

2019 年北京市朝阳区高三期末生物试卷逐题解析

第一部分 选择题(共 40 分,每小题 2 分;每小题只有一个正确答案)

1. 下列有关真核生物核糖体的叙述, 正确的是

- A. 全部游离在细胞质基质中
- B. 遗传信息翻译的场所
- C. 组成成分中含 mRNA
- D. 能识别基因的启动子

【答案】B

【解析】

真核生物的核糖体分为两类, 一类附着在内质网上, 另一类游离在细胞质基质中, A 错误; 遗传信息的翻译是指以 mRNA 为模板在 tRNA 的参与下在核糖体中合成蛋白质的过程, 核糖体是细胞内将氨基酸合成蛋白质的场所, B 正确; 核糖体由蛋白质和 rRNA 组成, C 错误; 基因的启动子控制转录的过程, 由 RNA 聚合酶识别, 核糖体参与的是翻译的过程, D 错误。

故选 B。

2. 下列生理过程中, 没有蛋白质直接参与的是

- A. 线粒体基质中的 CO_2 进入细胞质基质的过程
- B. 有丝分裂间期 DNA 进行半保留复制的过程
- C. 受精作用中精子与卵细胞相互识别的过程
- D. 免疫系统清除侵入内环境中病原体的过程

【答案】A

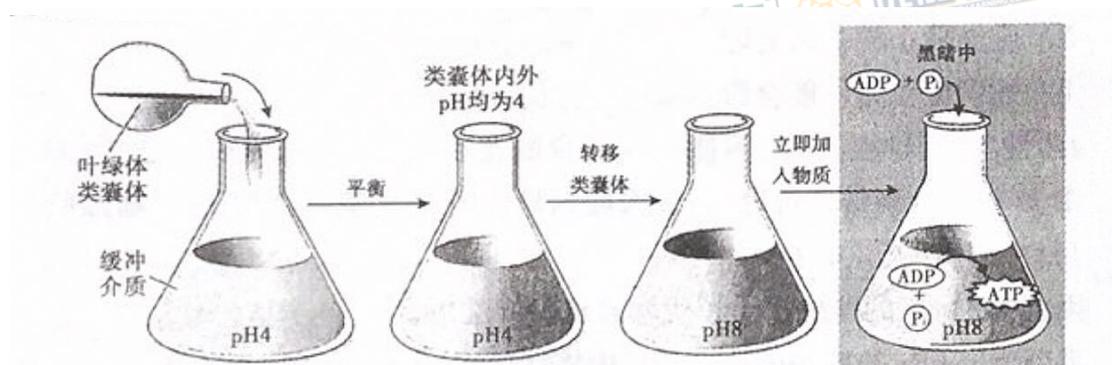
【解析】

线粒体基质中的 CO_2 进入细胞质基质的方式是自由扩散, 不需要载体,

没有蛋白质的直接参与，A 正确；DNA 复制过程需要解旋酶和 DNA 聚合酶，解旋酶和 DNA 聚合酶的本质是蛋白质，B 错误；精子和卵细胞相互识别的过程中要依靠细胞表面的糖蛋白，C 错误；免疫系统清除侵入内环境中病原体的过程中有抗体的参与，抗体的本质是蛋白质，D 错误。

故选 A。

3. 为研究光合作用中 ATP 合成的动力，20 世纪 60 年代，Andre Jagendorf 等科学家设计了如下实验：首先人为创设类囊体内外 pH 梯度，之后置于黑暗条件下，发现随着类囊体内外 pH 梯度的消失有 ATP 形成。下列相关说法合理的是



- A. 离体类囊体取自绿色植物根尖分生区细胞
- B. 在绿色植物中该过程也是在黑暗中完成的
- C. ATP 的合成需要伴随 H^+ 运输进入类囊体腔
- D. 推测 ATP 合成的动力来自 H^+ 浓度梯度势能

【答案】D

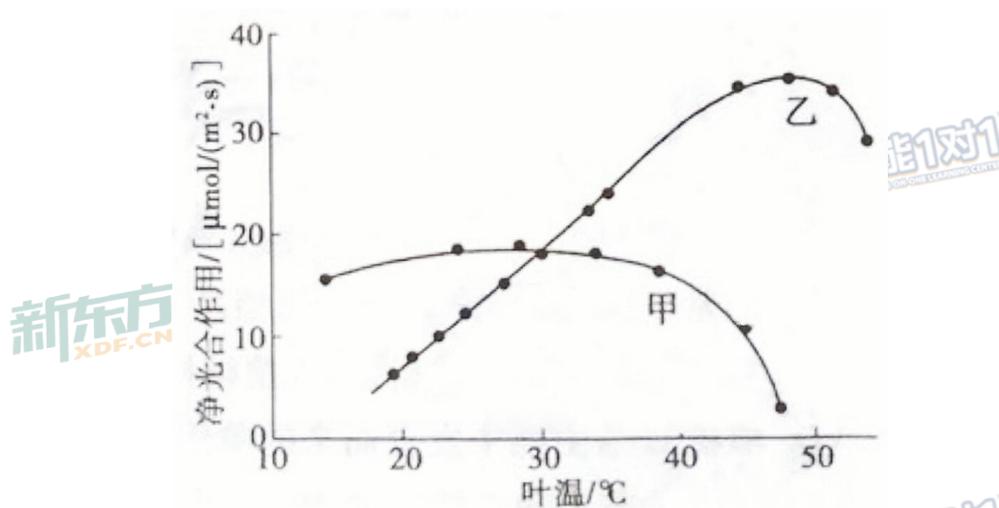
【解析】

类囊体是叶绿体中的结构，根尖分生区细胞无叶绿体，A 错误；题中

描述过程为光反应的过程，该过程需要光的参与，B 错误；类囊体以外 PH 从 4 调整到 8 以后才开始合成 ATP，故从类囊体内运出氢离子的过程合成 ATP，C 错误；题目中说，随着类囊体内外 pH 梯度的消失，有 ATP 的形成，可推测 ATP 的形成需要氢离子的浓度梯度形成的势能来作为条件，D 正确。

故选 D。

4. 科研人员研究温度对甲、乙两种植物净光合作用的影响，得到实验结果如下图。据图推测合理的是



- A. 甲植物和乙植物在 30°C 时，光合作用生成的有机物相等
- B. 温度长时间保持在 45°C 时，甲植物和乙植物都可以正常生长
- C. 50°C 之前，限制乙植物净光合作用的主要外界条件是 CO₂ 浓度
- D. 若将甲、乙植物同置于凉爽地带，则受影响较大的是甲植物

【答案】B

【解析】

光合作用生成的有机物代表的量是实际光合作用，实际光合作用=净

光合作用+呼吸作用，从图中读不出甲和乙呼吸作用的大小关系，A 错误；从图中可以看出，当温度为 45°C 时，甲植物和乙植物的净光合作用都大于零，存在有机物的积累，甲植物和乙植物可以正常生长，B 正确；本实验在研究温度对植物净光合作用的影响，CO₂ 浓度等无关变量应保持适宜的状态，在 50°C 之前乙植物未达到净光合最大值。影响它的主要因素应是温度，C 错误；从图中可以看出，甲和乙两种植物中乙植物对于温度的变化较为敏感，置于凉爽地带时受到影响较大的应该是乙植物，D 错误。

故选 B。

5. 一个基因型为 AaX^BY 的精原细胞进行减数分裂，下列叙述不正确的是

A. 减数第一次分裂中期、减数第二次分裂后期，一个细胞中的染色体组数相同

B. 若产生的精子为 AX^B:aX^B:AY:aY=1:1:1:1，则可能发生了交叉互换

C. 若产生的精子为 AX^B:aX^B:aY=1:1:2，则可能的原因是同源染色体未分离

D. 若细胞中无染色单体，基因组成为 AAYY，则该细胞可能处于减数第二次分裂后期

【答案】C

【解析】

在减数第一次分裂中期，同源染色体没有分离，细胞中有 2 个染色体

组，减数第二次分裂后期，细胞中没有同源染色体，但着丝点断裂，染色体数目暂时加倍，细胞中有 2 个染色体组，A 正确；减数分裂的四分体时期同源染色体的非姐妹染色单体之间会发生交叉互换，基因型为 $AaX^B Y$ 的精原细胞若不发生交叉互换，产生的精子应该为 $AX^B : aY = 1:1$ 或 $aX^B : AY = 1:1$ ，若产生的精子为 $AX^B : aX^B : AY : aY = 1:1:1:1$ ，则可能同源染色体的非姐妹染色单体间发生了交叉互换，B 正确；若产生的精子为 $AX^B : aX^B : aY = 1:1:2$ ，配子中未出现等位基因，说明同源已分离，造成此种结果的原因最可能是发生了基因突变 ($AX^B \rightarrow aX^B$)，C 错误；减数第一次分裂和减数第二次分裂前期、中期细胞中都存在染色单体，基因型为 $AaX^B Y$ 的精原细胞若某时期细胞中无染色单体，且基因组成为 $AAYY$ ，那么该细胞应该是处于减数第二次分裂后期，着丝点断裂，姐妹染色单体分离，D 正确。

