

一、单项选择题：本题共 15 小题，每题 2 分，共 30 分。每题只有一项最符合题意。

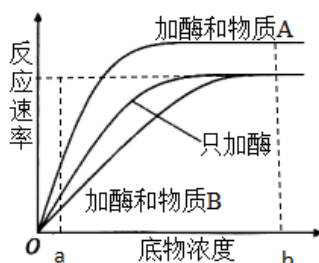
1. 毛霉菌细胞中某基因编码的正常肽链含有 61 个氨基酸。该基因发生突变后，转录出的 mRNA 的中段增加了连续三个碱基 GAA（终止密码子有 UGA、UAG、UAA）。据此推测，下列叙述错误的是（ ）

- A. 该基因突变后表达的多肽链可能比原多肽链少很多氨基酸
- B. 突变后编码的多肽链可能比突变前的多肽链多一个氨基酸
- C. 突变后编码的多肽链可能只有两个氨基酸与原多肽链不同
- D. 翻译时与 mRNA 上增加的 GAA 配对的反密码子一定是 CUU

2. 下列关于细胞中物质与结构的相关叙述中，正确的是（ ）

- A. 杂合子的细胞中等位基因的碱基数目可能不同
- B. 染色体和核糖体的组成成分都是 DNA 和蛋白质
- C. 细胞膜、细胞质基质中负责转运氨基酸的载体都是蛋白质
- D. 真核细胞中 DNA 的合成场所为细胞核，RNA 的合成场所为线粒体和叶绿体

3. 下图是关于物质 A 和物质 B 对某种酶催化活性影响的曲线。下列叙述错误的是（ ）



- A. 物质 A 可能是该酶的激活剂
- B. 物质 B 可能是该酶的抑制剂
- C. 随底物浓度增大，该酶逐渐变性失活
- D. 在 ab 范围内，减小底物浓度不会消除物质 A 对该种酶的影响

4. 下列高中生物学实验或实践活动中，无法达成目的是（ ）

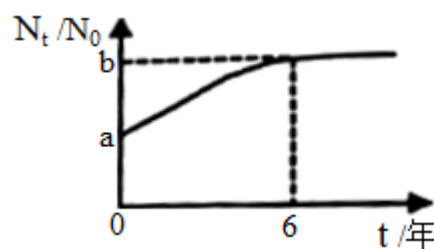
- A. 消毒后的转基因植物叶片接种到无菌培养基上，培养获得愈伤组织
- B. 若选择洋葱鳞片叶内表皮观察质壁分离复原，显微镜视野应调暗
- C. 用稀释涂布平板法接种可以根据菌落数计算活菌数量
- D. 用同位素示踪技术筛选融合的原生质体

5. 新冠肺炎（COVID-2019）是一种严重呼吸系统症状的高传染性疾。该病是由新型冠状病毒（SARS-CoV-2）（RNA 病毒）引起的，对人们的健康和生活造成极大的影响。学术界从病毒的致病的机理、病毒检测方法以及疫苗药物的研发等方面开展了研究。下列说法错误的是（ ）

- A. SARS-CoV-2 侵染宿主细胞后，利用细胞内的核苷酸和氨基酸作为原料，合成并组装新的病毒
- B. 从细胞的生命历程分析，被感染的宿主细胞在效应 T 细胞的作用下裂解的过程属于细胞凋亡
- C. 当 SARS-CoV-2 再次侵入时，浆细胞会迅速增殖分化并产生大量抗体，最终被吞噬细胞吞噬消化
- D. 核酸检测和抗体检测都是判断是否被 SARS-CoV-2 感染的依据，后者的检测原理是抗原-抗体特异性结合，患者康复后进行这两项检测的预期结果为核酸检测阴性，抗体检测阳性

