

# 理科综合能力测试

## 注意事项:

- 答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
  - 回答选择题时,选出每小题答案后,用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。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
  - 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。
- 可能用到的相对原子质量:H 1 C 12 N 14 O 16 Ni 59 Ga 70 As 75

## 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。

- 系统素是从损伤的番茄叶片中分离出的一种植物激素,该激素是一条由 18 个氨基酸组成的多肽链,是植物感受创伤的信号分子。下列叙述错误的是 ( )
  - 合成 1 分子系统素会脱去 17 个  $H_2O$  分子
  - 系统素可以作为信使在番茄的不同细胞间传递信息
  - 系统素在细胞质中的核糖体上开始合成
  - 系统素通过降低化学反应的活化能调控细胞代谢
- 酿造苹果酒时,酵母菌先利用果汁中的葡萄糖进行有氧呼吸增加其数量,后进行无氧呼吸产生酒精。下列关于酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸的叙述,正确的是 ( )
  - 若酵母菌只进行无氧呼吸,则产物中  $CO_2$  与酒精的分子数相等
  - 若产物中有  $CO_2$  和水,则酵母菌只进行有氧呼吸
  - 若酵母菌只进行有氧呼吸,则消耗水的过程发生在线粒体内膜上
  - 若产生的  $[H]$  被消耗,则该反应过程只能发生在线粒体内膜上
- 人类的某种遗传病由一对等位基因(A/a)控制,某个家系成员关于该病的性状如图 1 所示。下列说法正确的是 ( )
  - 若该病为白化病(常染色体隐性遗传病),则在人群中的发病率等于致病基因的频率
  - 若该病为红绿色盲,则 1 号和 3 号的基因型相同
  - 若该病为白化病,则 3 号产生的配子中  $A:a=3:1$
  - 若该病为红绿色盲,则男性中的发病率等于致病基因的频率
- 一些菜农在番茄种植过程中,为促进番茄坐果、防止落花落果,通常会对番茄植株喷洒一定浓度的 2,4-D 溶液。下列叙述正确的是 ( )
  - 2,4-D 不仅能防止落花落果,也能疏花疏果
  - 2,4-D 的主要合成部位是芽、幼嫩的叶和发育中的种子
  - 用适宜浓度的 2,4-D 溶液处理未授粉的番茄雌蕊柱头,可获得三倍体无子番茄
  - 不同浓度的 2,4-D 对番茄植株生长的影响一定不同
- 柯萨奇病毒(Cox)会引发小儿手足口病,多数患儿一周左右自愈,少数伴有系列并发症,甚至死亡,部分患儿感染 Cox 康复后对手足口病有一定的抗性。下列分析错误的是 ( )
  - 机体的免疫系统能识别出侵入机体的细菌和病毒
  - Cox 侵入机体后会导致吞噬细胞和 B 细胞的活动增强
  - 浆细胞能识别再次侵入机体的 Cox,并能快速合成抗体
  - 康复患儿的体液中存在受 Cox 刺激后能迅速增殖分化的记忆细胞

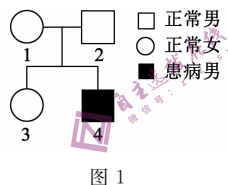


图 1

- 如图为研究者将大量鸭子引入农田后,蝗虫种群数量变化规律(图 2 中箭头所指方向代表曲线变化趋势)。下列叙述错误的是 ( )
  - 影响该地区蝗虫种群密度变化的主要是出生率和死亡率
  - $N_3$  最可能代表蝗虫种群的环境容纳量
  - 该坐标曲线图反映了存在着负反馈调节机制
  - 该曲线图属于数学模型
- 化学与生活、生产密切相关,下列说法正确的是 ( )
  - 垃圾分类有多种方法,其中废纸、废药品属于可回收垃圾
  - 防晒衣的主要成分为聚酯纤维,可以长期用肥皂洗涤
  - 乙二醇可用于生产汽车防冻液
  - 铝制的餐具可用来蒸煮或长期存放碱性食物
- $\beta$ -生育酚是天然维生素 E 的一种水解产物,具有较高的生物活性,其结构简式如图 3。下列有关  $\beta$ -生育酚的说法正确的是 ( )
  - 1 个分子中含有 47 个氢原子
  - 该分子中含有 6 个甲基
  - 环上的一氯代物只有 1 种
  - 能发生取代反应和加成反应
- 设  $N_A$  代表阿伏加德罗常数的数值,下列说法正确的是 ( )
  - 10 mL  $20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  浓硫酸与足量锌反应,转移电子数为  $0.2 N_A$
  - 标准状况下,22.4 L HCl 气体中  $H^+$  数目为  $N_A$
  - 在标准状况下,2.8 g  $N_2$  和 2.24 L CO 所含电子数均为  $1.4 N_A$
  - 1 L  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaClO 溶液中含有  $ClO^-$  的数目为  $N_A$
- 下列过程的离子方程式书写正确的是 ( )
  - 用 FeS 除去废水中的  $Hg^{2+}$ :  $FeS(s) + Hg^{2+}(aq) \rightleftharpoons HgS(s) + Fe^{2+}(aq)$
  - 向  $NaHSO_4$  溶液中滴加  $Ba(OH)_2$  溶液至中性:  $H^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + OH^- \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow + H_2O$
  - 将  $Fe_2O_3$  溶于过量 HI 溶液:  $Fe_2O_3 + 6H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 3H_2O$
  - 用醋酸处理水垢中的氢氧化镁:  $Mg(OH)_2 + 2H^+ \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2H_2O$
- 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大,Y 和 W 位于同主族,一种化合物的结构如图 4 所示。下列叙述正确的是 ( )
  - 原子半径  $X > Y > Z$
  - 最高价含氧酸的酸性 Z 大于 W
  - 简单氢化物的还原性 Y 大于 W
  - X、Y 形成的化合物只有 5 种
- 我国科学家研发的水系可逆 Zn-CO<sub>2</sub> 电池可吸收利用  $CO_2$ ,将两组阴离子、阳离子复合膜反向放置分隔两室电解液充、放电时,复合膜间的  $H_2O$  解离成  $H^+$  和  $OH^-$ ,工作原理如图 5 所示。下列说法正确的是 ( )
  - 放电时负极反应式是  $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$
  - 充电时在电解质溶液中电子向阳极移动
  - 充电时复合膜中向 Zn 极移动的离子是  $H^+$
  - 放电时多孔 Pd 纳米片上有少量的氯气产生

