

海淀区高三年级第二学期期末练习

理科综合能力测试

2019.5

本试卷共15页，共300分。考试时长150分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 K 39 Mn 55

第一部分（选择题 共120分）

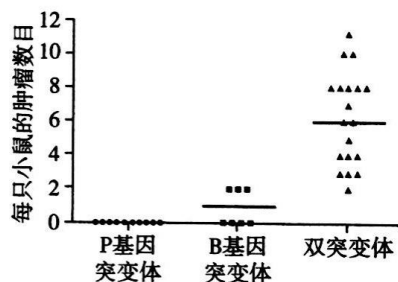
本部分共 20 道小题，每小题 6 分，共 120 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列各细胞结构与其功能对应不正确的是

- A. 细胞膜：控制物质进出细胞  
B. 核糖体：合成蛋白质的场所  
C. 线粒体：将丙酮酸彻底分解  
D. 溶酶体：加工并分泌蛋白质

2. 研究者得到 B 基因突变、P 基因突变和 B、P 基因双突变小鼠，持续在一定剂量紫外线照射条件下培养上述三组小鼠，一段时间后统计小鼠皮肤上黑色素瘤（一种皮肤癌）的数目，得到如图所示结果。下列相关叙述，不正确的是

- A. 皮肤上的黑色素瘤细胞增殖失去了控制  
B. 黑色素瘤的发生可能是紫外线损伤 DNA 所致  
C. 仅 P 基因突变会导致小鼠产生大量黑色素瘤  
D. 多基因突变效应叠加会增加黑色素瘤产生的数目



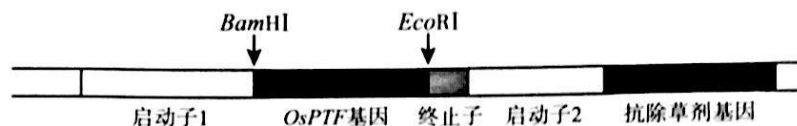
3. 花样滑冰运动员在冰面上进行比赛的过程中，身体正在发生的反应有

- A. 神经与肌肉协调配合完成高难度动作  
B. 寒冷直接刺激下丘脑产生兴奋  
C. 垂体合成并分泌抗利尿激素  
D. 血液中肾上腺素浓度持续降低

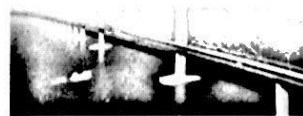
4. 橘小实蝇为害多种水果和蔬菜。在治理虫害时，农业技术员先使用性引诱剂诱杀雄性成虫，再释放不育雄性成虫，使其与田间雌虫交配，产下不能孵化的卵，最后引入它的天敌——寄生蜂，进一步消灭橘小实蝇。下列相关分析，正确的是

- A. 应使用标志重捕法估算橘小实蝇的种群密度  
B. 使用性引诱剂不会破坏橘小实蝇的性别比例  
C. 释放不育雄性成虫会降低橘小实蝇的出生率  
D. 引入的寄生蜂和橘小实蝇形成互利共生关系

5. 为提高大豆对磷元素的吸收能力, 研究人员利用农杆菌转化法将水稻的耐低磷基因 *OsPTF* 转移到大豆植株中。下图为重组 Ti 质粒上 T-DNA 的序列结构示意图, 下列相关叙述不正确的是



- A. 以水稻 RNA 为模板通过逆转录及 PCR 扩增可获取大量 *OsPTF* 基因  
B. RNA 聚合酶与启动子 1 识别并结合后, 启动抗除草剂基因的转录  
C. 可通过含除草剂的选择培养基筛选含有目的基因的大豆愈伤组织  
D. 用 *EcoRI*、*BamHI* 双酶切重组 Ti 质粒后, 经电泳分离至少得到两条带
6. 港珠澳大桥被称为“现代世界新七大奇迹”之一, 涵盖了当今世界岛隧桥多项尖端科技, 化工行业在这座宏伟的“超级工程”中发挥了巨大作用。下列材料的主材属于无机材料的是

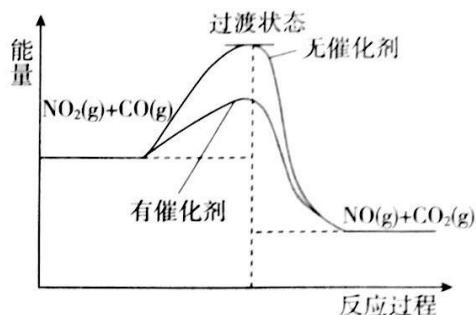


- A. 高强度耐腐蚀钢筋  
B. 超高分子量聚乙烯纤维  
C. 大尺寸橡胶隔震支座  
D. 高韧薄层沥青罩面
7. 化学与人类生活密切相关, 下列说法与氧化还原反应无关的是
- A. 油炸食品酸败变质  
B. 用浸泡过高锰酸钾溶液的硅藻土吸收水果释放的乙烯  
C. 服用阿司匹林出现水杨酸反应时静脉滴注  $\text{NaHCO}_3$  溶液  
D. 生吃新鲜蔬菜比熟吃时维生素 C 的损失小
8. 2019 年是元素周期表诞生 150 周年, 目前周期表七个周期均已排满, 共 118 种元素。短周期元素 W、X、Y、Z 在周期表中的相对位置如右图所示, 且四种元素的原子最外层电子数之和为 24。下列说法不正确的是

|   |   |   |
|---|---|---|
| W | X |   |
|   | Y | Z |

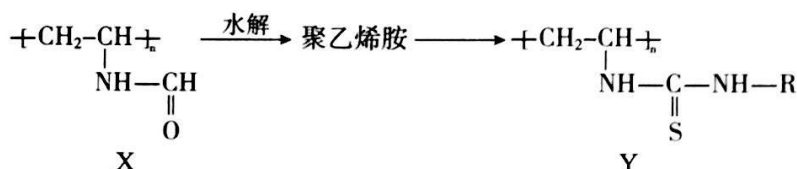
- A. 最高价氧化物对应水化物的酸性:  $Z > Y$   
B. W 的氢化物与 Z 的氢化物反应, 产物的水溶液呈碱性  
C. 在元素周期表中, 117 号元素与 Z 元素位于同一主族  
D. 工业上常用  $\text{YX}_2$  漂白纸浆、毛、丝等
9. 下列化学用语的表述正确的是
- A. 钢铁吸氧腐蚀中的正极反应:  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   
B. 由 Na 和 Cl 形成离子键的过程:  $\text{Na} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Na}^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$   
C.  $\text{NaHCO}_3$  的水解平衡:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-}$   
D. 实验室制乙炔的反应:  $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaO} + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$

