

理科综合试题

(考试时间: 150 分钟 满分: 300 分)

注意事项:

1. 答题前, 务必在答题卡和答题卷规定的地方填写自己的姓名、准考证号和座位号后两位。
2. 答选择题时, 每小题选出答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。
3. 答非选择题时, 必须使用 0.5 毫米的黑色墨水签字笔在答题卷上书写, 要求字体工整、笔迹清晰。作图题可先用铅笔在答题卷规定的位置绘出, 确认后再用 0.5 毫米的黑色墨水签字笔描清楚。必须在题号所指示的答题区域作答, 超出答题区域书写的答案无效, 在试题卷、草稿纸上答题无效。
4. 考试结束, 务必将答题卡和答题卷一并上交。

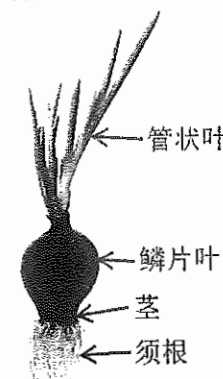
可能用到的相对原子质量: O-16 Ce-58

一、选择题: 本题共 13 小题, 每小题 6 分, 共 78 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 蛋白质和核酸是两类最重要的生物大分子, 它们既是生命赖以存在的物质, 也是生命活动的产物。下列有关说法正确的是
 - A. 蛋白质可与核酸结合形成复杂的结构, 如核糖体与中心体
 - B. 蛋白质和核酸在细胞中的功能是由化学组成和结构决定的
 - C. 蛋白质的合成受核酸控制, 核酸的合成不需要蛋白质参与
 - D. 蛋白质和 DNA 的变性分别与肽键和磷酸二酯键的断裂有关
2. 细胞周期可分为分裂间期和分裂期 (M 期), 根据 DNA 合成情况, 分裂间期又分为 G₁ 期 (DNA 合成前期)、S 期 (DNA 合成期) 和 G₂ 期 (DNA 合成后期)。研究发现, 动物上皮细胞产生的 G₂ 抑素能够抑制上皮细胞增殖, 使其停止在 G₂ 期。皮肤破损后, G₂ 抑素释放量减少; 伤口愈合时, G₂ 抑素释放量增加。下列叙述正确的是
 - A. 与 G₁ 期细胞相比, G₂ 期细胞中染色体数、核 DNA 数均加倍
 - B. 细胞周期中核膜和核仁发生周期性变化, S 期消失 M 期重建
 - C. 伤口愈合时, 皮肤中处于有丝分裂的细胞数目逐渐增多
 - D. 若细胞对 G₂ 抑素的敏感性下降, 则可能导致皮肤癌的发生

3. 洋葱的管状叶浓绿色, 鳞片叶有紫色和白色等类型, 茎短缩成盘状, 下面生有须根, 是生物学实验中“一材多用”的常见材料, 如图所示。分析下列实验, 说法正确的是

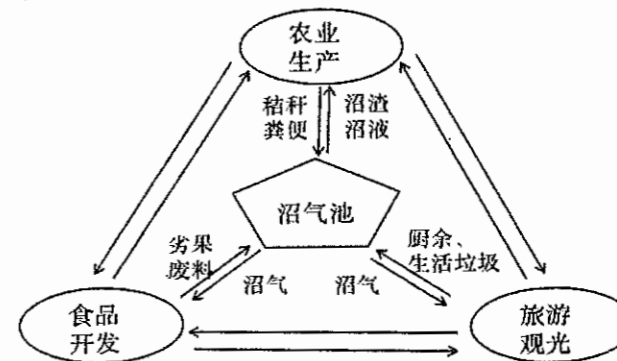
- A. 用久置的洋葱管状叶做材料进行“绿叶中色素的提取和分离”实验, 滤纸条上不会出现任何色素带
- B. 选取洋葱鳞片叶外表皮进行“探究植物细胞的吸水和失水”实验, 质壁分离过程中细胞的吸水能力逐渐增大
- C. 进行“DNA 的粗提取与鉴定”实验时, 向洋葱鳞片叶研磨离心后获取的上清液中加入冷酒精可促进 DNA 的溶解
- D. 用低温处理洋葱的根尖分生组织细胞, 诱导细胞内染色体数目加倍的机制是低温抑制了细胞壁的形成



4. 多数植物受到昆虫蚕食时会分泌植物激素茉莉酸, 启动抗虫防御反应, 如茉莉酸可以引发植物合成并释放吸引昆虫天敌的萜类物质。茉莉酸还可以引发叶片中蛋白酶抑制剂含量升高, 进而抑制昆虫消化道内蛋白酶对食物中蛋白质的水解。下列说法正确的是

- A. 茉莉酸可以催化植物叶片细胞内萜类物质的合成
- B. 植物激素的产生和分布由环境因素决定, 与基因表达无关
- C. 昆虫取食植物和植物的抗虫防御反应是协同进化的结果
- D. 将蛋白酶抑制剂基因转入昆虫体内, 可有效防治虫害

5. 某庄园是集农业生产、食品开发、旅游观光为一体的大型生态农业观光园。下图为该生态庄园的运行模式图, 关于该模式的说法错误的是

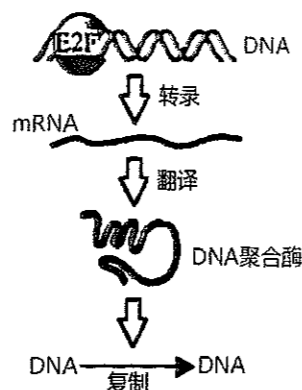


- A. 沼气池的建立使废弃物变成了生产原料, 还能有效防止环境污染
- B. 农作物可以直接利用家畜粪便中的有机物, 实现物质的良性循环
- C. 劣果废料可生产沼气, 产生的沼渣作为肥料还田, 实现了能量的多级利用
- D. 该模式体现了生态工程的整体原理, 实现了生态、经济、社会效益的共赢

准考证号
姓名
班级
学校

题
答
要
不
内
线
封
密

6. 人类 13 号染色体上 Rb 基因突变是导致视网膜母细胞瘤的原因之一。已知 Rb 基因表达产物 pRb 蛋白可与调控因子 E2F 结合, 进而抑制 E2F 的功能。E2F 可与靶基因结合启动靶基因的表达, 最终能促进细胞分裂, 过程如图所示。下列分析不合理的是