故选 C。

6. 用 ^{32}P 标记的噬菌体侵染未被标记的大肠杆菌，侵染一段时间后搅拌、离心得到上清液和沉淀物，检测上清液中放射性 ^{32}P 约占初始标记噬菌体放射性 30%。在实验时间内，被侵染细菌的存活率接近 100%。下列相关叙述不正确的是

- A. 离心后大肠杆菌主要分布在沉淀物中
- B. 沉淀物的放射性来自噬菌体的 DNA
- C. 上清液具有放射性的原因是保温时间过长
- D. 本结果尚不能说明噬菌体的遗传物质是 DNA

【答案】C

【解析】

离心后噬菌体外壳主要在上清液，大肠杆菌主要在沉淀物，A 正确； ^{32}P 标记的噬菌体 DNA 进入大肠杆菌，使沉淀物中的大肠杆菌具有放射性，B 正确；由题意可知，被侵染的大肠杆菌的存活率为 100%，上清液中仍然有 ^{32}P 标记噬的菌体，该原因应是保温时间短，放射性 ^{32}P 的噬菌体没有成功侵染大肠杆菌，依然存在于上清液中，C 错误，故选 C；上清液中有 30%放射性的噬菌体，不能说明噬菌体的遗传物质是 DNA，D 正确。

故选 C。

7. 真核细胞中的 miRNA 是一类由内源基因编码的单链 RNA 分子，它能识别靶 mRNA 并与之发生部分互补结合，从而调控基因的表达。据此分析，下列说法正确的是

- A. 真核细胞中所有 miRNA 的核苷酸序列都相同
- B. miRNA 中的碱基类型决定此 RNA 是单链结构
- C. miRNA 通过阻止靶基因的转录来调控基因表达
- D. miRNA 的调控作用可能会影响细胞分化的方向

【答案】D

【解析】

真核细胞中 RNA 的种类不完全相同，所以与之互补的 miRNA 的核苷酸序列应该也是不完全相同的，A 错误；miRNA 的单链结构不是碱基类型决定的，B 错误；miRNA 可识别靶 mRNA，并与之互补，影响 mRNA 的翻译过程，C 错误；miRNA 可调控基因的表达，进而影响细

胞分化的方向，D 正确，故选 D。

故选 D。

8. 油菜为两性花，其雄性不育（不能产生可育的花粉）性状受两对独立遗传的等位基因控制，其中 M 基因控制雄性可育，m 基因控制雄性不育，r 基因会抑制 m 基因的表达（表现为可育）。下列判断正确的是

- A. 基因型为 Mmrr 的植株自交子代均表现为雄性可育
- B. 基因型为 mmRr 的植株的自交后代中雄性可育:雄性不育=1:3
- C. 存在两株雄性可育植株进行杂交，后代均为雄性不育植株的情况
- D. 用基因型为 mmRR 的植株作为母本进行杂交实验前要进行去雄处理

【答案】A

【解析】

Mmrr 自交后代基因型为 M_rr（可育）和 mmrr（可育），r 抑制 m 表现型为可育，故后代都是可育的，A 正确，故选 A；mmRr 自交，雌性产生两种配子 1mR: 1mr，雄性不可育，故无法自交，B 错误；比如 MmRr×MMRr 的后代中得到有 M_R_ 个体可育，由此可见两株雄性可育植株杂交后可得到雄性可育后代，C 错误；mmRR 雄性不可育，不需要去雄，D 错误。

故选 A。

9. 下图所示为利用玉米（ $2n=20$ ）的幼苗芽尖细胞（基因型 AaBb）

进行实验的流程示意图。下列分析错误的是



- A. 通常情况下，植株 A 的基因型是 $AaBb$
- B. 秋水仙素抑制着丝点分裂，使植株 B 含四个染色体组
- C. 植株 C 是由配子发育而来的单倍体，基因型有 4 种可能
- D. 获得幼苗 1 和 2 的过程可体现出体细胞和生殖细胞的全能性

【答案】B

【解析】

利用芽尖细胞植物组织培养得到的植物与原植株基因型相同，A 正确；秋水仙素使染色体加倍的原理是抑制纺锤体形成而不是抑制着丝点断裂，B 错误，故选 B； $AaBb$ 产生配子种类有四种 AB 、 Ab 、 aB 、 ab ，所以通过单倍体育种所得植株基因型有四种可能，C 正确；幼苗 1 是利用体细胞培养，幼苗 2 是生殖细胞培养获得完整植株，都体现了细胞的全能性，D 正确。

故选 B。

10. 雄性蓝孔雀尾屏很大，使其逃避天敌的能力下降，但这一特性对雌性孔雀具有吸引力，使大尾屏个体的交配机会增加，并使该特性代代保留。下列相关叙述正确的是

- A. 孔雀开屏是在向异性传递物理信息，有利于种群的繁衍

- B. 蓝孔雀种群进化的实质是突变和基因重组
- C. 对配偶的选择属于种群内部因素，不会影响种群基因频率
- D. 雄性蓝孔雀大尾屏的有害或有利并不是绝对的

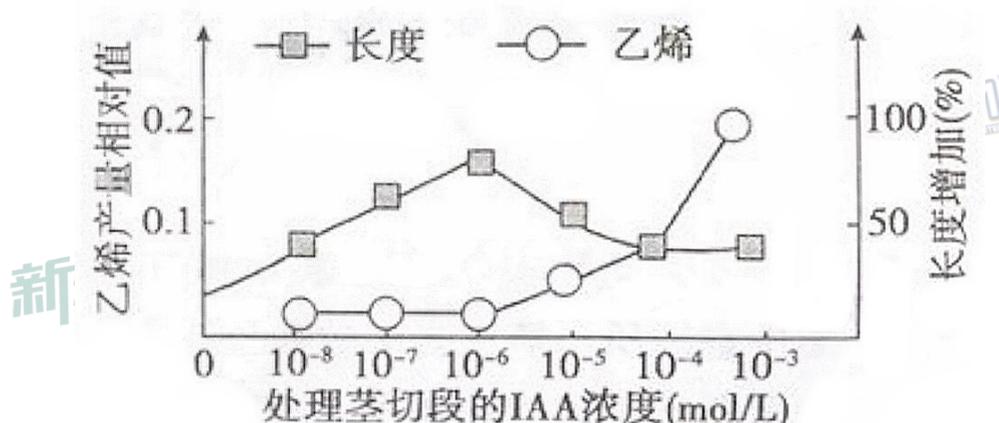
【答案】D

【解析】

孔雀开屏属于行为信息，A 错误；进化的实质是种群基因频率的改变，并不是基因重组的结果，B 错误；在配偶选择过程中，有利基因的基因频率不断上升，所以种群的基因频率会发生改变，C 错误；对于雄性蓝孔雀大尾屏有利于吸引雌性繁殖后代，同时也使其逃避天敌能力下降，利弊不是绝对的，D 正确，故选 D。

故选 D。

11. 下图是不同浓度生长素(IAA)对某植物幼苗茎切段长度及其中乙烯含量影响的实验结果。据实验结果分析错误的是



- A. 生长素对茎切段伸长的影响体现出两重性的特点
- B. 一定浓度的生长素可以促进茎切段中乙烯的生成
- C. 不同浓度生长素对茎切段长度的作用效果可能相同

D. 乙烯含量的增高可能抑制了生长素促进茎切段伸长

【答案】A

【解析】

由图可知，经过 IAA 处理之后的实验组别的茎切段长度均大于未处理组别（IAA 浓度为 0），只可以体现出一定浓度的生长素对茎切段伸长的促进作用，不能体现出生长素的两重性的特点，A 错误；由图可知，经过一定浓度的生长素处理后，茎切段中的乙烯含量会增高，B 正确；由图可知，本实验中用浓度为 10^{-6} mol/L IAA 溶液处理时，生长素对茎切段伸长促进效果最明显，在其两侧存在促进效果相同的两个不同浓度的乙烯处理组别，C 正确；由图可知，当 IAA 的浓度高于 10^{-6} 时，其对乙烯含量的促进效果很明显，但此时其对茎切段伸长促进效果反而在下降，可以推测乙烯含量的增高可能抑制了生长素促进茎切段伸长，D 正确。