10. 汽车尾气处理存在反应： $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ，该反应过程及能量变化如图所示：



下列说法正确的是

- A. 升高温度，平衡正向移动
  - B. 该反应生成了具有非极性共价键的  $\text{CO}_2$
  - C. 使用催化剂可以有效提高反应物的平衡转化率
  - D. 反应物转化为活化络合物需要吸收能量
11. 聚乙烯胺可用于合成染料 Y，增加纤维着色度。乙烯胺 ( $\text{CH}_2 = \text{CHNH}_2$ ) 不稳定，所以聚乙烯胺常用聚合物 X 水解法制备。



下列说法不正确的是

- A. 乙烯胺与  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{NH}$  互为同分异构体
  - B. 测定聚乙烯胺的平均相对分子质量，可得其聚合度
  - C. 聚合物 X 在酸性或碱性条件下发生水解反应后的产物相同
  - D. 聚乙烯胺和  $\text{R}-\text{N} = \text{C} = \text{S}$  合成聚合物 Y 的反应类型是加成反应
12. 某小组同学通过实验研究  $\text{FeCl}_3$  溶液与 Cu 粉发生的氧化还原反应。实验记录如下：

| 序号   | I                                                                            | II                                                                            | III                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 实验步骤 | 少量铜粉<br>1 mL 0.1 mol·L <sup>-1</sup> FeCl <sub>3</sub> 溶液<br>充分振荡，加 2 mL 蒸馏水 | 过量铜粉<br>1 mL 0.1 mol·L <sup>-1</sup> FeCl <sub>3</sub> 溶液<br>充分振荡，加入 2 mL 蒸馏水 | 过量铜粉<br>1 mL 0.05 mol·L <sup>-1</sup> Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 溶液<br>充分振荡，加入 2 mL 蒸馏水 |
| 实验现象 | 铜粉消失，溶液黄色变浅，加入蒸馏水后无明显现象                                                      | 铜粉有剩余，溶液黄色褪去，加入蒸馏水后生成白色沉淀                                                     | 铜粉有剩余，溶液黄色褪去，变成蓝色，加入蒸馏水后无白色沉淀                                                                                |

下列说法不正确的是

- A. 实验 I、II、III 中均涉及  $\text{Fe}^{3+}$  被还原
- B. 对比实验 I、II 说明白色沉淀的产生与铜粉的量有关
- C. 实验 II、III 中加入蒸馏水后  $c(\text{Cu}^{2+})$  相同
- D. 向实验 III 反应后的溶液中加入饱和 NaCl 溶液可能出现白色沉淀



13. 关于花粉颗粒在液体中的布朗运动, 下列说法正确的是

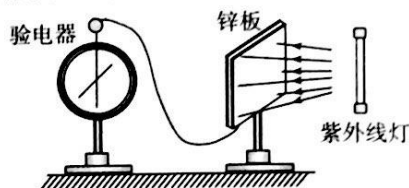
- A. 液体温度越低, 布朗运动越显著
- B. 花粉颗粒越大, 布朗运动越显著
- C. 布朗运动是由液体分子的无规则运动引起的
- D. 布朗运动是由花粉颗粒内部分子无规则运动引起的

14.  $\alpha$  粒子散射实验说明了

- A. 原子具有核式结构
- B. 原子内存在着带负电的电子
- C. 原子核由质子和中子组成
- D. 正电荷均匀分布在原子内

15. 如图所示, 把一块不带电的锌板用导线连接在验电器上, 当用某频率的紫外线照射锌板时, 发现验电器指针偏转一定角度, 下列说法正确的是

- A. 验电器带正电, 锌板带负电
- B. 验电器带负电, 锌板也带负电
- C. 若改用红光照射锌板, 验电器的指针一定也会偏转
- D. 若改用同等强度频率更高的紫外线照射锌板, 验电器的指针也会偏转



16. 图 1 所示为一列简谐横波在  $t=0$  时的波动图象, 图 2 所示为该波中  $x=2\text{m}$  处质点  $P$  的振动图象, 下列说法正确的是

- A. 该波的波速为  $2\text{m/s}$
- B. 该波沿  $x$  轴负方向传播
- C.  $t=1.0\text{s}$  时, 质点  $P$  的速度最小, 加速度最大

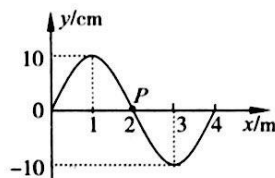


图 1

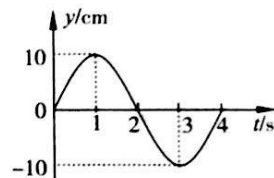
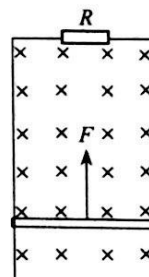


图 2

- D. 在  $t=0$  到  $t=2.0\text{s}$  的时间内, 质点  $P$  的速度和加速度方向均未发生改变

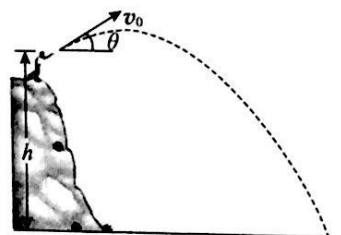
17. 如图所示, 竖直放置的两根平行金属导轨之间接有定值电阻  $R$ , 金属棒与两导轨始终保持垂直, 并良好接触且无摩擦, 棒与导轨的电阻均不计, 整个装置放在水平匀强磁场中, 棒在竖直向上的恒力  $F$  作用下匀速上升的一段时间内, 下列说法正确的是

- A. 通过电阻  $R$  的电流方向向左
- B. 棒受到的安培力方向向上
- C. 棒机械能的增加量等于恒力  $F$  做的功
- D. 棒克服安培力做的功等于电路中产生的热量

