

# 理科综合

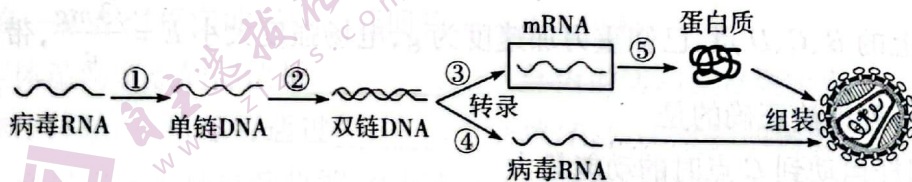
## 考生注意:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上,并将考生号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡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。
3. 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 Cu 64 Au 197

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. 易位子位于内质网膜上,是一种与新合成的多肽进入内质网有关的蛋白复合体,其本质是膜上的通道蛋白。若多肽在内质网中未正确折叠,也会通过易位子运出内质网。下列有关叙述错误的是  
A. 易位子是广泛存在于真核细胞中的一种膜蛋白  
B. 易位子具有运输大分子物质进出内质网的功能  
C. 若浆细胞中易位子结构异常,将影响抗体的加工和分泌  
D. 经内质网加工后的蛋白质也是通过易位子运送到高尔基体的
2. 科研人员做了一个实验:在无光条件下,将离体叶绿体的类囊体放在 pH = 4 的缓冲液甲中,待叶绿体基质和类囊体腔的 pH 均达到 4 时,再转移至 pH = 8 的缓冲液乙中,并向缓冲液乙中加入 ADP 和 Pi,检测发现反应体系合成了大量的 ATP。下列有关分析错误的是  
A. H<sup>+</sup> 以被动运输的方式从类囊体运输到缓冲液乙  
B. H<sup>+</sup> 浓度差产生的势能驱动 ADP 和 Pi 合成 ATP  
C. 在叶绿体的类囊体上,ATP 的合成不需要酶的参与  
D. 在无光条件下,离体叶绿体的类囊体也能合成 ATP
3. 细胞凋亡过程需要多种酶参与,如 DNase 为核酸内切酶,能够切割 DNA 形成 DNA 片段;Caspase 是一类蛋白质水解酶,负责选择性地切割某些蛋白质,形成多肽片段。下列有关分析错误的是  
A. 细胞凋亡是基因控制的细胞自动结束生命的过程  
B. DNase 可使 DNA 链中脱氧核苷酸之间的化学键断裂  
C. Caspase 破坏特定蛋白质中的肽键,从而形成多肽片段  
D. 细胞凋亡过程中有蛋白质的降解,没有蛋白质的合成
4. HIV 的 RNA 在人体细胞内不能直接作为合成蛋白质的模板,下图表示 HIV 在 T 淋巴细胞内的增殖过程,下列分析错误的是



- A. DNA 聚合酶参与过程②, RNA 聚合酶参与过程③④
- B. 过程③④形成的 mRNA 和病毒 RNA 中碱基排列顺序相同
- C. 图中病毒 RNA 中嘌呤碱基数与单链 DNA 中嘧啶碱基数相等
- D. 可通过选择性抑制过程①来设计治疗艾滋病的药物

5. 由于各种原因, 机体对胰岛素不敏感, 使胰岛素促进葡萄糖摄取和利用的效率下降, 机体代偿性分泌过多胰岛素, 以维持血糖稳定的现象称为胰岛素抵抗。下列有关分析错误的是
- A. 机体内的胰岛素是由胰岛 B 细胞分泌的信号分子  
 B. 胰岛素抵抗可能与靶细胞膜上胰岛素受体减少有关  
 C. 胰岛素抵抗患者对胰岛素不敏感, 易导致糖代谢紊乱  
 D. 空腹时, 胰岛素抵抗患者血液中胰岛素浓度低于正常人
6. 下表为随着时间的推移, 某弃耕农田上植物类型和植物种类发生的变化情况, 下列有关分析正确的是

