p38不能使细胞阻滞在G2期，C错误；

D、对比第一、三、四组，第三组G1数值减小，G2/M数值增大，第四组G1数值较第三组增大，G2/M数值第三组减小，说明p38i能够拮抗茴香霉素对细胞周期的影响，D正确。

故选AD。

12. 下列有关细菌的论述正确的是（　　）

A. 在不同的培养条件下，细菌的个体形态比菌落形态相对稳定

B. 抗酸性染色、革兰氏染色及芽孢染色均属于鉴别染色

C. 球菌一般不具有鞭毛

D. 只有固氮菌才能还原氮元素

【答案】BC

【解析】

【分析】细菌属于原核生物，没有成形的细胞核，只有核糖体一种细胞器。

【详解】A、在不同的培养条件下，菌落形态比细菌的个体形态相对稳定，A错误；

B、革兰氏染色法与芽孢染色法和抗酸性染色法一样，是一种鉴别染色法。，B正确；

C、球状的细菌一般都不长鞭毛，C正确；

D、固氮作用、硝酸盐还原和反硝化作用都能够还原氮元素，故并非只有固氮菌才能还原氮元素，D错误。

故选BC。

13. 真菌与细菌存在一系列的差异，其中差异最不明显的是（　　）

A. 有性生殖方式 B. 细胞壁结构

C. 鞭毛结构 D. 细胞膜中磷脂的化学性质

【答案】D

【解析】

【分析】真菌是真核生物，细菌是真核生物。细胞膜上的磷脂是一种由甘油、脂肪酸和磷酸等所组成的分子，磷酸“头” 部是亲水的，脂肪酸“尾”部是疏水的。

【详解】A、真菌是真核生物，主要是通过产生孢子进行生殖，孢子有有性和无性两种，细菌为原核生物，一般不能进行有性生殖，A错误；

B、真菌的细胞壁的组成成分主要成分是多糖，另有少量的蛋白质和脂类，细菌细胞壁的主要成分是肽聚糖，B错误；

C、真菌与细菌的鞭毛结构的成分和结构均不同，真菌鞭毛是9+2的微管形式，包括2套中心纤丝和围绕在周围9套纤丝；细菌鞭毛是由2～5条，宽约40～50埃的微丝组成，其蛋白质成分是鞭毛蛋白，C错误；

D、真菌与细菌都是细胞结构生物，其细胞膜中磷脂是一种由甘油、脂肪酸和磷酸所组成的分子，D正确。

故选D。

14. 铵盐是微生物重要的营养物，下列可以通过氧化铵盐获得能量，并同化CO2进行生长的微生物是（　　）

A. 蓝细菌 B. 红螺菌 C. 亚硝化细菌 D. 固氮菌

【答案】C

【解析】

【分析】1、蓝细菌：细胞内含有藻蓝素和叶绿素，是能进行光合作用的自养生物，包含色球蓝细菌、颤蓝细菌、念珠蓝细菌和发菜。

2、在自然界中，除了光合作用，还有另外一种制造有机物的方式。少数种类的细菌，细胞内没有叶绿素，不能进行光合作用，但是却能利用体外环境中的某些无机物氧化时所释放的能量来制造有机物。例如，生活在土壤中的硝化细菌。

【详解】红螺菌和固氮菌属于异养生物，不能同化CO2进行生长，亚硝化细菌和蓝细菌属于自养生物，能同化CO2进行生长，但蓝细菌不能通过氧化铵盐获得能量，利用的是光能，亚硝化细菌可以氧化铵盐获得能量，来进行化能合成作用，ABD错误，C正确。

故选C。

15. 微生物生长受多种环境因子的影响，其中环境中水对微生物的影响通常用水活度表示（aw=P/P0，P：溶液的蒸汽压，P0：纯水的蒸汽压）。环境水活度越大，说明环境中（　　）

A. 溶质越少，水越容易被微生物利用 B. 溶质越少，水越不易被微生物利用

C. 溶质越多，水越容易被微生物利用 D. 溶质越多，水越不易被微生物利用

【答案】A

【解析】

【分析】溶液的蒸汽压指一定温度下溶液挥发或蒸发的蒸气在溶液液面以上产生的气体压强。通常指水溶液产生的水蒸气分压，往往要比纯水的蒸汽压低。

【详解】分析题意，水活度表示aw=P/P0，其中P表示溶液的蒸汽压，P0表示纯水的蒸汽压，故环境水活度越大，水活度定义为物质中水分含量的活性部分或者说自由水的含量，水活度越大，说明自由水含量越多，即说明环境中溶质越少，水越容易被微生物利用。

故选A。

16. 微生物细胞计数的方法很多，血细胞计数器是常用计数仪器，适用于（　　）

A. 放线菌计数 B. 霉菌菌丝体计数

C. 真菌孢子计数 D. 酵母菌计数

【答案】CD

【解析】

【分析】血细胞计数器是由数字处理芯片、集成电路，以及显示屏、按键组成，与各种显微镜配合使用，由微电脑进行自动分类计数的数字化专用产品，能对骨髓细胞、外周血细胞、小巨核细胞进行全面的分类计数并自动计算出各项指标，能对细胞化学染色后的积分进行计算，并兼有常用的四则运算。

其原理与血细胞计数板基本相同，先将盖玻片放在血细胞计数板的计数室上，用吸管吸取培养液，滴于盖玻片边缘，让培养液自行渗入。多余的培养液用滤纸吸去。稍待片刻，待细胞全部沉降到计数室底部，将计数板放在载物台的中央，计数一个小方格内的细胞数量，再以此为根据，估算样品中的细胞总数。常用于相对较大的酵母菌细胞、霉菌孢子等的计数。

由上述分析可知，利用血细胞计数器进行计数时，适用于独立、单个细胞群体的计数。

【详解】A、放线菌能形成分枝菌丝和分生孢子呈菌丝状生长，主要以孢子繁殖，菌落呈放射状，大多数有发达的分枝菌丝，不呈现为单个独立的细胞个体，不适用于血细胞计数器计数，A不符合题意；

B、霉菌是丝状真菌的俗称，能形成分枝繁茂的菌丝体，有营养菌丝和气生菌丝的分化，不适用于血细胞计数器计数，B不符合题意；

C、由分析可知，真菌孢子为独立、单个的细胞，宜用血细胞计数器计数，C符合题意；

D、酵母菌是单细胞真菌，宜用血细胞计数器计数，D符合题意。

故选CD。

17. 产甲烷菌分类上属于古菌，可将CO2、H2和甲酸等转变为CH4，它们的共同特征有（　　）

A. 是严格厌氧菌 B. 需要生长因子

C. 具有假肽聚糖细胞壁 D. 需要金属镍

【答案】ACD

【解析】

【分析】产甲烷菌(Methanogenus)，是专性厌氧菌，属于古菌域，广域古菌界，宽广古生菌门。

【详解】A、产甲烷菌是专性厌氧菌，A正确；

B、产甲烷菌有的需要特定的生长因子，有的不需要，B错误；

C、产甲烷菌的细胞壁成分为假肽聚糖，C正确；

D、镍是产甲烷菌细胞氢化酶与辅酶的重要成分，故产甲烷菌需要金属镍，D正确。

故选ACD。

18. 以下对钠钾离子泵与钠钾离子通道的描述错误的是（　　）

A. 它们都是跨膜蛋白

B. 它们通过改变构象发挥功能

C. 钠钾离子泵需要消耗ATP钠钾离子通道不需要

D. 它们都通过协同运输的机制发挥作用

【答案】D

【解析】

【分析】钠钾离子泵能够相向逆浓度梯度运输钠离子与钾离子，即能逆浓度梯度把Na+从细胞内转运到细胞外，把K+从细胞外转运入细胞内，需要消耗ATP，同时该转运蛋白的构象需要发生变化；钠钾离子通道为电压门通道蛋白，膜两侧电位达到相应的电压差时，构象改变，通道打开，但只能顺浓度梯度运输相应的离子。

【详解】A、这两种转运蛋白都能跨膜运输离子，为跨膜蛋白，A正确；

B、两种转动蛋白发挥作用时，分子构象都发生改变，B正确；

C、由分析可知，钠钾离子泵需要消耗ATP逆浓度梯度运输离子，而钠钾离子通道顺浓度运输离子，不消耗ATP，C正确；

D、钠钾离子泵运输离子为协同运输，每泵出三个钠离子的同时需要泵入两个钾离子，而钠钾离子通道只单一运输钠离子或钾离子，D错误。

故选D。

19. 感受机械力的受体Piczo在脊椎动物的皮肤、口腔、肺、膀胱和血管内皮等多种组织中表达。以下关于Piczo功能的推测，不合理的是（　　）

A. 感受血流，调节血压 B. 感受酸甜苦辣，产生味觉

C. 感受气压，调节肺的扩张 D. 与触觉的产生密切相关

【答案】B

【解析】

【分析】分析题意，受体Piczo可在脊椎动物的皮肤、口腔、肺、膀胱和血管内皮等多种组织中表达，其功能是感受机械力，其与嘻嘻分子结合后可起调节作用。

【详解】A、分析题意，Piczo可分布在脊椎动物的血管内皮中，故其可以感受血流，调节血压，A正确；

B、所有感觉的产生部位都是大脑皮层，故味觉的产生部位是大脑皮层，B错误；

C、Piczo可在脊椎动物的肺中表达，据此推测其可以感受气压，调节肺的扩张，C正确；

D、Piczo可在脊椎动物的皮肤、口腔等部位表达，说明其与触觉的产生密切相关，D正确。

故选B。

20. Piczo是脊椎动物的离子通道受体，能够响应机械力刺激，引起阳离子进入细胞，诱发神经细胞兴奋。Piczo被激活后，首先发生的细胞反应是（　　）

A. 去极化 B. 复极化 C. 超极化 D. 产生动作电位

【答案】A

【解析】

【分析】当细胞未受刺激时，细胞质膜内外两侧存在着外正内负的电位差，即静息电位。很多情况下，受到适宜刺激的细胞能产生兴奋。产生动作电位是多数细胞受到刺激产生兴奋时具有的共同表现。因此，细胞产生了兴奋也被认为是产生了动作电位。

【详解】A、细胞在静息状态下，K + 通道开放，K + 大量外流， 形成膜外为正电位、膜内为负电位的电位差，形成静息电位，此时细胞质膜的状态称为“极化”。 当细胞受到适宜的刺激，细胞质膜上Na + 通道打开，Na+ 迅速大量内流，形成膜外为负电位、膜内为正电位的电位变化，此过程称为“去极化”。本题中Piczo被激活后，阳离子内流，诱发神经细胞兴奋，首先发生的细胞反应就是“去极化”，A正确。

B、在去极化到达膜电位最大值（峰值）时，Na + 通道关闭。 随后，由于 K + 通过 K + 通道大量外流，膜两侧电位又转变为“外正内负”状态，即“复极化”，可知，在“去极化”后会发生“复极化”，B错误。

C、细胞在发生“复极化”的过程中，当细胞质膜在恢复到静息电位之前，会发生一个低于静息电位的“超极化”过程。可知“超极化”发生“复极化”之后，C错误。

D、动作电位包括去极化、复极化和超极化的过程，D错误。

故选A。

21. 从作用原理来看，以下与Piczo最相近的是（　　）

A. 乙酰胆碱N受体 B. 肾上腺素受体

C. 生长因子受体 D. 一氧化氮受体

【答案】A

【解析】

【分析】细胞膜上的Piczo是阳离子通道，打开后，大量阳离子内流，产生动作电位。

【详解】A、乙酰胆碱受体本身也是钠离子通道，与乙酰胆碱结合后打开，钠离子大量内流，产生动作电位，与Piczo最相近，A正确；

B、肾上腺素受体，能与神经递质去甲肾上腺素结合的受体。主要分布在交感神经节后纤维支配的效应器细胞膜上，与Piczo差异较大，B错误；

C、生长因子受体是能与生长因子专一性结合的跨膜蛋白。大多具有酪氨酸激酶活性，与Piczo差异较大，C错误；

D、一氧化氮受体是可溶性鸟苷酸环化酶，与Piczo差异较大，D错误。

故选A。

22. 吃辣椒会引发“热”和“痛”两种感觉，以下解释合理的有（　　）

A. 辣椒中含有两种物质，能分别激活神经细胞表面感受“热”和“痛”的受体

B. 辣椒中的物质激活了产生“疼痛”感觉的神经细胞

C. 辣椒中的物质激活了神经细胞表面响应高温刺激的受体

D. 大脑将高温刺激产生的神经信号解读为“痛”

【答案】BD

【解析】

【分析】根据题意，在口腔和皮肤的感觉神经末梢中，存在对辣椒素敏感“热”和“痛”受体，所以人吃辣椒后，辣椒素会与相应受体结合，进行信息传递。

【详解】A、辣椒中含有两种物质，能分别与神经细胞表面感受“热”和“痛”的受体 结合，A错误；

B、辣椒中的物质激活了产生“疼痛”感觉的神经细胞，使其产生“热”和“痛”两种感觉，B正确；

C、辣椒素和高热刺激等多种理化因子都能与相应的受体结合，辣椒中的物质激活了神经细胞表面相应辣刺激的受体，C错误；

D、大脑将高温刺激产生的神经信号解读为“痛”，故会产生热和痛的感觉，D正确。

故选BD。

23. 将分离得到的一个细胞进行离体培养后，细胞在培养皿中能够自主分化为心肌细胞；若将这个细胞移植到小肠上皮，会出现的现象是（　　）

A. 此细胞会分化为心肌细胞 B. 此细胞会分化为小肠上皮细胞

C. 此细胞不会发生分化 D. 无法确定细胞的命运

【答案】D

【解析】

【分析】目前，体外分离和培养胚胎干细胞的实验方法已经很成熟，它们可以被大量的培养和扩增，并定向分化为胰岛细胞、心肌细胞等多种不同类型的细胞。

【详解】若将这个细胞移植到小肠上皮，由于体内细胞间的相互作用，其分化方向不确定。

故选D。

24. 植物的胞间连丝在植物细胞的物质运输和信息传递过程中都具有重要的作用。目前已知至少有2类亚细胞结构是胞间连丝的结构组分，它们是（　　）

A. 分泌囊泡和质膜 B. 内质网和质膜

C. 高尔基体和内质网 D. 分泌囊泡和高尔基体

【答案】B

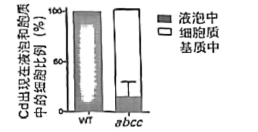
【解析】

【分析】植物细胞壁中小的开口，相邻细胞的细胞膜（质膜）伸入孔中，彼此相连，两个细胞的滑面型内质网也彼此相连，构成胞间连丝。胞间连丝在植物细胞的物质运输和信息传递过程中都具有重要的作用。

【详解】胞间连丝的形成：植物细胞壁中小的开口，相邻细胞的细胞膜（质膜）伸入孔中，彼此相连，两个细胞的滑面型内质网也彼此相连，构成胞间连丝。分泌囊泡和高尔基体不是胞间连丝的结构组分，ACD错误，B正确。