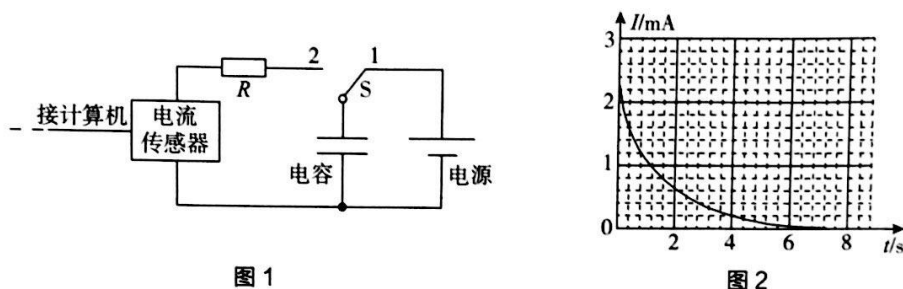


18. 如图所示, 把石块从高处抛出, 初速度方向与水平方向夹角为  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ ), 石块最终落在水平地面上。若空气阻力可忽略, 仅改变以下一个因素, 可以对石块在抛出到落地过程中的“动能的变化量”和“动量的变化量”都产生影响, 这个因素是

- A. 抛出石块的速率  $v_0$
- B. 抛出石块的高度  $h$
- C. 抛出石块的角度  $\theta$
- D. 抛出石块用力的大小

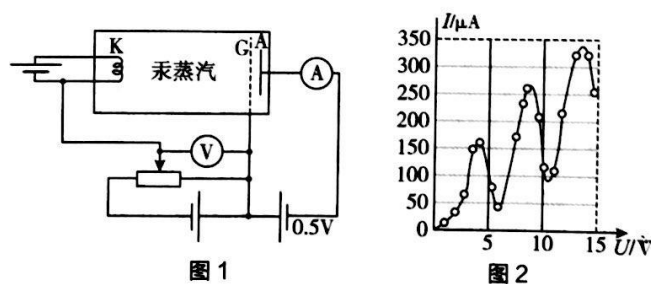


19. 某同学按如图 1 所示连接电路，利用电流传感器研究电容器的放电过程。先使开关 S 接 1，电容器充电完毕后，将开关掷向 2，可视为理想电流表的电流传感器将电流信息传入计算机，屏幕上显示出电流随时间变化的  $I-t$  曲线，如图 2 所示。已知定值电阻  $R$ ，从图中可读出最大放电电流  $I_0$ ，以及图线与坐标轴围成的面积  $S$ 。但电源电动势、内电阻、电容器的电容均未知，根据题目所给的信息，下列物理量不能求出的是



- A. 电容器放出的总电荷量  
B. 电阻  $R$  两端的最大电压  
C. 电容器的电容  
D. 电源的内电阻
20. “通过观测的结果，间接构建微观世界图景”是现代物理学研究的重要手段，如通过光电效应实验确定了光具有粒子性。

弗兰克-赫兹实验是研究汞原子能量是否具有量子化特点的重要实验。实验原理如图 1 所示，灯丝 K 发射出初速度不计的电子，K 与栅极 G 间的电场使电子加速，GA 间加有 0.5V 电压的反向电场使电子减速，电流表的示数大小间接反映了单位时间内能到达 A 极电子的多少。在原来真空的容器中充入汞蒸汽后，发现 KG 间电压  $U$  每升高 4.9V 时，电流表的示数  $I$  就会显著下降，如图 2 所示。科学家猜测电流的变化与电子和汞原子的碰撞有关，玻尔进一步指出该现象应从汞原子能量量子化的角度去解释。仅依据本实验结果构建的微观图景合理的是



- A. 汞原子的能量是连续变化的  
B. 存在同一个电子使多个汞原子发生跃迁的可能  
C. 相对于 G 极，在 K 极附近时电子更容易使汞原子发生跃迁  
D. 电流上升，是因为单位时间内使汞原子发生跃迁的电子个数减少



## 第二部分（非选择题 共180分）

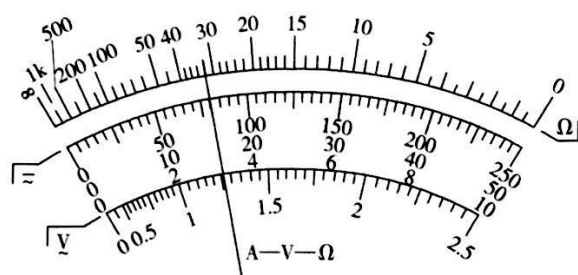
21.（18分）

（1）用多用电表测量一电阻的阻值。

① 下列操作符合多用电表使用规范的是\_\_\_\_\_。

- A. 测量前无需进行机械调零
- B. 先将被测电阻与工作电路断开，再进行测量
- C. 更换不同倍率的欧姆挡测量，无需再进行欧姆调零
- D. 测量结束后，应将选择开关置于“OFF”挡

② 当选择开关置于倍率为“ $\times 100$ ”的欧姆挡时，表盘指针位置如图所示，则被测电阻的阻值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。



（2）如图1所示，用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。 $O$ 是小球抛出时球心在地面上的垂直投影点，实验时，先让入射小球 $m_1$ 多次从斜轨上 $S$ 位置由静止释放，找到其落地点的平均位置 $P$ ，测量平抛水平射程 $OP$ 。然后把被碰小球 $m_2$ 静置于水平轨道的末端，再将入射小球 $m_1$ 从斜轨上 $S$ 位置由静止释放，与小球 $m_2$ 相撞，多次重复实验，找到两小球落地的平均位置 $M$ 、 $N$ 。

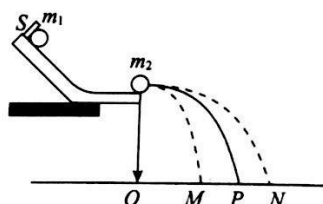


图1

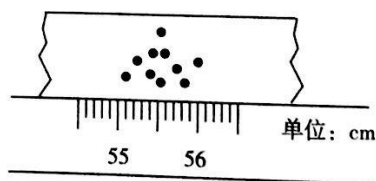


图2

① 图2是小球 $m_2$ 的多次落点痕迹，由此可确定其落点的平均位置对应的读数为\_\_\_\_\_ cm。

② 下列器材选取或实验操作符合实验要求的是\_\_\_\_\_。

- A. 可选用半径不同的两小球
- B. 选用两球的质量应满足  $m_1 > m_2$
- C. 小球 $m_1$ 每次必须从斜轨同一位置释放
- D. 需用秒表测定小球在空中飞行的时间

③ 在某次实验中，测量出两小球的质量分别为 $m_1$ 、 $m_2$ ，三个落点的平均位置与 $O$ 点的距离分别为 $OM$ 、 $OP$ 、 $ON$ 。在实验误差允许范围内，若满足关系式\_\_\_\_\_，即验证了碰撞前后两小球组成的系统动量守恒。（用测量的物理量表示）