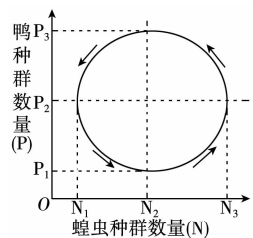


图 2

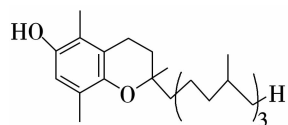


图 3

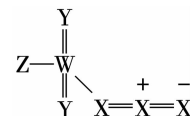


图 4

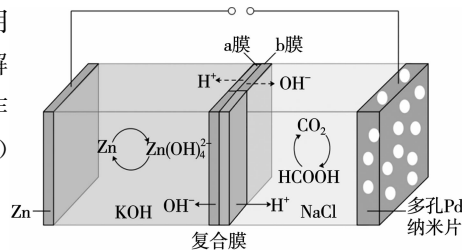


图 5

13. 下列实验对应的现象和结论都正确的是

选项	实验	现象	结论
A	向某无色溶液中加入稀盐酸	生成的无色气体能使品红褪色	该无色溶液中一定存在 $\text{SO}_3^{2-}$
B	向食品脱氧剂样品(含还原铁粉)中加入硫酸后滴加酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液	紫红色褪去	食品脱氧剂样品中含 $\text{Fe}^{2+}$
C	一定温度下,向某容器中充入 $\text{HI}$ 气体,一段时间后压缩容器体积为原来的一半	气体颜色变深	气体压强增大使平衡正向移动
D	将溴乙烷与氢氧化钠的醇溶液共热,产生的气体先通入蒸馏水后再通入酸性高锰酸钾溶液中	酸性高锰酸钾溶液的紫红色褪去	溴乙烷发生消去反应

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. 氢原子的能级图如图 6 所示,用一群处于第 4 能级的氢原子跃迁发出的光照射金属钨,钨的表面有光电子逸出,测得光电子的最大初动能为 8.42eV,则金属钨的逸出功为

- A. 12.75eV  
B. 7.57eV  
C. 5.18eV  
D. 4.33eV

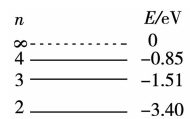


图 6

15. 图 7 所示是手机无线充电器原理图,通过充电器的发射线圈和手机上的接收线圈传递能量。在发射线圈接上 220V、50Hz 的正弦交变电流,手机的接收线圈就会产生交变电流,该电流经过整流电路转化为直流电给手机充电。两线圈均可看做理想线圈,且无漏磁,接收线圈两端电压的峰值为 10 V,手机充电功率为 30 W,不计整流电路消耗的功率,则

- A. 原、副线圈的匝数比为 22 : 1  
B. 接收线圈中的电流方向每秒变化 50 次  
C. 发射线圈中电流的有效值为  $\frac{3}{22}$  A  
D. 接收线圈电流的峰值为 3 A

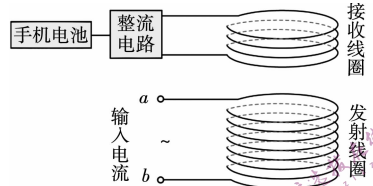


图 7

16. 如图 8 所示,轻质弹簧一端固定在水平墙上,另一端与一小球相连,在小球上再施加一个拉力  $F$  使小球处于静止状态,弹簧与竖直方向夹角为  $\alpha$ ,拉力  $F$  与竖直方向夹角为  $\beta$ ,且  $\alpha + \beta < 90^\circ$ ;现保持拉力  $F$  大小不变,方向缓慢转至水平,则下列说法正确的是

- A.  $\alpha$  先增大后减小  
B.  $\alpha$  一直减小  
C. 弹簧的弹力先减小后增大  
D. 弹簧的弹力先增大后减小

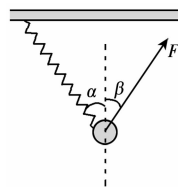


图 8

17. “双星系统”由相距较近的星球组成,每个星球的半径均远小于两者之间的距离,而且双星系统一般远离其他天体,它们在彼此的万有引力作用下,绕其连线上的某一点  $O$  做匀速圆周运动。此双星系统中质量较大的星体能“吸食”另一颗质量较小的星体表面的物质,使质量发生转移。在演变的过程中的某段时间内两者球心之间的距离保持不变,则在这段时间内

- A. 它们做圆周运动的万有引力逐渐增大  
B. 它们做圆周运动的角速度保持不变  
C. 它们做圆周运动的线速度均保持不变  
D. 质量较大的星体做圆周运动的轨迹半径变大,线速度变大

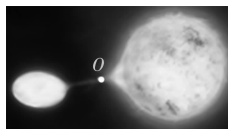


图 9

18. 沿  $x$  轴上有一条电场线,其电势  $\varphi$  沿  $x$  轴的分布图像如图 10 所示,图像关于坐标原点  $O$  点对称,  $A$ 、 $B$  两点到坐标原点  $O$  的距离相等,一电子仅在电场力的作用下从  $A$  点由静止释放,电子沿  $x$  轴由  $A$  点运动到  $B$  点过程中,下列说法正确的是

- A.  $A$ 、 $B$  两点的电场强度相同  
B. 电子在  $A$ 、 $B$  两点的电势能相等  
C. 电子从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中,速度先增大后减小  
D. 电子从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中,电场力先做正功后做负功

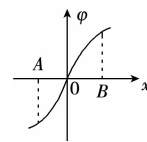


图 10

19. 宇航员的训练、竞技体育的指导、汽车和电梯的设计等多种工作都用到急动度的概念,急动度  $j$  是描述加速度  $a$  随时间  $t$  变化快慢的物理量,即  $j = \frac{\Delta a}{\Delta t}$ ,它可以

用来反映乘客乘坐交通工具时的舒适程度,当交通工具的急动度为零时乘客感觉最舒适。如图 11 所示为某新能源汽车从静止开始启动的一小段时间内的急动度  $j$  随时间  $t$  变化的规律。下列说法正确的是