- A. Rb 基因可能是一种与癌变有关的抑癌基因
- B. Rb 基因突变产生的新基因是其等位基因
- C. E2F 通过调控 DNA 聚合酶的合成促进细胞分裂
- D. 可以通过修复造血干细胞中的 Rb 基因治疗该病

7. 化学与生活和生产密切相关。下列叙述错误的是

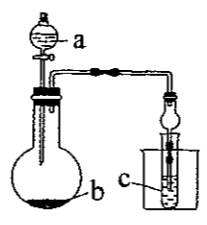
- A. 用“84”消毒液消毒涉及到蛋白质的变性
- B. 莫高窟壁画中绿色颜料铜绿的主要成分是碳酸铜
- C. 碳纳米管有优良的电学性能, 可用于制作电池
- D. 北斗卫星导航系统所用芯片的主要材料为硅

8. 一种固定二氧化碳的原理为 。下列有关叙述错误的是

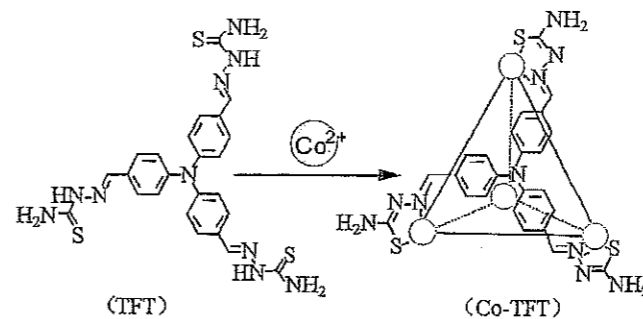
- A. 二氧化碳分子中 σ 键和 π 键的个数比为 1:1
- B. p 与环己酮 () 互为同分异构体
- C. p 生成 q 的反应类型为取代反应
- D. 1 mol q 最多可与 2 mol NaOH 发生反应

9. 用如图装置能达到相应实验目的是

选项	试剂 a	试剂 b	试剂 c	实验目的
A	浓氨水	碱石灰	硫酸铜溶液	制备硫酸四氨合铜溶液
B	浓硫酸	亚硫酸钠	溴水	验证二氧化硫的漂白性
C	乙酸	碳酸钠	苯酚钠溶液	验证酸性: 乙酸 > 碳酸 > 苯酚
D	饱和食盐水	电石	酸性高锰酸钾溶液	证明乙炔中含有不饱和键

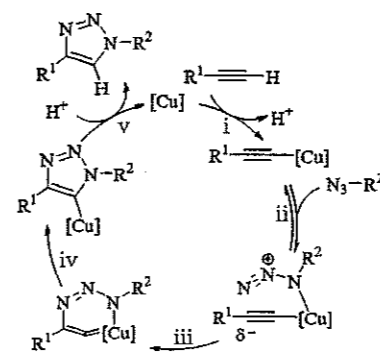


10. 超分子笼 (Co-TFT) 是由四个 Co^{2+} 与四个 TFT 分子配位形成的一种笼状结构, 如图所示。下列叙述正确的是



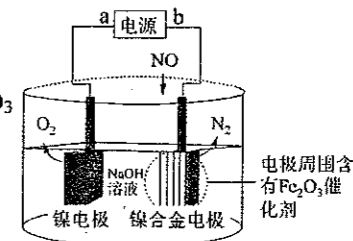
- A. 第一电离能的大小关系为 $\text{C} < \text{N} < \text{O}$
- B. TFT 分子中所有碳原子共平面
- C. TFT 分子中氮原子的杂化方式都是 sp^2
- D. Co-TFT 中 Co^{2+} 的配位数为 6

11. 点击化学的代表反应为一价铜 [Cu] 催化炔基与叠氮基发生环加成反应, 其反应原理如下图所示。下列叙述错误的是



- A. 基态一价铜 [Cu] 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10}$
- B. 第一步发生的反应方程式为 $\text{R}^1\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + [\text{Cu}] \rightarrow \text{R}^1\text{C}\equiv\text{C}-[\text{Cu}] + \text{H}^+$
- C. 依据该机理可以发生反应: $\text{N}_3-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow$
- D. 点击化学实现了功能分子的高效快速合成

12. 我国科学家研发的一种电催化处理氮氧化物的工艺装置如图所示, 阴极上发生的电极反应为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 2\text{Fe} + 6\text{OH}^-$ 。下列叙述正确的是



- A. a 极为电源的负极
- B. 电极周围 NO 发生的反应为 $6\text{NO} + 4\text{Fe} = 3\text{N}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
- C. 工作时需不断补充 NaOH 溶液
- D. 工作时两极生成的 N_2 和 O_2 体积比为 2:1

13. 人体血液存在 $\text{H}_2\text{CO}_3-\text{HCO}_3^-$ 和 $\text{HPO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 等缓冲对。常温下，研究水溶液中各缓冲对微粒浓度之比的对数值 $\lg x$ [x 表示 $\frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ 或 $\frac{c(\text{HPO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}$] 与 pH 的关系，得到如图曲线。

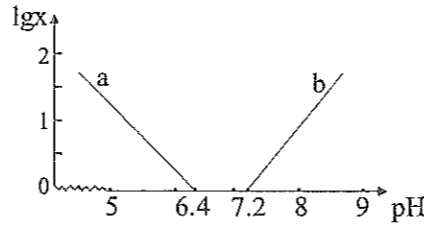
下列叙述错误的是

A. 曲线 a 表示 $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ 与 pH 的变化关系

B. $K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 10^{-7.2}$

C. 随 pH 增大， $\frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{HPO}_4^{2-})}$ 逐渐增大

D. 当少量酸进入人体血液时， $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ 平衡逆向移动，血液酸碱度基本不变



二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 我国自主研发的“玲珑一号”核反应堆，是全球最小的商用核反应堆，核反应方程为 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{x}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{y}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \gamma$ ，反应产物 ${}_{x}^{144}\text{Ba}$ 会发生 β 衰变。已知核 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 、 ${}_{x}^{144}\text{Ba}$ 、 ${}_{36}^{y}\text{Kr}$ 和 ${}_0^1\text{n}$ 质量分别是 235.0439u、140.9139u、91.8973u 和 1.0087u，1u 为 $1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。则下列说法正确的是