故选B。

25. 植物细胞中的ABCC型转运体蛋白在镉元素（Cd）的隔离中发挥重要作用。对拟南芥野生型（WT）和缺失突变体（abcc）中Cd在细胞中的分布进行了统计，结果如图。该数据表明（　　）



A. 液泡是正常细胞中储存和隔离Cd的重要场所

B. 与野生型相比，abcc突变体Cd含量下降

C. 与野生型相比，abcc突变体Cd含量上升

D. 正常细胞中Cd信号很弱

【答案】A

【解析】

【分析】由题干合理推测，可知野生型细胞会自发的利用转运体，把Cd离子存储与液泡里。

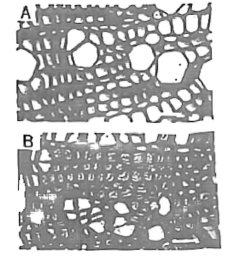
【详解】A、野生型细胞会自发的利用转运体，把Cd离子存储与液泡里，所以液泡是正常细胞中储存和隔离Cd的重要场所，A符合题意；

BCD、图中未测量ABCC型转运体蛋白的活性或者含量，只是测量了Cd出现的位置，所以不能够由表型推测Cd的含量，BCD不符合题意；

故选A。

**二、植物的解剖 植物生理 植物演化 19题**

树木受到斜坡、风吹等外界因素的影响，导致原本直立生长的树干发生倾斜或者弯曲。下图A、B分别是倾斜生长的杨树树干木材横切面不同区域的显微照片，标尺100μm。观察图片，回答问题。



26. 倾斜生长的树干往往会偏心生长，使得部分年轮宽度较大而部分年轮宽度较窄。下列有关描述正确的有（　　）

A. 图A在倾斜生长的杨树主茎干下部，会形成窄年轮

B. 图A在倾斜生长的杨树主茎干上部，会形成宽年轮

C. 图B在倾斜生长的杨树主茎干下部，会形成窄年轮

D. 图B在倾斜生长的杨树主茎干上部，会形成宽年轮

27. 下列有关图B的描述错误的有（　　）

A. 大部分细胞次生壁明显增厚，其机械支撑力增加

B. 大部分细胞次生壁明显增厚，其拉伸力增加

C. 大部分细胞细胞腔减小，其水分疏导能力下降

D. 大部分细胞细胞腔减小，其水分疏导能力提高

28. 图A与图B在组织结构上的差别主要来自（　　）

A. 导管分子 B. 管胞 C. 木纤维 D. 薄壁细胞

【答案】26. BC 27. AC 28. A

【解析】

【分析】图A、B分别是倾斜生长的杨树树干木材横切面不同区域的显微照片，图A中的导管孔径较大，图B中的导管孔径较小。

【26题详解】

图A中导管孔径较大，细胞径大而壁薄，而图B则相反。年轮的形成主要与木质部有关，若在倾斜生长的杨树主茎干上部，次生木质部中的细胞径大而壁薄，形成的年轮较宽；若在倾斜生长的杨树主茎干下部，次生木质部中的细胞径小而壁厚，形成的年轮较窄。综上所述，BC正确，AD错误。

故选BC。

【27题详解】

由图可知图B中的导管孔径较小，说明大部分细胞次生壁明显增厚，拉伸力增加；细胞腔减小，水分疏导能力上升。BD正确，AC错误。

故选AC。

【28题详解】

图A与图B在组织结构上的差别主要来自导管分子大小，图A中的导管孔径较大，图B中的导管孔径较小。A正确，BCD错误。

故选A。

马铃薯的两个基因BRCIa和BRCIb源自基因重复事件，它们都调控块茎的形成过程。BRCIa主要表达在地上茎的腋芽处，BRCIb在地上茎腋芽、匍匐茎腋芽和幼嫩块茎中均有表达。通过RNAi技术敲低BRCIb基因的表达后，植株在地上茎腋芽处产生了气生块茎，而地下块茎的数量显著减少。

29. 关于马铃薯中BRCIa和BRCIb，下列叙述错误的有（　　）

A. 二者的表达受相同因素的调控

B. 二者的DNA序列应该有90%以上的同源性

C. BRCIa和BRCIb属于旁系同源基因

D. BRCIa和BRCIb的功能并不完全相同

30. 进一步实验发现，在BRCIb敲低的马铃薯株系中，腋芽位置脱落酸浓度降低，胞间连丝数量增加，蔗糖含量升高。由此可知（　　）

A. 正常株系中叶片同化物以葡萄糖形式在筛管中自上而下运输

B. 在敲低株系中，胞间连丝的主要作用是将糖从腋芽运输至地下块茎

C. 在脱落酸信号转导障碍的马铃薯中敲低BRCIb的表达，腋芽处不会产生气生块茎

D. 脱落酸信号转导障碍的马铃薯地上茎腋芽处也有可能出现气生块茎

【答案】29. AB 30. D

【解析】

【分析】BRCIa和BRCIb属于旁系同源基因，BRCIb可以抑制地上茎腋芽处产生了气生块茎。

【29题详解】

A、表达的组织特异性有了明显的差别，所以所受的因素调控也不同，A错误；

B、由题干无法说明同源性高，B错误；

C、BRCIa和BRCIb源自基因重复，故属于旁系同源基因，C正确；

D、BRCIa和BRCIb的功能并不完全相同，一个可能促进分化成气生块茎，一个可能是抑制，D正确。

故选AB。

【30题详解】

A、正常株系中叶片同化物不可能以葡萄糖形式运输，葡萄糖的形式不特别利于远距离的运输，A不符合题意；

B、在敲低株系中，胞间连丝的主要作用是以腋芽为库而不是为源的，B不符合题意；

C、BRCIb敲除后导致脱落酸水平的下降，也使得腋芽更容易发育成块茎，可推测脱落酸和块茎发育有关系，可能的原因是脱落酸是抑制块茎的发育的，C不符合题意；

D、脱落酸信号转导障碍的马铃薯地上茎腋芽处解除了抑制，使得其有可能出现气生块茎，D不符合题意。

故选D。

31. 假设植物细胞内外K＋浓度分别为100mM和10mM，K＋的平衡膜电位为－58mV。若在胞内施加－120mV的电压，K＋被动运输的方向为（　　）

A. 由胞内向胞外 B. 由胞外向胞内

C. 沿着细胞外表面 D. 沿着细胞内表面

【答案】B

【解析】

【分析】被动运输包括自由扩散和协助扩散两种形式，两者均是顺浓度梯度的运输，当细胞内外浓度差增大时，被动运输的速率加快。

【详解】分析题意，植物细胞内外正常钾离子浓度分别是100mM和10mM，K＋的平衡膜电位为－58mV，现若在胞内施加－120mV的电压，则细胞内的钾离子浓度进一步减少，细胞内外离子浓度差增大，故K＋被动运输的方向为由胞外向胞内。

故选B。

32. 促进气孔打开的主要因素是（　　）

A. 保卫细胞外高渗 B. 保卫细胞外高水势

C. K＋和阴离子流出保卫细胞 D. 保卫细胞蔗糖合成减少

【答案】B

【解析】

【分析】气孔的开关与保卫细胞的水势有关,保卫细胞水势下降而吸水膨胀，气孔就张开，水势上升而失水缩小，使气孔关闭。

【详解】A、保卫细胞外高渗，保卫细胞失水，气孔关闭，A错误；

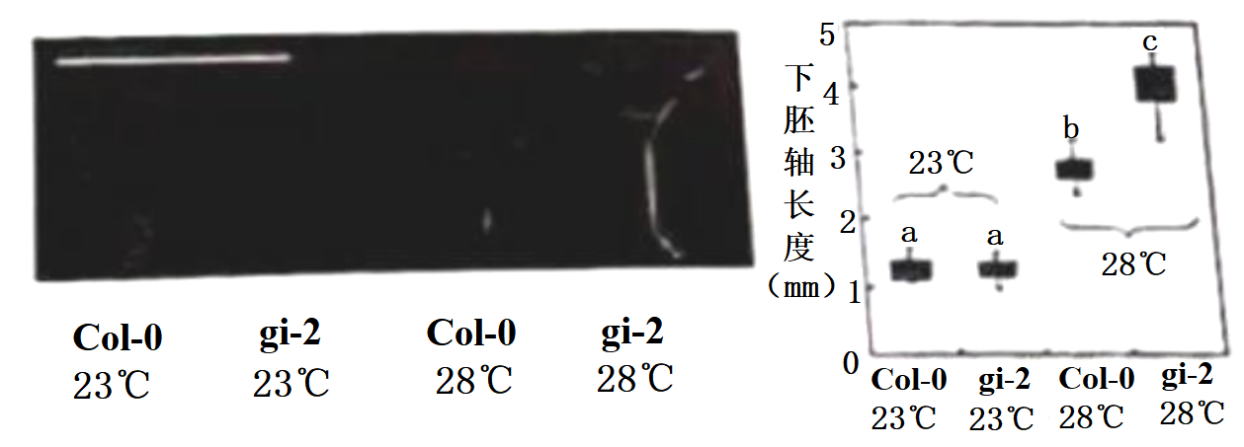
B、保卫细胞外高水势，保卫细胞吸水，气孔打开，B正确；

C、K＋和阴离子流出保卫细胞，使得保卫细胞内渗透压降低，保卫细胞失水，气孔关闭，C错误；

D、保卫细胞蔗糖合成减少，渗透压下降，气孔关闭，D错误。

故选B。

33. 科学家研究了GI基因在植物对高温反应中的作用，下图中Col-0为野生型拟南芥，gi-2为GI基因突变体。根据图中的数据分析，下列结论中证据最不充分的是（　　）



A. 野生型拟南芥和gi-2突变体下胚轴的长度在23℃下没有明显差异

B. 野生型拟南芥和gi-2突变体下胚轴的长度在28℃下有明显差异

C. 高温更有利于gi-2突变体下胚轴的生长

D. GI基因参与拟南芥对高温的反应

【答案】D

【解析】

【分析】分析题图可知，23℃时下胚轴长度比28℃短，23℃时Col-0和gi-2无差异，28℃时Col-0的下胚轴长度短于gi-2。

【详解】A、分析题图数据可知，野生型拟南芥和gi-2突变体下胚轴的长度在23℃下没有明显差异，A正确；

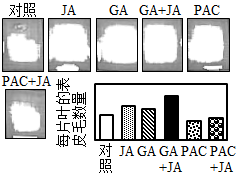
B、分析题图数据可知，野生型拟南芥和gi-2突变体下胚轴的长度在28℃下有明显差异，B正确；

C、23℃时下胚轴长度比28℃短，说明高温更有利于gi-2突变体下胚轴的生长，C正确；

D、根据实验数据得出GI基因参与拟南芥对高温的反应这一结论证据不充分，应有GI基因缺失突变体做实验，D错误。

故选D。

34. 植物叶片上的表皮毛形成与赤霉素（GA）和茉莉酸（JA）密切相关。PAC是GA的合成抑制剂，用一定浓度的GA、JA或PAC处理叶片后得出的结果如图。根据该图中的数据分析，不能得出的结论是（　　）



A. GA和JA均促进表皮毛的形成

B. PAC处理可抑制叶片表皮毛的形成

C. 用PAC和JA处理可促进表皮毛的形成

D. GA和JA同时处理，促进表皮毛形成的作用更显著

【答案】C

【解析】

【分析】分析题图可知，与对照组相比，用一定浓度的GA、JA处理叶片后，均能促进表皮毛的形成；PAC处理叶片后，会抑制表皮毛的形成。

【详解】A、GA和JA处理后每片叶片的表皮毛均比对照组长，说明GA和JA均促进表皮毛的形成，A正确；

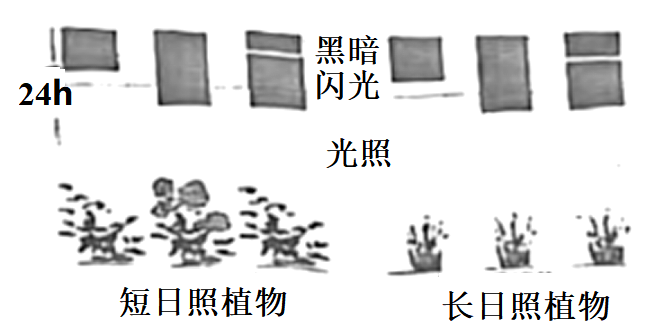
B、PAC处理后每片叶片的表皮毛比对照组短，说明PAC处理可抑制叶片表皮毛的形成，B正确；

C、用PAC和JA处理后每片叶片的表皮毛比对照组短，说明PAC和JA抑制表皮毛的形成，C错误；

D、GA和JA同时处理比GA和JA单独处理后每片叶片的表皮毛长，说明两者同时处理促进表皮毛形成的作用更显著，D正确。

故选C。

35. 植物开花受到光照的调节。由如图可以得出，调节植物开花机制的关键因素为（　　）



A. 连续日照时间的长短 B. 连续黑暗时间的长短

C. 一天中多次累计日照时间的长短 D. 一天中多次累计黑暗时间的长短

【答案】B

【解析】

【分析】在自然条件下，植物会受到光周期、温度、降雨量、季风等具有季节性的环境信号的刺激。

【详解】据图分析，短日照植物若连续黑暗时间达到一定时长则开花，若黑暗时间不够或暗断，则不开花；长日照植物在案处理条件下不开花，故据此推测调节植物开花机制的关键因素为连续黑暗时间的长短。

故选B。

36. 在植物生长发育过程中，有时两种植物激素起相互拮抗的作用。下列成对激素起拮抗作用的有（　　）

A. 种子萌发中赤霉素与脱落酸 B. 顶端优势机制中生长素与油菜素内酯

C. 干旱响应中脱落酸与乙烯 D. 植物器官再生中生长素与细胞分裂素

【答案】AB

【解析】

【分析】植物激素是由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物。不同激素对同一生理效应都发挥作用，从而达到增强效应的结果叫协同作用。不同激素对某一生理效应发挥相反的作用叫拮抗作用。

【详解】A、种子萌发时，赤霉素能促进种子萌发，脱落酸抑制种子萌发、促进休眠，表现出拮抗作用，A符合题意；

B、顶端优势中高浓度生长素抑制侧芽生长，油菜素内酯能解除顶端优势，表现出拮抗作用，B符合题意；

C、干旱响应时，干旱胁迫时，脱落酸与乙烯的产生量增大，增强植物抗性，表现出协同作用，C不符合题意；

D、植物器官再生时，生长素与细胞分裂素发挥协同作用，促进细胞分裂、分化，D不符合题意。

故选AB。

37. 根据国际植物命名法规，每种植物都有一个学名。每种植物的学名具有如下特性（　　）

A. 唯一性 B. 英文命名

C. 拉丁文命名 D. 有效发表

【答案】ACD

【解析】

【分析】植物学名学名的有效发表，是指所发表的新分类群是否有效，被同行认可。

植物学名根据《国际植物命名法规》，植物的学名（scientific name）即拉丁名，都使用拉丁文的词或拉丁化的词来命名。在国际上，任何一个拉丁名，只对应一种植物，任何一种植物，只有一个拉丁名。这就保证了植物学名的唯一性和通用性。