故选 A。

12. 下列关于植物激素及其调节的叙述，错误的是

- A. 生长素的极性运输需要载体蛋白的协助并消耗能量
- B. 赤霉素和细胞分裂素对植物的生长都具有促进作用
- C. 乙烯广泛存在于植物多种组织中，主要作用是促进果实的发育
- D. 植物激素的合成既受基因组的调节，又影响基因组的表达

【答案】C

【解析】

生长素的极性运输属于主动运输，该过程既需要载体蛋白的协助，也

需要消耗能量，A 正确；赤霉素可以促进细胞伸长，细胞分裂素可以促进细胞分裂，两者都可以促进植物的生长，B 正确；乙烯的作用是促进果实的成熟，而不是促进果实发育，C 错误；植物激素是植物自身产生的微量有机物，其合成必然受到基因组的调节，同时植物激素通过影响某些基因的表达，实现植物的生长发育的调节作用，D 正确。故选 C。

13. 下列关于人体内环境的叙述，错误的是

- A. 内环境的成分中有葡萄糖、激素、尿素、 CO_2 等
- B. 冬季由于气温偏低，人体内酶的活性会降低
- C. 血管中的药物作用于肌细胞需经组织液
- D. 食物中长期缺少蛋白质会引起组织水肿

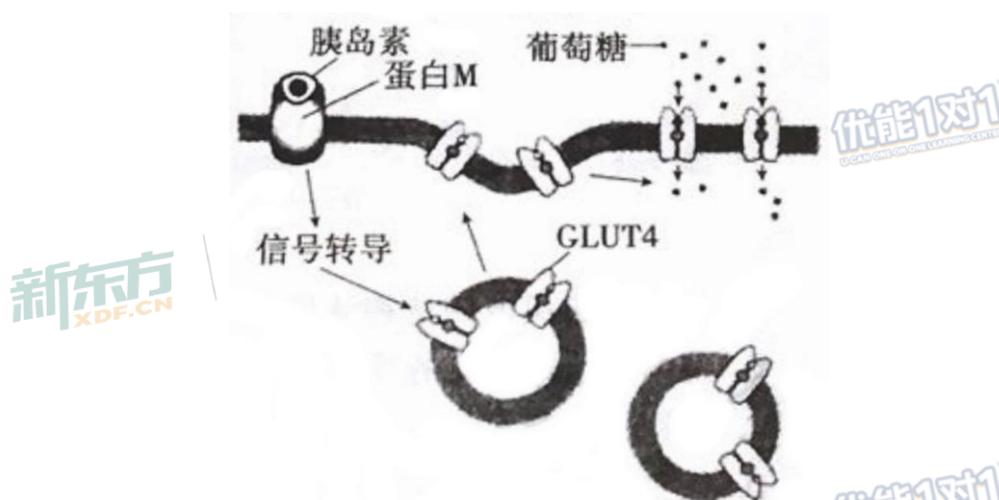
【答案】B

【解析】

由细胞外液构成的环境叫做内环境，葡萄糖、激素、尿素、 CO_2 等都会出现在细胞外液，均属于内环境的成分，A 正确；人体的内环境理化性质是相对稳定的，健康人的体温，不会受到外界温度的影响，始终接近 37°C ，所以体内酶的活性不会受到外界低温影响，B 错误；肌细胞的直接生活环境是组织液，所以血管中的药物需要随血浆与组织液的物质交换进入组织液，进而通过组织液接触肌细胞，C 正确；食物中长期缺少蛋白质，会引起血浆中的有机物减少，使血浆的渗透压下降，引起血浆中的水分向组织液流动，引起组织水肿，D 正确。

故选 B。

14. 葡萄糖转运载体(GLUT)有多个成员,其中对胰岛素敏感的是 GLUT4,其作用机理如下图所示。GLUT1~3 几乎分布于全身所有组织细胞,它们的生理功能不受胰岛素的影响,其生理意义在于维持细胞对葡萄糖的基础转运量。下列推断错误的是



- A. GLUT1~3 转运的葡萄糖,可保证细胞生命活动的基本能量需要
- B. 当胰岛素与蛋白 M 结合之后,可以提高细胞对葡萄糖的转运能力
- C. 葡萄糖经 GLUT4 进入细胞后可用于合成糖原也可转化为非糖物质
- D. 若信号转导出现障碍,可以加速含 GLUT4 的囊泡与细胞膜的融合

【答案】D

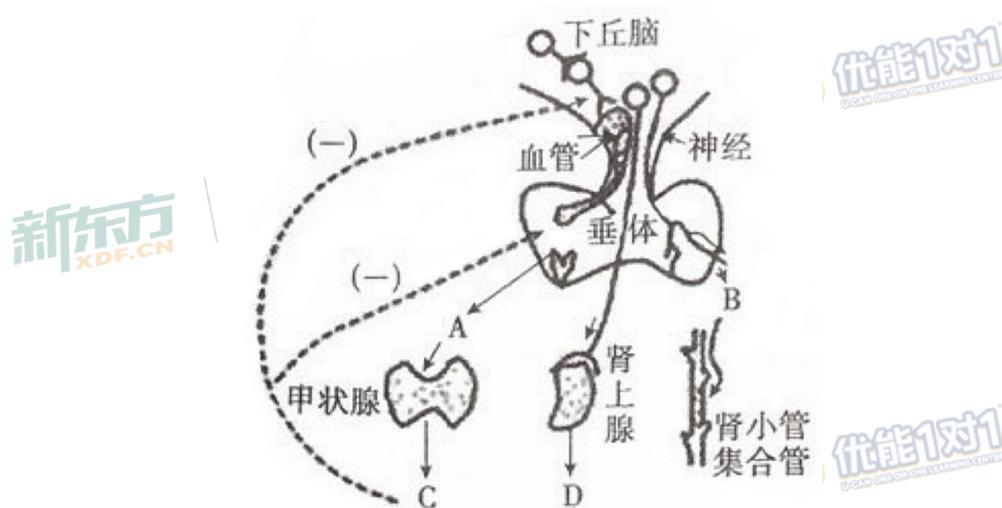
【解析】

由题意可知, GLUT1-3 几乎分布于全身所有组织细胞,且生理功能不受胰岛素的影响,可以持续且稳定的向组织细胞运输葡萄糖,保证细胞生命活动的基本需求, A 正确;由图可知,当胰岛素与蛋白 M 结

合之后，可以促进 GLUT1-4 向细胞膜移动，提高细胞对葡萄糖的转运能力，B 正确；细胞内的葡萄糖可以被氧化分解供能，用于合成糖原，也可以转化为非糖物质，C 正确；由图可知，当胰岛素与蛋白 M 结合之后，可以促进 GLUT1-4 向细胞膜移动，若信号转导出现障碍，会减弱移动过程，D 错误。

故选 D。

15. 家兔的内分泌系统与人体相似。下图为其下丘脑与部分其他内分泌腺或效应功能关系示意图，A~D 代表相关激素。下列推测错误的是



A. 若处于寒冷环境中，则激素 C 和 D 的分泌量将会增加，两者关系为协同

B. 图中虚线所示箭头表示激素分泌调节的基本方式是反馈调节

C. 若阻断下丘脑与垂体之间的联系，则激素 B 的含量会降低，家兔尿量也减少

D. 肾小管管壁细胞存在图中示意的激素 B 和激素 C 的受体

【答案】C

【解析】

由图可知，激素 A 为促甲状腺激素，激素 B 为抗利尿激素，激素 C 是甲状腺激素，激素 D 是肾上腺素。若处于寒冷环境，体内甲状腺激素和肾上腺素的含量都会增加，两者都可以促进细胞新陈代谢，增加产热，两者关系为协同，A 正确；甲状腺激素的分泌受到促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的分级调节，它的含量增加到一定程度时会发生反馈调节，会抑制前两种激素的分泌，B 正确；抗利尿激素是由下丘脑分泌的，若切断下丘脑和垂体之间的联系，会引起抗利尿激素的含量下降，尿量会增加，C 错误；甲状腺激素的靶细胞几乎是人体的全部细胞，抗利尿激素是肾小管和集合管的壁细胞，所以肾小管壁细胞存在甲状腺激素和抗利尿激素的受体，D 正确。故选 C。

16. 下列关于人体神经调节的叙述，正确的是

- A. 不存在信息传递 B. 不受激素调节影响
C. 不存在分级调节 D. 依靠反射弧来完成

【答案】D

【解析】

兴奋在神经元之间通过神经递质传递，说明神经调节过程中存在着细胞间的信息交流，A 错误；激素也可以影响神经系统的发育和功能，如甲状腺激素能够促进神经系统的发育，还能够提高神经系统的兴奋性，B 错误；高级神经会支配低级神经的活动，C 错误；神经调节的