- ④ 验证动量守恒的实验也可以在如图 3 所示的水平气垫导轨上完成，实验时让两滑块分别从导轨的左右两侧向中间运动，滑块运动过程所受的阻力可忽略，它们穿过光电门后发生碰撞并粘连在一起。实验测得滑块 A 的总质量为  $m_1$ 、滑块 B 的总质量为  $m_2$ ，两滑块遮光片的宽度相同，光电门记录的遮光片挡光时间如下表所示。

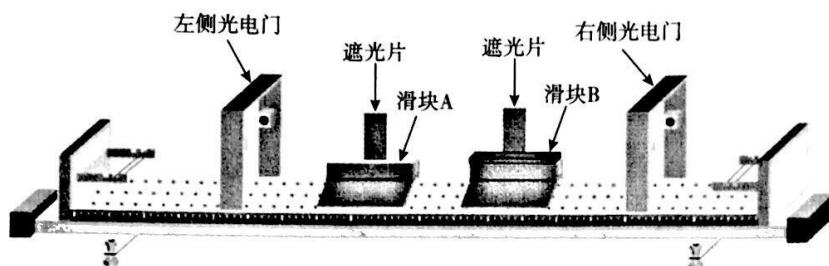


图 3

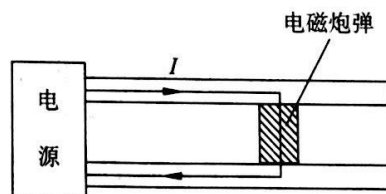
|    | 左侧光电门         | 右侧光电门 |
|----|---------------|-------|
| 碰前 | $T_1$         | $T_2$ |
| 碰后 | $T_3$ 、 $T_3$ | 无     |

- a. 在实验误差允许范围内，若满足关系式\_\_\_\_\_，即验证了碰撞前后两滑块组成的系统动量守恒。（用测量的物理量表示）
- b. 关于该实验，也可以根据牛顿运动定律及加速度的定义，从理论上推导出碰撞前后两滑块的动量变化量大小相等、方向相反。请写出推导过程（推导过程中对所用到的物理量做必要的说明）。

## 22. (16 分)

电磁轨道炮的加速原理如图所示。金属炮弹静止置于两固定的平行导电导轨之间，并与轨道良好接触。开始时炮弹在导轨的一端，通过电流后炮弹会被安培力加速，最后从导轨另一端的出口高速射出。设两导轨之间的距离  $L = 0.10 \text{ m}$ ，导轨长  $s = 5.0 \text{ m}$ ，炮弹质量  $m = 0.030 \text{ kg}$ 。导轨上电流  $I$  的方向如图中箭头所示。可以认为，炮弹在轨道内匀加速运动，它所在处磁场的磁感应强度始终为  $B = 2.0 \text{ T}$ ，方向垂直于纸面向里。若炮弹出口速度为  $v = 2.0 \times 10^3 \text{ m/s}$ ，忽略摩擦力与重力的影响。求：

- (1) 炮弹在两导轨间的加速度大小  $a$ ；
- (2) 炮弹作为导体受到磁场施加的安培力大小  $F$ ；
- (3) 通过导轨的电流  $I$ 。





23. (18分)

动能定理和动量定理不仅适用于质点在恒力作用下的运动,也适用于质点在变力作用下的运动,这时两个定理表达式中的力均指平均力,但两个定理中的平均力的含义不同,在动量定理中的平均力  $F_1$  是指合力对时间的平均值,动能定理中的平均力  $F_2$  是指合力对位移的平均值。

- (1) 质量为  $1.0\text{kg}$  的物块,受变力作用由静止开始沿直线运动,在  $2.0\text{s}$  的时间内运动了  $2.5\text{m}$  的位移,速度达到了  $2.0\text{m/s}$ 。分别应用动量定理和动能定理求出平均力  $F_1$  和  $F_2$  的值。

- (2) 如图1所示,质量为  $m$  的物块,在外力作用下沿直线运动,速度由  $v_0$  变化到  $v$ ,经历的时间为  $t$ ,发生的位移为  $x$ 。分析说明物体的平均速度  $\bar{v}$  与  $v_0$ 、 $v$  满足什么条件时,  $F_1$  和  $F_2$  是相等的。



图1

- (3) 质量为  $m$  的物块,在如图2所示的合力作用下,以某一初速度沿  $x$  轴运动,当由位置  $x=0$  运动至  $x=A$  处时,速度恰好为0,此过程中经历的时间为  $t = \frac{\pi}{2\sqrt{k}}$ ,求在此过程中物块所受合力对时间  $t$  的平均值。

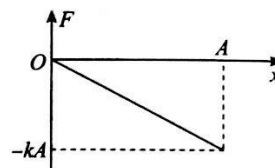


图2

24. (20分)

利用电场可以控制电子的运动,这一技术在现代设备中有广泛的应用。已知电子的质量为  $m$ ,电荷量为  $-e$ ,不计重力及电子之间的相互作用力,不考虑相对论效应。

- (1) 在宽度一定的空间中存在竖直向上的匀强电场,一束电子以相同的初速度  $v_0$  沿水平方向射入电场,如图1所示,图中虚线为某一电子的轨迹,射入点A处电势为  $\varphi_A$ ,射出点B处电势为  $\varphi_B$ 。

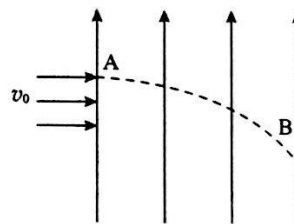


图1

- ①求该电子在由A运动到B的过程中,电场力做的功  $W_{AB}$ ;

- ②请判断该电子束穿过图1所示电场后,运动方向是否仍然彼此平行?若平行,请求出速度方向偏转角  $\theta$  的余弦值  $\cos\theta$  (速度方向偏转角是指末速度方向与初速度方向之间的夹角);若不平行,请说明是会聚还是发散。

- (2) 某设备除了加速电子外,同时还会使电子束会聚或发散,其原理可简化为图2所示。一球形界面外部空间中各处电势均为  $\varphi_1$ ,内部各处电势均为  $\varphi_2$  ( $\varphi_2 > \varphi_1$ ),球心位于  $z$  轴上O点。一束关于  $z$  轴对称的电子以相同的速度  $v_1$  平行于  $z$  轴射入该界面,由于电子在界面处只受到法线方向的作用力,其运动方向将发生改变,改变前后能量守恒。