A. 核反应方程中的 $x=56$ ， $y=89$

B. ${}_{92}^{235}\text{U}$ 核的比结合能大于 ${}_{x}^{144}\text{Ba}$ 核的比结合能

C. ${}_{x}^{144}\text{Ba}$ 的衰变方程为 ${}_{x}^{144}\text{Ba} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{57}^{145}\text{X} + {}_{-1}^0\text{e}$

D. 一个铀核裂变放出的核能约为 $3.2 \times 10^{-10}\text{J}$

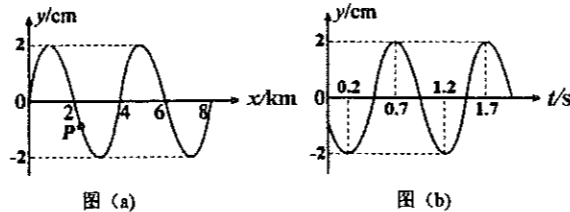
15. 2022 年 12 月 1 日 12 时 57 分在安徽省某地（东经 117.45 度，北纬 31.35 度）发生了 3 级地震，震源深度 8 千米。地震发生时合肥监测站监测到了一列沿 x 轴传播的地震横波， t_0 时刻的波形图如图 (a) 所示，质点 P 从 t_0 时刻开始的振动图像如图 (b) 所示。则下列说法正确的是

A. 该波沿 x 轴正方向传播

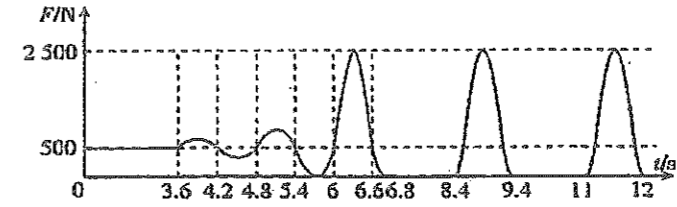
B. 该波沿 x 轴传播 20km 距离需要 5s

C. 该波在传播过程中遇到 50m 尺寸的障碍物时不会发生明显的衍射现象

D. 该波与频率为 1Hz 的简谐横波相遇，一定能形成稳定的干涉图样



16. 在蹦床运动过程中，用力传感器测出弹簧床对运动员的弹力 F ，下图是绘制的 F 随时间 t 的变化图像，不计空气阻力，重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。则下列说法正确的是



A. 运动员的质量为 40kg

B. 运动员在 3.6s-4.8s 内处于超重状态

C. 运动员的最大加速度大小为 50 m/s^2

D. 运动员离开蹦床上升的最大高度为 3.2m

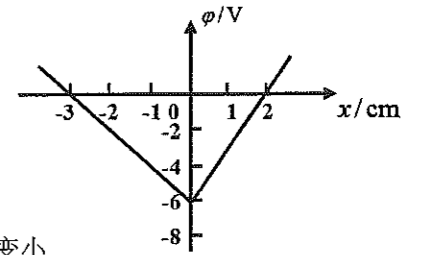
17. 真空中存在着方向平行 x 轴的电场， x 轴上各点的电势 ϕ 随位置 x 变化的关系如图所示。一带正电粒子从 $x=-3\text{cm}$ 处由静止释放，已知粒子的比荷为 $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$ ，不计重力。则下列说法正确的是

A. 该电场为匀强电场

B. 粒子在 $[-3\text{cm}, 2\text{cm}]$ 区间内做简谐运动

C. 粒子运动过程中的最大速率为 $2.4 \times 10^4 \text{ m/s}$

D. 粒子沿 x 轴正方向运动过程中，电势能先变大后变小



18. 手机无线充电技术越来越普及，图 (a) 是某款手机无线充电装置，其工作原理如图 (b) 所示。送电线圈 ab 间接入如图 (c) 所示的正弦交变电流。快充时，将 S 与 1 合上，送电线圈和受电线圈的匝数比 $n_1:n_2=4:1$ ，手机两端的电压为 11V，充电功率为 44W；慢充时，将 S 与 2 合上，送电线圈和受电线圈的匝数比 $n_1:n_2=5:1$ ，手机两端的电压为 5V，充电功率为 10W。装置线圈视为理想变压器，则下列说法正确的是

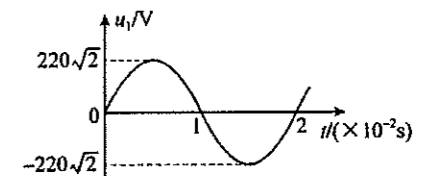
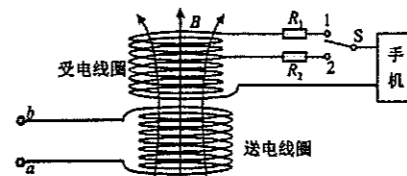


图 (a)

图 (b)

图 (c)

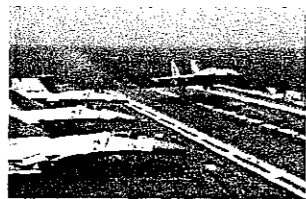
A. R_1 的阻值为 10Ω

B. R_2 的阻值为 20Ω

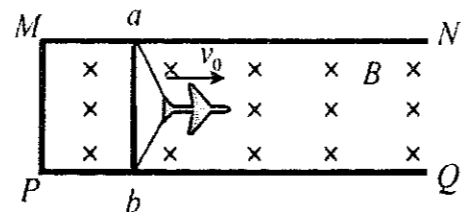
C. R_1 的阻值为 11Ω

D. R_2 的阻值为 22Ω

19. 我国新一代航母阻拦系统采用了电磁阻拦技术，其工作原理如图(b)所示。固定在水平甲板内的“U”型金属导轨位于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面，导轨电阻不计， MN 、 PQ 平行且相距 l 。一质量为 m 、阻值为 R 的导体棒 ab 垂直搁置在两导轨之间，且与导轨接触良好。质量为 M 的飞机着舰时，迅速钩住导体棒 ab 上的绝缘绳，同时关闭动力系统并立即与导体棒 ab 获得相对航母的共同速度 v_0 。飞机和导体棒一起减速滑行距离 x 后停下。除安培力外，两者一起运动时所受阻力恒为 f ，导体棒始终与导轨垂直，绝缘绳的质量不计。则从飞机与导体棒共速到停下来的过程中，下列说法正确的是