类型 \ 种类	时间				
	1	4	15	25	40
草本	31	29	27	30	34
灌木	0	3	5	7	19
乔木	0	0	2	14	23
总计	31	32	34	51	76

- A. 在第 1 ~ 15 年期间, 群落没有发生演替  
 B. 随着时间的推移, 物种丰富度逐渐增加  
 C. 第 4 年 3 种灌木的出现是生物进化的结果  
 D. 第 40 年时, 该群落的优势种群仍为草本
7. 下列有关报道的我国科技成就中, 化学解读错误的是

选项	科技成就	化学解读
A	研制稳定且有非凡的比表面积的铝硅酸盐沸石(ZEO-1)	ZEO-1 属于金属材料
B	首次实现以 CO <sub>2</sub> 和 H <sub>2</sub> 为原料人工合成淀粉	有助于实现碳中和及解决粮食危机
C	发现古菌能将石油(烷基型有机物)转化为天然气	合适温度能提高古菌活性
D	碳家族再添新成员——发现次晶态金刚石晶体	它是石墨烯的一种同素异形体

8. 除去下列物质中的杂质, 所需的除杂试剂及实验操作均正确的是

选项	物质(杂质)	除杂试剂	实验操作
A	乙烯(SO <sub>2</sub> )	酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液	洗气
B	ZnSO <sub>4</sub> 溶液[Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	NaOH 溶液	过滤
C	硝基苯(苯)	水	分液
D	Cl <sub>2</sub> (HCl)	饱和 NaCl 溶液	洗气

9. 下列过程中的化学反应, 相应的离子方程式正确的是

- A. 用铝粉和 NaOH 溶液制取少量 H<sub>2</sub>:  $Al + 2OH^- \rightleftharpoons AlO_2^- + H_2 \uparrow$   
 B. 在 KI 溶液中加入少量酸化的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液:  $2I^- + 2H^+ + H_2O_2 \rightleftharpoons I_2 + 2H_2O$   
 C. 在稀硝酸中加入少量 Cu<sub>2</sub>O 粉末, 溶液变蓝色:  $Cu_2O + 2H^+ \rightleftharpoons Cu + Cu^{2+} + H_2O$   
 D. 向 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液中加入过量的稀硫酸:  $Ba^{2+} + SO_4^{2-} + H^+ + OH^- \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow + H_2O$

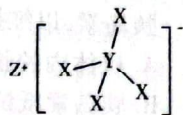
10. 我国科学家利用丁香酯合成防高温、防紫外线的热塑弹性材料。丁香酯(化学名称: 丙烯酸丁酯)的结构简式如图所示。下列说法错误的是



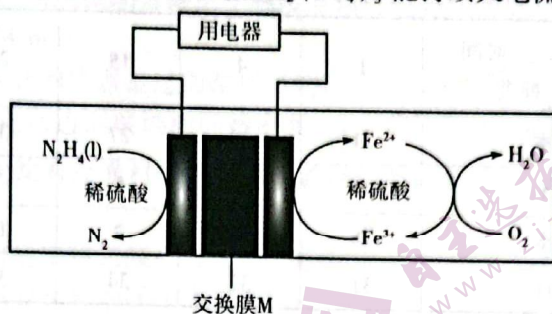
- A. 它能发生加聚反应、取代反应  
 B. 它能使酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液褪色  
 C. 它与 互为同分异构体  
 D. 它的水解产物中含单官能团的物质的同分异构体有 3 种

11. 短周期主族元素 X、Y、Z、R 的原子序数依次增大, 常温下,  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  XR 水溶液的  $\text{pH} = 1$ 。X、Y、Z 可组成一种在有机合成中常用的还原剂, 结构如图所示。下列说法正确的是

- A. 原子半径:  $Z > Y > R > X$
- B. Y 的最高价氧化物对应的水化物是弱酸
- C.  $\text{YR}_3$  分子中每个原子最外层都达到 8 电子结构
- D. 电解 ZR 水溶液可以制备 Z、R 的单质