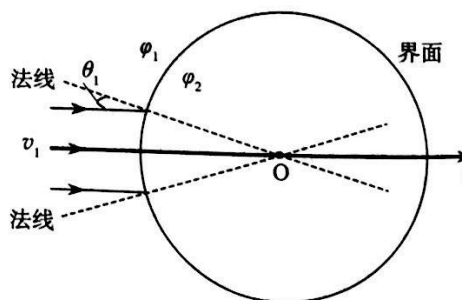


图2

- ①请定性画出这束电子射入球形界面后运动方向的示意图(画出电子束边缘处两条即可);

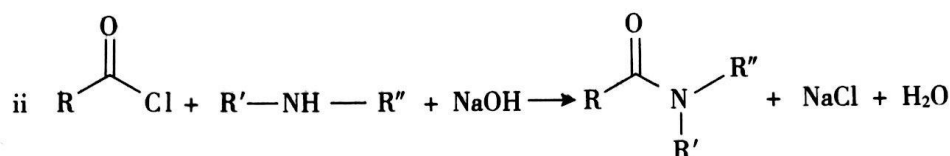
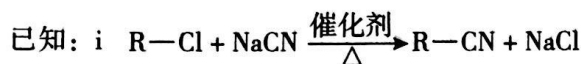
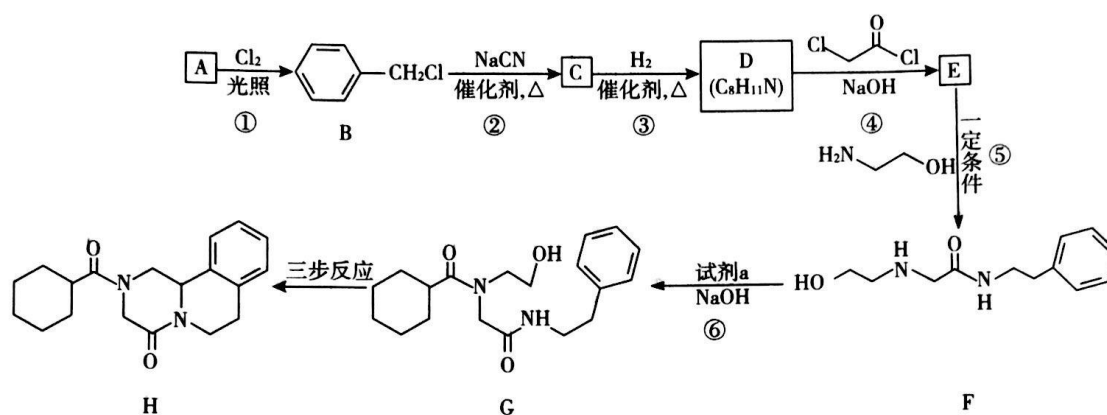
- ②某电子入射方向与法线的夹角为  $\theta_1$ ,求它射入球形界面后的运动方向与法线的夹角  $\theta_2$  的正弦值  $\sin\theta_2$ 。



25. (17分)

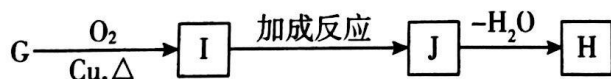
键线式是表达有机化合物结构的一种方式,如  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  用键线式可以表达为  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 。

吡嗪酮(H)是一种治疗血吸虫病的药物,合成路线如下图所示:



(R、R' 表示烃基, R'' 表示烃基或H)

- (1) A 属于芳香烃,其名称是\_\_\_\_\_。
- (2) ②的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (3) B 的一种同分异构体,含苯环且核磁共振氢谱中出现三组峰,其结构简式为\_\_\_\_\_。
- (4) ③中 1 mol C 理论上需要消耗\_\_\_\_\_mol  $\text{H}_2$  生成 D。
- (5) ④的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (6) F 中含氧官能团是  $\text{C}=\text{O}$  和\_\_\_\_\_。
- (7) 试剂 a 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (8)  $\text{G} \rightarrow \text{H}$  分为三步反应, J 中含有 3 个六元环,写出 I、J 的结构简式。

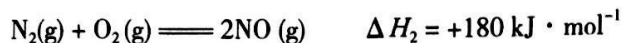
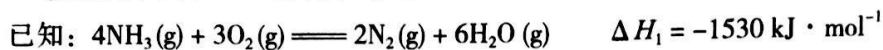


26. (12分)

人类向大气中排放的  $\text{NO}_x$  对环境会产生危害, 脱除  $\text{NO}_x$  是科学家研究的重要课题。

(1)  $\text{NO}_x$  对环境的一种危害是\_\_\_\_\_。

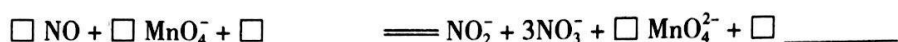
(2)  $\text{NH}_3$  还原法可将  $\text{NO}_x$  还原为  $\text{N}_2$  进行脱除。



写出  $\text{NH}_3$  还原  $\text{NO}$  反应的热化学方程式:\_\_\_\_\_。

(3) 碱性  $\text{KMnO}_4$  氧化法也可将  $\text{NO}_x$  进行脱除。

① 用  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{NaOH}$ ) 溶液进行烟气中  $\text{NO}$  的脱除, 将该离子方程式补充完整。



② 下列叙述正确的是\_\_\_\_\_ (填字母序号)。

A. 将脱除后的混合溶液进行分离可获得氮肥

B. 反应后混合溶液中:  $c(\text{MnO}_4^-) + 2c(\text{MnO}_4^{2-}) = c(\text{K}^+)$

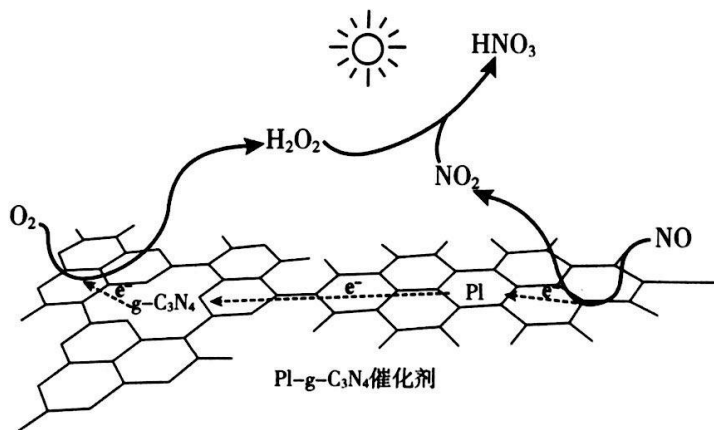
C. 在不同酸碱性条件下,  $\text{KMnO}_4$  发生氧化还原反应的产物可能不同