【详解】植物学名都由拉丁文命名，且具有唯一性，并被人们认同，即具有有效发表的特性，故选ACD

38. 依据分支系统学或支序分支系统学（cladistics）理论，能确定一个单系类群/分支的性状是（　　）

A. 衍征 B. 祖征

C. 共衍征/共有衍征 D. 共祖征/共有祖征

【答案】D

【解析】

【分析】分支系统学是当今的三大分类学派之一，他是以共同祖先的近度作为衡量物种间（或类群间）亲缘关系的唯一标准的生物系统学派。主张通过对衍生性状相似性的分析，恢复和建立生物之间的分支演化关系，进而重建系统发育树，以形成严格的单系分类系统。

【详解】AC、衍征可以理解为广泛的特征，共有衍征，在演化生物学是一种两个或以上终端分类单元共有及从其最近共同祖先承袭的衍生性状状态，不符合题意，A、C错误；

BD、是指来自较远的祖先并为某一类群之外的成员所具有的特征，共祖征/共有祖征可确定一个单系类群/分支，B错误，D正确。

故选D。

39. 根据最新的植物分子系统学研究成果，下列传统概念上的分类群不是单系类群的有（　　）

A. 孢子植物 B. 种子植物 C. 双子叶植物 D. 苔藓植物 E. 裸子植物

【答案】AC

【解析】

【分析】分支系统学中根据近裔共性归类的类群称为单系类群，是包括最晚共同祖种及其全部后裔种在内的一个类群，在这个类群内的物种相互之间比类群外的任何物种有更近的亲缘关系。分支系统学只接受单系类群，排除并系类群和复系类群。

【详解】A、孢子植物是指能产生孢子作用于生殖的植物总称，其中真菌不属于植物，孢子植株属于共系类群，A错误；

B、种子植株是指能产生种子用于繁殖的植物总称，是由共同祖先产生的后裔种，属于单系类群，B正确；

C、双子叶植物指一般其种子有两个子叶的开花植物的总称，其中真双子叶植物为单系类群，再混合其他非真双子叶植物，属于混系类群，C错误；

D、苔藓植物是一种小型的绿色植物，结构简单，近年来多个国家团队（包括中国科学家）从基因组层次的系统发生研究表明，包括角苔在内的苔藓植物属于单系群，D正确；

E、裸子植物包括可能由不同路线进化所形成的若干具有共同祖先的类群，这些类群包括最晚共同祖种及其全部后裔种在内的一个类群，属于单系类群，E正确。

故选AC。

40. 菊科是被子植物中最大的一个科，无论是传统的分类学还是现代的分子系统学研究都表明，菊科是一个比较年轻、快速分化的单系类群。以下支持菊科为单系类群的特征是（　　）

A. 植株具树脂道和/或乳汁管，单叶、无托叶，头状花序

B. 花序为具总苞的头状花序，聚药雄蕊，果实为连萼瘦果

C. 萼片发育成冠毛状、刺状或鳞片状，子房下位，连萼瘦果

D. 小花辐射对称或两侧对称，聚药雄蕊，连萼瘦果具冠毛

【答案】B

【解析】

【分析】单系类群(monophyletic group):分支系统学中根据近裔共性归类的类群称为单系类群，是包括最晚共同祖种及其全部后裔种在内的一个类群，在这个类群内的物种相互之间比类群外的任何物种有更近的亲缘关系。

【详解】A、植株具树脂道和/或乳汁管，单叶、无托叶，头状花序，属于菊科的特征，但不支持菊科为单系类群，A错误；

B、花序为具总苞的头状花序，聚药雄蕊，果实为连萼瘦果，属于菊科的特征，支持菊科为单系类群，B正确；

C、萼片发育成冠毛状、刺状或鳞片状，子房下位，连萼瘦果，属于菊科的特征，但不支持菊科为单系类群，C错误；

D、小花辐射对称或两侧对称，聚药雄蕊，连萼瘦果具冠毛，属于菊科的特征，但不支持菊科为单系类群，D错误。

故选B。

41. 兰科是被子植物第二大科，主要分布在热带和亚热带地区。尽管该科植物的形态变异较大，但形态学和分子系统学的研究都表明兰科是一个单系类群。造成兰科物种多样性如此丰富的可能原因有（　　）

A. 传粉昆虫的多样性 B. 生境的多样性

C. 花两侧对称 D. 合蕊柱

【答案】AB

【解析】

【分析】生物多样性包括基因多样性、物种多样性和生态系统多样性。

【详解】A、兰科植物通过精巧的花部结构设计和花气味等拟态有花蜜的花、雌性昆虫、昆虫栖息地、产卵地和大型真菌等，从而诱骗“天真”的昆虫为其传粉，有利于兰科植物的物种多样性形成，A正确；

B、兰科植物主要分布在热带和亚热带地区，生境的多样性对兰科植物进行选择，有利于兰科植物的物种多样性形成，B正确；

C、花为两侧对称不是造成兰科物种多样性如此丰富的可能原因，C错误；

D、合蕊柱不是造成兰科物种多样性如此丰富的可能原因，D错误。

故选AB。

42. 裸子植物大、小孢子叶球及小孢子叶球序在被子植物中的同源结构分别是（　　）

A. 雌蕊、雄蕊、雄花 B. 雌花、雄花、雄花序

C. 心皮、花药、雄花 D. 雌蕊，雄蕊、雄花序

【答案】B

【解析】

【分析】裸子植物与被子植物的区别在于前者胚珠外面无包被物，所以称为裸子植物。

【详解】大孢子叶组成大孢子叶球，大孢子叶含有裸露的胚珠，相当于被子植物中的雌蕊；小孢子叶球由雄蕊组成，数个小孢子叶球聚集组成小孢子叶球序，相当于雄花序。

故选B。

43. 被子植物在演化中产生了一系列创新性状，极大提高了繁殖成功率，使得被子植物成为地球上种类最多的植物类群。被子植物最关键的创新组合性状是（　　）

A. 心皮-双受精-花 B. 心皮-胚珠-花

C. 心皮-单珠被-花 D. 双受精-虫媒传粉-花

【答案】D

【解析】

【分析】心皮是变态的叶，雌蕊是由心皮卷合而成的。雌蕊的三个组成部分即子房、花柱、柱头都是由心皮所构成的。

双受精是指裸子植物麻黄属和买麻藤属以及被子植物的雄配子体形成的两个精子，一个与卵融合形成二倍体的合子，另一个与中央细胞的极核(通常两个)融合形成初生胚乳核的现象。

胚珠 为子房内着生的卵形小体，是种子的前体，为受精后发育成种子的结构。被子植物的胚珠包被在子房内，以珠柄着生于子房内壁的胎座上。

珠被是指包于胚珠的珠心外面的细胞层。层次因植物种类不同而异，通常为单层或分为内外两层。裸子植物及合瓣花类植物为单珠被;离瓣花类和单子叶植物为双层珠被，外层的称外珠被，内层的称为内珠被。

虫媒传粉是一种以昆虫传递花粉的方法。

【详解】双受精形成的受精极核发育成胚乳，可在种子萌发过程中供给营养，保证种子的萌发率；虫媒传粉可提高授粉的成功率，ABC错误，D正确。

故选D。

44. 某一植物种群/居群中，基因型为AA的红花个体占16%，白花个体aa占36%。该居群植物在随机交配或自交两种情况下，后代个体中AA基因型的比例和A等位基因频率的变化分别是（　　）

A. 增大、不变；不变、不变 B. 不变、增大；增大、不变

C. 不变、不变；增大、不变 D. 不变、不变：不变、增大

【答案】C

【解析】

【分析】根据基因型频率与基因频率的关系，可知，题目中AA基因型频率+Aa基因型频率+aa基因型频率=1，A基因频率=AA基因型频率+1/2Aa基因型频率，a基因频率=aa基因型频率+1/2Aa基因型频率，A基因频率+a基因频率=1。

【详解】ABCD、基因型为AA的红花个体占16%，白花个体aa占36%，得Aa=1－AA－aa=48%，A基因频率=16%+1/2×48%=40%，a基因频率=1－40%=60%。在随机交配情况下，可知种群内可产生雌配子和雄配子A、a的概率均分别为40%和60%，由此产生后代基因型为AA、Aa、aa的频率分别为16%、48%、36%，得A基因频率为40%，a基因频率为60%，因此该居群植物在随机交配情况下，后代个体中AA基因型的比例和A等位基因频率均不变。在自交情况下，16%AA个体只能产生AA后代，36%aa个体只能产生aa后代，48%Aa个体可以产生1/4AA、1/2Aa、1/4aa，故种群内基因型为AA、Aa、aa的频率分别为16%+1/4×48%=28%、1/2×48%=24%、36%+1/4×48%=48%，得A基因频率为40%，a基因频率为60%，因此该居群植物在自交情况下，后代个体中AA基因型的比例增大，A等位基因频率不变，ABD错误，C正确。

故选C。

**三、动物生理学 动物学 生态学 31题**

45. 颈交感神经受压迫而发生功能障碍时可引起霍纳（Horner）综合征，根据交感神经的解剖走向及生理功能推测，霍纳综合征的临床表现可包括（　　）

A. 患侧眼睑下垂 B. 对侧眼睑下垂 C. 患侧瞳孔放大 D. 患侧瞳孔缩小 E. 患侧额部多汗

【答案】BD

【解析】

【分析】交感神经系统的活动比较广泛，刺激交感神经能引起腹腔内脏及皮肤末梢血管收缩、心搏加强和加速、新陈代谢亢进、瞳孔散大、疲乏的肌肉工作能力增加等。交感神经的活动主要保证人体紧张状态时的生理需要。

【详解】霍纳（Horner）综合征是指从颈上交感神经节到下丘脑的交感神经中枢这个神经通路中间的任何病变造成的以神经功能障碍为主要表现的临床综合征。其主要表现为：一、对侧的上睑下垂。二、眼球内陷。三、瞳孔缩小。四、病灶侧无汗或者少汗，综上可知，BD正确。

故选BD。

46. 垂体肿瘤常压迫视交叉。根据视觉传导通路推断，若视交叉中部受损，患者视野缺损情况为（　　）

A. 双眼鼻侧偏盲 B. 双眼颞侧偏盲

C. 双眼对侧视野同向性偏盲 D. 一眼全盲

【答案】B

【解析】

【分析】视交叉损伤后视野缺损表现因损伤部位的差别而不同，会出现双眼颞侧偏盲、同向偏盲和一眼全盲和双眼鼻侧偏盲等。

【详解】双颞侧偏盲：当视交叉损伤部位位于视交叉的中心位置，则会导致双眼内侧的视神经受到损害，由于双眼内侧的视神经是观察颞侧视野的，所以会出现双颞侧偏盲，故选B。

47. 躯体运动神经通过与骨骼肌形成神经肌肉接头，支配骨骼肌的运动。神经肌肉接头是一种特殊的化学突触，其突触后电位也称为终板电位。下列说法错误的是（　　）

A. 终板电位是由离子通道型受体介导的快突触电位

B. 单个终板电位足以引起骨骼肌的兴奋

C. 终板电位主要由钠离子内流引起，其幅值接近钠离子的平衡电位

D. 在距离神经肌肉接头较远的骨骼肌膜处，很可能记录不到终板电位

【答案】B

【解析】

【分析】当电位超过阈值时才能引起神经兴奋。

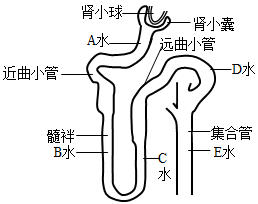
【详解】AC、终板电位是突触后电位，可引起肌肉兴奋，说明产生了动作电位，动作电位由钠离子引起，且其幅值接近钠离子的平衡电位，说明其是由离子通道型受体介导的快突触电位，A、C正确；

B、当电位超过阈值时才能引起神经兴奋，单个终板电位不一定能引起骨骼肌的兴奋，B错误；

D、虽然传递过程兴奋程度不衰减，但由于传递过程存在电阻，在距离神经肌肉接头较远的骨骼肌膜处，很可能记录不到终板电位，D正确。

故选B。

48. 如图描绘了肾单位不同部位水的重吸收，其中错误的是（　　）



A. 图中A B. 图中B C. 图中C D. 图中D E. 图中E

【答案】C

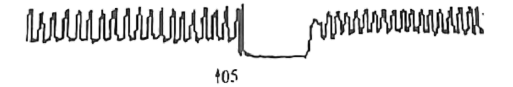
【解析】

【分析】尿的形成过程包括肾小球和肾小囊内壁的滤过作用和肾小管的重吸收作用两个过程。当血液流经肾小球时，除了血细胞和大分子的蛋白质外，血浆中的一部分水、无机盐、葡萄糖和尿素等物质，都可以经过肾小球滤过到肾小囊内，形成原尿；当原尿流经肾小管时，其中对人体有用的物质，包括大部分水、全部葡萄糖和部分无机盐，被肾小管重新吸收，并且进入包绕在肾小管外面的毛细血管中，重新回到血液里；原尿中剩下的其他废物，如尿素、一部分水和无机盐等由肾小管流出，形成尿液。

【详解】当血液流经肾小球时，除了血细胞和大分子的蛋白质外，血浆中的一部分水、无机盐、葡萄糖和尿素等物质，都可以经过肾小球滤过到肾小囊内，形成原尿；当原尿流经肾小管时，其中对人体有用的物质，包括大部分水、全部葡萄糖和部分无机盐，被肾小管重新吸收，并且进入包绕在肾小管外面的毛细血管中，重新回到血液里；原尿中剩下的其他废物，如尿素、一部分水和无机盐等由肾小管流出，形成尿液。，是入球小动脉，血液流经肾小球时，除了血细胞和大分子的蛋白质外，血浆中的一部分水、无机盐、葡萄糖和尿素等物质，都可以经过肾小球滤过到肾小囊内，形成原尿。综上所述，C错误，ABDE正确。

故选C。

49. 通过膈肌收缩记录家兔呼吸活动，实验得到下面的结果。在这个记录中的05号时间点最可能进行的实验操作是（　　）



A. 向肺内吹气 B. 从肺内抽气 C. 夹闭气管窒息 D. 剪断迷走神经 E. 剪断膈神经

【答案】A

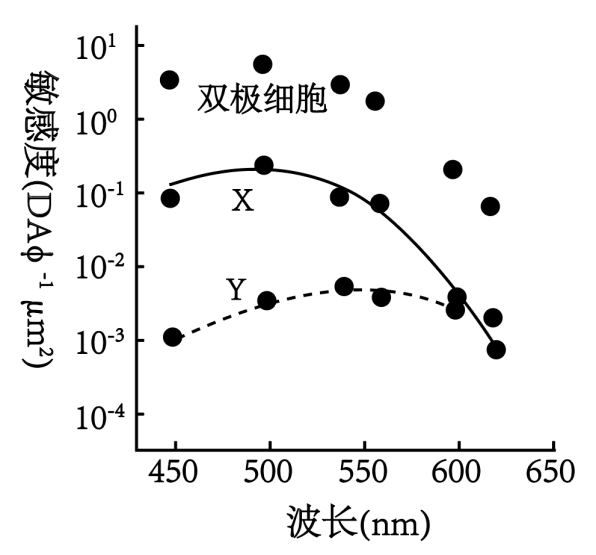
【解析】

【分析】利用针形电极插入膈肌，所记录到的肌肉电活动称为膈肌放电。

【详解】膈肌为吸气肌。当膈肌收缩时，穹窿顶变平，下移和稍向前运动，中心腱也下降，因而使胸廓的上下径增大，胸腔内压力低于大气压，产生吸气。无论是在整体或离体情况下，也无论是直接刺激或间接刺激，总是先引起兴奋，然后由兴奋触发收缩机制，引起肌肉收缩。据图可知，05号时间后膈肌收缩降低后维持较长时间的平稳状态，故最可能是向肺内吹气。