结构基础是反射弧，D 正确。

故选 D。

17. 下列有关种群和群落的叙述，错误的是

- A. 捕食者数量的变化与被捕食者数量的变化之间存在负反馈调节
- B. 食性相同的异种鸟类分布在树林的不同位置能有效减小种间竞争
- C. 调查土壤中动物类群丰富度时，可采用标志重捕法进行调查
- D. 环境容纳量受自然条件限制，会因环境条件的改变而发生变化

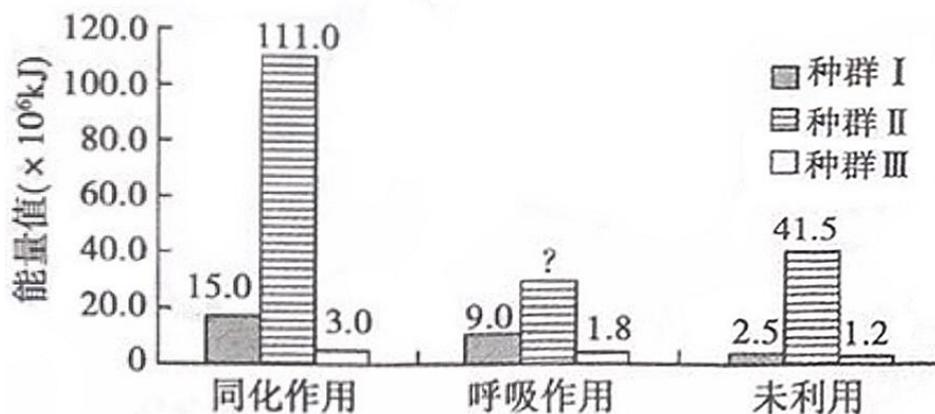
【答案】C

【解析】

被捕食者的数量在增加会导致捕食者的数量增加，而捕食者数量的增加会导致被捕食者数量的减少，可见两者之间的数量变化存在负反馈调节，A 正确；食性相同的异种鸟类分布在不同位置可以减少对空间和食物上的竞争，B 正确；调查物种丰富度应该用目测估计法或记名统计法，而不能用标志重捕法，C 错误；环境容纳量是指特定环境所能容许的种群数量的最大值，环境容纳量受自然条件的限制，会因为环境的破坏而减小，D 正确。

故选 C。

18. 下图是某生态系统一条食物链中的三个种群一年内能量流动统计的部分数据。有关叙述正确的是



- A. 三个种群组成的食物链是 I → II → III
- B. 种群 II 全部生物的呼吸消耗能量约为 6.95×10^7 kJ
- C. 不同营养级之间的能量流动以有机物为载体
- D. 第二营养级到第三营养级的能量传递效率约为 10%

【答案】C

【解析】

从同化作用量和能量流动的特点可以判断三个种群的食物链是 II → I → III, A 错误; 种群 II 全部生物的呼吸消耗能量为 $(111 - 15 - 41.5) \times 10^6 \text{ kJ} = 5.45 \times 10^7 \text{ kJ}$, B 错误; 生物之间都是以有机物为载体来传递能量的, C 正确; 能量传递效率为某个营养级的同化量除以上一营养级的同化量, 第二营养级到第三营养级的能量传递效率应该是 $3 \div 15 = 20\%$, D 错误。

故选 C。

19. 高中生物学实验中, 有关实验操作或现象描述正确的是

编号	实验名称	实验材料	实验操作或现象
①	检测生物组织中的	花生子叶、苏丹Ⅲ染	在高倍镜下可见细胞中

	脂肪	液等	被染成橘黄色的脂肪滴
②	观察植物细胞的质壁分离	紫色洋葱鳞片叶外表皮、蔗糖溶液等	原生质层呈紫色，各组成部分结构清晰
③	观察细胞有丝分裂	洋葱根尖、龙胆紫溶液等	在高倍镜下可以观察到一个细胞的染色体在各个时期的变化过程
④	制作果酒	新鲜葡萄等	在灭菌的发酵装置中装满葡萄汁

A. 实验① B. 实验② C. 实验③ D. 实验④

【答案】A

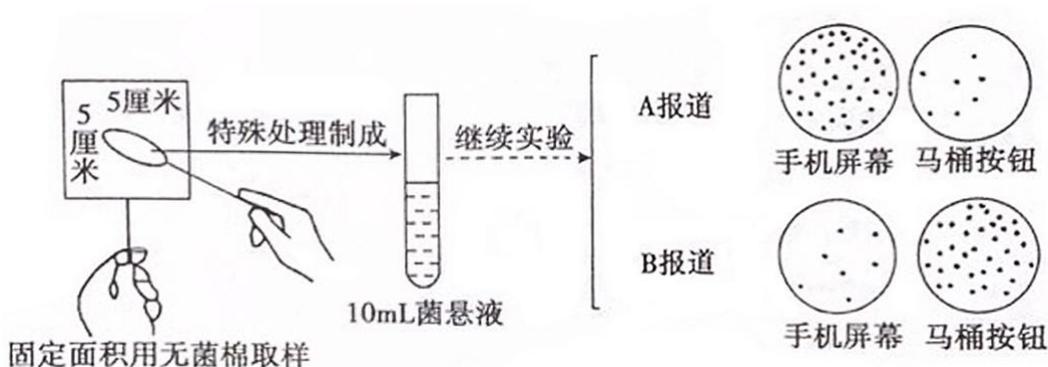
【解析】

检测生物组织中的脂肪常用颜色较浅、含脂肪较多的材料，脂肪与苏丹Ⅲ反应生成橘黄色，需要显微镜观察，A 正确；紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞在适宜浓度的蔗糖溶液中可以发生质壁分离，液泡中的细胞液呈现紫色，B 错误；观察细胞有丝分裂实验中细胞在解离液作用下已经死亡，不能连续观察一个细胞中的染色体在各时期的变化过程，C 错误；制作果酒时葡萄汁不能装满发酵罐，至少需要留 1/3 空间，D 错误。

故选 A。

20. 日前微博传言手机屏幕比马桶按钮单位面积上的细菌多，为辨别真伪，两电视台利用微生物培养技术进行实验，过程及结果如下。下

列叙述错误的是



- A. 本实验采用稀释涂布平板法接种
- B. 本实验不需要设置对照组实验
- C. 本实验使用的培养基应含有水、碳源、氮源和无机盐
- D. 两个报道结果不同，可能是因为取样环境不同

【答案】B

【解析】

既可以用来接种又可以用来计数的方法只有稀释涂布平板法，A 正确；本实验需要设置空白对照，排除实验操作对实验结果的影响，B 错误；培养微生物的培养基需要的成分包括水、无机盐、碳源、氮源和生长因子，C 正确；两个报道结果不同，可能与取样环境等无关变量有关，D 正确。故选 B。

第二部分 非选择题（共 60 分）

21. (9 分) 间充质干细胞是一种多能干细胞，在组织损伤修复领域有较广泛的应用；成纤维细胞、肌成纤维细胞在创面愈合过程中起重要作用；科研人员对皮肤的创面愈合与细胞之间的相互作用做了以下研

究。

(1) 由皮肤成纤维细胞转变而来的肌成纤维细胞能以_____的形式向细胞外分泌胶原纤维、纤维连接蛋白等蛋白质。在创面愈合过程中，肌成纤维细胞生成过度会造成瘢痕的增生。

(2) 间充质干细胞可以产生外泌体（是由细胞产生并分泌到细胞外的囊泡），外泌体是由_____（成分）构成的细胞膜、包裹着内部的蛋白质和 RNA 等物质组成的。

(3) 以无胸腺裸鼠为实验材料，进行如下实验。

实验一：将背部皮肤有创伤的裸鼠若干，平均分为三组，处理方法及一段时间后检测结果如下表所示。

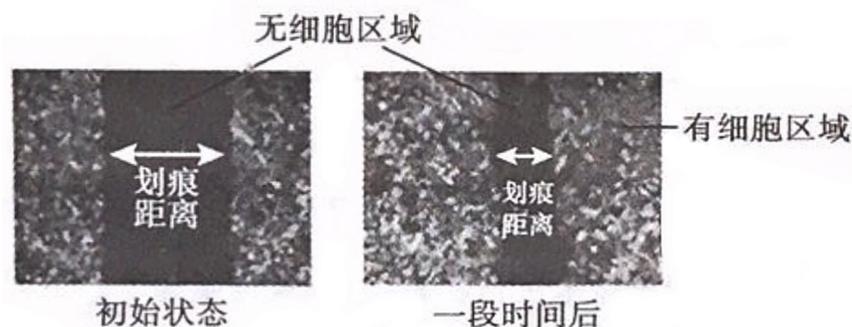
组别	向创面皮下四周注射的物质	观察皮肤创面愈合情况	检测 α SMA 表达量
1	缓冲液	伤口直径大，瘢痕大	+++
2	间充质干细胞+缓冲液	伤口直径小，瘢痕小	+
3	间充质干细胞外泌体+缓冲液	伤口直径小，瘢痕小	+