图(a)



图(b)

- A. 导体棒产生的焦耳热 $\frac{1}{2}(M+m)v_0^2 - fx$
- B. 飞机与导体棒共速时， ab 两端的电压为 Blv_0
- C. 通过导体棒某横截面的电荷量为 $\frac{Blx}{R}$
- D. 所经历的时间为 $\frac{(M+m)v_0}{f} - \frac{B^2lx}{Rf}$

20. 人类设想在赤道平面内建造垂直于地面并延伸到太空的电梯，又称“太空电梯”。宇航员乘坐该电梯可直达太空站，如图(a)所示。在图(b)中，曲线 A 为地球引力对宇航员产生的加速度大小 a 与宇航员距地心的距离 r 的关系；直线 B 为宇航员相对地面静止时的向心加速度大小 a 与 r 的关系。 a_0 、 r_0 、 R 均为已知量， R 为地球半径，万有引力常量为 G 。则下列说法正确的是

A. 电梯停在 r_0 处时，宇航员与电梯舱间的弹力不为零

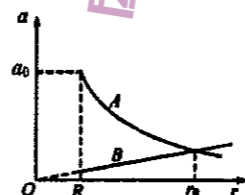
B. 从地面发射卫星的最小发射速度为 $\sqrt{a_0 R}$

C. 随着 r 增大，宇航员与电梯舱间的弹力增大

D. 地球同步卫星的周期为 $\sqrt{\frac{4\pi^2 r_0^3}{a_0 R^2}}$



图(a)

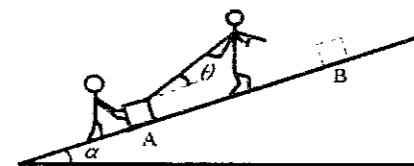


图(b)

21. 红旗渠是 20 世纪 60 年代林县(今林州市)人民在极其艰难条件下，近 10 万人仅靠手拉肩扛耗时 10 年，从太行山腰修建的引漳入林的水利工程，全长 1500 公里，被誉为“世界第八大奇迹”。图(a)是修建时的场景，现将人们推石块的情形简化成图(b)所示的模型，山坡的倾角为 α 。两位农民将质量为 m 的石块从 A 点匀速移到 B 点，前面农民用轻绳拉石块，后面农民沿斜坡向上推，轻绳与斜坡的夹角为 θ 。已知 AB 间距为 l ，石块所受阻力与正压力之比恒为 k ，重力加速度为 g ，若拉力和推力大小相等，则下列说法正确的是



图(a)



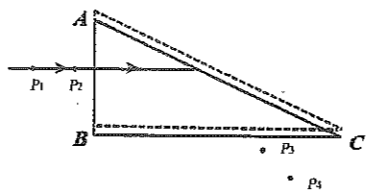
图(b)

- A. 石块的机械能增加了 $mgl \sin \alpha$
- B. 当 $\tan \theta = k$ 时，沿斜面向上的推力最小
- C. 拉力和推力的功率之和与 θ 无关
- D. 石块受到的重力、拉力和推力的合力方向与 θ 无关

三、非选择题：共 174 分。

22. (6 分) 为了测量直角三棱镜的折射率，某实验小组在木板上铺一张白纸，将三棱镜放在白纸上并用细线描出三棱镜的轮廓，如图中 $\triangle ABC$ 的实线所示，接着在垂直于 AB 的方向上插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，在棱镜的 BC 侧透过三棱镜观察两个大头针，当 P_1 的像恰好被 P_2 的像挡住时，插上大头针 P_3 ，使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像，再插上大头针 P_4 ，使 P_4 挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像。移去三棱镜和大头针，大头针在纸上的位置如图所示。

(1) 将实验需要的光路图补充完整；



- (2) 实验中，在棱镜的 BC 侧透过三棱镜观察两个大头针，使 P_2 的像挡住 P_1 的像的目的是 _____；
- (3) 实验小组用量角器量出光穿过 BC 界面的入射角为 α 、折射角为 β ，则三棱镜的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
- (4) 若实验中三棱镜的位置发生了微小的平移，如图中虚线所示，则测得的折射率 _____ 真实值 (选填“大于”、“等于”或“小于”)。

23. (12 分) 某同学为了测量一段长为 l 的电热丝的电阻率，进行了如下操作：

(1) 用螺旋测微器测量电热丝的直径 d ，某次测量结果如图 (a) 所示，读数为 _____ mm。

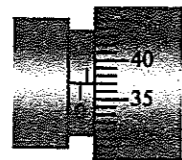


图 (a)

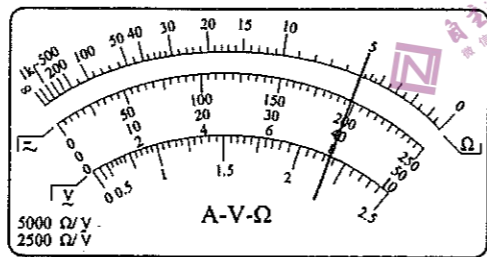


图 (b)

- (2) 用欧姆表粗测其电阻值。选用“ $\times 10$ ”倍率的电阻挡正确测量时，发现欧姆表指针偏转角过大，因此需重新选择 _____ (选填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”) 倍率的电阻挡，欧姆调零后再次测量时，其示数如图 (b) 所示，则示数为 _____ Ω 。
- (3) 为更准确地测量电热丝的电阻 R_x ，实验室提供的器材如下：
- A. 电源 E ，电动势约为 3V，内阻可忽略不计；
 - B. 电压表 V ，量程为 0~3V，内阻约 $3k\Omega$ ；
 - C. 电流表 A ，量程为 0~0.6A，内阻约 5Ω ；
 - D. 定值电阻 R_0 ；
 - E. 滑动变阻器 R ；
 - F. 单刀单掷开关 S_1 一个、单刀双掷开关 S_2 一个，导线若干。