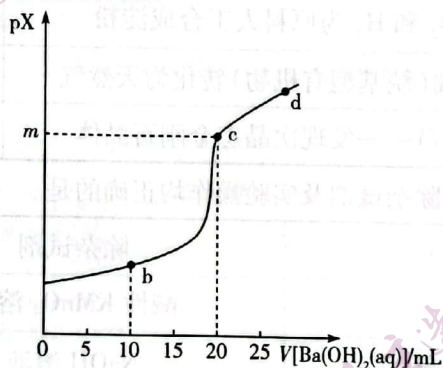


12. 研究发现, 在肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ )酸性燃料电池中添加少量  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , 能持续大电流放电, 工作原理如图所示。



下列说法错误的是

- A. 交换膜 M 为质子交换膜
  - B.  $\text{Fe}^{3+}$  能够降低正极区反应的活化能
  - C. 放电时正极区溶液的 pH 下降
  - D. 负极反应式为  $\text{N}_2\text{H}_4 - 4e^- = \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
13. 298 K 时, 向  $10 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液中滴加  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-})$  的负对数  $\text{pX} [\text{pX} = -\lg c(\text{SO}_4^{2-})]$  与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液体积的关系如图所示。已知: 常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.0 \times 10^{-10}$ 。下列说法正确的是



- A. 在 b、c、d 点中, c 点对应的  $c(\text{Fe}^{2+})$  最小
- B. 在 b、c、d 点中, d 点对应的水的电离程度最大
- C. 图中  $m = 5$ , c 点溶液的  $\text{pH} > 7$
- D. b 点溶液中:  $c(\text{NH}_4^+) > 2c(\text{SO}_4^{2-})$

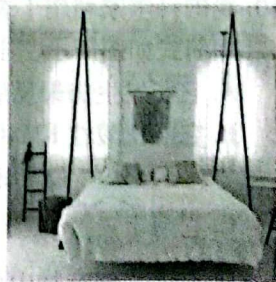
二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14 ~ 18 题只有一项符合题目要求, 第 19 ~ 21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

14. 关于近代物理知识, 下列说法中正确的是

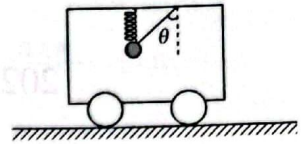
- A. 原子核的结合能越大, 原子核越稳定
- B. 汤姆孙通过对阴极射线的研究, 发现了原子内部存在电子
- C. 处于  $n = 4$  能级的一个氢原子回到基态时可能会辐射 6 种频率的光子
- D. 衰变发出的  $\gamma$  射线是波长很短的光子, 电离能力很强

15. 如图所示为一种新型吊床, 用 4 根轻绳吊在天花板上, 天花板上的两个结点之间的距离与床的宽度相等, 每根绳长都是  $L$ , 绳和床的连接点到天花板的距离是  $0.8L$ , 床和床上用品总质量是  $M$ , 重力加速度为  $g$ 。当一个质量为  $m$  的人躺在床的中间时, 每根绳上的弹力大小是

- A.  $\frac{5(M+m)g}{16}$
- B.  $\frac{5(M+m)g}{12}$
- C.  $\frac{5(M+m)g}{8}$
- D.  $\frac{(M+m)g}{4}$

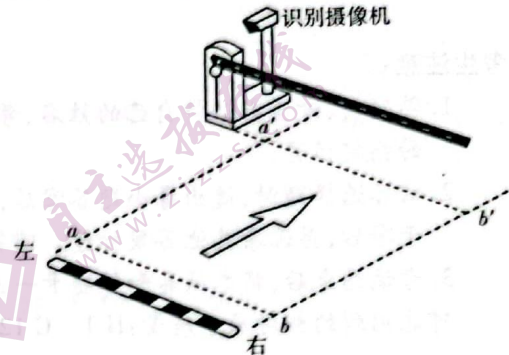


16. 如图所示,一根轻弹簧上端悬挂在小车顶部,下端和一条与竖直方向成  $\theta$  角的轻绳共同拴接一小球,此时小车和小球相对静止,一起在水平面上运动,弹簧竖直,下列说法正确的是