6. 科研人员调查了某种群数量的动态变化，首次测得的数量为 N_0 ，第 1 年测得的数量为 N_1 ，每年一测。

如图表示 N_t/N_0 随时间变化的曲线。如果 $b=2a$ ，则下列叙述错误的是（ ）



- A. 图中 a 值等于 1
 - B. N_0 即为 $k/2$
 - C. $(N_t - N_0) / N_0$ 代表种群年增长率
 - D. 图中第 6 年, 该种群数量达到环境容纳量
7. 下列有关大气 CO_2 浓度变化与温室效应的叙述, 错误的是 ()
- A. 工业革命后大气 CO_2 浓度快速上升, 超过了大部分植物的 CO_2 饱和点
 - B. 大气 CO_2 含量有明显昼夜变化与季节变化
 - C. 温室效应会导致热带疾病传播范围扩大
 - D. 全球变暖会改变降雨格局, 影响农业生产
8. 自 2020 年 4 月起, 科考人员在复旦大学利用红外相机采集数据调查了校园野生动物, 结果发现, 其中有小灵猫、黄鼬、刺猬等哺乳动物, 多种鸟类, 大量昆虫, 还有两栖动物和爬行动物等。其中小灵猫属于国家一级保护动物。下列叙述错误的是 ()
- A. 采用标记重捕法可以估计小灵猫的种群数量
 - B. 保护小灵猫最有效的措施是将其迁入动物园
 - C. 研究小灵猫的摄食行为, 体现了生物多样性的科学研究价值
 - D. 复旦大学校园内众多种类的动物体现了物种多样性
9. 果蝇属 XY 型性别决定生物, 体细胞中有 4 对 8 条染色体。下列对雄果蝇细胞中染色体观察的结果及其分析, 正确的是 ()
- A. 有丝分裂和减数第一次分裂的细胞中均有 8 条染色体, 5 种形态
 - B. 有丝分裂和减数第二次分裂的细胞中均有 8 条染色体, 4 种形态
 - C. 有丝分裂和减数第一次分裂的细胞中均有同源染色体, 5 种形态
 - D. 有丝分裂和减数第二次分裂的细胞中均有同源染色体, 4 种形态
10. 已知某种植物的花色由两对等位基因 A/a 和 B/b 控制, 花色有紫花 (A_bb)、红花 (A_Bb)、白花 (A_BB 、 $aa_$) 三种。某研究小组成员让红花植株 ($AaBb$) 自交, 观察并统计子代的花色及比例 (不考虑交叉互换)。下列说法不正确的是 ()
- A. 若子代的花色及比例为 3 紫花: 6 红花: 7 白花, 则两对等位基因分别位于两对同源染色体上
 - B. 若子代的花色及比例为 1 紫花: 2 红花: 1 白花. 则 A 和 b 在同一条染色体上, a 和 B 在同一条染色体上
 - C. 若子代的花色及比例为 1 红花: 1 白花, 则 A 和 B 在同一条染色体上, a 和 b 在同一条染色体上
 - D. 若两对等位基因独立遗传, 则子代中稳定遗传的白花植株所占的比例为 $1/2$
11. 从格里菲思到艾弗里再到赫尔希和蔡斯, 前后历经 24 年, 人们才确信 DNA 是遗传物质。下列有关叙述中, 不正确的是 ()
- A. 格里菲思认为加热杀死的 S 型细菌的 DNA 将 R 型活细菌转化为 S 型细菌
 - B. 若将 S 型细菌的蛋白质与 R 型活细菌混合培养, 只能得到一种菌落
 - C. 艾弗里的实验思路和 T_2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验思路相同
 - D. ^{32}P 标记的 T_2 噬菌体侵染未标记的大肠杆菌时, 检测到沉淀物中具有较高的放射性不能说明 DNA 是遗传物质

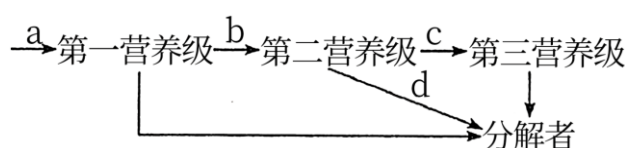
12. 基因突变和染色体变异是真核生物可遗传变异的两种来源。下列有关说法正确的是 ()

- A. 基因突变都是由隐性基因突变为显性基因，即显性突变
- B. 一般来说，基因突变所涉及的碱基对的数目比染色体变异所涉及的碱基对的数目多
- C. 染色体数目变异中，既可发生以染色体组为单位的变异，也可发生以染色体为单位的变异
- D. 若 aa 植株发生突变产生 Aa 的子一代，子代再自交，最早在子三代才出现显性突变纯合体

13. 研究发现，高浓度的生长素 (IAA) 和脱落酸 (ABA) 都具有抑制种子萌发的作用，且两者共同施用时的抑制作用比单独施用更明显。下列叙述不正确的是 ()