①为了减小误差，设计了图 (c) 所示的电路图进行测量，请根据电路图完成图 (d) 中的实物图连线。

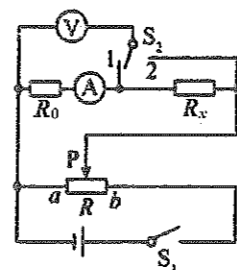


图 (c)

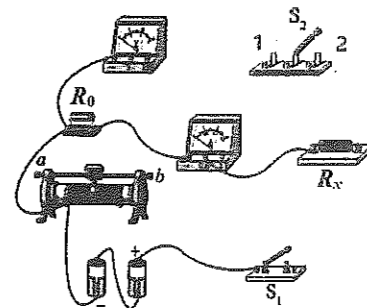
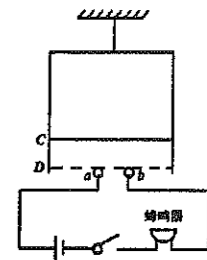


图 (d)

②将滑动变阻器 R 的滑片 P 滑至 a 端，闭合 S_1 ，将 S_2 置于位置 1，调节 R ，读出电压表和电流表的读数 U_1 和 I_1 ；再将 S_2 置于位置 2，调节 R ，读出电压表和电流表的读数 U_2 和 I_2 。则电阻丝的电阻 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中给定的或测得的物理量符号表示)。

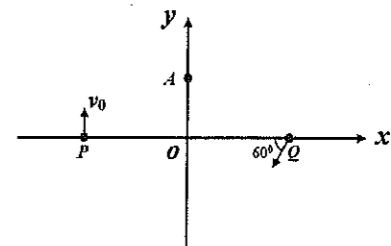
24. (10 分) 蔬菜大棚通常靠通风来调节温度，某研究小组设计了一款温控报警装置，其原理如下图所示。将导热气缸竖直悬挂在大棚内，缸内通过活塞封闭了一定质量的空气。当棚内温度为 7°C 时，活塞静止于距气缸顶部 70.0cm 的 C 处；当棚内温度缓慢升高，活塞下移 5.0cm 至 D 处，此时涂有导电物质的活塞下表面恰与 a 、 b 触点接触，蜂鸣器报警。已知活塞质量 $m=0.5\text{kg}$ 、横截面积 $S=25\text{cm}^2$ 、厚度不计，活塞与气缸之间的摩擦不计，大气压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ ， g 取 10m/s^2 。求：

- (1) 蜂鸣器刚报警时棚内温度；
- (2) 活塞由 C 至 D 过程，若缸内空气的内能增加了 37J ，缸内空气吸收的热量。



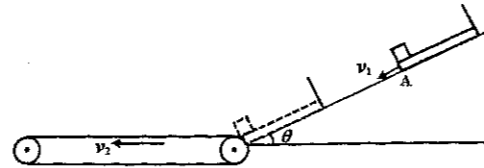
25. (14 分) 如图所示，直角坐标系 xoy ， x 轴水平， y 轴竖直。第一象限内存在平行于 y 轴的匀强电场 E_1 ，且在第一象限内的某圆形区域存在垂直于坐标平面向外的匀强磁场 B ，第二象限内存在平行于坐标平面的匀强电场 E_2 (大小、方向均未知)。一带正电小球由 x 轴上点 $P(-l, 0)$ 以初速度 v_0 竖直向上抛出，当其经过 y 轴上的 A 点时速度水平，且动能为初动能的 3 倍，再经过一段时间小球由 x 轴上点 $Q(l, 0)$ 飞出磁场，此时小球速度方向与 x 轴负方向的夹角为 60° 。已知小球质量为 m 、电荷量为 q ， $E_1 = \frac{mg}{q}$ ，空气阻力忽略不计，重力加速度为 g 。求：

- (1) A 点坐标；
- (2) 磁场的磁感应强度 B ；
- (3) 小球由 P 点到达 Q 点的时间。



26. (20分) 如图所示, 一质量为 $M=2\text{kg}$ 、长为 $l_1=4.5\text{m}$ 的木板静止在倾角 $\theta=30^\circ$ 的斜面上, 其下端位于斜面上的 A 点, 木板上端有一固定的弹性挡板; 质量为 $m=1\text{kg}$ 的小物块静置于木板下端, 小物块与木板、木板与斜面间的动摩擦因数均为 $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。现给木板一沿斜面向下的初速度 $v_1=12\text{m/s}$, 木板到达斜面底端时小物块也恰好到达木板下端, 此刻木板锁定, 小物块滑到水平传送带上继续运动, 最终从传送带左端离开, 传送带以速度 $v_2=14\text{m/s}$ 逆时针转动, 其长度 $l_2=10\text{m}$, 小物块与传送带间动摩擦因数 $\mu_2=0.5$ 。小物块经过斜面与传送带连接处机械能损失不计, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。求:

- (1) 小物块和木板开始运动的加速度;
- (2) 木板运动的时间;
- (3) 整个过程系统因摩擦增加的内能。



27. (15分) KMnO_4 是一种重要的化工原料, 某小组在实验室制备 KMnO_4 的步骤如下:

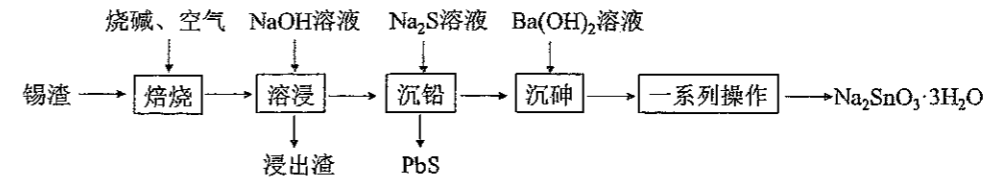
- I. 将一定量 KClO_3 和 KOH 的固体混合均匀, 在仪器 X 中用铁棒搅拌加热熔融。取一定量 MnO_2 分多次加入, 继续加热得到墨绿色 K_2MnO_4 熔融物。
- II. 熔融物冷却后, 放入盛有蒸馏水的烧杯中加热至全部溶解。
- III. 再向烧杯中滴加醋酸溶液至 K_2MnO_4 全部反应, 静置后抽滤。
- IV. 将滤液蒸发浓缩、冷却结晶、再次抽滤; 将所得固体置于 75°C — 80°C 的恒温干燥箱中干燥, 得到 KMnO_4 产品。