- A. 若轻绳拉力为零,小车一定向右匀速直线运动
- B. 若小车做匀变速直线运动,小车一定是向右加速
- C. 若小车做匀变速直线运动,小车的加速度一定向右
- D. 无论小车做何种运动,弹簧一定处于伸长状态

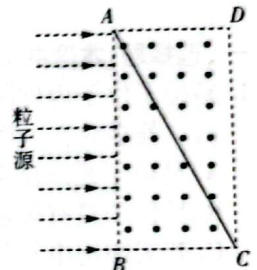
17. 如图所示为高速入口或出口的 ETC 车牌自动识别系统的直杆道闸,水平细直杆可绕转轴在竖直面内匀速转动。自动识别线  $ab$  到直杆正下方  $a'b'$  的距离  $L = 22 \text{ m}$ ,自动识别系统的反应时间为  $0.2 \text{ s}$ ,直杆转动角速度  $\omega =$



$\frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$ ,要使汽车安全通过道闸,直杆必须转动到竖直位置,则汽车不停车匀速安全通过道闸的最大速度是

- A.  $8 \text{ m/s}$
- B.  $9 \text{ m/s}$
- C.  $10 \text{ m/s}$
- D.  $11 \text{ m/s}$

18. 如图所示,一个有理想边界、磁感应强度  $B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$  的矩形匀强磁场  $ABCD$  区域,对角线  $AC$  放一个挡板, $AB = CD = 20\sqrt{3} \text{ cm}$ , $BC = AD = 20 \text{ cm}$ ,左边有一个宽度等于  $AB$  的线状粒子源,可以水平向右发射速度  $v = 1 \times 10^5 \text{ m/s}$  的粒子,粒子的质量  $m = 1 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ,电荷量  $q = -2 \times 10^{-15} \text{ C}$ ,不计粒子的重力和粒子间的相互作用,在挡板  $AC$  上能打上粒子部分的长度是

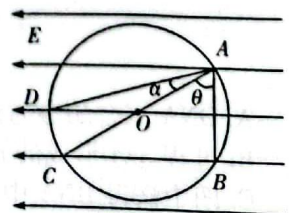


- A.  $10 \text{ cm}$
- B.  $10\sqrt{3} \text{ cm}$
- C.  $20\sqrt{3} \text{ cm}$
- D.  $20 \text{ cm}$

19. 2021 年 12 月 26 日 11 时 11 分,长征四号丙运载火箭在太原卫星发射中心点火起飞,成功实施一箭双星发射,将资源一号 02E 星和一零一中学科普小卫星送入预定轨道。现假设在火箭到达预定轨道后与双星分离,随后资源一号 02E 星把科普小卫星向后弹射出去(弹射前后两卫星速度方向均不变),使两颗卫星都到达了与地面有一定高度的预定轨道。资源一号 02E 星质量大于科普小卫星,根据题中的条件,下列说法正确的是

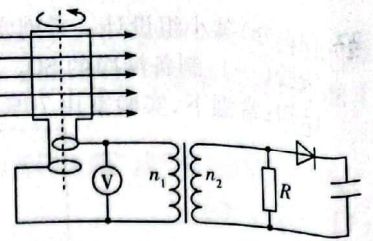
- A. 资源一号 02E 星和科普小卫星仍在与火箭分离前的轨道上运行
- B. 资源一号 02E 星和科普小卫星运行速度都小于第一宇宙速度
- C. 资源一号 02E 星的动能大于科普小卫星的动能
- D. 资源一号 02E 星的周期大于科普小卫星的周期