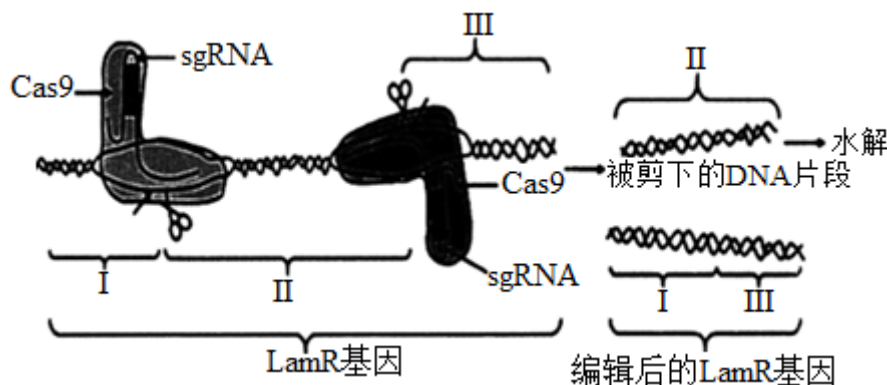
- A. 在抑制种子萌发的过程中，有多种激素的影响，与环境因素无关
- B. 在抑制种子萌发方面，高浓度 IAA 和脱落酸具有协同关系
- C. 高浓度 IAA 可能促进 ABA 的合成，增加 ABA 含量，从而使抑制作用更明显
- D. 高浓度 IAA 可能增强了植物细胞对 ABA 的敏感性，从而使抑制作用更明显

14. 如图为某一鱼塘生态系统的生物关系 (a~d 表示能量数值)，下列各项叙述不正确的是 ()



- A. 图中 d 表示第二营养级流向分解者的能量
- B. 分解者获得的能量最多，个体内积累的难分解杀虫剂也最多
- C. 在高密度鱼塘中众多的植食性鱼所获得的总能量往往大于 a
- D. 初级消费者流向次级消费者的能量传递效率为 $\frac{c}{b}$

15. 猪瘟病毒能与猪细胞膜上的 LamR 受体蛋白结合，进而侵入细胞引起猪瘟。利用基因编辑技术改变 LamR 受体蛋白基因，使 LamR 受体蛋白不能与猪瘟病毒正常结合，但不影响生理功能，从而培育出抗猪瘟病毒猪。基因编辑原理是由一条人为设计的单链向导 RNA (sgRNA) 引导 Cas9 蛋白到特定的 DNA 位点进行切割，从而完成对目的基因的编辑。基因编辑过程如下图所示。下列叙述错误的是



- A. 培育抗猪瘟病毒猪，一般选择受精卵作为基因编辑的受体细胞，这样获得的个体的所有细胞都无法被猪瘟病毒感染
- B. Cas9 蛋白的功能是准确识别 DNA 特定序列并进行切割
- C. 改造后的受体细胞经培养发育到囊胚或桑椹胚时，可将其进行冷冻保存或胚胎移植
- D. 通过基因编辑技术改造前后的两种 LamR 基因是等位基因

二、多项选择题：共 5 小题，每题 3 分，共 15 分。每题有不止一个选项符合题意。每题全选对者得 3 分，选对但不全的得 1 分，错选或不答的得 0 分。

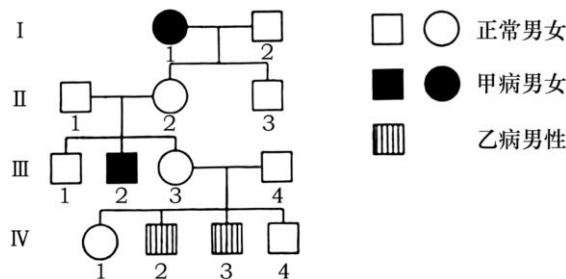
16. 细胞色素 c 是广泛存在于动、植物和微生物中的一种蛋白质，位于线粒体内的电子传递链中，若缺乏细胞色素 c，耗氧量降低，生物出现呼吸作用障碍。若细胞色素 c 从线粒体释放到细胞质中后，会激活凋亡程序。细胞色素 c 的氨基酸序列表现为高度的保守性，下表是多种生物与人类细胞色素 c 氨基酸序列的差异。