- A. 0 ~ 5.0 s 时间内汽车的加速度增加的越来越慢  
B. 5.0 ~ 10.0 s 时间内汽车的加速度均匀增大  
C. 12.0 s 时刻汽车的加速度为零  
D. 5.0 ~ 12.0 s 时间内汽车加速度的变化量大小为 4.8 m/s<sup>2</sup>

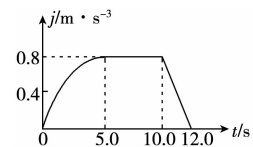


图 11

20. 如图 12 所示,在直角坐标系  $xOy$  的第一象限存在一个边长为  $L$  的正方形区域的匀强磁场,其方向垂直纸面向里。第二象限有一直角边长也为  $L$  的等腰直角三角形导线框,  $t = 0$  时刻,该线框恰好位于图中所示位置,此后线框在外力  $F$  作用下沿  $x$  轴正方向以恒定的速度  $v$  通过磁场区域。规定逆时针方向为导线框中电流的正方向,线框通过磁场区域的过程中,线框中的感应电流  $i$ 、穿过线框平面的磁通量  $\Phi$ 、通过线框横截面的电荷量  $q$ 、外力  $F$  随时间  $t$  变化的图像中可能正确的是

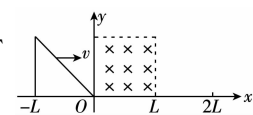
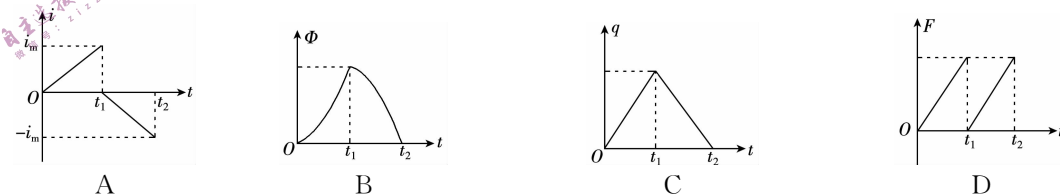


图 12



21. 如图 13 所示,质量不计的直角形支架两直角边长度分别为  $2L$  和  $L$ ,支架两端分别连接质量为  $2m$  的小球  $A$  和质量为  $3m$  的小球  $B$ 。支架可绕固定轴  $O$  在竖直平面内无摩擦转动。开始时  $OA$  边处于水平位置,现将小球  $A$  由静止释放,则下列说法正确的是

- A. 小球  $A$ 、 $B$  机械能之和保持不变  
B. 小球  $A$  到达最低点时的速度大小为  $2\sqrt{\frac{2gL}{11}}$   
C. 小球  $A$  到达最低点的过程中,杆对小球  $A$  所做的功为  $-\frac{36mgL}{11}$   
D. 当  $OA$  与水平方向的夹角为  $45^\circ$  时,小球  $A$  的速度达到最大

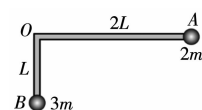


图 13

三、非选择题:共 174 分。第 22 ~ 32 题为必考题,每个试题考生都必须作答。第 33 ~ 38 题为选考题,考生根据要求作答。

(一) 必考题:共 129 分。

22. (6 分) 如图 14 甲所示的实验装置可以测量滑块与木板间的动摩擦因数  $\mu$ ,长木板的一端在水平桌面上的  $M$  点,在长木板末端处安装一光电门,另一端抬起到一定高度,在距离  $M$  点水平距离为  $l$  处固定一竖直标尺,标尺与木板相交于  $N$  点,标尺可以读出  $N$  点距桌面的高度  $h$ ,一带有宽为  $d$  的挡光片的

小滑块从  $N$  点由静止释放,滑到底端时,光电门可记录挡光片的挡光时间  $t$ ,回答下列问题:

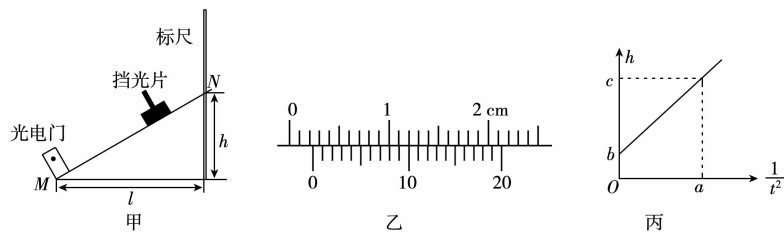


图 14

- 用游标卡尺测出挡光片的宽度  $d$  如图 14 乙所示,则  $d =$  \_\_\_\_\_  $\text{cm}$ ;
- 滑块通过光电门时的速度  $v =$  \_\_\_\_\_ (用题中所给的字母表示);
- 保持  $l$  不变,改变  $h$  大小,根据多次实验记录的  $h$  和  $t$  数据作出  $h - \frac{1}{t^2}$  图像如图 14 丙所示,滑块与长木板间的动摩擦因数  $\mu =$  \_\_\_\_\_ (用题中所给的字母及图丙上数据  $a, b, c$  表示)。

23. (9 分) 某同学从一个损坏的小台灯中拆出了一节“18650”锂电池,从网上查询得知,其中 18 表示直径为 18 mm,65 表示长度为 65 mm,0 表示为圆柱形电池。为了测量该锂电池的电动势,该同学设计了如图 14 甲所示的电路,为了安全起见,实验中的电流不能超过 1 A,实验室提供的器材有:

- 待测锂电池(电动势标称值为 3.7V,内阻约几十毫欧,可忽略不计);
- 电压表  $V_1$ (量程  $0 \sim 5 \text{ V}$ ,内阻约为几千欧)
- 电压表  $V_2$ (量程  $0 \sim 15 \text{ V}$ ,内阻约为十几千欧)
- 电阻箱  $R_1$ ( $0 \sim 999.9 \Omega$ );
- 定值电阻  $R_2 = 40.0 \Omega$ ;
- 定值电阻  $R_3 = 4.0 \Omega$ ;
- 开关  $S$  一个,导线若干。