故选A。

50. 视网膜双极细胞接收来自视杆和视锥光感受器的直接输入，并与视网膜内侧无长突细胞和神经节细胞形成突触。在低等脊椎动物中，它们一般接受视杆细胞和视锥细胞的混合输入。在研究七鳃鳗视网膜的实验中，研究者测定了视锥、视杆、双极细胞对照射光强的敏感性与照射光波长的关系。由图中的结果可知（　　）



A. X细胞是视锥细胞，Y细胞是视杆细胞

B. X细胞是视杆细胞，Y细胞是视锥细胞

C. 双极细胞主要接受X细胞输入

D. 双极细胞主要接受Y细胞输入

E. 双极细胞主要接受X细胞和Y细胞均衡输入

【答案】BC

【解析】

【分析】视杆细胞是感受弱光刺激的细胞，对光线的强弱反应非常敏感，对不同颜色光波反应不敏感。

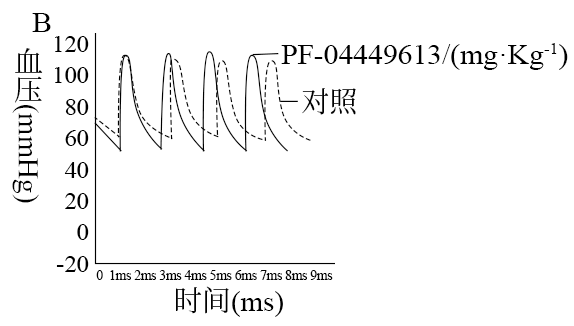
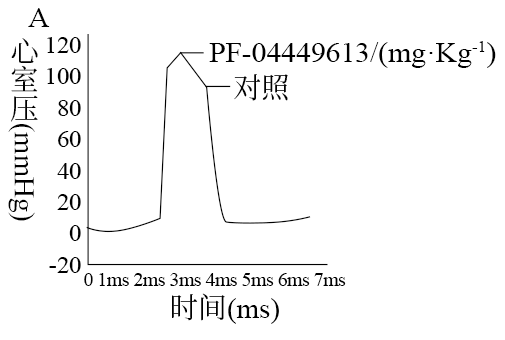
视锥细胞是感受强光和颜色的细胞，对弱光和明暗的感知不如视杆细胞敏感；而对强光和颜色，具有高度的分辨能力。

分析题图可知，双极细胞对光强反应非常敏感，随波长增大，其敏感性逐渐降低；X细胞对光强的敏感性较强，随波长增大，其敏感性逐渐降低；Y细胞对光强的敏感性较低，随波长增大，其敏感性先增加后降低。

【详解】由分析可知，视杆细胞是感受弱光刺激的细胞，对光线的强弱反应非常敏感，视锥细胞对弱光和明暗的感知不如视杆细胞敏感，因此可判断X细胞为视杆细胞，Y细胞为视锥细胞。根据图中数据可知，随光波长的增加，双极细胞和X细胞（视杆细胞）对光强敏感性的变化基本一致，而Y细胞（视锥细胞）敏感性的变化与二者不同；由于双极细胞接收来自视杆和视锥光感受器的直接输入，因此可判断双级细胞主要接受X细胞（视杆细胞）输入。BC正确，ADE错误。

故选BC。

磷酸二酯酶9主要水解细胞中的cGMP。研究者通过心脏及主动脉双压力Millar导管实验研究了磷酸二酯酶9的抑制剂PF-04449613对大鼠左心室压（A图）和动脉血压（B图）的影响。



51. 与PF-04449613 功能相符的实验结果有（　　）

A. PF-04449613降低了心率 B. PF-04449613降低了心脏收缩力

C. PF-04449613降低了舒张压 D. PF-04449613降低了外周阻力

52. 根据这个结果，cGMP的功能可能包括（　　）

A. 调控窦房结细胞起搏电位 B. 调控心室肌细胞起搏电位

C. 调控大中血管平滑肌紧张度 D. 调控小微血管平滑肌紧张度

【答案】51. CD 52. AD

【解析】

【分析】由图可知，PF-04449613能抑制磷酸二酯酶9，加了之后，左心室压没有多大变化，而对动脉血压变化大，最低血压变低了，所以舒张压变低了，收缩压几乎没变，脉压提高了，心率增大了。舒张压变低了的原因可能是外周阻力的降低，即可能是小动脉和微动脉的收缩程度下降。

【51题详解】

A、PF-04449613提高了心率，A不符合题意；

B、脉压上升了，心脏收缩力不应该降低的，B不符合题意；

C、由图可知，PF-04449613降低了舒张压，C符合题意；

D、舒张压变低了的原因可能是外周阻力的降低，D符合题意。

故选CD。

【52题详解】

AD、PF-04449613能抑制磷酸二酯酶9，磷酸二酯酶9主要水解细胞中的cGMP，所以PF-04449613可以调节心率，也可以调节舒张压，可能调小动脉和微动脉的平滑肌紧张度，而PF-04449613可能是通过cGMP调节这些过程的，也即是cGMP可能是通过调节窦房结细胞起搏电位来调节心率的。AD符合；

B、心室肌细胞本身不是自律细胞，不涉及起搏电位，B不符和；

C、大血管是弹性血管，富含弹性纤维，不存在丰富的平滑肌，C不符和；

故选AD。

53. 下列关于哺乳动物肾上腺的描述正确的是（　　）

A. 切除肾上腺会引起动物死亡

B. 单独破坏肾上腺髓质会引起动物死亡

C. 肾上腺皮质和髓质都来自于中胚层

D. 肾上腺髓质只分泌肾上腺素

E. 肾上腺素和去甲肾上腺素的作用是完全一样的

【答案】A

【解析】

【分析】肾上腺位于两侧肾的内上方，由皮质和髓质两个部分组成。肾上腺皮质和髓质在发生、结构和功能上都不相同，实际上是相互独立的两个内分泌腺。

【详解】A、肾上腺皮质的作用主要表现在两方面：一是通过释放盐皮质激素调节机体的水盐代谢，维持循环血量和动脉血压；二是通过释放糖皮质激素调节糖、蛋白质、脂肪的代谢，提高机体对伤害性刺激的抵抗力。肾上腺皮质对于生命活动的维持极为重要。动物的肾上腺被摘除后，很快会衰竭死亡；而及时给予肾上腺皮质的提取物，则可以维持动物的生命，A正确。

B、肾上腺髓质分泌的激素主要为肾上腺素和去甲肾上腺素，它们的作用在于动员全身一切潜力应付遇到的紧急状态。如果去除肾上腺髓质，动物仍能成活，并且也能发生一定的应急反应。因为动物交感神经系统有和肾上腺髓质类似的功能，也能分泌肾上腺素，B错误。

C、肾上腺皮质来自于中胚层，肾上腺髓质来源于外胚层，C错误。

D、肾上腺髓质能分泌肾上腺素和去甲肾上腺素，D错误。

E、肾上腺素和去甲肾上腺素都是氨基酸的衍生物，功能相似，但不完全相同，E错误。

故选A。

54. 以下关于鸟类双重呼吸的说法错误的有（　　）

A. 一次吸入的空气两次经过肺部，保障充分的气体交换

B. 一次吸入的空气两次进入气囊，保证气体贮存

C. 鸟类呼气和吸气时均能在肺部进行气体交换

D. 气囊和肺均能进行气体交换

【答案】BD

【解析】

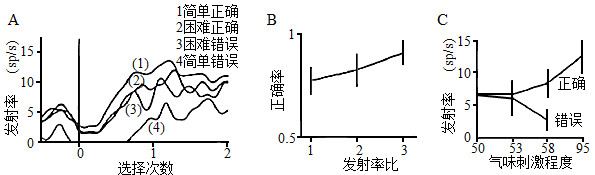
【分析】鸟类的体内有很多气囊，这些气囊与肺相通．鸟类吸气时，空气进入肺，在肺内进行气体交换，同时一部分空气进入气囊暂时储存；呼气时，气囊中的气体又进入肺，再在肺内进行气体交换.这样，鸟类每呼吸一次，气体两次进入肺，在肺内进行两次气体交换，这样的呼吸方式叫做双重呼吸。

【详解】ACD、鸟的体腔内有许多由薄膜构成的气囊，与肺相通。吸气时，一部分空气在肺内进行气体交换后进入前气囊，另一部分空气经过支气管直接进入后气囊。呼气时，前气囊中的空气直接呼出，后气囊中的空气经肺呼出，又在肺内进行气体交换。这样，在一次呼吸过程中，肺内进行了两次气体交换，因此叫做双重呼吸，AC正确，D错误；

B、鸟类每呼吸一次，气体两次进入肺，在肺内进行两次气体交换，B错误。

故选BD。

55. 人们所做的每一个决定都伴随着对于该行为引发结果的预测和判断，这种预测也会影响之后的行为、当对于行为背后的回报更加确认时，人们将会倾向于投入更多的时间、精力或金钱。下图为火鼠眶额叶皮层中与决策置信度相关的单个神经元活动的统计决策实验数据。根据此实验结果，下列说法错误的是（　　）



A. 该神经元经历刺激后发射率增加

B. 对于简单错误的选择，神经元发射率最高

C. 选择正确率随发射率比增加而上升

D. 神经元发射率与气味刺激程度在正确实验中正相关，在错误实验中负相关

【答案】B

【解析】

【分析】由图可知，经刺激后该神经元的发射率增加，选择正确率随发射率比增加而上升，神经元发射率与气味刺激程度在正确实验中正相关，在错误实验中负相关。

【详解】A、由第一幅图可看出，不管是何种选择，经刺激后该神经元的发射率增加，A正确；

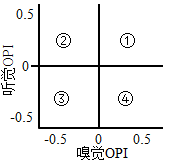
B、由第一幅图可看出，对于简单错误的选择，神经元发射率最低，B错误；

C、由第二幅图可看出，选择正确率随发射率比增加而上升，C正确；

D、由第三幅图可看出，神经元发射率与气味刺激程度在正确实验中正相关，在错误实验中负相关，D正确。

故选B。

56. OPI是一种置信度指标，正值代表正确尝试时神经活动高，负值代表错误尝试时神经活动高。若该神经元对听觉和嗅觉刺激的OPI有一致性，则该神经元活动在图中出现的位置可能是（　　）



A. ①③ B. ②④ C. ①② D. ②③

【答案】C

【解析】

【分析】由题意可知，神经元对听觉和嗅觉刺激的OPI有一致性，则二者正负应该一致。

【详解】ABCD、由题意可知，神经元对听觉和嗅觉刺激的OPI有一致性，则二者正负应该一致，即在图中位置为①②或③④，ABD错误，C正确。

故选C。

57. 秀丽隐杆线虫是生命科学研究中的一种模式动物，属于假体腔动物。对它的形态特征描述错误的是（　　）

A. 消化管结构包括内、外胚层来源的细胞

B. 体壁肌肉连接背、腹神经，依靠环行、纵行肌肉的交替收缩运动

C. 体腔液可以起到循环系统和流体静力骨骼的作用

D. 没有呼吸系统

【答案】A

【解析】

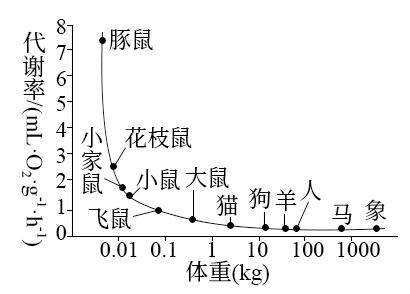
【分析】秀丽隐杆线虫是一种食细菌的线性动物，其体长度1mm，通身透明，为雌雄同体，以细菌为食，居住在土壤中，属于自由生活线虫类，对人类没有什么危害。它生活在温度恒定的环境，是唯一一个身体中的所有细胞，能被逐个盘点并各归其类的生物。

【详解】A、秀丽隐杆线虫消化管结构简单，无上述来源细胞，A错误；

BCD、秀丽隐杆线虫体壁肌肉连接背、腹神经，依靠环行、纵行肌肉的交替收缩运动，体腔液可以起到循环系统和流体静力骨骼的作用，没有呼吸系统，BCD正确。

故选A。

58. 下图反映哺乳动物的体重与代谢率之间的关系，动物的代谢率以单位体重消耗的O2为指标。根据此图，以下叙述正确的有（　　）



A. 按等比例计算，小动物具有更大的体表面积，更容易散热，因此，炎热环境较寒冷环境更有利于小动物生存

B. 由于具有更大的体积和相对更小的体表面积，扩散热量较慢，大动物更易于在寒冷环境中生存

C. 由于单位体重的代谢率较低，大动物在炎热环境中面临的挑战比小动物更小

D. 小动物的代谢率更高，因而需要消耗更多氧气，需要更高的呼吸频率和更快的心率

【答案】ABD

【解析】

【分析】分析题图可知，随动物体重增加，动物的代谢率降低。

【详解】A、按等比例计算，小动物体重小，相对表面积大，更容易散热，因此，炎热环境较寒冷环境更有利于小动物生存，A正确；

B、由于大动物体重大，具有更大的体积和相对更小的体表面积，扩散热量较慢，大动物更易于在寒冷环境中生存，B正确；

C、由于单位体重的代谢率较低，不容易散热，大动物在炎热环境中面临的挑战比小动物更大，C错误；

D、小动物的代谢率更高，散热更快，为了满足机体的能量需求，需要消耗更多氧气，需要更高的呼吸频率和更快的心率，D正确。

故选B。

59. 以下由中胚层发育形成的结构有（　　）

A. 海鞘的脊索 B. 蚯蚓的肌肉 C. 蟹的血液 D. 水螅的中胶层

【答案】ABC

【解析】

【分析】中胚层(mesoderm)指在三胚层动物的胚胎发育过程中，(原肠胚末期)处在外胚层和内胚层之间的细胞层。包括轴中胚层(脊索);脊索旁中胚层(肌节;生骨节，生肌节，生皮节);间介中胚层(泌尿系统、生殖系统);侧中胚层(壁层，脏层)。中胚层发育为躯体的真皮、肌肉、骨骼及其他结缔组织和循环系统，包括心脏、血管、骨髓、淋巴结、淋巴管等；体腔末、内脏的浆膜和系膜，以及内脏中结缔组织、血管和平滑肌等;肾脏、输尿道、生殖腺(不包括生殖细胞)、生殖管、肾上腺的皮质部。