(1) 仪器 X 的名称是_____。进行步骤 I 操作, 下列仪器不需要的是_____ (填标号)。

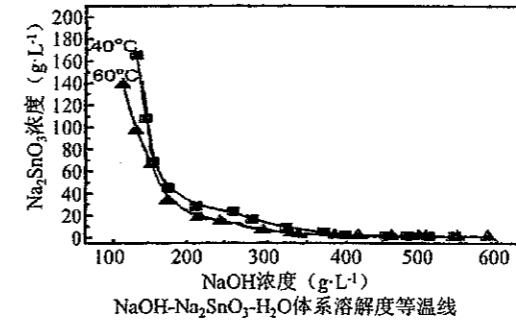


- (2) 写出 I 中生成 K_2MnO_4 的化学方程式_____。
 MnO_2 需要分多次加入的原因是_____。
- (3) III 中不能用盐酸代替醋酸溶液, 理由是_____; IV 中干燥时温度控制在 75°C — 80°C 的原因是_____。
- (4) 测量产品中 KMnO_4 的纯度: 称取产品 1.50g , 溶解酸化后配成 500mL 溶液, 取 50.00mL 于锥形瓶中用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液滴定。
 - ①判断滴定终点的现象为_____。
 - ②滴定时平均消耗 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液体积 20.00mL , 则产品中 KMnO_4 的纯度为_____% (保留两位小数, KMnO_4 的摩尔质量为 $158\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)。

28. (14分) 工业上一种利用锡渣 (主要成分是 SnO , 含有少量 CuO 、 PbO 、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 等氧化物) 生产锡酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{SnO}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 的工艺流程如下。



已知: ① Na_2SnO_3 易水解, 在 NaOH 溶液中溶解度等温线如下图所示:

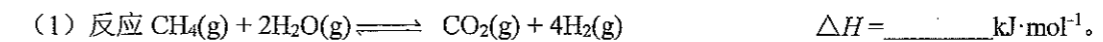
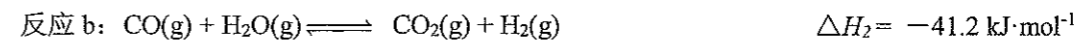
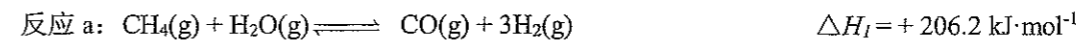


② “焙烧”后烧渣的主要成分有 CuO 、 Na_2SnO_3 、 Na_2PbO_2 、 Na_3AsO_4 、 Na_3SbO_4 。其中, Na_3SbO_4 难溶于 50°C 以下的水。

回答下列问题:

- (1) “焙烧”时需将锡渣粉碎, 其目的是_____。写出“焙烧”过程中 SnO 发生反应的化学方程式_____。
- (2) “溶浸”过程需要选择适宜条件, 温度选择_____ (填“ 40°C ”或“ 60°C ”), NaOH 溶液的浓度选择_____ (填“ $150\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ”、“ $300\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ”或“ $450\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ”)。
- (3) “浸出渣”中除了 CuO , 主要成分还有_____。
- (4) “沉铅”时的离子方程式为_____。
- (5) “沉砷”时, 当 AsO_4^{3-} 沉淀完全, 溶液中的 Ba^{2+} 浓度至少是_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (离子浓度小于 $10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时可视为沉淀完全, $K_{\text{sp}}[\text{Ba}_3(\text{AsO}_4)_2]=10^{-24}$)。
- (6) 整个工艺流程中保持溶液呈碱性的原因是_____。

29. (14分) 氢能源是最具应用前景的能源之一, 甲烷水蒸气催化重整制氢 (SMR) 是一种制高纯氢的方法, 涉及的主要反应有:



(2) 一定温度下, 将 $\text{CH}_4(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 按照物质的量之比为 1:1 通入恒容密闭容器中, 此时压强为 100kPa , 发生上述反应 a 和 b, $t\text{min}$ 后达到平衡, 测得压强为 162kPa 。

- ①计算 $t\text{min}$ 内 CH_4 分压的平均变化率为_____ $\text{kPa}\cdot\text{min}^{-1}$ 。
- ②该温度下, 测得 H_2 的分压为 105kPa , 则反应 b 的分压平衡常数 $K_p =$ _____ (列计算式)。

(3) 在 SMR 基础上加吸附剂制氢称为吸附强化甲烷水蒸气重整制氢 (SESMR), 反应原理如下图 1。模拟 SESMR 制氢, 保持气体流速和压强不变, 进出口温度恒定为 650℃ (局部温度过高会造成积碳), 测得出口平衡气体的体积分数随时间的变化曲线如下图 2:

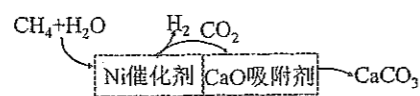


图 1

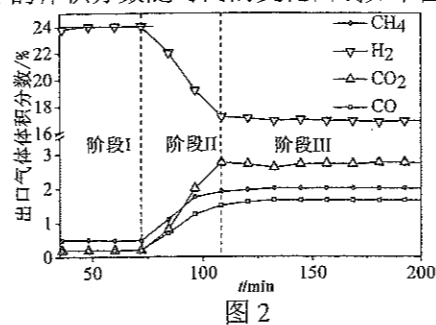
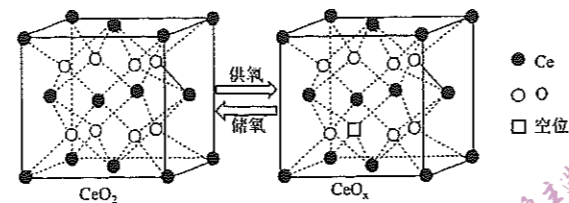