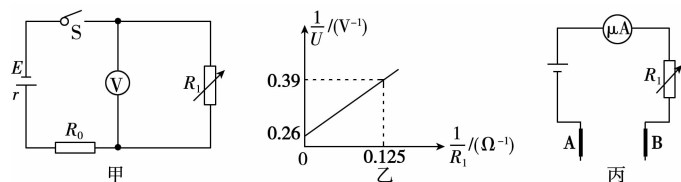


图 15

- 该小组成员设计了如图 15 甲所示电路。定值电阻  $R_0$  应选取 \_\_\_\_\_ (填“ $R_2$ ”或“ $R_3$ ”),电压表应选取 \_\_\_\_\_ (填“ $V_1$ ”或“ $V_2$ ”),
- 多次改变电阻箱的阻值  $R_1$ ,读出电压  $U$ ,根据测得的数据作出  $\frac{1}{U} - \frac{1}{R_1}$  图像,如图 15 乙所示,则电源电动势  $E =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ (结果保留 2 位有效数字)。
- 用该锂电池、电阻箱  $R_1$  和量程为 10 mA 内阻为  $100 \Omega$  的毫安表改装成欧姆表,如图 15 丙所示,表笔 A 是 \_\_\_\_\_ 表笔(填“红”或“黑”),电阻箱应调至 \_\_\_\_\_  $\Omega$ ;正确使用该欧姆表测量某待测电阻  $R_x$ ,毫安表指针指在 5.0 mA 处,则被测电阻  $R_x$  阻值为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ (此空保留至个位)。

24. (12 分) 如图 16 所示,质量  $M = 0.8 \text{ kg}$  的轨道  $ABCD$  放在光滑水平面上,其中  $AB$  段是半径  $R = 0.5 \text{ m}$  的四分之一光滑圆弧,在  $B$  点与水平轨道  $BD$  相切,水平轨道上的  $BC$  段粗糙,  $BC$  段长  $l = 2.5 \text{ m}$ ,  $C$  点左侧的轨道光滑,轨道的左端连接一轻质弹簧,弹簧长度小于  $CD$  长度。现有一质量  $m = 0.2 \text{ kg}$  的小物体在  $A$  点正上方高为  $h = 0.5 \text{ m}$  处由静止自由落下,恰沿  $A$  点切线滑入圆弧轨道,已知小物体与水平轨道  $BC$  段的动摩擦因数  $\mu = 0.1$ ,重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,弹簧在整个过程中未超出弹性限度。求:

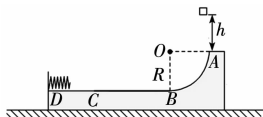


图 16

- 小物体对轨道的最大压力;
- 弹簧的最大弹性势能;
- 小物体再次回到  $BA$  沿  $BA$  上升的最大高度。

25. (20 分) 如图 17 所示,在三维坐标系  $O-xyz$  中,在  $yOz$  平面右侧有一长方体区域  $AOCD-abcd$ ,区域内存在沿  $z$  轴正方向的匀强磁场,  $yOz$  平面左侧存在沿  $Ab$  方向匀强磁场。现有一电量为  $q$ ,质量为  $m$  的带正电粒子以初速度  $v$  从  $D$  点沿平面  $AOCD$  进入磁场,经  $O$  点沿  $x$  轴正方向进入  $yOz$  平面左侧磁场,然后经过  $a$  点第二次经过  $yOz$  平面,此时撤去  $yOz$  平面右侧的磁场,换上大小为  $\frac{mv^2}{9qL}$ 、方向沿  $y$  轴负方向的匀强电场。已知  $ad = 3L, Aa = ab = L, \sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ ,粒子的重力不计。求:

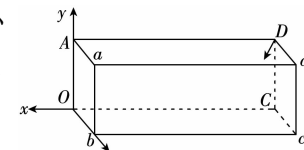


图 17

- 粒子从  $D$  点运动到  $O$  点的时间;
  - $yOz$  平面左侧匀强磁场的磁感应强度;
  - 粒子最终离开  $AOCD-abcd$  区域时离  $Cc$  的距离。
26. (15 分) 高纯氯化锰( $\text{MnCl}_2$ )在电子技术和精细化工领域有重要应用。一种由粗锰粉(含磷酸盐、硅酸盐、铁、铅等)制备高纯氯化锰的工艺流程如图 18 所示(部分操作和条件略)。

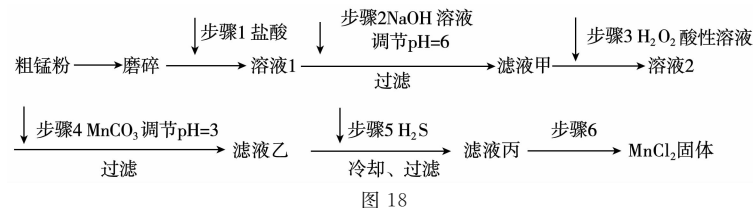


图 18

已知:生成氢氧化物沉淀的 pH

	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$
开始沉淀时	6.3	1.5	8.1	6.5
完全沉淀时	8.3	2.8	10.1	8.5

注:金属离子的起始浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;当离子的浓度小于等于  $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时沉淀完全;回答下列问题:

- 将粗锰粉磨碎的目的是 \_\_\_\_\_。
- 步骤 1 和步骤 2 除去了磷酸盐和硅酸盐。非金属性  $\text{P}$  \_\_\_\_\_  $\text{Si}$ (填写“大于”“小于”),从原子结构角度解释非金属性不同的原因是 \_\_\_\_\_。
- 所得滤液甲中的金属离子主要含有  $\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Pb}^{2+}$  等,且  $\text{Pb}^{2+}$  不被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化。加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的目的是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。步骤 4 加入  $\text{MnCO}_3$  得到沉淀的主要成分是 \_\_\_\_\_。
- 已知  $\text{PbS}$  的  $K_{\text{sp}} = 8 \times 10^{-28}, \text{MnS}$  的  $K_{\text{sp}} = 2 \times 10^{-10}$ 。步骤 5 的目的是除去  $\text{Pb}^{2+}$ ,反应的离子方程式是 \_\_\_\_\_,为了保证  $\text{Pb}^{2+}$  除尽,控制溶液中  $\text{S}^{2-}$  浓度范围是 \_\_\_\_\_。(假设溶液中  $\text{Mn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$  的浓度是  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
- 已知:氯化锰的溶解度随温度的变化如图 19。步骤 6 的操作是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、过滤、洗涤、烘干。