③ 在实验室用  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{NaOH}$ ) 溶液对模拟烟气中的  $\text{NO}$  进行脱除。若将标准状况下 224 L

含  $\text{NO}$  体积分数为 10% 的模拟烟气进行处理, 假设  $\text{NO}$  最终全部转化为  $\text{NO}_3^-$ , 理论上

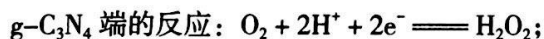
需要  $\text{KMnO}_4$  的质量为\_\_\_\_\_ g ( $\text{KMnO}_4$  摩尔质量为  $158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )。

(4) 用  $\text{PI-g-C}_3\text{N}_4$  光催化氧化法脱除  $\text{NO}$  的过程如下图所示。



① 该脱除过程中, 太阳能转化为\_\_\_\_\_能。

② 在酸性水溶液中, 光催化脱除原理和电化学反应原理类似。



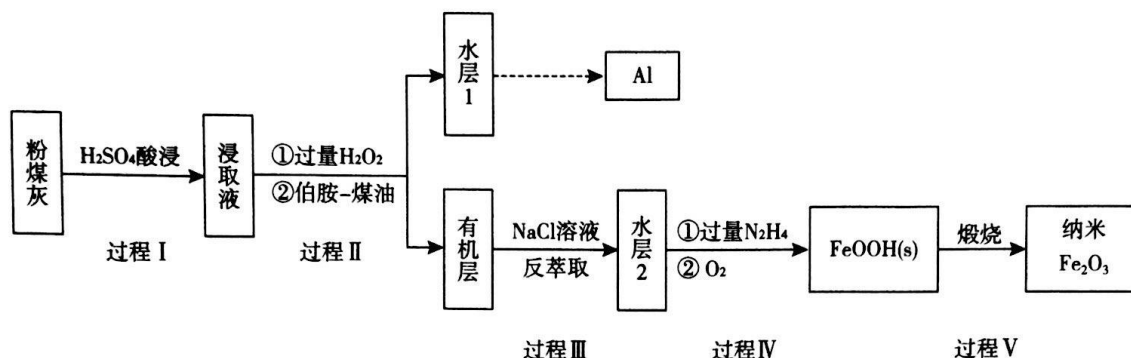
$\text{PI}$  端的反应:\_\_\_\_\_;

$\text{NO}_2$  最终转化为  $\text{HNO}_3$  的化学方程式:\_\_\_\_\_。



27. (13 分)

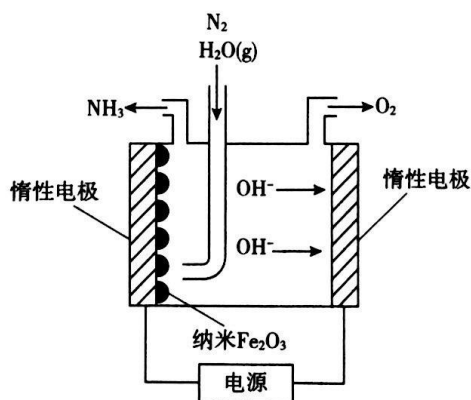
粉煤灰是燃煤产生的重要污染物，主要成分有  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{SiO}_2$  等物质。综合利用粉煤灰不仅能够防止环境污染，还能获得纳米  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等重要物质。



已知：i 伯胺  $\text{R-NH}_2$  能与  $\text{Fe}^{3+}$  反应： $3\text{R-NH}_2 + \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NH}_2\text{-R})_3(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{H}^+$ ，生成易溶于煤油的产物。

ii  $\text{Fe}^{3+}$  在水溶液中能与  $\text{Cl}^-$  反应： $\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_6]^{3-}$ 。

- (1) 写出过程 I 中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  发生反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。
- (2) 过程 II 加入过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  的作用是\_\_\_\_\_。
- (3) 过程 II 加入伯胺 - 煤油对浸取液进行分离，该操作的名称是\_\_\_\_\_。
- (4) 从化学平衡角度解释过程 III 利用  $\text{NaCl}$  溶液进行反萃取的原理：\_\_\_\_\_。
- (5)  $\text{N}_2\text{H}_4$  具有碱性，可与  $\text{H}^+$  结合生成  $\text{N}_2\text{H}_5^+$ 。过程 IV 中先用过量的  $\text{N}_2\text{H}_4$  将水层 2 中  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$  并生成  $\text{N}_2$ ，反应的离子方程式为\_\_\_\_\_，得到的  $\text{Fe}^{2+}$  再被  $\text{O}_2$  氧化为  $\text{FeOOH}$ 。
- (6) 纳米  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在常压电化学法合成氨过程中起催化作用。该电解装置如图所示。



已知熔融  $\text{NaOH-KOH}$  为电解液， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在阴极发生电极反应生成中间体  $\text{Fe}$ 。用化学用语表示  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在阴极催化生成  $\text{NH}_3$  的反应过程。

第一步：\_\_\_\_\_；

第二步：\_\_\_\_\_。

28. (16分)

某研究小组对碘化钾溶液在空气中发生氧化反应的速率进行实验探究。

【初步探究】

| 示意图                                                                               | 序号 | 温度   | 试剂 A                          | 现象            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|------|-------------------------------|---------------|
|  | ①  | 0°C  | 0.5 mol · L <sup>-1</sup> 稀硫酸 | 4 min 左右出现蓝色  |
|                                                                                   | ②  | 20°C |                               | 1 min 左右出现蓝色  |
|                                                                                   | ③  | 20°C | 0.1 mol · L <sup>-1</sup> 稀硫酸 | 15 min 左右出现蓝色 |
|                                                                                   | ④  | 20°C | 蒸馏水                           | 30 min 左右出现蓝色 |

(1) 为探究温度对反应速率的影响, 实验②中试剂 A 应为\_\_\_\_\_。

(2) 写出实验③中 I<sup>-</sup> 反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(3) 对比实验②③④, 可以得出的结论:\_\_\_\_\_。

【继续探究】溶液 pH 对反应速率的影响

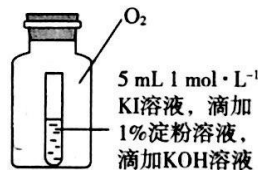
查阅资料:

i. pH<11.7 时, I<sup>-</sup> 能被 O<sub>2</sub> 氧化为 I<sub>2</sub>。

ii. pH>9.28 时, I<sub>2</sub> 发生歧化反应: 3I<sub>2</sub> + 6OH<sup>-</sup> = IO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 5I<sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O, pH 越大, 歧化速率越快。