【详解】A、海鞘的脊索由中胚层发育形成的，A正确；

B、蚯蚓的肌肉由中胚层发育形成的，B正确；

C、蟹的血液由中胚层发育形成的，C正确；

D、水螅的中胶层由外胚层发育形成的，D错误。

故选ABC。

60. 大部分哺乳纲动物在胎儿与母体之间会形成胎盘。下列有关胎盘的说法正确的有（　　）

A. 胎儿的羊膜、尿囊膜和绒毛膜与母体的子宫壁连接在一起形成胎盘

B. 胎儿有血管在胎盘处与母体毛细血管连通，从而完成营养物质与代谢废物的交换

C. 胎盘可以产生绒毛膜促性腺激素，保证妊娠过程的正常进行

D. 有些物种胎盘绒毛与子宫联系不紧密，在生产时不会造成子宫出血

【答案】CD

【解析】

【分析】胎盘是哺乳动物特有，由胎儿的绒毛膜和尿囊与母体子宫壁内膜结合形成的特殊结构，胎儿借助胎盘与母体进行物质交换。可分为：无蜕膜胎盘、蜕膜胎盘。

【详解】A、胎盘是由母体子宫内膜与胎儿的绒毛膜部分结合而成，A错误；

B、胎儿有血管在胎盘处，但是不与母体毛细血管连通，B错误；

C、胎盘可以产生绒毛膜促性腺激素，保证妊娠过程的正常进行，C正确；

D、有些物种胎盘，即蜕膜胎盘，其绒毛与子宫联系不紧密，在生产时不会造成子宫出血，D正确。

故选CD。

61. 下列有关爬行动物中枢神经系统的说法中正确的有（　　）

A. 两大脑半球增大，开始有白质构成的大脑皮层，即新脑皮

B. 从背面观，间脑几乎看不到，间脑背面发出脑上体和顶器

C. 鳄的小脑比石龙子的发达，已有分化出蚓部和小脑卷的趋势

D. 第XI对脑神经称副神经，属于运动神经

【答案】BCD

【解析】

【分析】爬行类的神经活动中枢已开始向大脑转移，并且出现脑曲。大脑半球比两栖类明显发达，表层出现了灰质的新脑皮(神经细胞聚集成一薄层）。中脑仍是高级中枢，但已有少数神经纤维达于大脑，表明神经向大脑发展的趋势。间脑发出脑上腺和顶器，松果体发达，有的种类发展成顶眼，有感光功能。延脑出现了高等动物特征的颈弯曲。中脑有些种出现四叠体，小脑也较两栖类发达。脑神经12对，前10对和两栖类同，第11对副神经为运动神经，分布至喉、气管及肩部肌肉，第12对舌下神经也是运动神经，支配舌肌及颈部肌肉。

【详解】A、爬行动物大脑半球显著，神经活动中枢已开始向大脑转移，并且出现脑曲，大脑半球表层出现了灰质的新脑皮，中脑仍是高级中枢，A错误；

B、爬行动物脑弯曲较两栖类显著，从背面观，间脑几乎看不到，间脑背面发出脑上腺和顶器，松果体发达，B正确；

C、水生爬行类的小脑更为发达，鳄的小脑已有分化为中央的蚓部和两侧的小脑鬈的趋势，所以鳄的小脑比石龙子的发达，已有分化出蚓部和小脑卷的趋势，C正确；

D、爬行动物第XI对副神经为运动神经，分布至喉、气管及肩部肌肉，D正确。

故选BCD。

62. 下列有关青蛙骨骼的说法中正确的有（　　）

A. 脊柱包括颈椎1个，躯椎7个，荐椎1个和尾杆骨1个

B. 第一至第七个椎骨为前凹型，第八个为后凹型

C. 肩胛骨背面连有上肩胛骨，上肩胛骨通过肌肉连脊柱

D. 后肢股骨特别加长，前端与荐椎粗大的横突相连，以此支撑体重

【答案】AC

【解析】

【分析】蛙(或蟾蜍)的脊柱由1枚颈椎，7枚躯干枢，1枚荐椎和1个尾杆骨组成；

青蛙的椎体前端凹入，后端凸出，为前凹型椎体，最后一枚躯干椎的椎体为双凹型。

【详解】A、蛙(或蟾蜍)的脊柱由1枚颈椎，7枚躯干枢，1枚荐椎和1个尾杆骨组成，A正确；

B、青蛙的椎体前端凹入，后端凸出，为前凹型椎体，最后一枚躯干椎的椎体为双凹型，B错误；

C、肩胛骨一端（背面）与上肩胛骨相连，另一端构成肩臼的背壁，上肩胛骨通过肌肉连脊柱，C正确；

D、股骨为股部的一根长骨，其近端呈圆球状称股骨头，嵌入髋臼构成髋关节，前端与胫腓骨相连，D错误。

故选AC。

63. 下列有关七鳃鳗呼吸系统的说法中正确的有（　　）

A. 咽部分背腹两管，背面为食道，腹面为呼吸管

B. 呼吸管后端为盲端，呼吸管左右两侧各有7个内鳃孔，各与一个鳃囊相通

C. 鳃囊壁有外胚层来源的褶皱状鳃丝，其上毛细血管丰富，气体交换在此进行

D. 每一鳃囊经一个外鳃孔通体外

【答案】ABD

【解析】

【分析】七鳃鳗成体的咽后部有一支向腹面分出的盲管，称为呼吸管。呼吸管口有5~7个触手，相当于头索动物的缘膜管的两侧各有内鳃孔7个。每个内鳃孔通入一个球形的鳃囊，囊的背、腹及侧壁都长有来源于内胚层的鳃丝，构成呼吸器官的主体。鳃囊经外鳃孔与外界相通。七鳃鳗的幼体营自由生活，呼吸方式由口腔进水，经内鲤孔于囊鲤完成气体交换后，从外鲴孔出水。

【详解】ABD、七鳃鳗呼吸系统的咽部分背腹两管，背面为食道，腹面为呼吸管，呼吸管后端为盲端，呼吸管左右两侧各有7个内鳃孔，各与一个鳃囊相通，每个内鳃孔通入一个球形的鳃囊，囊的背、腹及侧壁都长有来源于内胚层的鳃丝，构成呼吸器官的主体，ABD正确；

C、 在鳃裂中间扩张而成为鳃囊，囊壁为由内胚层来源的褶皱状鳃丝，上面有丰富的毛细血管，可进行气体交换，为圆口纲动物的特殊的呼吸器官，是圆口类鱼的特点，C错误。

故选ABD。

64. 海鞘幼体自由生活，成体固着生活，幼体到成体的发育经历逆行变态，变态完成后（　　）

A. 尾部的脊索消失，仅保留背侧部分脊索 B. 背神经管退化，仅残留一个神经节

C. 咽部扩大，鳃裂数目大大增加 D. 泄殖孔位置转向与固着端相对的顶端

【答案】ABCD

【解析】

【分析】海鞘的幼体是一种外形似蝌蚪、在水中自由游泳的动物。尾内有典型的脊索，有中空的背神经管，咽壁上有鳃裂，具备了脊索动物门的主要特征。幼体的这种自由生活状态只能持续几小时乃至一天，即沉到水底，以前端的附着突固着在水中物体上，并开始逆行变态：脊索随同尾部的退缩而消失，神经管也退化为一个神经节；咽部扩大，鳃裂数目大增加；消化管弯成U形管道，因而口孔与肛门均转向上方；体外生出具有保护作用的厚被囊，形成营固着生活的海鞘成体。

【详解】A、脊索随同尾部的退缩而消失，仅保留背侧部分脊索，A正确；

B、神经管也退化为一个神经节，B正确；

C、咽部扩大，鳃裂数目大大增加，C正确；

D、消化管弯成U形管道，因而口孔与肛门均转向上方，即泄殖孔的位置转向与固着端相对的顶端，D正确。

故选ABCD。

65. 海绵动物的发育过程会经历逆转过程，下列有关钙质海绵发育的说法中正确的有（　　）

A. 囊胚形成初期，动物极小细胞向囊胚腔内生有鞭毛

B. 囊胚会发生内外翻转，形成外侧有鞭毛的两囊幼虫

C. 两囊幼虫流出母体后继续发育，植物极大细胞内陷形成内层细胞

D. 细胞内陷的开口形成后来的出水口，与出水口相对的一端固着

【答案】ABD

【解析】

【分析】就钙质海绵来说受精卵进行卵裂，形成囊胚，动物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，动物极的一端为具鞭毛的小细胞，植物极的一端为不具鞭毛的大细胞，此时称为两囊幼虫（amphiblastula），幼虫从母体出水孔随水流逸出，然后具鞭毛的小细胞内陷，形成内层，细胞内陷的开口形成后来的出水口，与出水口相对的一端固着，而另一端大细胞留在外边形成外层细胞，这与其他多细胞动物原肠胚形成正相反（其他多细胞动物的植物极大细胞内陷成为内胚层，动物极小细胞形成外胚层），因此称为逆转（inversion）。幼虫游动后不久即行固着，发育成成体。这种明显的逆转现象存在于钙质海绵纲如毛壶属（Grantia）、樽海绵属（Sycon）、白枝海绵属（Leucosolenia）及寻常海绵纲的少数种类如糊海绵属（Oscurella）。其多数种类形成实胚幼虫（parenchymula larva），为另一种逆转形式。

【详解】A、受精卵进行卵裂，形成囊胚，动物极的小细胞向囊胚腔内生出鞭毛，A正确；

B、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，动物极的一端为具鞭毛的小细胞，植物极的一端为不具鞭毛的大细胞，此时称为两囊幼虫，B正确；

C、鞭毛的小细胞内陷，形成内层细胞，C错误；

D、细胞内陷的开口形成后来的出水口，与出水口相对的一端固着，D正确。

故选ABD。

66. 吸虫纲和绦虫纲是扁形动物中两个寄生类群，下列描述中属于两个纲共同特征的有（　　）

A. 体壁是皮肌囊结构，表皮是一层合胞体 B. 消化系统高度退化，仅为一不分支管道

C. 排泄系统属原肾管系统，具有焰细胞 D. 神经系统不发达，仅有2条纵行神经

【答案】AC

【解析】

【分析】1、吸虫纲的种类均为寄生的，少数营外寄生，多数营内寄生生活。由于吸虫类适应寄生生活，其形态结构和生理相应地发生了一系列变化。寄生生活的特点是：环境相对稳定、有局限，营养丰富。为适应这类环境，其运动机能退化，体表无纤毛、无杆状体，也无一般的上皮细胞，而大部分种类发展有具小刺的皮层；神经、感觉器官也趋于退化，除外寄生种类有些尚有眼点外，内寄的种类眼点感觉器官消失；同时发展了吸附器，如肌肉发达的吸盘和小钩等，用以固着于寄主的组织上。

2、绦虫纲成虫背腹扁平,雌雄同体,分节呈链带状。虫体由头节、颈部和链体3部分;链体根据生殖器官发育成熟程度又分为幼节、成节和孕节。寄生人体绦虫主要包括链状带绦虫、肥胖带吻绦虫等。

【详解】AC、吸虫纲和绦虫纲体壁是皮肌囊结构，表皮是一层合胞体，排泄系统属原肾管系统，具有焰细胞，AC正确；

B、消化系统高度退化，仅为一不分支管道是绦虫纲的特点，B错误；

D、神经系统不发达，仅有2条纵行神经是吸虫纲的特点，D错误。

故选AC。

67. 下列有关环节动物发育的说法中正确的是（　　）

A. 受精卵经辐射卵裂发育为囊胚，通过内陷或外包的方式形成原肠胚

B. 水生种类胚胎发育形成担轮幼虫，陆生种类直接发育为成体

C. 担轮幼虫的口前纤毛区发育为成体的口前叶及触手等

D. 担轮幼虫的生长带区发育为围口节以外的身体其余部分

【答案】C

【解析】

【分析】环节动物广泛分布在海洋、淡水、土壤、甚至陆地上，它们多为身体细长，呈圆柱形，两侧对称，具有3个胚层，身体同律分节，有发达的真体腔和闭管式的循环系统，体壁向外延伸成扁平状的疣足和刚毛。

【详解】A、环节动物的个体发育，受精卵经螺旋卵裂、定型发育通过内陷或外包，或两者结合形成原肠胚，A错误。

B、环节动物中的陆生或淡水类群直接发育为成虫，海产种类胚胎迅速发育成担轮幼虫，B错误。

C、在变态发育时，担轮幼虫的口前纤毛区发育为成体的口前叶及其触手等，C正确。

D、担轮幼虫的生长带区发育形成躯干的所有体节和其体腔，D错误。

68. 下列有关对虾排泄系统的说法中正确的是（　　）

A. 排泄器官为一对由前肾演变米的触角腺，也称绿腺

B. 触角腺位于第一触角基部，通常由腺体部分和囊状膀胱组成

C. 腺体部的内端为一盲囊称端囊，是残余的体腔

D. 蛋白质的代谢终产物为氨，主要由触角腺负责排出体外

【答案】C

【解析】

【分析】虾体长而扁，外骨骼有石灰质，分头胸和腹两部分。头胸由甲壳覆盖。腹部由7 节体节组成。头胸甲前端有一尖长呈锯齿状的额剑及1对能转动带有柄的复眼。虾以鳃呼吸，鳃位于头胸部两侧，为甲壳所覆盖。虾的口在头胸部的底部。头胸部有2 对触角，负责嗅觉、触觉及平衡，亦有由大小颚组成的咀嚼器。头胸部还有3对颚足，帮助把持食物，有5对步足，主要用来捕食及爬行。腹部有5对游泳肢及一对粗短的尾肢。尾肢与腹部最后一节合为尾扇，能控制虾的游泳方向。

【详解】A、排泄器官为一对由后肾演变米的触角腺，也称绿腺，A错误；

B、位于第二触角基部，通常由一个腺体部分和一个囊状的膀胱组成，B错误；

C、触角腺腺体部的内端为一盲囊称端囊，是残余的体腔，C正确；

D、蛋白质的代谢终产物为水、二氧化碳和尿素，D错误。

故选C。

69. 棘皮动物有独特的水管系统，下列相关描述中正确的是（　　）

A. 水管系统是由右中体腔囊发育形成的

B. 石管、环管、辐管和侧管等构成相互连通的水管系统，负责主要的物质运输

C. 环管和辐管的外面包裹着围血系统，有利于物质交换

D. 侧管与管足的结构及相互配合有助于海星完成行走和取食等活动

【答案】D

【解析】

【分析】棘皮动物具由独特水管系统，体形辐射对称，骨骼发达，是无脊椎动物中进化地位很高的后口动物。棘皮动物水管系统是体腔的一部分特化而成，由筛板、石管、环水管、辐水管、侧水管、管足囊和管足组成， 主要用来完成运动，一般还有呼吸和排泄等功能。