下列说法正确的是

生物	黑猩猩	恒河猴	兔	牛、羊、猪	果蝇	小麦	酵母
差异	0	1	9	10	27	35	45

- A. 细胞色素 c 可以作为分子指标来判断不同种生物亲缘关系的远近
B. 细胞色素 c 氨基酸序列的高度保守性说明生物可能是由共同的祖先进化而来
C. 细胞色素 c 可能位于线粒体的内膜上，参与有氧呼吸第三阶段
D. 细胞色素 c 直接控制细胞凋亡

17. 甲、乙为两种单基因遗传病，分别由一对等位基因 A/a、B/b 控制，且两对等位基因独立遗传。已知其中一种病为伴性遗传病，下图为某家系的遗传系谱图，有关分析正确的是



- A. B/b 位于 X 染色体上，乙病为伴 X 染色体隐性遗传病
B. 该家系中一定携带两种致病基因的个体是 I₁ 和 II₂
C. IV₁ 可能不携带甲、乙病的致病基因，通过产前诊断可避免生出患病孩子
D. 若 IV₄ 的性染色体组成为 XXY，则产生异常生殖细胞的亲本最可能是 III₃

18. 在多附肢卤虫体细胞中有一种超双胸基因 (Ubx)，该基因不抑制卤虫胚胎胸部附肢的发育，在果蝇中也存在 Ubx 基因，但在果蝇体内则强烈地抑制胚胎胸部附肢的发育。分析卤虫和果蝇 Ubx 蛋白的序列后发现，卤虫的 Ubx 蛋白 C 端 29 个氨基酸中有 7 个丝氨酸或苏氨酸，而果蝇的 Ubx 蛋白 C 端却没有丝氨酸和苏氨酸。科学家推测果蝇的祖先很可能是由卤虫的祖先进化而来，理由是 Ubx 蛋白 C 端的丝氨酸和苏氨酸为其他氨基酸所取代。下列说法正确的是

- A. 果蝇的 Ubx 基因与卤虫的不同，可能是基因突变造成的
B. 不同卤虫体内的 Ubx 基因碱基序列有可能不同
C. Ubx 基因在卤虫和果蝇中表达时所需氨基酸种类不同
D. 与卤虫相比，果蝇 Ubx 基因的改变是为了适应不同的生存环境

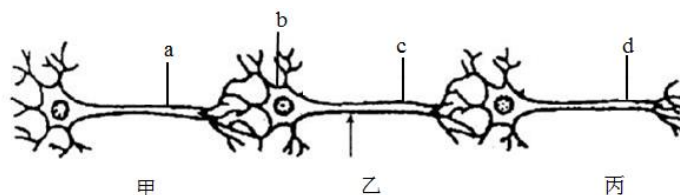
19. 血液生化六项是针对人体血液的一种检查，能预防某些疾病的发生（丙氨酸氨基转移酶含量是衡量肝功能的一项指标；肌酐与尿素氮为细胞代谢废物，其含量是衡量肾功能的一项指标）。下表为某人血液生化六项检查的部分结果。下列分析正确的是

项目	测定值	单位	参考范围
丙氨酸氨基转移酶	13	IU/L	0~45
肌酐	1.4	mg/dL	0.5~1.5
尿素氮	22.6	mg/dL	6.0~23.0
血清葡萄糖	223	mg/dL	60~110
甘油三酯	217	mg/dL	50~200

总胆固醇	179	mg/dL	150~220
------	-----	-------	---------

- A. 此人甘油三酯偏高，建议低糖、低脂饮食并适当运动
 B. 血清葡萄糖超出正常范围，说明此人一定患有糖尿病
 C. 此人肾脏可能出现了功能障碍，导致代谢废物不能及时排出体外
 D. 每种成分参考值都有一个范围，说明内环境稳态是一种动态的相对稳定

20. 神经内分泌细胞具有神经细胞的结构，可以接受高级中枢传来的冲动而兴奋，释放激素，下图为通过突触进行信息传递的三个细胞，甲、乙为神经细胞，均释放兴奋性神经递质，丙为合成、分泌 TRH 的神经内分泌细胞。若在箭头处施加一强刺激，则下列叙述正确的是



- A. 刺激部位细胞膜对 Na^+ 的通透性增加， Na^+ 内流使膜电位表现为内正外负
 B. 在 c、d 处可以测到膜电位的变化，而在 a、b 处不能测到
 C. 乙细胞神经递质和丙细胞 TRH 的释放均为胞吐方式
 D. 乙细胞受刺激、兴奋时，细胞内 K^+ 浓度大于细胞外