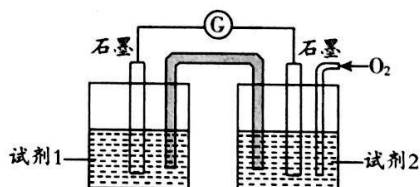
(4) 小组同学用 4 支试管在装有 O<sub>2</sub> 的储气瓶中进行了实验, 装置如图所示。

| 序号           | ⑤    | ⑥ | ⑦       | ⑧  |
|--------------|------|---|---------|----|
| 试管中溶液的 pH    | 8    | 9 | 10      | 11 |
| 放置 10 小时后的现象 | 出现蓝色 |   | 颜色无明显变化 |    |



分析⑦和⑧中颜色无明显变化的原因:\_\_\_\_\_。

(5) 甲同学利用原电池原理设计实验证实 pH=10 的条件下确实可以发生 I<sup>-</sup> 被 O<sub>2</sub> 氧化为 I<sub>2</sub> 的反应, 如右图所示, 请你填写试剂和实验现象。



【深入探究】较高温度对反应速率的影响

小组同学分别在敞口试管和密闭试管中进行了实验⑨和⑩。

| 序号        | 温度   | 试剂                                 | 现象                                  |
|-----------|------|------------------------------------|-------------------------------------|
| ⑨<br>敞口试管 | 70°C | 5 mL 1 mol · L <sup>-1</sup> KI 溶液 | 20 min 仍保持无色, 冷却至室温后滴加淀粉溶液出现蓝色      |
| ⑩<br>密闭试管 |      | 5 mL 0.5 mol · L <sup>-1</sup> 稀硫酸 | 溶液迅速出现黄色, 且黄色逐渐加深, 冷却至室温后滴加淀粉溶液出现蓝色 |

(6) 对比实验⑨和⑩的现象差异, 该小组同学经过讨论对实验⑨中的现象提出两种假设, 请你补充假设 1。

假设 1:\_\_\_\_\_。

假设 2: 45°C 以上 I<sub>2</sub> 易升华, 70°C 水浴时, c(I<sub>2</sub>) 太小难以显现黄色。

(7) 针对假设 2, 有两种不同观点。你若认为假设 2 成立, 请推测试管⑨中“冷却至室温后滴加淀粉出现蓝色”的可能原因(写出一条)。你若认为假设 2 不成立, 请设计实验方案证明。

29. (16分)

为研究焦虑症的机理,科研人员利用四组小鼠为材料进行实验。

- (1) 科研人员敲除野生型小鼠(WT鼠)的焦虑抑制基因——N基因,得到N基因敲除鼠(N-KO鼠)。N-KO鼠进入图1所示高架十字迷宫的开放臂时,视网膜感光细胞接受刺激,产生\_\_\_\_\_,沿\_\_\_\_\_神经传至相关脑区的神经中枢,引起恐惧和焦虑行为,因而更多地躲进封闭区。WT鼠在探索新奇环境的冲动下,会重复进入开放臂玩耍。

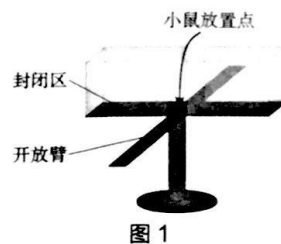


图1

- (2) 科研人员推测,I基因与N基因有相似的功能。为验证该推测,科研人员用相同方法得到I基因敲除鼠(I-KO鼠)和N基因、I基因双敲除小鼠(NI-KO鼠)。若推测正确,则I-KO鼠在图1所示迷宫上的预期行为表现是\_\_\_\_\_。实验结果显示,I-KO鼠、NI-KO鼠与WT鼠的行为表现一致,这一实验结果与上述推测\_\_\_\_\_(选填“相符”或“不相符”),由此推测I基因对小鼠产生焦虑情绪的作用是\_\_\_\_\_。
- (3) 研究发现,B区和C区是处理焦虑等情绪的两个关键脑区(如图2)。科研人员将上述四种小鼠置于图1所示迷宫上一段时间后,检测小鼠两个脑区中神经元的活跃度,得到图3所示结果。

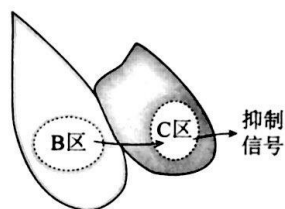


图2

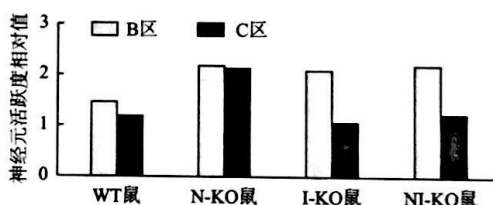


图3

- ①据图2、3可知,N-KO鼠\_\_\_\_\_,C区输出的抑制信号增强,导致出现焦虑行为。
- ②请对实验结果进行分析,解释NI-KO鼠与WT鼠行为一致的原因\_\_\_\_\_。
- (4) 科研人员再选取上述小鼠进行实验,进一步验证I基因的功能,图4为实验方案。

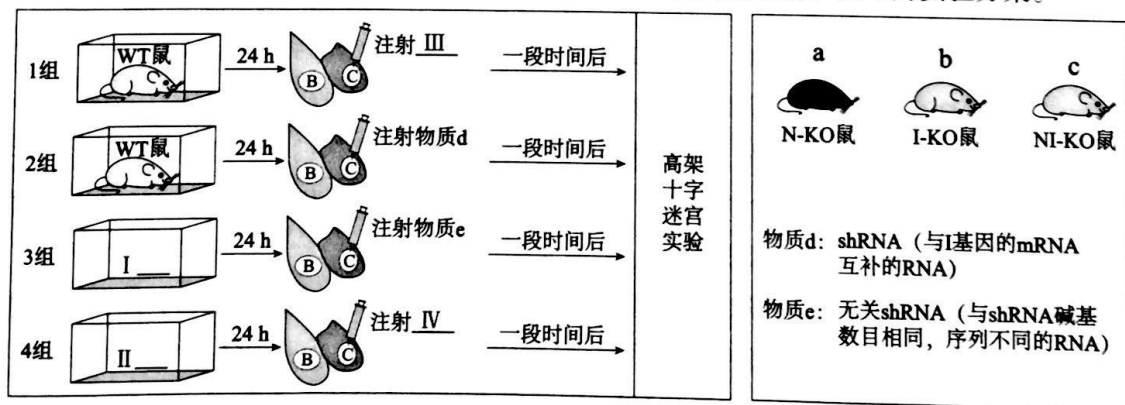


图4

- ①请在上图中正确选择a、b、c或物质d、e填入I~IV处。
- ②预期1~4组小鼠在高架十字迷宫实验中的运动轨迹依次为图5中的\_\_\_\_\_。



图5



30. (18 分)