20. 如图所示,在水平向左的匀强电场中用绝缘材料做成的圆环固定在竖直平面内, $O$  为圆心, $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  为圆环上的点, $AB$ 、 $AOC$ 、 $AD$  均为用绝缘材料做成的光滑细杆, $AB$  杆竖直, $AC$  与  $AB$  的夹角  $\theta = 60^\circ$ , $AC$  与  $AD$  的夹角  $\alpha = 15^\circ$ 。将一个质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的小环分别套在  $AB$ 、 $AOC$ 、 $AD$  细杆上,从  $A$  点由静止释放运动到圆环上的  $B$ 、 $C$ 、 $D$  点,已知重力加速度为  $g$ ,电场强度大小  $E = \frac{\sqrt{3}mg}{q}$ ,带电小环对匀强电场的影响忽略不计。下列说法正确的是



- A. 小环沿  $AOC$  细杆运动到  $C$  点时的动能最大
- B. 小环沿  $AD$  细杆运动到  $D$  点的过程中电场力做功最多
- C. 小环沿  $AD$  细杆运动到  $D$  点的过程中电场力的冲量最大
- D. 小环沿三根细杆分别运动到  $B$ 、 $C$ 、 $D$  点的过程中电场力的冲量相同

21. 如图所示,一个小型交流发电机输出端连接在理想变压器的原线圈  $n_1$  上,副线圈  $n_2$  通过理想二极管接有电容  $C = 2 \times 10^{-4} \text{ F}$  的电容器和阻值  $R = 20 \Omega$  的电阻,理想变压器匝数比  $n_1:n_2 = 1:2$ 。已知交流发电机内匀强磁场的磁感应强度  $B = 0.2 \text{ T}$ ,发电机线圈匝数  $N = 10$ ,内阻不计且线圈面积是  $0.2 \text{ m}^2$ ,发电机转动的角速度大小为  $25 \text{ rad/s}$ ,电压表是理想电表,下列说法正确的是



A. 电压表示数为  $10 \text{ V}$

B. 电阻  $R$  的电功率等于  $10 \text{ W}$

C. 电容器上的电荷量为  $2\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ C}$

D. 电容器上的电荷量为  $4 \times 10^{-3} \text{ C}$

三、非选择题:包括必考题和选考题两部分,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)某同学设计出如图 1 所示的实验装置来验证机械能守恒定律。让小球自由下落,下落过程中小球的球心经过光电门 1 和光电门 2,光电计时器记录下小球通过光电门的时间  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ ,已知当地的重力加速度为  $g$ 。

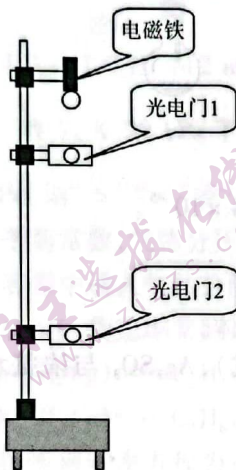


图1

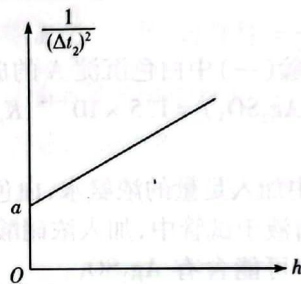


图2

(1)为了验证机械能守恒定律,该实验还需要测量下列哪些物理量 \_\_\_\_\_ (填选项序号)。

A. 小球的质量  $m$

B. 光电门 1 和光电门 2 之间的距离  $h$

C. 小球从光电门 1 到光电门 2 下落的时间  $t$

D. 小球的直径  $d$

(2)小球通过光电门 1 时的瞬时速度  $v_1 =$  \_\_\_\_\_ (用题中所给的物理量表示)。

(3)保持光电门 1 位置不变,上下调节光电门 2,多次实验记录多组数据,作出  $\frac{1}{(\Delta t_2)^2}$  随  $h$  变化的图像如图 2 所示,如果不考虑空气阻力,若该图线的斜率  $k_1 =$  \_\_\_\_\_,就可以验证小球下落过程中机械能守恒。

(4)考虑到实际存在空气阻力,设小球在下落过程中平均阻力大小为  $f$ ,根据实际数据绘出的  $\frac{1}{(\Delta t_2)^2}$  随  $h$  图像的斜率为  $k (k < k_1)$ ,则实验过程中所受的平均阻力  $f$  与小球重力  $mg$  的比值  $\frac{f}{mg} =$  \_\_\_\_\_ (用  $k, k_1$  表示)。