【详解】A、水管系统是由左中体腔囊发育形成的，A错误；

B、水管系统由筛板、石管、环水管、辐水管、侧（枝）水管、管足囊和管足组成， 主要用来完成运动，B错误；

C、棘皮动物血系统的外面包裹着围血系统，C错误；

D、棘皮动物水管系统主要用来完成运动，侧管与管足的结构及相互配合有助于完成行走和取食等活动，D正确。

故选D。

70. 以下生态系统中平均食物链长度最长的是（　　）

A. 热带沙漠 B. 非洲稀树草原

C. 亚马孙热带雨林 D. 温带森林

【答案】C

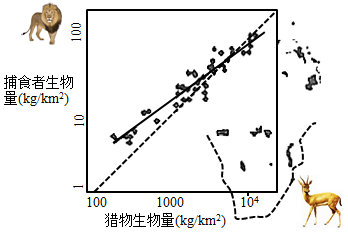
【解析】

【分析】食物链反映的是生产者与消费者之间吃与被吃这种关系的，所以食物链中不应该出现分解者，食物链的正确写法是：生产者→初级消费者→次级消费者..，注意起始点是生产者。

【详解】一般而言，生态系统越复杂，生物种类越多，则食物链的长度越长，上述四种生态系统中亚马孙热带雨林的物种数量最多，食物链和食物网最复杂，故平均食物链长度最长。

故选C。

Hatton等分析了全球2260个群落中捕食者和猎物生物量的比例，发现在一个稳定的食物网中，猎物生物量x每增加4倍，捕食者生物量y大约增加3倍（如图）。



71. 一个保护区中猎物的生物量为400kg/km2，其捕食者生物量最接近（　　）

A. 2.5kg/km2 B. 7.5kg/km2 C. 10kg/km2 D. 20kg/km2

72. 在一个稳定的食物网中，最确切地反映猎物生物量x与捕食者生物量y关系的函数式（式中a、b和c为常数）是（　　）

A. y=ax+b B. y=axc+b C. y=algx+b D. y=eax+b

【答案】71. B 72. B

【解析】

【分析】由图可知，横轴和纵轴都是对数标尺，y和x在对数标尺下是线性，所以可以写成lgy=klgx+b。再左右两边各取指数处理，y=xk×10b。

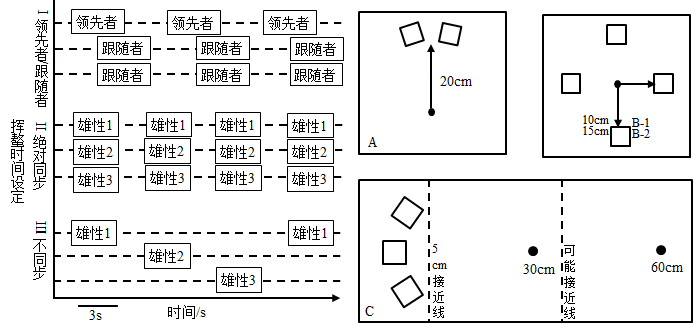
【71题详解】

x=1000以后，y：x=1：100，x=1000之前，y：x>1：100，即y>4kg/km2，但y：x并没有大于1：10，所以ACD都不符和，故选B。

【72题详解】

由图可知，横轴和纵轴都是对数标尺，y和x在对数标尺下是线性，所以可以写成lgy=klgx+b。再左右两边各取指数处理，y=xk×10b符合y=axc+b,故选B。

Austruca mjoebergi是一种招潮蟹，雄性会同步挥动螯肢来求偶。研究者们利用野生雌性和机械控制的螯肢（模拟雄性）设计了多个实验。实验中的挥螯时间设定和实验场地设计如下图，黑色圆点为雌性，方块为机械鳌肢，机器螯肢摆动频率均为16.8次/min。



73. 若研究者们想知道雌性对于领先雄性和跟随雄性的喜好度有无差别，则最好选择的实验设计是（　　）

A. 挥螯时间I＋场地A B. 挥螯时间I＋场地B-1

C. 挥螯时间I＋场地B-2 D. 挥螯时间III＋场地C

74. 结果显示雌性明显偏好领先挥螯的雄性。对于其他雄性挥螯行为的存在意义，研究者又提出了假设。如果选用挥螯时间I＋场地B-1、挥螯时间I＋场地B-2、挥螯时间II＋场地B-2三者对比组合的实验设计，可以验证的假设是（　　）

A. 同步挥螯可以吸引更远处的雌性，对所有雄性都有益处

B. 雄性的领先挥螯和跟随挥螯是受频率制约的行为，具有相同的适合度

C. 雌性对领先挥螯雄性选择的偏好性会受到跟随者数量多少的影响

D. 雌性对雄性的选择可能与距离相关，越接近雌性的雄性越受雌雄青睐

【答案】73. A 74. D

【解析】

【分析】实验设计的原则有科学性原则、平行重复原则、单一变量原则、对照原则。而设计对照实验应遵循的原则是单一变量原则，即控制其他因素不变，只改变其中一个因素，观察其对实验结果的影响，预测和解释实验应出现的结果，并写出实验结论。

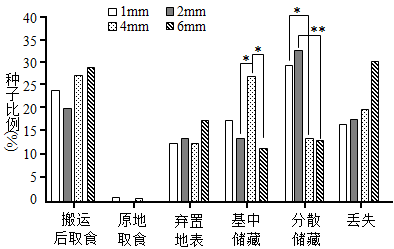
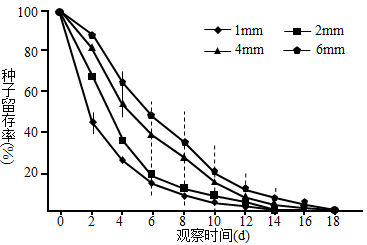
【73题详解】

分析题意，本实验目的是探究雌性对于领先雄性和跟随雄性的喜好度有无差别，则实验的自变量是雄性的类型，因变量是雌性的选择，则雌性与挥螯场地的距离是无关变量，应保持等量且一致，据图可知，应选择场地A，时间应选择挥螯时间I，故选A。

【74题详解】

挥螯时间I＋场地B-1、挥螯时间I＋场地B-2两组实验的自变量是挥螯时间不同，挥螯时间I＋场地B-2、挥螯时间II＋场地B-2是挥螯时间不同，故可验证的假设是：雌性对雄性的选择可能与距离相关，越接近雌性的雄性越受雌雄青睐，故选D。

75. 为了研究鼠类的取食和储食行为在植物种子扩散中的作用，研究者在温带森林生态系统中为鼠类提供了4种果皮厚度的栓皮栎种子（1mm～6mm），通过监视器观察种子留存的比例（左图），并追踪观察种子的去向和被鼠类利用的状况（如图，\*为显著性差异，\*\*为极显著性差异）。由此，下列推论中正确的有（　　）



A. 鼠类偏好储藏果皮厚1mm和2mm的种子

B. 鼠类优先带走果皮较薄的种子

C. 鼠类对于不同果皮厚度的种子取食率没有明显差异

D. 鼠类偏好丢弃果皮厚度为6mm的种子

【答案】BC

【解析】

【分析】由图可知，鼠类对种皮不同厚度的种子选择是根据具体场景不同而不同。

【详解】A、由右图集中储藏和分散储藏可看出，集中储藏时偏好储藏果皮厚4mm的种子，分散储藏时偏好储藏果皮厚1mm和2mm的种子，该选项中未说明是集中储藏还是分散储藏，A错误；

B、由右图丢失种子可看出，丢失的种子多为种皮厚的种子，说明鼠类优先带走种皮较薄的种子，B正确；

C、由右图搬运后取食和原地取食可看出，鼠类对种子的取食无显著差异（无\*或\*\*），C正确；

D、由左图留存率可看出，果皮厚度为6mm的种子留存较多，说明鼠类偏好留存种皮较厚的种子，D错误。

故选BC。

**四、遗传学 进化生物学 生物信息学 30题**

76. 对于常染色体完全显性的孟德尔式单因子杂交，所获得的F1的表型与比例跟亲代相同的杂交方式的种类有（　　）

A. 2种 B. 3种 C. 4种 D. 5种

【答案】C

【解析】

【分析】假设相关基因用A、a表示，则常染色体完全显性的孟德尔式单因子杂交组合有六种，AA×AA，AA×Aa，AA×aa，Aa×Aa，Aa×aa，aa×aa。

【详解】六种杂交组合的亲子代基因型及比例为：

AA×AA→AA，符合题意；

AA×Aa→AA、Aa，符合题意；

AA×aa→Aa，不符合题意；

Aa×Aa→AA、Aa、aa，不符合题意；

Aa×aa→Aa、aa，符合题意；

aa×aa→aa，符合题意。

综上可知，所获得的F1的表型与比例跟亲代相同的杂交方式的种类有4种。C正确。

故选C。

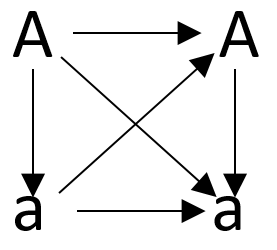
77. 一种基因型为AAaa的同源四倍体植物，若只考虑减数分裂时同源染色体的两两配对形成配子，该植物自交后，产生aaaa后代的比例是（　　）

A. 1/36 B. 1/18 C. 1/16 D. 1/8

【答案】A

【解析】

【分析】基因的分离定律的实质是：在杂合子的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性；在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

【详解】分析题意可知，基因型为AAaa的同源四倍体植物，进行减数分裂时，A与a基因随机配对和分离，组合如图 ， 则产生的配子为产生的配子及比例有AA：Aa：aa＝1：4：1，若该植物自交，产生aaaa后代的比例为。A正确，BCD错误。

故选A。

78. 曾经有一个很大的恐龙群体，某基因在该群体中的分布为：4%为AA，32%为Aa，64%为aa．一场气候剧变导致所有的隐性纯合个体aa死亡。灾难过后，新出生的下一代中，隐性纯合体占所有新生个体的比例为（　　）

A. 4% B. 8.5% C. 19.7% D. 36.8%

【答案】C

【解析】

【分析】aa死亡后，AA占1/9，Aa占8/9。

【详解】ABCD、aa死亡后AA占1/9，Aa占8/9，a的基因频率为8/9×1/2=4/9，aa的基因型频率为16/81=19.7%，ABD错误，C正确。

故选C。

79. 基因型分别为C/cch和ce/c的兔子杂交，后代中基因型为C/ce的比例为（　　）

A. 0 B. 1/4 C. 1/2 D. 3/4

【答案】B

【解析】

【分析】基因型为C/cch的兔子可产生1/2的C、1/2cch配子，基因型为ce/c的兔子可产生1/2ce、1/2c配子。

【详解】ABCD、基因型为C/cch的兔子可产生1/2的C、1/2cch配子，基因型为ce/c的兔子可产生1/2ce、1/2c配子，故其杂交子代中基因型为C/ce的比例为1/2×1/2=1/4，ACD错误，B正确。

故选B。

80. 一位A型血的女士跟一位AB血型的男士结婚，他们孩子的血型为（　　）

A. A型 B. A型或AB型

C. B型或AB型 D. A型、B型或AB型

【答案】D

【解析】

【分析】人类的ABO血型由复等位基因IA、IB、i决定，A型血的基因型为IAIA、IAi；B型血的基因型IBIB、IBi；AB型血的基因型为IAIB；O型血的基因型为ii。

【详解】一位A型血的女士，基因型为IAIA或IAi，一位AB血型的男士基因型为IAIB，两人结婚，他们孩子的血型基因型可能为IAIA、IAIB或IAIA、IAIB、IAi、IBi，孩子的血型为A型、B型或AB型，D正确。

故选D。

81. 一种蠕虫有的身体黏滑，有的则不黏。黏滑雌虫与不黏雄虫杂交后，后代雄虫均为黏滑的，雌虫均不黏；不黏雌虫与黏滑雄虫杂交后，后代均黏滑。由此可推断显性等位基因和异配性别分别是（　　）

A. 黏滑，雌性 B. 黏滑，雄性 C. 不黏，雌性 D. 不黏，雄性

【答案】A

【解析】

【分析】能产生两种不同配子的性别称为异配性别。对于XY型性别决定来说，雄性是异配性别可产生两种配子：一种带X染色体，一种带Y染色体；对于XO型性别决定来说，雄性个体只具有一条X染色体，它可以产生两种配子:一种带有X染色体，一种没有X染色体(可理解为空缺)。对ZW型性别决定来说，雌性是异配性别，它可以产生两种配子：一种带Z染色体，另一种带W染色体。

【详解】不黏雌虫与黏滑雄虫杂交后，后代均黏滑，可说明黏滑为显性性状。黏滑雌虫与不黏雄虫杂交后，后代雄虫均为黏滑的，雌虫均不黏，说明控制身体黏滑的基因位于性染色体上，且雌性亲本能产生两种配子，为异配性别，雄虫只能产生一种类型的配子。A正确。

故选A。

82. 果蝇的性别由性指数（即X染色体的条数和常染色体的套数之比值）决定，XXY的果蝇是可育雌雄，而X0的果蝇是不育雄性，XYY是可育雄性。据此判断下列说法错误的是（　　）

A. 染色体组成为3A＋3X的果蝇表现为雌性，但可能不育

B. 染色体组成为3A＋X＋Y的果蝇表现为雌性，但不能生育

C. 果蝇的Y染色体对其性别无决定作用

D. Y染色体上可能携带有保证雄绳生殖力所必需的基因

【答案】B

【解析】

【分析】果蝇共4对同源染色体，其中3对常染色体。

由题意可知，XXY的果蝇是可育雌雄，而X0的果蝇是不育雄性，XYY是可育雄性，即性指数大于等于2/3时表现为雌性，小于2/3则表现为雄性，Y染色体上可能携带有保证雄绳生殖力所必需的基因。

【详解】A、染色体组成为3A＋3X的果蝇，其性指数为1，表现为雌性，因不含Y染色体可能导致不育，A正确；

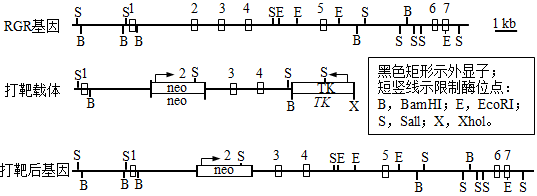
B、染色体组成为3A＋X＋Y的果蝇，其性指数为1/3，表现为雄性，且染色体均成对存在，且含有Y染色体，可育，B错误；

C、由题意可知，性别由X染色体和常染色体的比值决定，Y染色体对其性别无决定作用，C正确；

D、Y染色体上可能携带有保证雄绳生殖力所必需的基因，D正确。

故选B。

维生素A在体内转化为11-顺视黄醛后，与视网膜特定细胞中的视蛋白结合成视紫红质，视紫红质接受光信号后，11-顺视黄醛转变为全反式视黄醛，视紫红质构象变化，激活细胞内的信号通路，最终产生视觉。全反式视黄醛与视蛋白脱离，经复杂的转运和酶促反应，再度转变为11-顺视黄醛重复利用。RPE65在这个过程中起了重要作用。最新研究表明，一种G蛋白耦连受体RGR可能参与了全反式视黄醛转变为11-顺视黄醛的反应，于是研究者从基因组文库中分离出小鼠RGR基因，构建了如图所示的打靶载体，经过一系列操作，获得打靶后的基因。