图 2

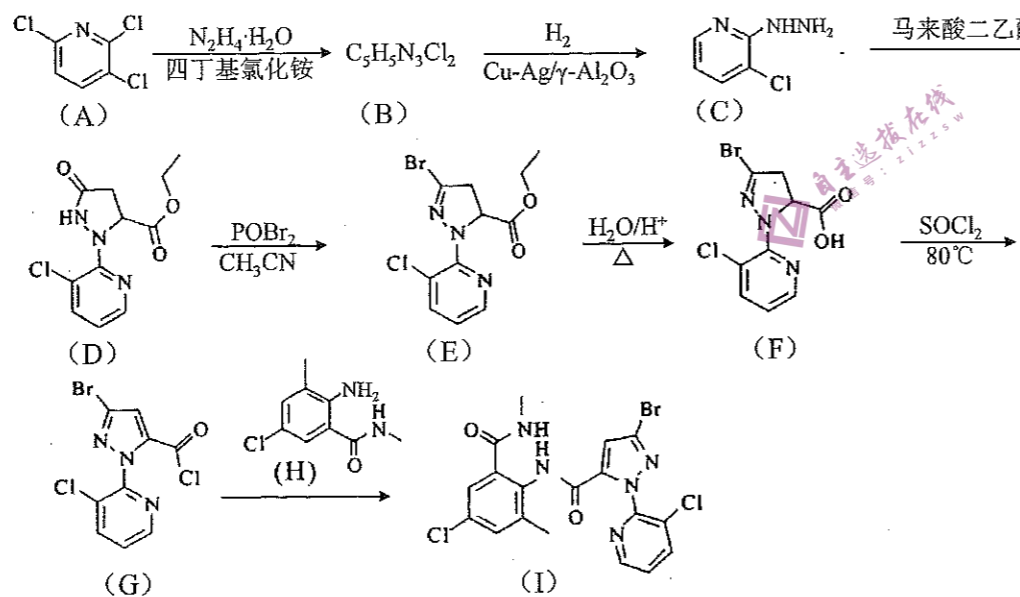
- ①阶段 II 氢气体积分数逐渐下降的原因是_____。
- ②实验时发现阶段 III 中 CO₂ 体积分数低于理论平衡值, CO 体积分数高于理论平衡值, 主要原因可能是_____。

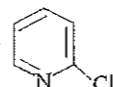
(4) 纳米 CeO₂ 可用于催化氧化去除 H₂ 中少量的 CO, 产生氧空位, 形成具有氧缺陷结构的 CeO_x, 晶胞结构如下:



- ①上图化合物 CeO_x 中 x=_____。
- ②若 CeO₂ 晶体的密度为 $\rho \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 设阿伏加德罗常数的值为 N_A , 则 CeO₂ 晶胞边长为_____ cm (用含 ρ 、 N_A 的代数式表示)。

30. (15 分) 一种以有机物 A 为原料合成杀虫剂氯虫苯甲酰胺的路线如下:



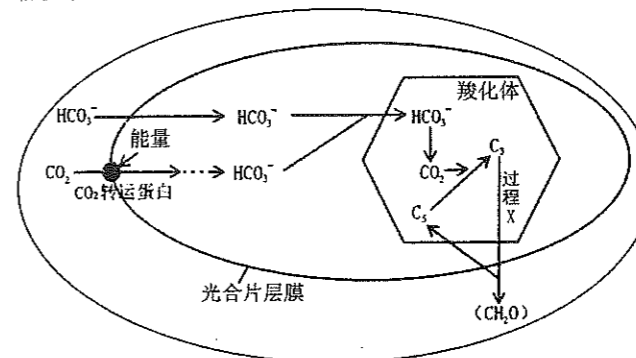
(1) 已知  的名称为 2-氯吡啶, 则 A 的名称是_____。

- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) D 中含氧官能团的名称是_____; E 中含有的手性碳原子个数为_____。
- (4) 写出 E 生成 F 的化学方程式_____ , G 生成 I 的反应类型为_____。
- (5) 满足下列条件的 H 的同分异构体有_____种。

- a. 苯环上有 3 个取代基, 其中两个是氨基
- b. 可以发生银镜反应

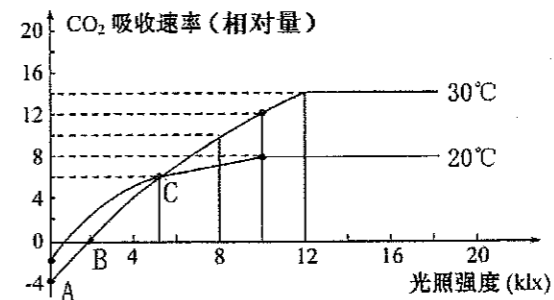
写出其中一种核磁共振氢谱有 5 组峰的结构简式_____。

31. (10 分) 蓝细菌是一类光能自养型细菌, 其光合作用的原理与高等植物相似, 但具有一种特殊的 CO₂ 浓缩机制, 如图所示, 其中羧化体具有蛋白质外壳, 可避免 CO₂ 逃逸。回答下列问题:



蓝细菌 CO₂ 浓缩机制模式图

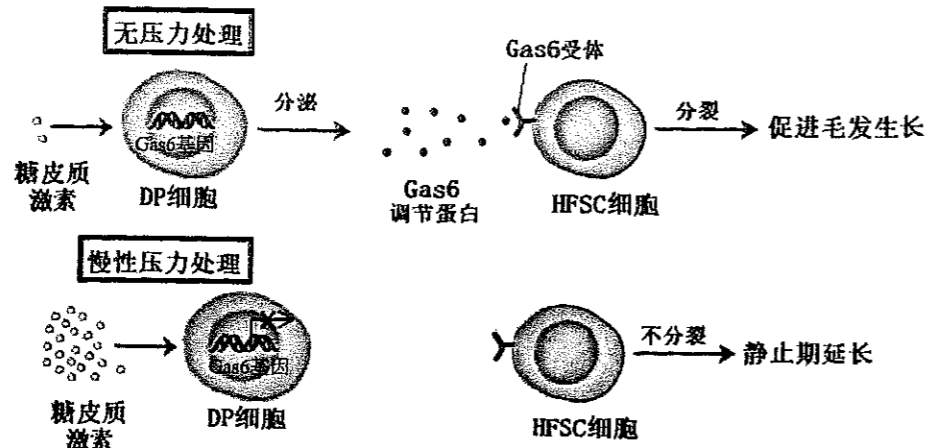
- (1) 蓝细菌的光合片层膜上含_____等色素及相关的酶, 相当于高等植物叶绿体中_____膜, 可进行光反应过程。
- (2) 过程 X 中, C₃ 接收_____释放的能量, 并且被_____还原, 再经过一系列反应转化成糖类和 C₅。
- (3) 水体中 CO₂ 浓度低, 扩散速度慢, 但蓝细菌能通过 CO₂ 浓缩机制高效进行光合作用, 据图分析 CO₂ 浓缩的机制有_____ (至少答出两点)。
- (4) 蓝细菌大量繁殖会形成水华, 影响淡水水质和水生动物的生存。科研人员在适宜 CO₂ 浓度条件下, 探究温度和光照强度对蓝细菌光合作用强度的影响, 结果如图所示。