SNP 是基因组水平上由单个核苷酸的变异引起的 DNA 序列多态性。科研人员利用 SNP 对拟南芥抗盐突变体的抗盐基因进行定位。

(1) SNP 在拟南芥基因组中广泛存在, 在不同 DNA 分子及同一 DNA 分子的不同部位存在大量 SNP 位点, 某些 SNP 在个体间差异稳定, 可作为 DNA 上特定位置的遗传\_\_\_\_\_。

(2) 研究者用化学诱变剂处理野生型拟南芥, 处理后的拟南芥自交得到的子代中抗盐: 不抗盐 = 1: 3, 据此判断抗盐为\_\_\_\_\_性状。

(3) 为进一步得到除抗盐基因突变外, 其他基因均与野生型相同的抗盐突变体 (记为 m), 可采用下面的杂交育种方案。

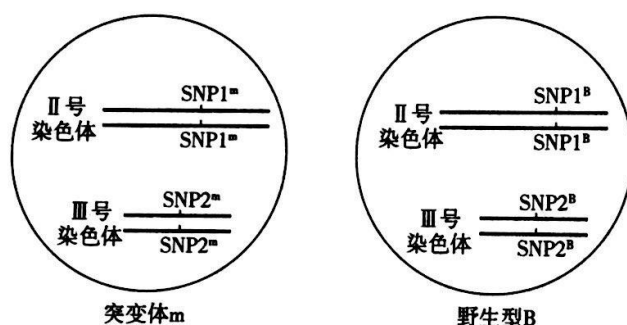
步骤一: 抗盐突变体与野生型杂交;

步骤二: \_\_\_\_\_;

步骤三: \_\_\_\_\_;

步骤四: 多次重复步骤一 ~ 步骤三。

(4) 为确定抗盐基因在 II 号还是 III 号染色体上, 研究者用抗盐突变体 m 与另一野生型植株 B 杂交, 用分别位于两对染色体上的 SNP1 和 SNP2 (见下图) 进行基因定位。



①将 m 和 B 进行杂交, 得到的  $F_1$  植株自交。将  $F_1$  植株所结种子播种于\_\_\_\_\_的选择培养基上培养, 得到  $F_2$  抗盐植株。

②分别检测  $F_2$  抗盐植株个体的 SNP1 和 SNP2, 若全部个体的 SNP1 检测结果为\_\_\_\_\_, SNP2 检测结果  $SNP2^m$  和  $SNP2^B$  的比例约为\_\_\_\_\_, 则抗盐基因在 II 号染色体上, 且与  $SNP1^m$  不发生交叉互换。

(5) 研究者通过上述方法确定抗盐基因在某染色体上, 为进一步精确定位基因位置, 选择该染色体上 8 个不同的 SNP, 得到与抗盐基因发生交叉互换的概率, 如下表。据表判断, 抗盐基因位于\_\_\_\_\_ SNP 位置附近, 作出判断所依据的原理是\_\_\_\_\_。

| SNP 的位置       | -18   | -14   | -6   | 1    | 4    | 11   | 16   | 22   |
|---------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 发生交叉互换的概率 (%) | 22.22 | 11.11 | 1.39 | 4.17 | 4.17 | 5.56 | 8.33 | 5.56 |

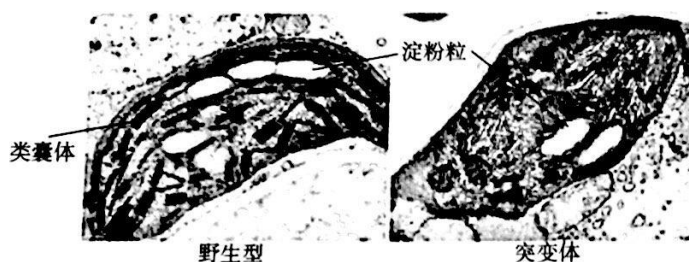
(6) 结合本研究, 请例举 SNP 在医学领域可能的应用前景\_\_\_\_\_。

31. (16 分)

光合能力是作物产量的重要决定因素。为研究水稻控制光合能力的基因，科研人员获得了一种植株高度和籽粒重量都明显下降的水稻突变体，并对其进行了相关实验。

(1) 叶绿体中的光合色素分布在类囊体膜上，能够\_\_\_\_\_和利用光能。光反应阶段生成的 ATP 和  $[H]$  参与在\_\_\_\_\_（场所）中进行的  $C_3$  \_\_\_\_\_过程，该过程的产物可以在一系列酶的作用下转化为蔗糖和淀粉。

(2) 科研人员用电镜观察野生型和突变体水稻的叶绿体，结果如下图所示。与野生型相比，突变体的叶绿体出现了两方面的明显变化：①\_\_\_\_\_；②\_\_\_\_\_。此实验从\_\_\_\_\_水平分析了突变体光合产量变化的原因。



(3) 半乳糖脂是类囊体膜的主要脂质成分，对于维持类囊体结构具有重要作用，酶 G 参与其合成过程。测序发现，该突变体的酶 G 基因出现异常。科研人员测定了野生型、突变体和转入酶 G 基因的突变体中的半乳糖脂及叶绿素含量，结果如下表所示。

|          | 野生型  | 突变体  | 转入酶 G 基因的突变体 |
|----------|------|------|--------------|
| 半乳糖脂相对值  | 34   | 26   | 33           |
| 叶绿素含量相对值 | 3.42 | 2.53 | 3.41         |

对比三种拟南芥的测定结果可知，\_\_\_\_\_。

(4) 综合上述研究，请解释在相同光照条件下，突变体产量下降的原因\_\_\_\_\_。

(5) 若要利用酶 G 基因培育高产水稻，一种可能的思路是：将酶 G 基因转入\_\_\_\_\_（选填“野生型”或“突变体”）水稻，检测\_\_\_\_\_是否提高。