83. 打靶载体中连接病毒胸腺核苷激酶基因（TK）的目的是（　　）

A. 提高同源重组的效率 B. 协助DNA 复制和细胞分裂

C. 提高细胞抗病毒感染的能力 D. 提高打靶成功的细胞克隆所占比例

84. 构建打靶载体时，neo基因和TK基因的插入位置应该是（　　）

A. neo应该插在载体中间，而TK要插在载体3＇端

B. neo要插在外显子内部，TK插在载体任意一端即可

C. 两个基因一个插在外显子内部，另一个要插在载体3＇端

D. 图中所示是唯一正确构建打靶载体的方法

85. 为验证是否获得了打靶成功的胚胎干细胞，应该采用的方式是（　　）

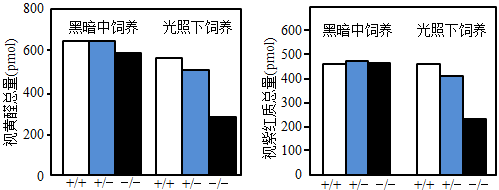
A. 分别在外显子1和neo上设计引物，进行PCR扩增，检测有没有阳性条带

B. 分别在外显子1和外显子3上设计引物，进行PCR扩增，检测条带的大小

C. 用BamHI酶切后，以外显子4附近的序列为探针进行Southern杂交检测

D. 用Sall酶切后，以neo附近的序列为探针进行Southern杂交检测

86. 得到打靶成功的基因修饰小鼠后，研究者将正常小鼠（＋/＋）和基因修饰的杂合子（＋/－）与纯合子（－/－）小鼠分别分为两组，一组在黑暗中饲养12h，另一组在光照下饲养8h；随后测定眼睛中视黄醛和视紫红质的含量，结果如下、由此可知，在该实验条件下，对野生型小鼠而言（　　）



A. 光照条件下，眼睛会损失一小部分视黄醛

B. 大部分视紫红质对光信号没有反应

C. 视黄醛中全反式视黄醛约占1/2

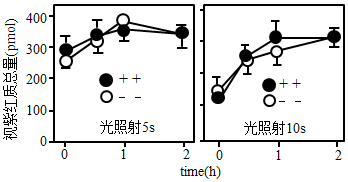
D. 全反式视黄醛在视网膜中转变为顺视黄醛

87. 由上述结果，对光照条件下RGR功能的推测最合理的是（　　）

A. 通过cAMP调控视蛋白的表达 B. 影响顺视黄醛与视蛋白的结合

C. 影响全反式视黄醛向顺视黄醛的转变 D. 影响视紫红质在光照下的稳定性

88. 在黑暗中饲养的野生型小鼠和纯合基因修饰小鼠经过不同时间的光照后，再度置于黑暗中，测定视紫红质随时间变化的情况，结果如图。结合前述的实验结果，下列叙述合理的有（　　）



A. 此次光照强度比前述实验更强

B. 全反视黄醛向顺视黄醛的转变主要在黑暗中进行

C. RGR主要影响光照时全反视黄醛向顺视黄醛转变

D. RGR在黑暗中活性更高

89. RGR的发现可以解释的现象是（　　）

A. 人体需要补充维生素A

B. 在白天，RPE65的催化效率低于全反视黄醛的转化效率

C. 视网膜色素细胞变性导致夜盲

D. 有些夜盲症患者白天也视物不清

【答案】83. D 84. B 85. A 86. A 87. C 88. BC 89. A

【解析】

【分析】基因打靶是根据DNA同源重组的原理而设计的一项技术。在这一技术中，体内细胞基因组的某一段DNA序列被视为“靶子”，经精巧构建的欲导入的外源基因DNA序列被视为“弹头”，这样导入的外源基因进入受体细胞后就不再是随机整合而是“弹头”锚准“靶子”进行准确的定点整合。根据DNA同源重组的原理，导入的外源基因必须和靶基因有一定的同源序列。因此，外源基因导入前必须经过精巧的构建，经构建的外源基因称为打靶载体。题中构建了RGR基因的打靶载体。视紫红质的分解与合成是一种动态平衡，这种动态平衡的水平决定于光照的强度。在暗处，视紫红质的合成大于分解，使视网膜对弱光较敏感，这是人在暗处仍能不断视物的基础；而在明处，视紫红质的分解大于合成，使视杆细胞几乎失去感受光刺激的能力。此时视觉主要依靠视锥系统来完成。在视紫红质分解和再合成的过程中，总有一部分视黄醛被消耗，需依赖于食物中的维生素A来补充。

【83题详解】

由于同源重组的频率很低，因而筛选并富集真正发生了同源重组的细胞是至关重要的。筛选可采用正负选择法。实现基因打靶的ES细胞能抵抗G418 而不能利用GANC。在构建打靶载体时，打靶载体含有一段与靶基因同源的序列，将新霉素抗性基因（neo）插入到该同源序列的第一个外显子中作为正选择标（或者是靶基因最关键的外显子中）； neo可以抵抗G418。在同源序列之外的末端接上病毒胸腺嘧啶激酶（TK）基因序列作为负选择标志。TK可以利用GANC而导致细胞死亡。如果导入的外源基因与靶基因发生同源重组，外源基因以及neo基因将整合于靶细胞基因组的同源序列位点上，而位于同源序列末端外的TK基因则在重组后丢失，此种情况下标志基因只有neo基因表达，则靶细胞同时具有G418和GANC双重抗性可在选择性培养基中存活下来。如果导入的外源基因与细胞基因组随机整合，打靶载体将从头至尾全部整合入靶细胞基因组中，这种情况下，标志基因neo、TK同时表达。neo基因的产物使细胞具有G418抗性，而TK基因的产物使细胞能利用GANC而死亡。这样存活下来的细胞必定是发生了同源重组的细胞。 则连接病毒胸腺核苷激酶基因（TK）的目的是进行负选择，将外源基因与细胞基因组随机整合的细胞淘汰，提高打靶成功的细胞克隆所占比例。

【84题详解】

基因打靶是根据DNA同源重组的原理而设计，构建打靶载体时，neo基因需插在外显子内部，使RGR基因失去功能。如果导入的RGR基因基因与靶基因发生同源重组，RGR基因基因以及neo基因将整合于靶细胞基因组的同源序列位点上，而位于同源序列末端外的TK基因则在重组后丢失；如果导入的外游基因与细胞基因组随机整合，打靶载体将从头至尾全部整合入靶细胞基因组中，这种情况下，标志基因neo、TK同时表达，此时TK基因插在载体任意一端都能表达，故选B。

【85题详解】

外显子1和neo上设计引物，PCR扩增后，所得的基因如果检测到neo基因的阳性条带，说明已经发生同源重组，打靶成功，A项正确。分别在外显子1和外显子3上设计引物，进行PCR扩增，检测条带的大小，不能直接证明是否导入了neo基因，B项错误。用BamHI酶切后，以外显子4附近的序列为探针进行Southern杂交检测，不能检测出是否插入neo基因，C项错误。用Sall酶切后，以neo附近的序列为探针进行Southern杂交检测：Sall酶存在多个酶切位点，操作麻烦，可能存在误差，D项错误。

【86题详解】

据左图，（＋/＋）组黑暗中饲养的视黄醛总量比光照下饲养的要高，故光照条件下，眼睛会损失一小部分视黄醛，A项正确；视紫红质在光照下不断被分解，B项错误；“视紫红质接受光信号后，11-顺视黄醛转变为全反式视黄醛”，即视紫红质接受光信号后，其所含的视黄醛是全反式视黄醛，据左图，光照下野生型小鼠的视黄醛总量约550pmol，而右图中视紫红质的含量约是450pmol，C项错误；全反式视黄醛从视杆细胞释放，由色素上皮细胞摄取，通过异构生成11-顺视黄醛，D项错误。

【87题详解】

“全反式视黄醛与视蛋白脱离，经复杂的转运和酶促反应，再度转变为11-顺视黄醛重复利用”，“RPE65在这个过程中起了重要作用”，对光照条件下RGR功能的推测最合理的是影响全反式视黄醛向顺视黄醛的转变，故C项正确。

【88题详解】

黑暗中饲养的纯合基因修饰小鼠经过不同时间的光照后，左图和右图的0时刻的视紫红质含量约是250pmol和150pmol，和第4题右图中的数值相近，说明此时光照强度接近第4题光照强度，A项错误；随着黑暗时间的延长，图中视紫红质的含量在上升，说明全反视黄醛向顺视黄醛的转变主要在黑暗中进行，B项正确 ；第4题右图中光照下饲养，纯合基因修饰小鼠的视紫红质的含量约是200pmol，而野生型小鼠的视紫红质的含量约是400pmol，RGR主要影响光照时全反视黄醛向顺视黄醛的转变，C项正确；第4题右图中野生型小鼠在黑暗中饲养和光照下饲养的视紫红质的含量都约是450pmol左右，RGR在光下和黑暗中活性相近，D项错误。

【89题详解】

第4题黑暗中饲养或光照下饲养，正常小鼠左图的视黄醛含量比右图的视紫红质的总量都要高。视紫红质的分解与合成过程中要消耗一部分视黄醛，需血液循环中的维生素A补充，缺乏维生素A→夜盲症。

【点睛】通过视觉产生机制、RGR基因打靶情境，考查基因打靶原理和过程的理解、视紫红质和视黄醛的转换机制。

家族性混合型高脂血症（Familial combined hyperlipidemia，FCHL）是一种人类单基因遗传病，患者血脂明显偏高并易发生冠心病，同时存在其他症状并且有很大的个体差异。1998年，人们把致病基因定位于lq21-23，但未能找到致病基因。2002年，研究者在FCHL模型小鼠中进行定位克隆，终于找到突变基因Txnip。

90. 1988年人们虽然将FCHL的致病基因定位于lq21-23，但未能找到致病基因，可能的原因有（　　）

A. 测定了这一区域内所有已知基因的序列，未发现突变

B. 这一区域内没有任何已知基因与血脂有关

C. 这一区域还有未知基因存在

D. 这一区域包含很多基因，无法进一步研究

91. 定位FCHL致病基因时，研究者没有检测到相关分子标记的连锁不平衡，可能原因有（　　）

A. 相关分子标记与致病基因不连锁 B. 不止一个祖先个体发生同一个基因的突变

C. FCHL是显性突变导致的遗传病 D. 突变发生于远古时期的人类群体中

92. 在小鼠中，人们将致病基因定位于分子标记D3Mit76和D3Mit100之间。对这一区域内的基因进行分析，发现只有Txnip的mRNA水平显著下降，但分子量没有变化，由此推测Txnip可能存在（　　）

A. 缺失突变 B. 借义突变

C. 无义突变 D. 影响剪接的突变

93. FCHL模型鼠CO2产生量下降，血浆中酮体浓度上升。由此推测Txnip基因产物的功能最可能是（　　）

A. 抑制糖酵解 B. 抑制脂肪酸氧化

C. 促进三羧酸循环 D. 促进糖异生作用

【答案】90. BC 91. ABD 92. BC 93. A

【解析】

【分析】一条染色体上有多个基因，基因在染色体上呈线性排列。

mRNA水平显著下降，分子量没有变化，说明这是一个影响转录量的突变。

酮体是脂肪酸分解代谢的中间产物。

【90题详解】

A、是否突变不是判断一个基因功能的标准，A错误；

B、可能定位错误，在该区域没有任何已知基因与血脂有关，B正确；

C、因科学发展认知有限，这一区域还有未知基因存在，C正确；

D、基因可逐一进行研究，D错误。

故选BC。

【91题详解】

A、若相关分子标记与致病基因不连锁，则定位该基因进行检测，不能检测到标记的连锁不平衡，A正确；

B、不止一个祖先个体发生同一个基因的突变，则有可能标记在其他基因上，导致定位该基因时，检测不到标记的连锁不平衡，B正确；

C、无论是显性还是隐性突变，均可检测到对应标记的连锁不平衡，C错误；

D、突变发生于远古时期的人类群体中，随着自然选择，该基因可能已经丢失，导致检测不到对应标记的连锁不平衡，D正确。

故选ABD。

【92题详解】

A、缺失突变，会导致mRNA分子量减小，A错误；

B、错义突变是指DNA的突变引起mRNA中密码子改变，编码另一种氨基酸，会影响转录，但不影响分子量，B正确；

C、无义突变是指DNA的突变引起mRNA中的密码子改变为一种终止密码子，会影响转录，但不影响分子量，C正确；

D、影响剪接的突变会导致mRNA分子量的改变，D错误。

故选BC。

【93题详解】

ABCD、FCHL模型鼠CO2产生量下降，说明有氧呼吸受阻，血浆中酮体浓度上升，说明脂肪酸分解加剧，说明该基因可能抑制糖酵解，抑制三羧酸循环，抑制糖异生作用，促进脂肪酸氧化，A正确，BCD错误。

故选A。

94. 雄性孔雀的尾巴降低了其飞行能力，其鲜艳的颜色更容易引来掠食者，降低了生存能力，达尔文曾经对雄孔雀的尾巴充满困惑。以下相关论述错误的是（　　）

A. 是“性选择”的结果，导致雄性生殖优势增加，大于其生存能力下降的劣势

B. 性选择主要是雄性个体之间彼此竞争，获胜者得以交配，与雌性无关

C. 过强的性选择可能导致物种灭绝

D. 性选择常造成两性异形，即同种生物的不同性别个体存在显著的表型差异

【答案】B

【解析】

【分析】达尔文的自然选择学说认为，在生存斗争中具有有利变异的个体生存并留下后代的机会多，有利变异逐渐积累，具有这些有利变异的个体越来越多，形成具有新的适应特征的生物新类型。性选择现象导致雄性生殖能力增加，而抵消了雄性生存能力的下降。

【详解】A、雄性孔雀的尾巴降低了生存能力，提高了求偶能力，且雄性生殖优势增加，大于其生存能力下降的劣势，A正确；

B、性选择有两种形式：（1）性内选择：雄性之间通过某种特征或行为直接竞争获得雌性，获胜者有更大的机会获得配偶并生育后代。（2）性间选择：雌性对某些特征和行为的雄性进行选择，产生这些特征的基因会遗传给后代。性间选择有雌性参与，B错误；

C、当性选择导致的雄性生殖优势的增加，小于其生存能力下降的劣势时，过强的性选择可能导致物种灭绝。爱尔兰麋鹿是一种被性选择灭绝的动物的例子。它们的鹿角被性内选择挑选了很长时间之后，以至于鹿角的架子太大，无法支撑，C正确；

D、经过长期的性选择，使雄性的某种特征或行为不断强化，而雌性没有这些现象，常造成同种生物的不同性别个体存在显著的表型差异，D正确。

故选B。

95. 人类基因组中存在普遍的基因重复现象，如嗅觉受体基因家族。下列有关基因重复的叙述正确的是（　　）

A. 基因重复后产生的两个基因称为直系同源基因

B. 重复后的基因表达产物是之前的两倍

C. 基因重复后，选择压力升高

D. 假基因也是基因重复的结果

【答案】D

【解析】

【分析】基因重复是指含有基因的DNA片段发生重复，可能因同源重组作用出错而发生，或是因为反转录转座与整个染色体发生重复所导致。基因重复是基因通过不等交换、逆转录转座或全基因组重复等途径产生一个与原基因相似的基因或碱基序列。