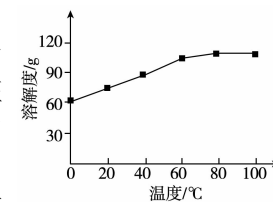


图 19

27. (14 分) 研究含氮元素物质的反应对生产、生活、科研等方面具有重要的意义。
- $\text{NO}_x$  的排放主要来自于汽车尾气,包含  $\text{NO}_2$  和  $\text{NO}$ ,有人提出用活性炭对  $\text{NO}_x$  进行吸收,发生如下反应:  
 $\text{C}(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -34.0 \text{ kJ/mol}$   
 对于反应  $T_1^\circ\text{C}$  时,借助传感器测得反应在不同时间点上各物质的浓度如下:

时间 (min)	0	10	20	30	40	50
浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )						
$\text{NO}$	1.00	0.58	0.40	0.40	0.48	0.48
$\text{N}_2$	0	0.21	0.30	0.30	0.36	0.36

①0~10 min 内, NO 的平均反应速率  $v(\text{NO}) = \frac{\Delta c(\text{NO})}{\Delta t}$ , 当升高反应温度, 该反应的平衡常数  $K$           (选填“增大”、“减小”或“不变”)。

②30 min 后, 只改变某一条件, 反应重新达到平衡; 根据上表中的数据判断改变的条件可能是          (填字母)。

- a. 加入一定量的活性炭                      b. 通入一定量的 NO  
c. 适当缩小容器的体积                      d. 加入合适的催化剂

(2) 科研人员发现碘蒸气存在能大幅度提高  $\text{N}_2\text{O}$  的分解速率, 反应历程为

第一步:  $\text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{I}(\text{g})$  (快反应)

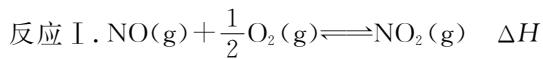
第二步:  $\text{I}(\text{g}) + \text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{IO}(\text{g})$  (慢反应)

第三步:  $2\text{IO}(\text{g}) + 2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  (快反应)

实验表明, 含碘时  $\text{N}_2\text{O}$  分解速率方程  $v = k \cdot c(\text{N}_2\text{O}) \cdot [c(\text{I}_2)]^{0.5}$  ( $k$  为速率常数)。下列表述正确的是          (填字母)。

- A.  $\text{I}_2(\text{g})$  是反应的催化剂,  $\text{I}_2(\text{g})$  浓度增大,  $\text{N}_2\text{O}$  分解反应速率增大  
B. 第二步是整个反应的决速步骤  
C.  $\text{I}_2(\text{g})$  能降低反应的焓变, 从而化学反应速率增大

(3) 工业生产硝酸的核心反应之一是在恒压装置中将 NO 转化为  $\text{NO}_2$  :



目前认为反应 I 分两步进行: 反应 II.  $2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_2(\text{g})$   
 $\Delta H < 0$  (快速平衡)



反应 III 的速率方程为  $v = k \cdot p(\text{N}_2\text{O}_2) \cdot p(\text{O}_2)$

①控制投料比  $n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$ , 在不同条件下, 反应 I 中 NO 转化率随时间的变化如图 20 所示。

由图知相同压强下反应 I 的速率随温度升高而          (填写“增大”“减小”), 可能的原因是         。

②已知不同温度下反应 I 的浓度平衡常数  $K_c$  如下表。

温度/°C	27	77	127	177	227	500
平衡常数 $K_c$	$1.1 \times 10^6$	$4.3 \times 10^4$	$3.7 \times 10^3$	$5.6 \times 10^2$	$1.2 \times 10^2$	1.0

NO 由  $\text{NH}_3$  催化氧化得到, 而催化后的产物气体往往高于  $800^\circ\text{C}$ , 为使反应 I 顺利进行, 工艺上须将产物气体冷却到  $100^\circ\text{C}$  以下, 再进行反应。“急剧冷却”的原因有: 低温下有利于反应速率增大;         。

(4) 为避免汽车尾气中的氮氧化物对大气的污染, 需给汽车安装尾气净化装置。在净化装置中 CO 和 NO 发生反应  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -746.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。实验测得:  $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot p^2(\text{NO}) \cdot p^2(\text{CO})$ ,  $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot p(\text{N}_2) \cdot p^2(\text{CO}_2)$ 。其中  $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$  分别为正、逆反应速率常数, 只与温度有关;  $p$  为气体分压 (分压 = 物质的量分数  $\times$  总压)。

一定温度下在刚性密闭容器中充入 CO、NO 和  $\text{N}_2$  物质的量之比为 2 : 2 : 1, 压强为  $p_0$  kPa。达平衡时压强为  $0.9p_0$  kPa, 则  $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

28. (14 分) 硫酸脒 ( $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ ) 又名硫酸联氨, 无色或白色棱形结晶或粉末。易溶于热水, 微溶于冷水, 不溶于醇。某实验小组用水合肼制取硫酸脒。

I: 水合肼的制取:

$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (水合肼) 为无色透明油状发烟液体, 具有强还原性。原理为  $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons$

$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ , 可能用到的实验装置如图 21 所示:

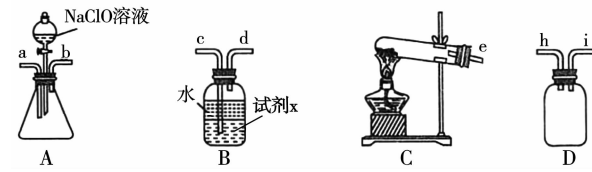


图 21

- (1) 装置 C 中发生反应的化学方程式是         。  
(2) 装置的连接顺序是          (填仪器接口小写字母), 试剂  $x$  可以是          (填写化学式, 任写一种)。

(3) 甲同学认为制取  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  时, 可以将氨气慢慢通入  $\text{NaClO}$  溶液中, 乙同学认为不可以。乙同学认为不可以的理由是         。

II: 制取硫酸脒:

①将一定量水合肼加入到三口烧瓶内, 将 98% 的浓硫酸加入滴液漏斗内, 并缓慢滴加至三口烧瓶内 (如图 22 所示)。

②保持烧瓶内温度在  $0 \sim 10^\circ\text{C}$  左右, 并用 pH 试纸测量其酸碱度, 在 pH 值为 5~7 时可停止滴加。

③将溶液缓慢降温, 缓慢搅拌然后保温 2h, 可沉降出白色固体。向混合溶液内加入适量甲醇, 沉淀, 过滤即可得硫酸脒固体。

(4) 保持烧瓶内温度在  $0 \sim 10^\circ\text{C}$  左右, 可采用的方法是         。

(5) 反应结束后向混合溶液中加入甲醇的目的是         。

(6) 水合肼的纯度对制取硫酸脒的质量影响较大。称取水合肼样品 3.0 g, 加入适量  $\text{NaHCO}_3$  固体 (滴定过程中, 调节溶液的 pH 保持在 6.5 左右), 加水配成 250 mL 溶液, 移出 25.00 mL 置于锥形瓶中, 并滴加 2~3 滴淀粉溶液, 用  $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的碘的标准溶液滴定。 (已知:  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{I}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{HI} + \text{H}_2\text{O}$ )

①滴定时, 碘的标准溶液盛放在          (填“酸式”或“碱式”) 滴定管。

②下列能导致水合肼的含量测定结果偏高的是         。(填标号)

- a. 锥形瓶清洗干净后未干燥                      b. 滴定前, 滴定管内无气泡, 滴定后有气泡  
c. 读数时, 滴定前平视, 滴定后俯视                      d. 盛标准液的滴定管水洗后, 直接装标准液

③实验测得消耗  $\text{I}_2$  溶液的平均值为 20.00 mL。水合肼 ( $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 的质量分数为         。

29. (10 分) 光合作用光反应产生的 NADPH 与 ATP 的比值大于暗反应消耗的 NADPH 与 ATP 的比值, NADPH 的积累会抑制光反应的进行。研究人员向蓝细菌中引入 NADPH 依赖型的异丙醇合成酶, 创建了消耗 NADPH 而不消耗 ATP 的异丙醇生物合成途径, 以提高细胞的光合速率, 有关代谢过程如图 23, A~D 代表不同的物质。请回答问题:

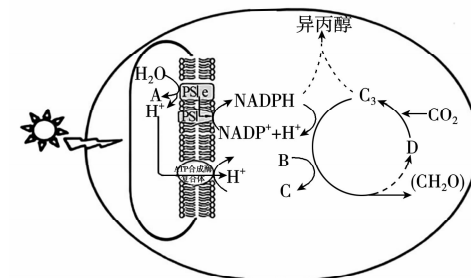


图 23

(1)ATP合成酶复合体除能催化合成ATP外,还具\_\_\_\_\_功能,物质B的来源除图示途径外,还来自于\_\_\_\_\_。

(2)研究人员测量对比野生蓝细菌(WT)和改造后的蓝细菌(SM7)光反应速率随光照强度的变化,结果如图24。由图可知适合在强光下种植的是\_\_\_\_\_ (填“WT”或“SM7”),原因是\_\_\_\_\_。

(3)研究人员进一步测定WT和SM7光饱和点下NADPH和ATP的浓度,结果如下表,SM7的NADPH消耗量比WT,其原因是\_\_\_\_\_。

细胞内NADPH和ATP的浓度		
品系	NADPH(pmol/OD730)	ATP(pmol/OD730)
WT	193.5	39.28
SM7	112.83	62.53

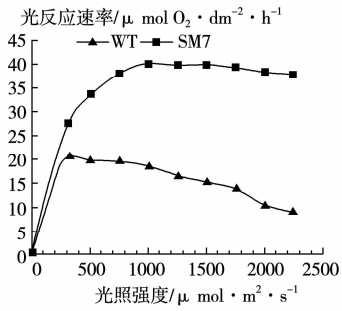


图24

(4)研究人员进一步探究导入异丙醇合成途径对蓝细菌光合作用暗反应的影响。取等量的WT和SM7菌株,置于两组密闭的、装有适宜浓度NaHCO<sub>3</sub>溶液的透明装置中,分别给予\_\_\_\_\_的光照强度,测定,计算一定时间内\_\_\_\_\_吸收量。

30. (9分)糖尿病患者夜间血糖控制良好,而清晨空腹血糖明显升高或胰岛素需求显著增加的现象被称作黎明现象,图25是血糖升高后相关的调节过程。请据图回答问题:

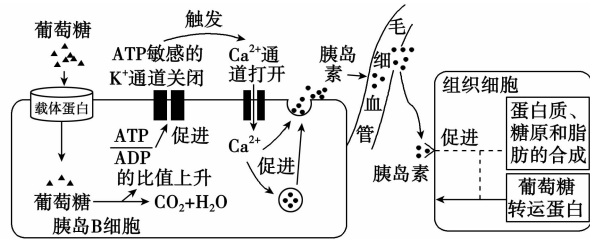


图25

(1)清晨早餐前,人体内血糖的来源有\_\_\_\_\_,胰岛A细胞分泌的\_\_\_\_\_可以提高血糖浓度。有人猜测黎明现象与人的昼夜节律有关,理由是人体内控制血糖和节律的神经中枢位于\_\_\_\_\_。

(2)据图分析,胰岛B细胞大量释放胰岛素的机理是\_\_\_\_\_。胰岛素释放后通过体液运输至全身各处,并与靶细胞表面的\_\_\_\_\_结合,实现血糖调节过程。

31. (8分)生物浮床技术是按照自然规律,运用无土栽培技术,以高分子材料为载体和基质,用现代农艺和生态工程措施综合集成的水面无土种植植物技术。采用该技术可将原来只能在陆地种植的草本陆生植物种植到自然水域中。生物浮床技术利用植物根系吸收水体中的污染物质,同时植物根系附着的微生物降解水体中污染物,从而有效进行水体修复,同时还能收获产物供人类利用。请回答问题:

(1)生物浮床技术增加了水域生态系统的物种多样性,提高了该生态系统的\_\_\_\_\_稳定性;该技术利用了生物多样性的\_\_\_\_\_价值。

(2)生物浮床使该群落的\_\_\_\_\_结构变得复杂,可以为鸟类、鱼类等动物提供\_\_\_\_\_。

(3)浮床中的植物一般选取当地的物种,其原因是\_\_\_\_\_。

32. (12分)某植物的花色有红花、粉花和白花三种表现型,花色性状由三个复等位基因(A<sup>+</sup>、A、a)控制,A<sup>+</sup>对A、a为完全显性,A对a为不完全显性。现将亲本都为红花的植株进行杂交,F<sub>1</sub>中红花个体与粉花个体的比为3:1,将F<sub>1</sub>中全部粉花植株自交得到F<sub>2</sub>,测得F<sub>2</sub>中红花:粉花:白花=1:2:1。请回答问题:

(1)该植物体细胞内基因A<sup>+</sup>、A、a的位置关系是\_\_\_\_\_,它们的遗传遵循\_\_\_\_\_定律。

(2)亲本的基因型为\_\_\_\_\_;粉花植株的基因型是\_\_\_\_\_。

(3)该植物红花植株的基因型有\_\_\_\_\_种。欲测定某红花植株的基因型,请你写出简要实验思路,并预测实验结果。

(二)选考题:共45分。请考生从2道物理题、2道化学题、2道生物题中每科任选一题作答。如果多做,则每科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修3-3](15分)

(1) (5分)如图26所示,一定量的理想气体经历了A→B→C→D→A的循环,B的温度为4T<sub>0</sub>,D的温度为T<sub>0</sub>,A的体积为V<sub>1</sub>,B的体积为V<sub>2</sub>,且V<sub>2</sub>=2V<sub>1</sub>,下列说法正确的是 ( )

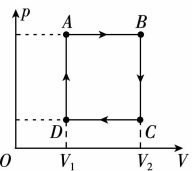


图26

- A. 状态C的温度为3T<sub>0</sub>
- B. 状态A的压强是状态C压强的2倍
- C. A→B过程气体从外界吸收的热量大于气体对外做的功
- D. D→A过程气体从外界吸收的热量大于气体内能的增加量
- E. 经历A→B→C→D→A一个循环,气体吸收的热量大于释放的热量

(2) (10分)如图27所示,内壁光滑的气缸竖直放置,在距气缸顶部l=30cm处有一卡环,用活塞在气缸内封闭一定质量的理想气体。当气体的温度T<sub>1</sub>=600K时,封闭气体的压强p<sub>1</sub>=1.5×10<sup>5</sup>Pa,已知活塞的质量m=5kg,活塞的面积为50cm<sup>2</sup>,不计活塞的厚度和卡环面积,大气压p<sub>0</sub>=1.5×10<sup>5</sup>Pa保持不变,系统在缓慢冷却的过程中,求:

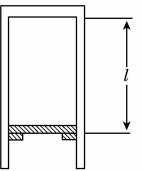


图27

- ① 活塞恰要离开卡环时的温度;
- ② 系统温度降至300K时,大气压对活塞做的功。

34. [物理——选修3-4](15分)

(1) (5分)单反相机是用单镜头并且光线通过此镜头照射到反光镜上,通过反光取景的相机。所谓“单镜头”是指摄影曝光光路和取景光路共用一个镜头,“反光”是指相机内一块平面反光镜将两个光路分开:取景时反光镜落下,将镜头的光线反射到五棱镜,再到取景窗;拍摄时反光镜快速抬起,光线可以照射到胶片或感光元件CMOS或CCD上。它只有一个镜头,既用它摄影也用它取景,因此视差问题基本得到解决,所见即所得。如图28所示,ABCDE为单反照相机取景器中五棱镜的一个截面,AB⊥BC,光线垂直AB射入,分别在CD和EA上发生全反射,且两次反射的入射角相等,最后光线垂直BC射出。则下列说法正确的是 ( )

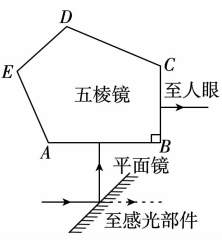


图28

- A. 单反相机镜头的增透膜利用了光的薄膜干涉原理
- B. 五棱镜的A、C两个角一定相等
- C. 五棱镜的E、D两个角一定相等
- D. 光线在CD边界的入射角为22.5°
- E. 这个五棱镜的折射率最小值为2

(2) (10分)某介质中M、N两质点分别位于x轴上的x<sub>M</sub>=-6m、x<sub>N</sub>=6m处,t=0时刻两质点同时开始沿y轴方向做简谐运动,t=1s时,M、N两质点第一次回到各自的平衡位置。振动产生的两列波相向传播,某时刻的波形如图29所示,一段时间后两列波在MN之间叠加。求:

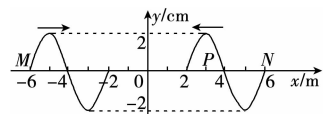


图29

- ① 两列波的波速各是多少;
- ② x=3m处的质点P开始振动后5s内通过的路程。

35. [化学——选修3:物质结构与性质](15分)

2023年1月30日,中国科学院研究团队研究六方相砷化镍(NiAs)型到正交相磷化锰(MnP)型结构转变,实现了对钨硫催化剂的精确设计。

回答下列问题:

(1)基态硫原子核外电子的空间运动状态有\_\_\_\_\_种。Si、P、S第一电离能由大到小的顺序是\_\_\_\_\_。

(2) Mn 的一种配合物化学式为  $[\text{Mn}(\text{CO})_5(\text{CH}_3\text{CN})]$ 。

① 该配合物中锰原子的配位数为         ，配体 CO 中提供孤对电子的原子是         ，理由是         。

②  $\text{CH}_3\text{CN}$  中 C 原子的杂化类型为         。

(3) NiAs 的一种晶胞结构如图 30 所示。Ni 的配位数是         ；Ni 紧邻的 Ni 原子数是         。

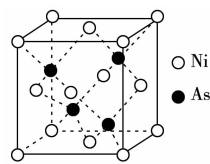


图 30

(4) 新型半导体材料立方砷化镓晶体与立方氮化硼晶体结构类似，两种晶体中熔点较高的是         ；如图 31 所示，砷化镓晶体中砷原子作面心立方最密堆积，镓原子填入间隔的四面体空隙中。已知晶胞中原子 1 的坐标为  $(0, 0, 0)$ ，原子 2 的坐标为  $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ ，则原子 3 的坐标为         。砷化镓的密度为  $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，阿伏伽德罗常数的值为  $N_A$ ，计算晶体中砷原子和镓原子的核间距          pm。