三、非选择题：共 5 题，共 55 分。

21. “纳米曝气—生物膜—水生植物”一体化生态修复集成系统是当前城市黑臭河道治理常用技术手段，该系统分别从水体增氧、微生物负载增殖、植物吸收降解等途径对黑臭水体进行全面水质净化，有效地消除水体黑臭，提高水体的自净能力，从而实现对河道的生物修复。下图 1 是该河道引清渐推生态修复工程流程图，图 2 是该河道的模拟修复示意图。请回答下列问题：



图1

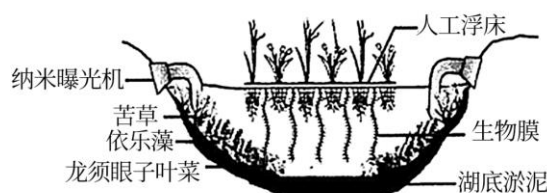


图2

(1) 该河道因工厂和生活污水的排放会导致水体中_____等元素含量升高，引起藻类大量繁殖，其死亡后被微生物分解，引起水体溶氧量下降，造成鱼类等死亡，进一步破坏生态系统的稳定，这种调节方式称为_____。

(2) 纳米曝气机可产生纳米级的细小气泡，能快速增加水体溶解氧，有利于_____，从而提高治污效果。

(3) 沉水植物对于提高水体自净能力和保持水体清洁状态具有重要作用，河道沉水植物在选择时要综合考虑河道水体的_____等条件。在向河道内移栽沉水植物之前，先引进清水的目的是_____。和浮床上的挺水植物相比，沉水植物在净化水体效果方面的优点有_____。

(4) 在水体中放养食藻虫能有效降低藻类和有机碎屑的含量，这说明食藻虫在生态系统中的成分可能是_____。相比于直接投放到水体中，将光合细菌和硝化细菌等微生物固定在生物膜上的优点有_____。

22. 胃酸指胃液中的盐酸，由胃部壁细胞分泌。当食物进入胃内时，胃酸即开始分泌，下图为胃酸分泌的

部分调节机制示意图。请回答下列问题：



- (1) 胃液中的胃蛋白酶_____（填“属于”或“不属于”）内环境成分。胃酸的分泌_____（填“有利于”或“不利于”）胃蛋白酶发挥作用。
- (2) 促胃液素的靶细胞有_____，这些靶细胞能接受促胃液素调节的原因是_____。
- (3) 刺激壁细胞分泌胃酸的信号分子有_____。若切断胃部传出神经，食物在胃内的刺激仍能引起胃酸分泌，这说明_____。

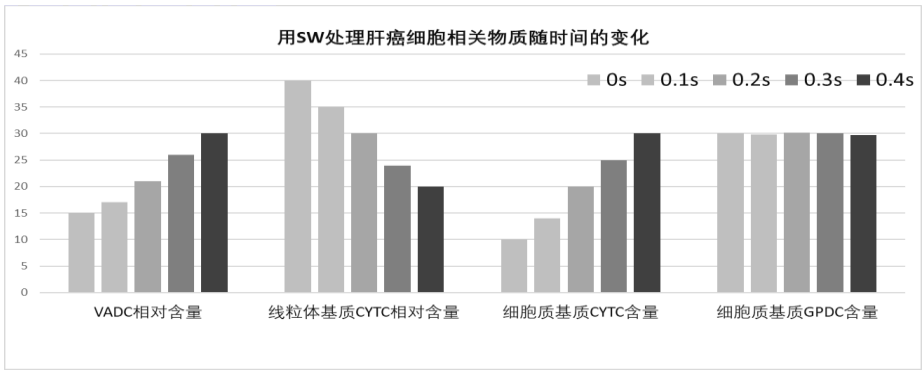
23. 纳米材料为癌症治疗带来了曙光。科研人员利用纳米材料 SW 诱导肝癌细胞凋亡开展相关实验。

- (1) 正常情况下，线粒体内膜上的质子泵能够将_____中的 H^+ 泵到膜间隙，使得线粒体内膜两侧形成_____，为 ATP 的合成奠定了基础。
- (2) 科研人员使用不同浓度的 SW 溶液与肝癌细胞混合后，置于_____培养箱中培养 48 小时后，检测肝癌细胞的线粒体膜电位。（已有实验证明对正常细胞无影响）