假基因也叫伪基因，是基因家族在进化过程中形成的无功能的残留物，其与正常基因相似，但丧失正常功能的DNA序列，分为保留了间隔序列的复制假基因（如珠蛋白假基因家族）和缺少间隔序列的已加工假基因。其来源有：一是复制后基因发生序列变化而失去功能，二是mRNA转录本经过反转录为cDNA，再插入基因组，由于插入位点不合适或序列发生变化而导致失去功能。

【详解】A、基因重复后产生的两个基因称为重复基因或“姊妹基因”，A错误；

B、基因可分为结构基因、调控基因和RNA基因，若重复基因为调控基因，则没有翻译产物，B错误；

C、基因重复后，由于其数量增加导致其突变的速度高于有功能的单一版本基因，因此其选择压力降低，可通过累积突变产生新功能，C错误；

D、假基因也叫伪基因，是基因家族在进化过程中形成的无功能的残留物，其与正常基因相似，但丧失正常功能的DNA序列，分为保留了间隔序列的复制假基因（如珠蛋白假基因家族）和缺少间隔序列的已加工假基因，假基因是复制或反转录而来的，属于基因重复的结果，D正确。

故选D。

96. 云南澄江发掘出了保存极其完好、多样性极高的寒武纪早期古生物化石，为研究寒武纪生命大爆发提供了佐证。可由澄江化石获得证据的学说最可能是（　　）

A. 渐进式演化 B. 间断平衡学说

C. 中性理论 D. 突变理论

【答案】B

【解析】

【分析】以自然选择学说为核心的现代生物进化理论，对自然界的生命史作出了科学的解释。但生物进化理论仍然在发展。例如题中的间断平衡学说、中性理论、 突变理论。

【详解】渐进式演化：达尔文的自然选择学说认为，在生存斗争中具有有利变异的个体生存并留下后代的机会多，有利变异逐渐积累，具有这些有利变异的个体越来越多，形成具有新的适应特征的生物新类型。间断平衡学说：物种形成并不都是渐变的过程，而是物种长期稳定与迅速形成新种交替出现的过程。中性理论：基因突变对生物适应性的影响，并不是非益即害的，大量的基因突变是中性的，自然选择对这些基因突变不起作用，这些基因突变经过长期积累会导致种群间遗传物质出现较大的差别，决定生物进化方向的是中性突变的逐渐积累。突变理论：认为物种的进化是由突然的、不连续的、不定方向的巨大变异形成的。澄江化石是寒武纪早期出现的大量的物种化石，证明了“寒武纪大爆发”，该化石为间断平衡学说提供证据，其原因仍在探索，ACD错误，B正确。

故选B。

97. 分子钟假说认为DNA或蛋白质序列的演化速率保持恒定。下列关于分子钟的描述错误的是（　　）

A. 如果两个物种分歧时间特别久远，会降低分子钟估算的准确性

B. 分子钟假说认为不同基因演化速率相同

C. 可以通过第三个物种（外类群）来检验两个物种是否以相同的速率演化

D. 分子钟在种间的速率差异与世代时间以及DNA修复机制有关

【答案】B

【解析】

【分析】分子钟是指物种的同源基因之间的差异程度与它们的共同祖先的存在时间（即两者的分歧时间）有一定的数量关系。分子钟成立的证据： （1）至少某些生物大分子（如珠蛋白）的进化速率在相当长的地质时间内的相对稳定、均匀； （2）许多不同物种的多种同源大分子在相当长时间内的平均进化速率近似恒定。

【详解】A、现有证据表明，许多不同物种的多种同源大分子在相当长时间内的平均进化速率近似恒定，这种恒定是近似恒定，不是绝对恒定，如果分歧时间特别久远，会增大分子钟计算的误差，A正确；

B、证据表明许多不同物种的多种同源大分子，在相当长时间内的平均进化速率近似恒定，不同基因不是同源分子，演化速率不同，B错误；

C、无法对两条DNA序列的祖先序列的状态有直接的了解，并且两条序列（两个物种）的分歧时间无法直接得知，因此两条序列的进化速率无法直接比较。可以分别比较两个物种与一个参照外群的遗传距离，从而可以比较两个物种是否以相同的速率演化，C正确；

D、不同物种的不同世代时间会影响DNA复制次数，会导致DNA或蛋白质的演化速率不同；DNA修复机制会修复DNA的碱基改变，改变DNA的演化速率，D正确。

故选B。

98. 背景选择（Background selection）是连锁选择的一种形式，在这一过程中，有害突变受到负选择，使得连锁的其它突变也被一并清除。下列有关背景选择的描述错误的是（　　）

A. 重组会降低背景选择的强度

B. 背景选择会降低遗传多态性

C. 相比无性生殖的物种，背景选择在有性生殖的物种中更加普遍

D. 哺乳动物Y染色体上的背景选择比常染色体强

【答案】C

【解析】

【分析】重组可能导致有害突变与正常基因连锁，有害突变受到负选择，从而降低背景选择的强度。

【详解】A、根据题意，重组可能导致有害突变与正常基因连锁，有害突变受到负选择，从而降低背景选择的强度，A正确；

B、负向选择对基因组中有害突变的作用会使得与之关联的中性突变位点的多态性也随之降低，B正确；

C、相比无性生殖的物种，有性生殖可进行重组，进行有性生殖的物种中背景选择相对较少，C错误；

D、哺乳动物Y染色体存在非同源区段，突变后即可表现出来，而常染色体上的隐性突变不一定表现出来，所以Y染色体上的背景选择比常染色体强，D正确。

故选C。

99. 在灵长类、啮齿类和果蝇等多个具有XY性染色体的类群中，科学家均发现X染色体上受正选择的基因比例显著高于常染色体上的基因，这主要是因为（　　）

A. 绝大部分突变是隐性的，在雄性中突变受自然选择作用较强

B. X染色体的突变率通常比常染色体高

C. X染色体的重组率通常比常染色体低

D. X染色体通常比常染色体有更小的有效群体

【答案】A

【解析】

【分析】由题意分析，X染色体上受正选择的基因比例显著高于常染色体上的基因，可能在种群中雄性个体较雌性个体少。

【详解】A、雌性为XX，雄性为XY，说明可能绝大部分突变是隐性的，在雄性中突变受自然选择作用较强，导致剩余雄性个体较雌性个体少，从而出现X染色体上受正选择的基因比例显著高于常染色体上的基因现象，A正确；

B、X染色体的突变率和重组率对染色体受到的选择无影响，B、C错误；

D、不管如何选择，个体中有X染色体就有常染色体，X染色体与常染色体群体相等，D错误。

故选A。

100. 研究人员将人类和小鼠基因组的同源区域进行比较分析，计算了不同类型区域的碱基一致性，下表中I、II、III、IV分别代表全基因组、蛋白编码区、UTR（非翻译区）以及一种同源古老重复序列。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 基因组区域 | I | II | III | IV |
| 碱基相似度（%） | 84.7 | 75.9 | 69.1 | 66.7 |

最可能是蛋白编码区的是（　　）

A. I B. II C. III D. IV

【答案】A

【解析】

【分析】1、全基因组测序是对未知基因组序列的物种进行个体的基因组测序。

2、UTR即非翻译区。在分子遗传学中，是指任意一个位于mRNA链编码序列两端的片段。如果其位于5′端，则称为5′非翻译区, 反之若位于3′端，则称为3′非翻译区。尽管它们被称为"非翻译区"，并且不是构成该基因的蛋白质编码区，但在5′非翻译区内的上游可读框可以被翻译成多肽。

【详解】同源序列，是指从某一共同祖先经趋异进化而形成的在同一物种不同个体间或不同物种间相同或相似的DNA序列，在不同物种间的差异较大，对应IV；人和小鼠的基因中调控序列差别更大，蛋白编码区差别较小。

故选A。

101. 下列关于适应性辐射演化的描述正确的有（　　）

A. 物种形成的速率比渐进式演化更快

B. 物种间可能存在不完全生殖隔离

C. 异域种化（allopatric speciation）通常是适应性辐射的主要驱动机制

D. 不一定能用二叉分枝的系统发生树来解释

【答案】ABD

【解析】

【分析】趋异进化的结果使一个物种适应多种不同的环境而分化成多个在形态、生理和行为上各不相同的种，形成一个同源的辐射状的进化系统，即是适应辐射（adaptive radiation）。

【详解】A、物种形成的速率比渐进式演化更快，A正确；

B、物种间可能存在不完全生殖隔离， 植物方面的一个例子是栎属的灰栎（ Quercus grisea ）和橡树（ Q.gambelii ）在重叠分布的美国西南部大范围区域也存在杂交的现象，B正确；

C、适应性辐射是对于多种生态位的适应，在概念层次上没有排除掉同域物种形成的情况，即在概念上不能和异域种化绑定在一起，C错误；

D、适应性辐射演化不一定能用二叉分枝的系统发生树来解释，D正确。

故选ABD。

102. 非哺乳动物也可能具有“哺乳行为”：蛛形纲中大蚁蛛（Toxeus magnus）的幼蛛摄取母亲上腹沟营养丰富的分泌物才能长大。下列对哺乳动物和大蚁蛛两种哺乳行为的描述正确的有（　　）

A. 这两个行为是单起源的 B. 这两个行为是平行演化的结果

C. 两个行为均有利于后代个体生存 D. 两个行为均受到自然选择

【答案】CD

【解析】

【分析】达尔文的生物进化论主要由共同由来和自然选择两大学说组成。自然选择学说认为，在生存斗争中具有有利变异的个体生存并留下后代的机会多，有利变异逐渐积累，具有这些有利变异的个体越来越多，形成具有新的适应特征的生物新类型。两种亲缘关系很远的物种，有时会具有非常相似的外观和行为，这种相似性不是由它们之间的同源性造成的，而是由于它们在各自的演化过程中有相似性的进化趋势，这种现象称为平行演化。

【详解】A、单起源指的是很多物种来源于一个共同的祖先，以后才迅速分化成许多不同的类群，蜘蛛和人类不是单起源的，A错误；

B、平行演化的外观和行为是非常相似的，大蚁蛛的“哺乳行为”和哺乳动物的哺乳行为在外观和行为上差异较大，不是平行演化，B错误；

C、哺乳动物和大蚁蛛两种哺乳行为都能为幼体提供营养，有利于后代生存，C正确；

D、哺乳动物和大蚁蛛两种哺乳行为是长期自然选择产生的适应性行为，D正确。

故选CD。

103. Prestin基因在听觉和回声定位功能中起重要作用。生活于亚热带的啮齿动物猪尾鼠有回声定位的能力，其Prestin蛋白拥有两个与一些其他回声定位动物相同的氨基酸替换：M568L和E700D，而猪尾鼠的近缘物种沙鼠则不携带这样的替换。根据上述内容，下列说法最不合理的是（　　）

A. 沙鼠丢失了回声定位功能

B. Prestin蛋白在不同的回声定位动物中存在趋同演化的现象

C. 猪尾鼠的Prestin基因与沙鼠的Prestin基因是同源基因

D. 在沙鼠Prestin蛋白中引入这两个氨基酸替换，可能会使其获得与猪尾鼠Prestin类似的功能

【答案】A

【解析】

【分析】猪尾鼠和沙鼠为近缘物种，其含有的Prestin基因是同源基因，功能趋同。

【详解】A、由题意可知，Prestin基因在听觉和回声定位功能中起重要作用，虽然沙鼠则不携带M568L和E700D替换，但其听觉正常，说明其没有丢失回声定位功能，A错误；

B、不同的动物听觉存在趋同演化现象，说明Prestin蛋白在不同的回声定位动物中存在趋同演化的现象，B正确；

C、猪尾鼠和沙鼠为近缘物种，其含有的Prestin基因是同源基因，C正确；

D、由于猪尾鼠Prestin发生了M568L和E700D氨基酸替换，故在沙鼠Prestin蛋白中引入这两个氨基酸替换，可能会使其获得与猪尾鼠Prestin类似的功能，D正确。

故选A。

104. 1922年，英国遗传学家J.B.S.Haldane研究发现：若不同物种的动物相互交配产生的杂种中，有某一性别的个体不育，那么该性别一定是异配性别。据此，以下动物类群中雌性会发生杂种不育的有（　　）

A. 松鼠 B. 鹦鹉 C. 蝴蝶 D. 猴 E. 蛾

【答案】BCE

【解析】

【分析】若不同物种的动物相互交配产生的杂种中，有某一性别的个体不育，那么该性别一定是异配性别，因为当含有两条不同性染色体的杂种后代产生配子时，往往会因为性染色体组成的差异，导致产生的配子存在分配缺陷，以至于基因无法正常重组。

【详解】松鼠、猴性别决定类型为XY，鹦鹉、蝴蝶和蛾性别决定类型为ZW，雌性属于异配性别，故会发生杂种不育的是鹦鹉、蝴蝶和蛾。

故选BCE。

105. 全基因组关联研究（GWAS）可以检测和分析人类基因组中的DNA序列变异，以鉴定人群中常见疾病的遗传风险因素。下列关于GWAS的说法，正确的有（　　）

A. GWAS分析与基于家系的定位克隆分析相比，更适用于研究复杂性状

B. 通过GWAS分析能够得出与疾病关联的SNP，这些SNP导致了疾病的发生

C. 用于分类的性状不能作为GWAS分析的表型

D. 可以选择使用逻辑回归对遗传数据进行统计分析

【答案】AD

【解析】

【分析】GWAS，即全基因组关联分析，是指在人类全基因组范围内找出存在的序列变异，即单核苷酸多态性(SNP)，从中筛选出与疾病相关的SNPs。全基因组关联研究是一种检测特定物种中不同个体间的全部或大部分基因，从而了解不同个体间的基因变化有多大的一种方法。不同的变化带来不同的性状，如各种疾病的不同。在人类中，这种技术发现了特定基因与疾病的关联，如被称为年龄相关性黄斑变性的眼部疾病和糖尿病。

【详解】A、随着基因组学研究以及基因芯片技术的发展，人们已通过GWAS方法发现并鉴定了大量与复杂性状相关联的遗传变异，故GWAS分析与基于家系的定位克隆分析相比，更适用于研究复杂性状，A正确；

B、通过GWAS分析可以找出与疾病相关联的SNP位点，然而我们的根本目的是找出可能导致疾病发生的SNP位点，但是疾病的发生不是由这些SNP导致的，B错误；

C、精确的表型检测是关联分析的关键，GWAS对数量性状和质量性状都适用，用于分类的性状也能作为GWAS分析的表型，C错误；

D、逻辑回归分析，是一种广义的线性回归分析模型，常用于数据挖掘，疾病自动诊断，经济预测等领域。例如，探讨引发疾病的危险因素，并根据危险因素预测疾病发生的概率等，故可以选择使用逻辑回归对遗传数据进行统计分析，D正确。

故选AD