注： α SMA 是肌成纤维细胞的标志产物

从上述实验结果可以推测，间充质干细胞通过_____加快创面愈合，同时_____成纤维细胞向肌成纤维细胞转变。

实验二：研究间充质干细胞外泌体对皮肤创面影响的机理。研究人员检测不同物质对成纤维细胞增殖能力的影响并通过划痕实验（原理如右图所示）检测不同物质对成纤维细胞迁移能力的影响。一段时

间后，结果如下表所示。



组别	向创面皮下四周注射的物质	对成纤维细胞增殖能力的影响	划痕距离
4	缓冲液	4.8	1
5	间充质干细胞外泌体+缓冲液	9.5	0.5
6	去除外泌体和间充质干细胞的培养基+缓冲液	5.0	1

①上述实验中，组别 6 的作用是排除_____。

②综合实验一、二，可以看出间充质干细胞外泌体促进伤口愈合且皮肤瘢痕较小的原因是_____。

(4) 用绿色染料标记外泌体与成纤维细胞混合 12 小时后发现，绿色标记出现在成纤维细胞内部，表明_____。

(5) 外泌体中含有多种物质，确定外泌体中发挥作用的关键物质的实验思路是_____。以利于更进一步地深入研究。

【答案】

(1) 胞吐；

(2) 磷脂 (脂质)、蛋白质、糖类、胆固醇;

(3) 外泌体; 抑制;

①培养基中的成分和间充质干细胞的非外泌体分泌物对实验的影响;

②增强成纤维细胞的增殖能力和迁移能力, 同时抑制成纤维细胞向肌成纤维细胞的转变;

(4) 外泌体进入细胞内部 (发挥作用);

(5) 将外泌体中的物质分离, 分别观察它们的作用。

【解析】

(1) 根据题目中的信息, 肌成纤维细胞分泌的胶原纤维和纤维连接蛋白都属于蛋白质, 细胞分泌蛋白质等大分子物质的方式为胞吐。

(2) 题目中表明, 外泌体为生物膜包裹内部的蛋白质和 RNA 等物质组成, 故本题考查生物膜的构成成分。本题中提到的细胞为动物细胞, 其生物膜由磷脂、蛋白质、糖类、固醇等物质组成。

(3) 实验一:

根据题目中给出的文字和表格信息可知, 本实验的自变量为是否加入间充质干细胞以及间充质干细胞外泌体。本实验的检测变量为皮肤创面愈合情况和 α SMA 表达量。其中需要注意, α SMA 是肌成纤维细胞的标志产物。实验结果显示, 加入间充质干细胞与仅加入外泌体后实验结果相同, 由此即可推测, 真正起作用的是外泌体, 故间充质干细胞是通过其产生的外泌体来加快创面愈合; 根据实验结果“伤口直径变小、瘢痕变小, 且 α SMA 的表达量降低”, 又根据 (1) 中提到成纤维细胞可以向肌成纤维细胞转变, 推测外泌体同时能够抑制成纤维

细胞向肌成纤维细胞转化。

实验二：

①组别 6 的处理为去除了外泌体和间充质干细胞，其他条件相同。由此可以推测，本对照组的目的是排除培养基中的固有成分以及间充质干细胞除外泌体以外的其他分泌物对实验结果造成的干扰。

②根据题目要求，将实验一、二得到的结论进行综合分析。根据实验一，可以得知外泌体能够加速创面愈合，且抑制成纤维细胞向肌成纤维细胞转化。根据实验二，可以进一步得知外泌体能够增强细胞增殖能力、细胞迁移能力，从而加速创面愈合。综上所述，外泌体可以增强成纤维细胞的增殖能力和迁移能力，同时抑制成纤维细胞向肌成纤维细胞的转变，从而促进伤口愈合且皮肤瘢痕较小。

(4) 根据题意，绿色标记出现在成纤维细胞内，推测带有绿色标记的外泌体进入到成纤维细胞内部，从而发挥了相关作用。

(5) 外泌体中含有多种物质，欲确定哪种物质才是发挥作用的关键物质，必须将外泌体中的各种物质分离，之后逐一进行实验，观察实验结果，得出不同物质的作用，最终确定发挥作用的关键物质。

22. (16 分) 果蝇 ($2n=8$) 的精原细胞要经过精确的四次有丝分裂之后，方能启动减数分裂形成初级精母细胞。科研团队致力于研究有丝分裂向减数分裂转化的调控机制，用 EMS 诱变筛选，发现一株果蝇 *tut* 突变体，其精原细胞不能停止有丝分裂，而出现精原细胞过度增殖的表型。

(1) 显微观察野生型果蝇精巢，发现有 15% 的细胞是 16 条染色

体、55%的细胞是 8 条染色体、30%的细胞是 4 条染色体。细胞中_____条染色体的出现可能与减数分裂有关。

(2) 为探究 *tut* 突变体的遗传特性，研究人员做了杂交实验，结果如右图 1。

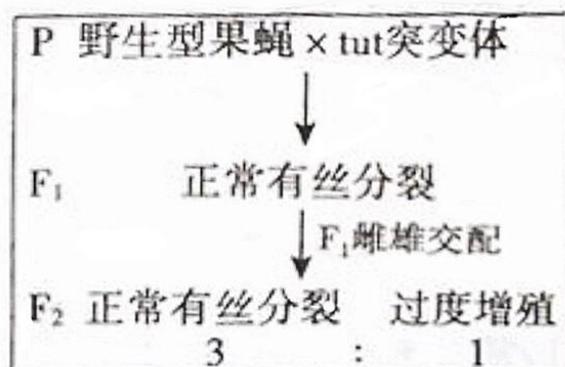


图 1

根据杂交实验结果可知，_____为隐性性状。推测它们的遗传遵循基因的_____定律。若 *F₁* 与 *tut* 突变体杂交后代的性状及其分离比为_____，则说明上述推测正确。

(3) 经过文献查阅，发现已报道有 *bgn* 突变体与 *tut* 突变体性状一样，研究人员为探究 *tut* 突变体的突变基因是否就是 *bgn* 突变体的突变基因，做了实验如右图 2。

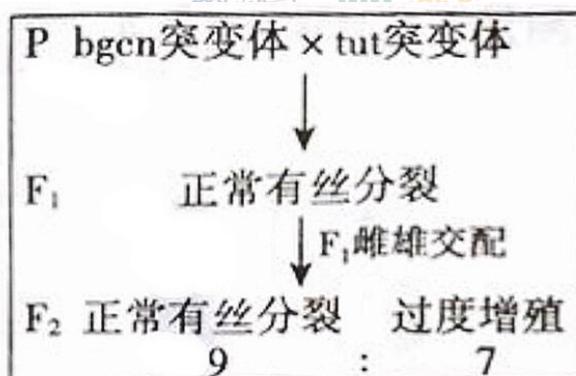


图 2

实验结果表明：_____，理由是_____。

(4) 研究人员采用缺失定位法对 *tut* 突变体的突变基因进行定位：将一株一条染色体缺失某片段的果蝇（缺失突变体）与 *tut* 突变体杂交，如果 F_1 表型会出现过度增殖，则说明_____。

研究人员将 *tut* 突变体与一系列缺失突变体果蝇做杂交，发现 *tut* 突变体与编号为 BL7591、BL24400、BL26830、BL8065 的果蝇缺失突变体杂交后代表型均有过度增殖，*tut* 突变体的突变基因应该位于这些染色体缺失区域的_____（交集/并集）区域。

研究发现该区域共包含 11 个基因，通过 *tut* 突变体与野生型 DNA 测序并比对，只有一个位点的碱基序列发生了改变：

\downarrow
 ...ATC TCC TGG TTG ACT...
 模板链...TAG AGG ACC AAC TGA...