组别	实验材料	实验处理	实验结果	
			线粒体膜电位的相对值	ATP 合成酶活性相对值
1	人肝癌细胞	不加入 SW	100	100
2		加入 SW	59	78

1、2 组比较说明 SW 能_____导致肝癌细胞产生 ATP 的能力下降，_____肝癌细胞凋亡。

- (3) 科研人员使用 SW 处理肝癌细胞，一段时间后，相关物质含量变化如下图所示。



由于细胞中 GPDC 蛋白的表达量_____，在实验中可作为标准对照。
VADC 为线粒体膜上的通道蛋白，SW 处理肝癌细胞后，VADC 含量_____，促进 CYTC_____，与细胞凋亡因子结合，诱导细胞凋亡。

- (4) 综上所述，推测 SW 诱导肝癌细胞凋亡的机理是_____。

24. 不饱和脂肪酸具有重要的医疗价值和营养价值，但哺乳动物自身缺乏去饱和酶基因（Fat-1），因此自身所需的不饱和脂肪酸只能从食物中获取，下面是制备 Fat-1 转基因奶牛的技术路线：研究人员从线虫中筛选出 Fat-1 基因，进行相关优化处理后，构建成 Fat-1 基因表达载体，如图所示，接着将表达载体导入到奶

牛的胚胎成纤维细胞，最后培育出转基因奶牛。请回答下列问题：

(1) **Fat-1** 基因的优化：由于密码子具有_____，而不同生物编码同一种氨基酸的密码子存在偏好性的差异，因此需要把从线虫中获取的 **Fat-1** 基因进行优化，把线虫的基因遗传编码方式改变为牛的编码方式以利于在受体细胞内进行表达。据此推测，优化后的 **Fat-1** 基因与优化前相比_____



- A. 碱基序列有一定程度的改变
- B. 编码的氨基酸序列没有改变
- C. 编码的氨基酸序列往往变化
- D. 可提高该基因在牛细胞中翻译的效率

(2) 构建 **Fat-1** 基因表达载体：在对优化后的 **Fat-1** 基因进行 PCR 扩增时，设计加入_____酶切位点，便于构建如图所示的基因表达载体。若生产富含不饱和脂肪酸的牛奶，需要将 **Fat-1** 基因与_____等调控元件重组在一起。

(3) 转基因成纤维细胞的筛选与鉴定：将经过转化处理的成纤维细胞培养在含有_____的选择培养液中培养，培养时需要定期更换培养液，原因是_____。对能存活的细胞进行_____检测，筛选出 **Fat-1** 基因成功整合到其基因组中的受体细胞。

(4) 培育 **Fat-1** 转基因奶牛：请用上述筛选成功的转基因成纤维细胞为实验材料，简要写出培育 **Fat-1** 转基因奶牛的实验思路_____。

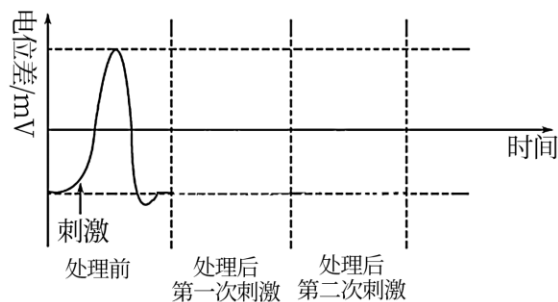
25. 在神经细胞与骨骼肌细胞之间存在类似突触的神经-肌肉接头。研究发现，肌细胞外钙离子会对钠离子内流产生竞争性抑制，称为膜屏障作用，因此钙离子浓度会影响肌细胞的兴奋性。

(1) 兴奋在传递过程中，突触前神经元释放神经递质，经突触间隙与肌细胞膜上的_____结合，引发钠离子通道开放，钠离子通过通道蛋白以_____的运输方式进入细胞，引起肌细胞兴奋产生收缩效应。而血钙过低常常引发肌肉痉挛，根据题目信息，解释其原因：_____。

(2) 河豚是一种美味的食材，但其体内含有的河豚毒素是一种剧毒的神经毒素，若烹饪不当会引发中毒。河豚毒素能特异性地抑制钠离子通道，从而减小神经纤维上动作电位的峰值，且作用时间越长，效果越明显；但河豚毒素对钾离子通道无直接影响，因此对静息电位基本无影响。