①图中C点时,蓝细菌30℃条件下产生的氧气量_____ (填“等于”“大于”或“小于”)20℃条件下产生的氧气量。

②水华现象一般发生在夏季,据图分析可能的原因是_____。

32. (9分) 研究人员用小鼠做实验,发现肾上腺分泌的糖皮质激素对毛囊干细胞(HFSC)的静止和毛发生长起到了关键作用,主要作用机理如图所示,该研究为治疗长期慢性压力所致的人类脱发奠定了基础。分析下列问题。



(1) 健康小鼠体内,糖皮质激素的含量不会过高,原因是存在_____调节机制。长期慢性压力会促进肾上腺分泌糖皮质激素,糖皮质激素持续升高,这可能与下丘脑和垂体细胞的糖皮质激素受体数量_____有关。

(2) 长期过高的糖皮质激素作用于DP细胞,_____ (填“促进”或“抑制”) Gas6基因的表达,改变了Gas6调节蛋白的浓度,导致HFSC始终处于_____,一段时间后毛发脱落。

(3) 验证糖皮质激素对Gas6调节蛋白的影响,可将正常小鼠切除_____构建实验组,做“假手术”为对照组,一段时间后检测两组小鼠体内_____的含量,实验结果是_____。

33. (9分) 青藏高原上广泛分布着一种小型哺乳动物高原鼠兔,它们多穴居于植被低矮、视野开阔的高山草甸地区。因啃食植物、数量庞大且打洞会使地表形成裸斑,高原鼠兔曾被看作是引起高山草甸退化的有害动物而被大量灭杀。调查高原鼠兔种群密度、被捕食风险、植被特征之间的关系如下表,回答下列问题:

	有效洞口数/hm ²	植被高度/cm	植被盖度/%	警戒时间比/%	警戒距离/m
低密度区	36	24.8	90.7	34	11
中密度区	69	21.0	87.0	28	12
高密度区	132	13.6	80.4	24	14

植被盖度:植物地上部分的垂直投影面积与样本面积的比值,反映植被的茂密程度。

警戒时间比:高原鼠兔在每次观测时限内用于警戒时间的累计值与总观察时间的比值。

警戒距离:当高原鼠兔有警戒行为时与捕食者之间的距离,与个体被捕食风险呈负相关。

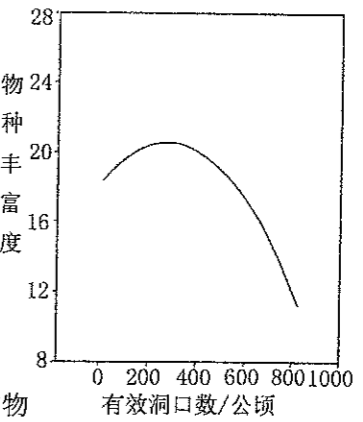
(1) 可以采用_____法调查高原鼠兔的有效洞口

(有鼠兔活动)数量作为衡量其种群数量的相对指标。

(2) 高原鼠兔发现天敌时,会后腿站立、仰头发出连续的短促尖叫声提醒同伴躲避,此过程涉及到的信息类型有_____。

(3) 植被高度越高、盖度越大,高原鼠兔被捕食的风险越_____,据此推测放牧强度大的地区高原鼠兔数量通常会急剧增加的可能原因是_____。

(4) 右图表示青藏高原某典型区域高原鼠兔有效洞口密度与物种丰富度的关系,据图分析,把高原鼠兔的数量控制在合适范围内,而不是全面灭杀的原因是_____。



34. (11分) 菠菜雌性个体的性染色体组成为XX,雄性为XY。菠菜的叶有戟形和卵形,由等位基因A、a控制;菠菜的种子形态可分为有刺种与无刺种,由等位基因B、b控制。现有菠菜杂交实验及结果如下表,分析回答下列问题:

亲本表型		F ₁ 表型及比例			
戟形无刺种 (雌)	戟形有刺种 (雄)	卵形有刺种 (雌) 1/8	戟形有刺种 (雌) 3/8	卵形无刺种 (雄) 1/8	戟形无刺种 (雄) 3/8

(1) 上述性状中显性性状是_____,这两种性状的遗传_____ (填“遵循”或“不遵循”)基因自由组合定律,判断的理由是_____。

(2) F₁雌雄个体随机交配,后代出现卵形叶的概率为_____。

(3) 菠菜的根的颜色由一对等位基因控制,表现为红色和白色。利用该性状的纯合个体,设计实验确定控制该性状的基因位于常染色体上还是X染色体上,写出实验思路,并预期结果及结论。

35. (15分) 干扰素在临床上被广泛用于治疗病毒感染性疾病及多种癌症,传统生产干扰素的方法是从人体的白细胞内提取,产量极低。1993年,我国批准生产由侯云德院士研究和开发的药物重组人干扰素α-1b,它是我国第一个具有自主知识产权的基因工程药物,通过转基因的大肠杆菌来生产,产量得到大幅度的提高。回答下列问题:

(1) 从中国人体脐带血白细胞中提取干扰素基因的mRNA,通过_____的方法合成目的基因,再通过PCR技术扩增。扩增时,引物与模板链的_____端碱基互补配对。

(2) 若将重组人干扰素α-1b基因直接导入大肠杆菌细胞,一般不能得到重组干扰素α-1b,原因是_____,因此,需将重组人干扰素α-1b基因、_____和标记基因构建成基因表达载体导入大肠杆菌。

(3) 筛选出具有重组干扰素α-1b基因的大肠杆菌应使用_____培养基,可采用_____法获得纯培养物。

(4) 将α-1b第86位上的半胱氨酸变成丝氨酸,可以解决α-1b在水溶液中难以长期保存的难题,在该蛋白质工程中可行的直接操作对象是_____。