“ \downarrow ”的碱基对由 G-C 变成了 A-T，这种变异属于___，对应的密码子变为___（终止密码子）。与正常蛋白质比较，变化后的基因控制合成的蛋白质相对分子质量将_____。合成的异常蛋白质在体内往往被降解，导致该基因失去功能。后经实验证实 *tut* 突变体表型确实由该位点的突变导致，之后科研人员将该位点的基因命名为 *tut* 基因。

(5) 研究人员为进一步研究 *tut* 基因与 *bgn* 基因之间的关系，做了如下的实验。其中 *tut* 基因与 *bgn* 基因之间的关系可能有①*tut* 基因（*bgn* 基因）调控 *bgn* 基因（*tut* 基因）的表达；②*tut* 基因和 *bgn* 基因表达不相互影响，但它们的表达产物共同参与同一生理过程。

实验一：将外源 *bgn* 基因导入 *tut* 突变体并让此基因过表达，一

段时间后，观察突变体的性状是否恢复；

实验二：将外源 *tut* 基因导入 *bgn* 突变体并让此基因过表达，一段时间后，观察突变体的性状是否恢复；

若实验结果为___，则说明 *tut* 基因与 *bgn* 基因之间的关系为①。

若实验结果为___，则说明 *tut* 基因与 *bgn* 基因之间的关系为②。

后经多方面实验证据被证实 *tut* 基因与 *bgn* 基因之间的关系为②，这为揭示有丝分裂向减数分裂转化的调控机制奠定了坚实的研究基础。

【答案】

(1) 8 和 4

(2) 过度增殖；分离；正常有丝分裂：过度增殖=1：1

(3) *tut* 突变体的突变基因与 *bgn* 突变体的突变基因不是同一个基因；*tut* 突变体与 *bgn* 突变体杂交， F_1 为正常表型， F_2 性状分离比为 9：7，符合基因自由组合定律，说明这两个突变体的突变基因分别在两对同源染色体上；

(4) *tut* 突变体的突变基因位于该果蝇的染色体缺失片段；交集；基因突变；UGA；减小

(5) 仅其中一个实验中的突变体性状得到恢复；两实验中的突变体性状均没有恢复

【解析】

(1) 由题可知，15%的细胞有 16 条染色体，说明细胞处于有丝分裂后期；55%的细胞有 8 条染色体，说明细胞处于分裂间期，或有丝分

裂前期、中期、末期，或减数第一次分裂前期、中期、后期，或减数第二次分裂后期；30%的细胞有 4 条染色体，说明细胞处于减数第一次分裂末期，或减数第二次分裂前期、中期，或已分裂为精细胞。所以细胞中 8 条和 4 条染色体的出现都可能与减数分裂有关。

(2) 由图 1 可知，野生型果蝇与 *tut* 突变体杂交， F_1 为正常有丝分裂， F_2 中正常有丝分裂：*tut* 突变体=3：1，说明正常有丝分裂性状为显性性状（用 A 表示），过度增殖为隐性性状（用 a 表示），则亲本 P 中野生型果蝇的基因型为 AA，*tut* 突变体的基因型为 aa， F_1 的基因型为 Aa，所以， F_1 与 *tut* 突变体杂交，后代的性状及其分离比为正常有丝分裂：过度增殖=1：1。

(3) 由图 2 可知， F_2 中正常有丝分裂：过度增殖=9：7，符合自由组合定律，说明正常分裂与过度增殖受两对等位基因的控制，即 *tut* 突变体的突变基因与 *bgn* 突变体的突变基因位于两对同源染色体上。

(4) 由题可知，用缺失突变体与 *tut* 突变体杂交（*tut* 突变体为隐性纯合子）， F_1 出现过度增殖，说明缺失突变体染色体缺失的部分含有过度增殖突变基因的等位基因，因此 *tut* 突变体的突变基因位于该果蝇的染色体缺失片段；同理，用 *tut* 突变体与编号为 BL7591、BL24400、BL26830、BL8065 的缺失突变体杂交， F_1 均为过度增殖，说明过度增殖基因均位于以上区域中，因此，*tut* 突变体的突变基因位于这些染色体缺失区域的交集区域；过度增殖基因是由正常有丝分裂基因的碱基对 G-C 变成 A-T，为碱基对的替换，属于基因突变；DNA 上碱基序列的改变导致 mRNA 上密码子也发生变化，变异后的密码子

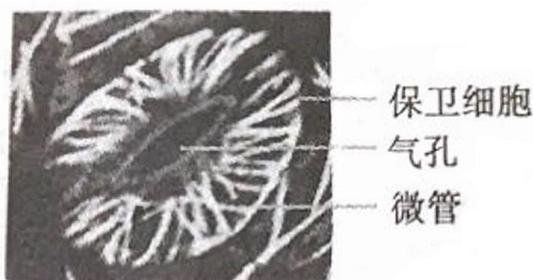
为 UGA，为终止密码子，导致翻译过程提前终止，对应的蛋白质相对分子质量降低。

(5) 由题可知，当 *tut* 基因与 *bgn* 基因存在调控关系时，则实验一与实验二中会出现一个突变体会恢复到正常的情况，为野生型，另一个不变，为突变型性状；当 *tut* 基因与 *bgn* 基因的表达互不影响时，则实验一与实验二均为突变体性状。

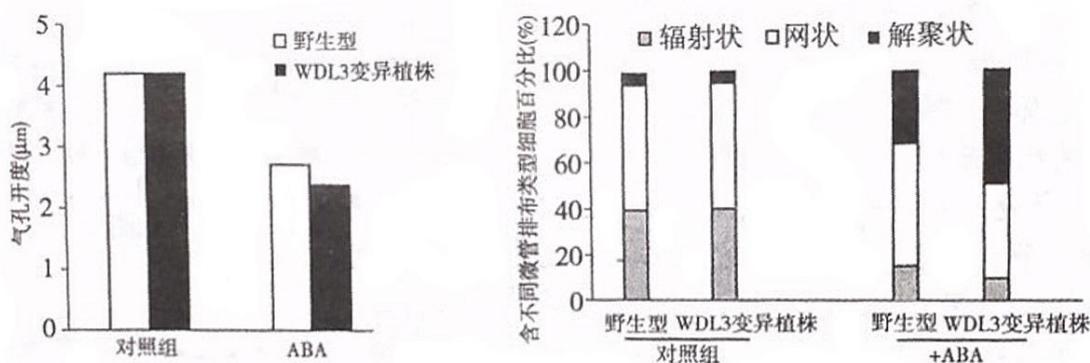
23. (11 分) 脱落酸 (ABA) 素有“逆境激素”之称。科研人员欲探讨拟南芥在 ABA 诱导的气孔关闭信号通路中，WDL3(微管结合蛋白)、微管、Ca²⁺之间可能存在的调节关系，旨在深入了解气孔运动机理，为农作物抵御干旱、保证产量提供可靠的理论依据。

(1) ABA 是植物细胞之间传递_____的分子。

(2) 保卫细胞、气孔与微管之间的关系如右图所示。



研究小组为探究在 ABA 诱导的气孔关闭信号通路中，WDL3 与微管的关系，设计实验：取野生型和 WDL3 变异拟南芥植株（无法形成 WDL3）叶片，置于表皮条缓冲液中，光照 2h 使气孔充分打开，然后分别移至相同处理液中，30min 后撕取下表皮制片用_____观察，测量气孔开度，结果如左图；同时检测保卫细胞中微管的排布状态，结果如右图。



此实验中对照组和实验组的处理液应用_____（溶液）再加 ABA 配制而成。

根据左图结果推测，WDL3 与气孔开度的关系是_____。

综合两个结果推测 WDL3 对气孔开放影响的机理是_____。

(3) 在上述实验结果推测的基础上，为验证“WDL3 会促进叶片失水”这一假设，将 WDL3 变异植株叶片放于通风橱中，一段时间后测定叶片重量，计算叶片失水率。请完善该实验方案：_____。

(4) 有资料显示：ABA 发挥作用需与细胞中的相应受体结合，之后引起保卫细胞中微管及 Ca^{2+} 的相互作用， Ca^{2+} 通过调节保卫细胞微管动态排布进行信息传递；反过来，保卫细胞微管动态排布对 Ca^{2+} 的流动也存在调节作用，影响气孔的开闭，最终调节植物失水率。

请结合上述实验及资料内容，用文字和“→”（可添加必要的注释）表示在 ABA 诱导气孔关闭信号通路中，WDL3、微管、 Ca^{2+} 之间可能存在的调节关系（写出可能的途径）。