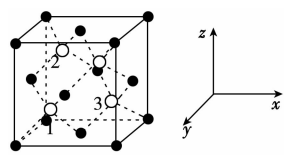


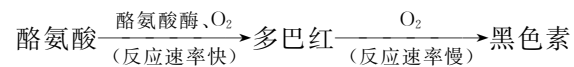
图 31

37. [生物——选修 1:生物技术实践](15 分)

虎耳草是一种多年生常绿草本植物，含有多酚类、黄酮类、有机酸类等多种活性物质，全草可入药，具有祛风清热、凉血解毒、抗炎消肿等功效。回答下列问题：

(1) 利用萃取法对虎耳草中的活性成分进行提取，在萃取之前需要对虎耳草进行粉碎和干燥处理，原因是         。萃取时分别用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇三种有机溶剂作为萃取剂，就可以实现虎耳草有效成分的初步分离，推测其原理是         。

(2) 研究发现，虎耳草提取液能够抑制酪氨酸酶的活性。酪氨酸酶在酪氨酸转变为黑色素的过程中起重要作用，过程如下：



在测定酪氨酸酶的活性时，可以用单位时间内、单位体积中          来表示酶反应速率。测定过程中需要注意控制          (答出 3 点) 等条件。若将虎耳草提取液加入到护肤品中，可能会有一定的美白效果，原因是         。

(3) 研究人员对虎耳草提取液的抑菌性能进行了检测，得到三种溶剂萃取物对不同细菌的抑菌圈直径(mm)如下表：

萃取物	金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	铜绿假单胞菌
石油醚萃取物	9.1	9.5	9.0
乙酸乙酯萃取物	10.5	11.7	9.3
正丁醇萃取物	10.4	12.1	10.5

实验结果说明，虎耳草提取液对三种细菌中的          抑菌效果最好；三种不同的萃取物中，抑菌效果最佳的是         。

38. [生物——选修 3:现代生物科技专题](15 分)

黄金大米是一种新型转基因大米，其  $\beta$ -胡萝卜素含量是普通大米的 23 倍，因大米在抛光后呈黄色而得名。八氢番茄红素合酶(其基因用  $\text{psy}$  表示)和胡萝卜素脱饱和酶(其基因用  $\text{crtI}$  表示)参与  $\beta$ -胡萝卜素的合成。图 33 是科学家将  $\text{psy}$  和  $\text{crtI}$  基因转入水稻，使水稻胚乳中含有  $\beta$ -胡萝卜素，生产出“黄金大米”的过程。请据图回答问题：

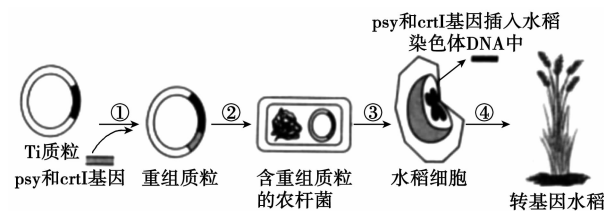


图 33

- 若用 PCR 技术扩增  $\text{psy}$  基因和  $\text{crtI}$  基因需要 Taq 酶，该酶最大的特点是         。
- 是培育转基因“黄金大米”植株的核心步骤，其除含有目的基因外，还必须含有         、标记基因、复制原点等。
- 据图可知，将目的基因导入水稻细胞的方法是         ；过程④需要用到          技术，该技术依据的生物学原理是         。
- 基因工程中，除了可以将外源基因导入染色体基因组外，还可以将外源基因导入叶绿体基因组中，后者最大的优点是避免外源基因随花粉扩散产生基因污染，原因是         。

36. [化学——选修 5:有机化学基础](15 分)

葛根素具有广泛的药理作用，临床上主要用于心脑血管疾病的治疗，其一种合成路线如图 32：

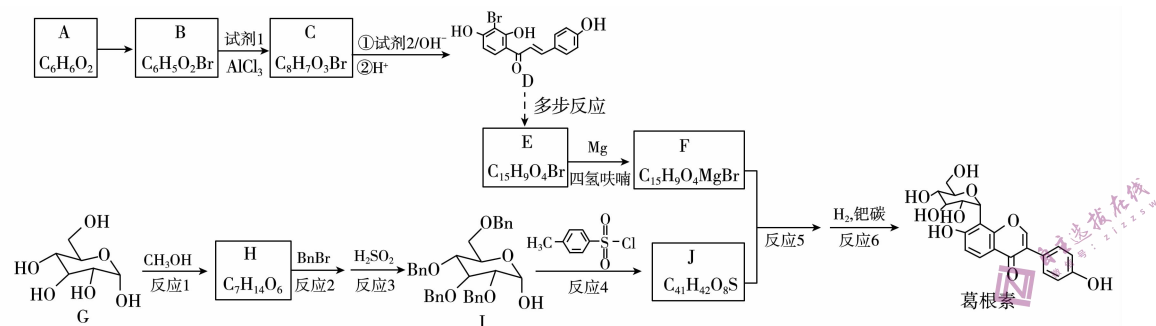
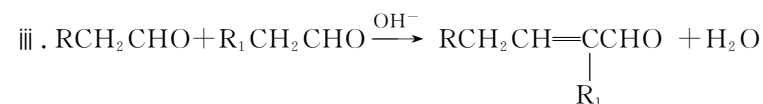
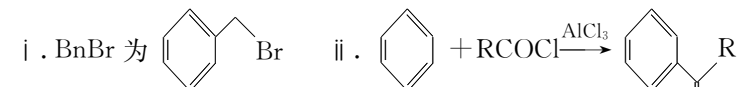


图 32

已知：



- A 的名称为         ，C 的结构简式为         。
- 由 B 到 C 的化学方程式为         ，反应 4 的反应类型为         。
- 试剂 2 中官能团名称是         。
- 反应 1 和反应 3 的目的是         。
- B 的同分异构体有多种，其中符合下列条件的结构有          种。  
属于芳香族化合物；与 B 具有相同种类的数目的官能团
- 结合题述信息，由乙醇和苯甲醇合成 的路线是         。