①河豚毒素中毒后，可能会引发患者 _____（肌肉痉挛/肌无力），随着时间延长，症状会逐渐 _____（增强/消退）。

②为验证河豚毒素的作用机理，用适宜浓度的河豚毒素处理蛙的神经纤维，分别用微电极刺激处理前后的神经纤维，并测得电位变化。下图已画出处理之前的蛙神经纤维电位变化曲线，请补充处理之后的电位变化曲线。_____



③临床上，根据河豚毒素的作用机理，在经过提纯、减毒等处理之后，可以用作镇痛药物，试分析这样做的依据_____。

26. 为研究人红细胞和白细胞在不同浓度 NaCl 溶液中的数目变化，请根据以下提供的实验材料，以红细胞和白细胞数目变化为检测指标，完善实验思路，并预测实验结果。

材料与用具：人血稀释液、NaCl、蒸馏水、血细胞计数板、试管若干支、显微镜等。（要求和说明：不同浓度 NaCl 溶液的具体配制过程、细胞计数的具体操作过程不作要求）请回答：

（1）实验思路：

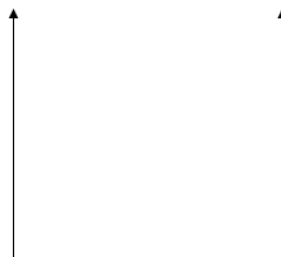
①_____；

②_____；

③_____；

④对所获实验数据进行分析与统计。

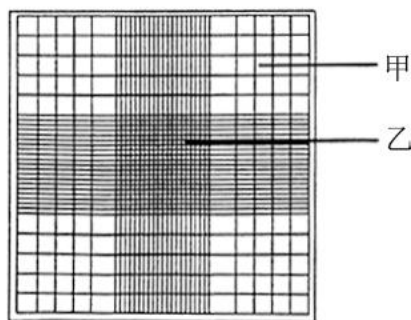
（2）预测实验结果（请完善坐标系，并绘制预测细胞数目的变化曲线）：_____。



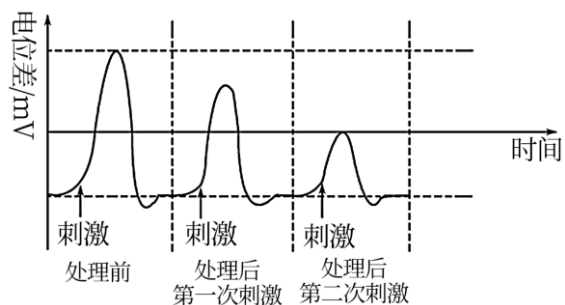
（3）分析与讨论

①制作装片时，为了减少实验误差，在血细胞计数板的制片过程中除了要防止出现气泡，盖玻片严密地盖在计数板表面上之外还必须避免_____，其中产生气泡会造成测量数值_____（填“偏大”或“偏小”）。

②下图为血细胞计数板的一个计数室示意图，在进行红细胞计数时所选择的计数区为_____，选择的依据是_____。



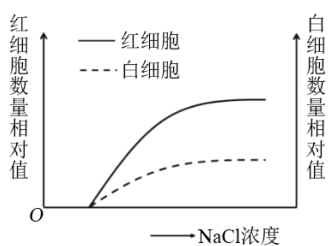
25【答案】特异性受体 协助扩散 钙离子浓度过低，对钠离子内流的竞争性抑制减弱，增强了肌细胞的兴奋性，使其持续兴奋引发肌肉痉挛。 肌无力 增强 如图



河豚毒素特异性抑制钠离子内流，阻止动作电位的产生

和传导，使兴奋无法传入神经中枢产生痛觉，实现镇痛效果。

26【答案】取试管若干，将不同量的 NaCl 溶于蒸馏水中，配制成一定浓度梯度的 NaCl 溶液。 将人血稀释液摇匀后，分别等量加入上述各支试管中，摇匀后放置一定时间 取各试管中的血液稀释液，分别滴加到血细胞计数板上，在显微镜下计算白细胞和红细胞的数目，并记录实验数据。



人血稀释液残留在盖玻片上 偏小 乙 红细胞的大小和数量

不同浓度NaCl溶液中红细胞和白细胞
数目变化相对值