【答案】

(1) 信息；

(2) 显微镜；表皮条缓冲液；在 ABA 的作用下，WDL3 阻碍气孔开

状微管蛋白占比较野生型增多，网状与辐射状减小，由以上结果推测 WDL3 通过影响保卫细胞中的微管排布状态来抑制气孔导度下降。

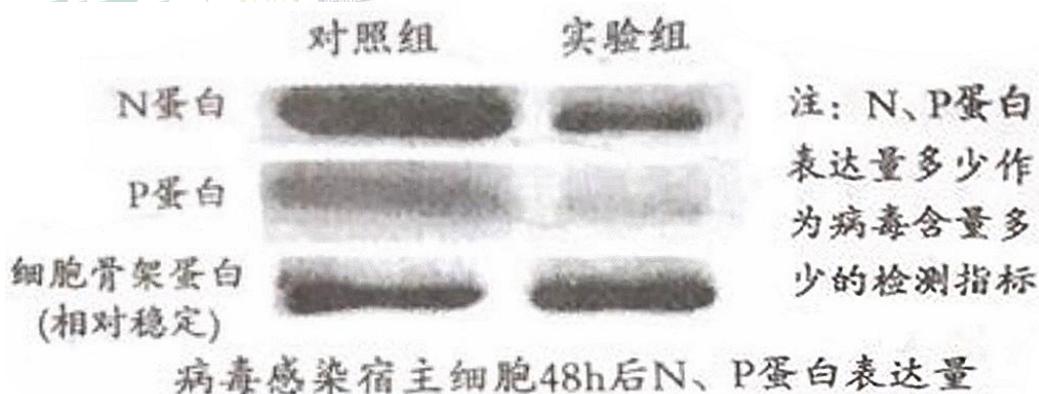
(3) 该实验的不足有两处，首先，为验证 WDL3 会促进叶片失水，除用 WDL3 变异型植株测失水率时还需进行对照实验，再设计一组将野生型植株叶片做同样处理的对照实验；其次，为计算失水率，除需要知道最终叶片质量，还需补充测定实验开始时叶片重量。

(4) 由题干信息可知 ABA 与受体结合后导致 Ca^{2+} 与微管的相互作用，且整个调节过程中 WDL3 通过影响保卫细胞中的微管排布状态来抑制气孔开度下降，但是 WDL3 与 Ca^{2+} 的作用关系尚不清楚，故 WDL3 与 Ca^{2+} 之间可能存在传递调节作用。因此，在 ABA 与受体结合后可通过 Ca^{2+} 浓度影响 WDL3，进而调节微管排布（通路一）或影响 WDL3 改变微管蛋白分布再影响 Ca^{2+} 浓度（通路二）。同时在 ABA 与受体结合后可分别传递信息给 WDL3 并改变 Ca^{2+} 浓度，ABA 与受体结合后可传递信息给 WDL3 改变微管蛋白分布再影响 Ca^{2+} 浓度（通路三），或当 ABA 与受体结合后传递信息给 WDL3，改变 Ca^{2+} 浓度， Ca^{2+} 浓度改变后再影响 WDL3 功能，改变微管蛋白分布（通路四），最终导致气孔关闭。

24. (10 分) 狂犬病是由狂犬病病毒 (RABV) 引起的一种人畜共患传染病，该病毒能与乙酰胆碱受体结合而具有神经毒性，人患病后会出出现恐水、痉挛、吞咽困难等症状，最终会因呼吸肌麻痹而死亡，死亡率几乎 100%。研究人员改变了 RABV 的结构并进行了繁殖力、致病性等方面的免疫学研究。

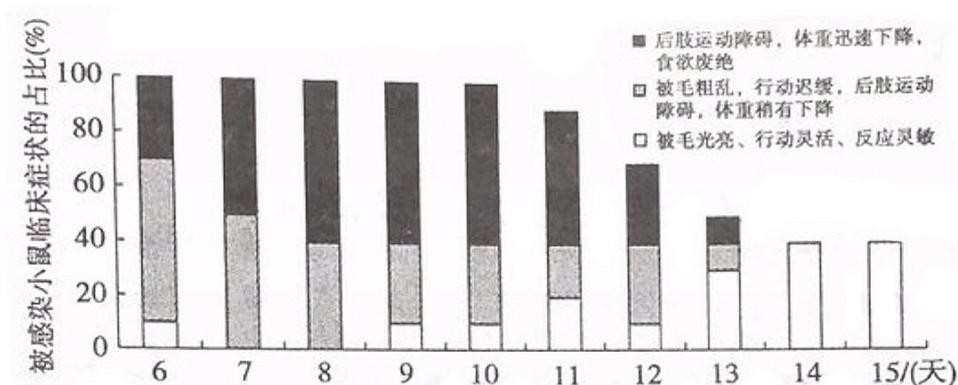
(1) 乙酰胆碱为兴奋性神经递质，其受体位于_____上，当乙酰胆碱与受体结合后，使受体所在细胞产生_____。RABV 可通过识别乙酰胆碱受体侵染神经、肌肉等宿主细胞，并可沿轴突向神经中枢扩散，导致神经细胞凋亡进而引发症状。

(2) RABV 的基因组编码含 N、P、L 蛋白等在内的 5 个结构蛋白。研究者培育出 L 蛋白突变病毒，并用此病毒侵染体外培养的宿主细胞，检测病毒的繁殖能力，结果如右图。

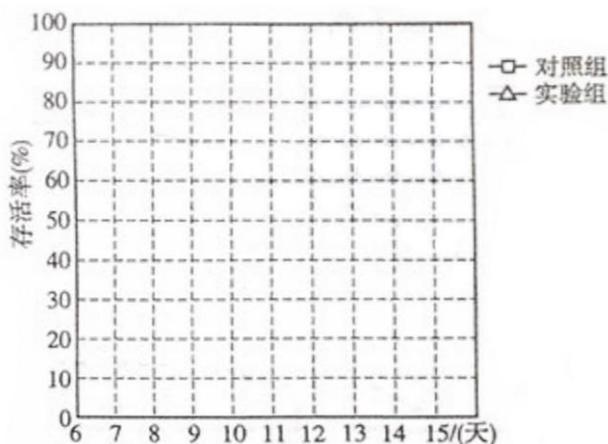


此实验中对照组的细胞用_____侵染。与对照组相比，实验组_____，说明_____。

(3) 为进一步研究突变病毒的致病性，研究者以小鼠为实验材料，分别用 L 蛋白突变病毒和 RABV 侵染小鼠。15 天后实验组的小鼠全部存活，对照组的实验结果如下。

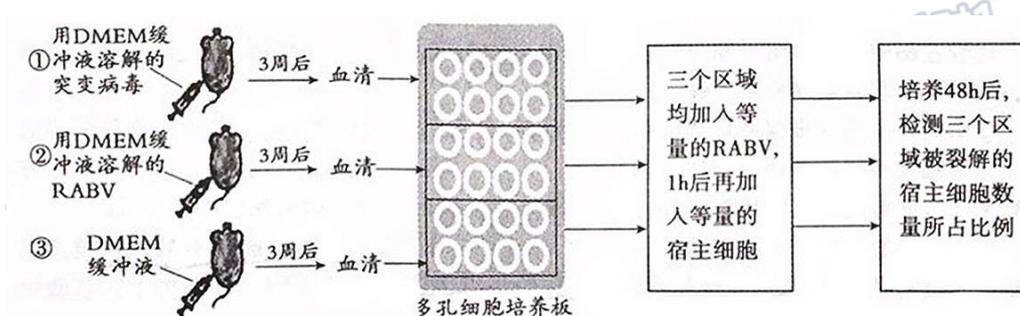


①请根据以上信息，绘出实验组与对照组小鼠的存活率曲线。



②实验结果说明：_____。

(4) 研究者继续用 L 蛋白突变病毒免疫小鼠，并与非致死剂量的等量 RABV 进行比较，实验的大致流程如下。



结果发现，①②组检测结果无明显差异，且细胞裂解率显著低于③组。此实验的研究目的是_____。

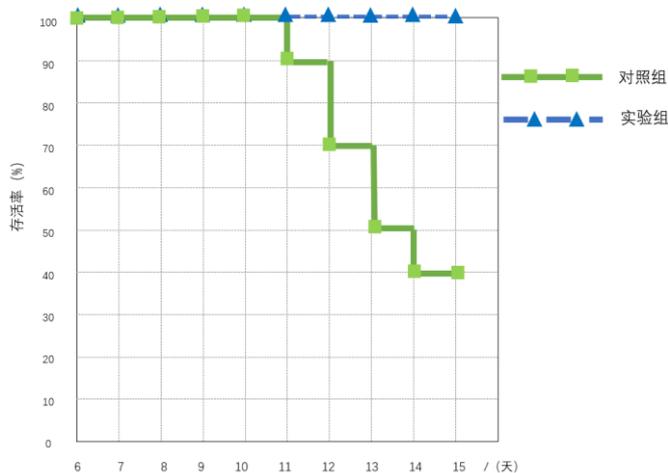
(5) 该系列研究潜在的应用前景是 L 蛋白突变病毒_____。

【答案】

(1) 突触后膜；动作电位；

(2) RABV；宿主细胞中病毒 N、P 蛋白表达量较少；L 蛋白突变会导致 RABV 的繁殖能力减弱；

(3) ①



②L 蛋白突变使 RABV 的致病性降低；

(4) 研究突变病毒引起小鼠产生抗 RABV 特异性抗体的能力；

(5) 可以用于弱毒疫苗的研发。

【解析】

(1) 神经递质的特异性受体位于突触后膜上；因为乙酰胆碱是兴奋性神经递质，所以会使突触后膜产生动作电位。

(2) 根据题意，本实验探究 L 蛋白突变病毒在宿主细胞中的繁殖能力，因此，实验组为 L 蛋白突变病毒，对照组为 RABV。图像结果显示，48 小时后，实验组的 N、P 蛋白表达量明显低于对照组，说明了 L 蛋白突变之后会导致 RABV 的繁殖能力减弱。

(3) 图中的纵坐标为存活率，故图像如答案所示；其趋势显示了 L 蛋白突变之后 RABV 的致病性降低。

(4) 根据题意，本实验分别用 DMEM 缓冲液溶解的突变病毒、DMEM 缓冲液溶解的 RABV 和 DMEM 缓冲液注射到小鼠体内，然后将三组小鼠血清分别添加到细胞培养基当中，接着在三组实验中加入等量的 RABV，再观察宿主细胞的裂解比例。目的是观察突变病毒对 RABV 的

免疫效果，该免疫反应主要通过血清中的抗体来体现。

(5) 综合上述实验，该突变病毒可用于弱毒疫苗的研发。

25. (14 分) 西方蜜蜂和东方蜜蜂是主要的人工饲养蜂种。西方蜜蜂因具有更优的生产效益而在世界各地被广泛引种，在引入亚洲的东方蜜蜂自然分布区后，导致后者数量锐减，然而近年来发现入侵地的西方蜜蜂也出现蜂群损失现象。

(1) 蜜蜂属于生态系统成分中的_____，其存在可加快生态系统的_____。作为植物的主要传粉者，西方蜜蜂和东方蜜蜂会竞争_____，因此引入亚洲的西方蜜蜂会导致本土的东方蜜蜂数量减少。

(2) 研究发现，狄斯瓦螨可从原始寄主东方蜜蜂向西方蜜蜂转移。推测狄斯瓦螨是导致西方蜜蜂数量减少的原因。为验证推测，研究者进行了多年的大量实验跟踪研究。

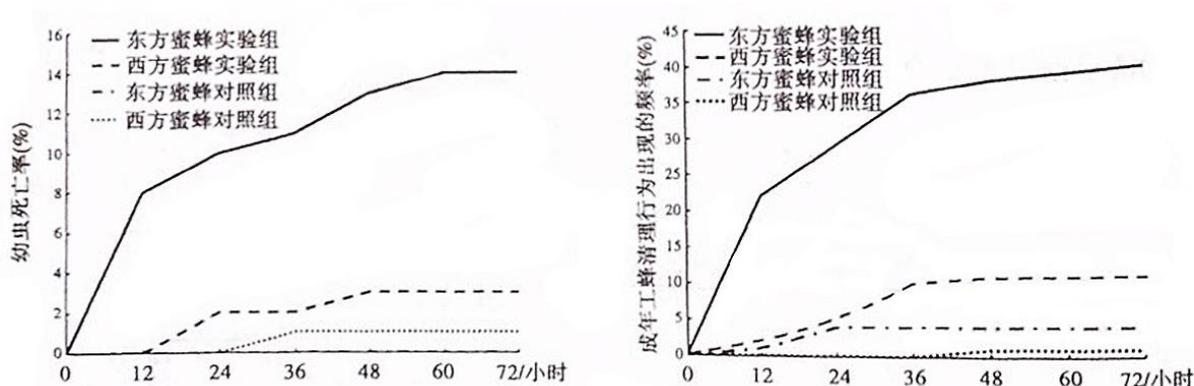
① 首先对两种蜜蜂巢内清理行为能力做了对比研究。

请补齐方法步骤：

组别	操作方法	检测
实验组	打开蜂房盖针刺幼虫，用透明盖封口	a: 幼虫死亡率 b: 成年工蜂清理行为（探测，
对照组	打开蜂房盖_____，用透明盖封口	开盖并移除死亡或者不健康的幼虫）出现的频率

注：针刺模拟狄斯瓦螨的叮咬，同时排除螨传播病毒等其他致病生物对实验的影响

实验结果如下图。



比较左图中两实验组可知,东方蜜蜂幼虫死亡时间_____、
比例_____;据右图推测,在蜂群中,东方蜜蜂成年工蜂_____。

②研究者欲进一步探究自然状态下两种蜜蜂幼虫的死亡原因,设计实验用携带病毒的狄斯瓦螨感染两种蜜蜂幼虫,与①实验中的_____组进行比较,发现_____,说明东方蜜蜂和西方蜜蜂致死机制相似,即由狄斯瓦螨传播的病毒是蜜蜂幼虫死亡的主要原因。

③经多年的实验跟踪研究,研究者认为,相比西方蜜蜂,东方蜜蜂能更有效地抵抗经狄斯瓦螨传播的病毒,故狄斯瓦螨是导致西方蜜蜂种群密度下降的原因。请根据上述实验解释这种说法的合理性:

(3)东方蜜蜂与狄斯瓦螨的互作模式是长期_____的结果,这种模式限制了西方蜜蜂在入侵地的数量增长。两类蜜蜂数量的减少会影响到植物的种群数量和物种多样性,进而降低当地生态系统的_____。本研究带给你的启示是_____。

【答案】

(1) (初级) 消费者; 物质循环; 食物和栖息空间。

(2) ①不针刺幼虫; 更早; 更高; 能更快地清理掉死亡或不健康的幼虫。

②实验; 同种幼虫相比, 被携带病毒的狄斯瓦螨感染的幼虫死亡率高于①实验。

③因西方蜜蜂的清理行为较少, 使得狄斯瓦螨在蜂群中数量较多, 被狄斯瓦螨携带的病毒感染的西方蜜蜂较多; 同时因为清理行为少, 且西方蜜蜂幼虫死亡时间晚, 导致病毒在群体中滞留时间长而不断扩散。上述原因导致种群的死亡率增加, 种群密度下降 (2 分)

(3) 自然选择 (协同进化); 抵抗力稳定性; 不应轻易引入某种生物, 也不宜过度依赖外来授粉者的授粉服务而忽视了对于本土授粉生物的开发与利用。

【解析】

(1) 蜜蜂属于异养型生物, 在生态系统中充当消费者的角色; 消费者对于物质的利用速率远大于分解者的分解作用, 因此可以加快物质的消耗速率, 加快物质循环。东方蜜蜂和西方蜜蜂因为都要采集花蜜、进行筑巢等活动, 两者之间会因此竞争食物和栖息空间。

(2) ①本实验研究狄斯瓦螨对蜜蜂数量的影响, 因此实验组采用针刺幼虫模拟狄斯瓦螨的叮咬行为, 对照组应不进行针刺幼虫, 从而模拟未被狄斯瓦螨叮咬。由左图分析可知, 东方蜜蜂实验组幼虫一开始就出现死亡, 死亡率逐渐升高, 而西方蜜蜂实验组幼虫在 12 小时才出现死亡, 死亡率相对较低, 可见东方蜜蜂幼虫死亡时间更早、死亡

比例更高。据右图可知，无论是东方蜜蜂实验组或对照组，其成年工蜂清理行为出现的频率均高于西方蜜蜂相应组别，结合表格中清理行为的目的，可推测东方蜜蜂成年工蜂能更快的清理掉死亡或不健康的幼虫。

②实验组别设置过程中，要遵循单一变量原则，因此应与①中的实验组进行对比，从而研究病毒的作用；由实验结论可知，引起蜜蜂幼虫死亡的主要原因是病毒，因此携带的组别幼虫死亡率应高于未携带病毒的实验组。

③本题的思考角度可从两个方面来考虑，一是病毒的滞留时间长，更易于扩散；二是病毒数量增多，造成更多感染者。并且两个结果均是由于西方蜜蜂清理行为较少造成的。按照上述思路组织语言即可。

(3) 东方蜜蜂和狄斯瓦螨彼此相互限制相互适应，是长期协同进化的结果，也是彼此选择的结果。两种蜜蜂数量的减少导致当地生态系统营养结构复杂程度降低，抵抗力稳定性下降。由此可见，我们在生产生活中不要轻易引入外来物种，避免对本地物种的影响，不要过度依赖外来物种的优势，也要考虑可能带来的弊端。