23. (9 分)某同学学习了欧姆表原理后,想自己用一个电流表改装成有两个倍率的欧姆表(“ $\times 1$ ”和“ $\times 10$ ”),在实验室找到以下器材:

A. 电流表,满偏电流为  $10 \text{ mA}$ 、内阻大约  $10 \Omega$

B. 电压表  $3 \text{ V}$ ,内阻约  $3000 \Omega$

C. 电压表  $6 \text{ V}$ ,内阻约  $6000 \Omega$

- D. 滑动变阻器, 最大电阻  $10\ \Omega$
- E. 定值电阻  $R_1 = 291\ \Omega$
- F. 定值电阻  $R_2 = 1\ \Omega$
- G. 定值电阻  $R_3 = 10\ \Omega$
- H. 电源电动势  $3\ \text{V}$ , 内阻很小
- I. 开关、导线若干

(1) 首先该同学设计了一个实验电路测量电流表的内阻, 要求两个电表的指针都能达到半偏以上, 并尽可能准确测量阻值, 图 1 中电路比较合理的是\_\_\_\_\_。

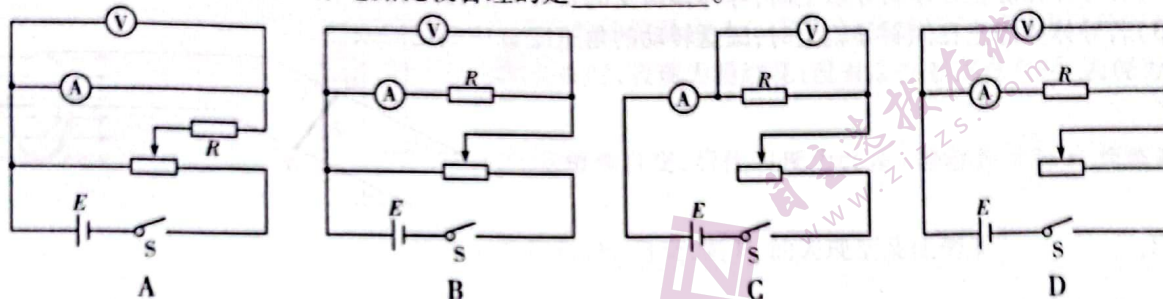


图 1

(2) 测量电流表内阻的电路图中定值电阻应选\_\_\_\_\_ (填“ $R_1$ ”“ $R_2$ ”或“ $R_3$ ”), 电压表应选\_\_\_\_\_ (填“B”或“C”), 在某次测量中电流表读数是  $8.0\ \text{mA}$ , 电压表刻度盘如图 2 所示, 则电压表读数是\_\_\_\_\_ V, 根据以上数据可得出电流表的内阻是\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。



图 2

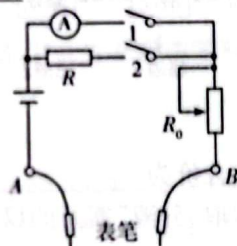
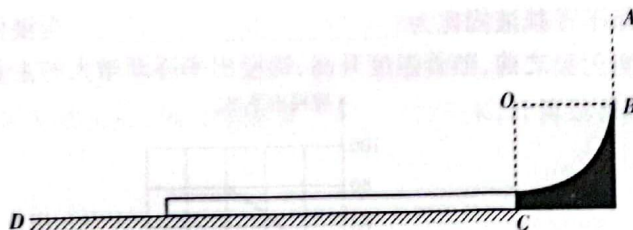


图 3

(3) 然后该同学设计了如图 3 所示的欧姆表原理图, 电路中的定值电阻应选\_\_\_\_\_ (填“ $R_1$ ”“ $R_2$ ”或“ $R_3$ ”), 只闭合开关 1 时欧姆表的倍率是\_\_\_\_\_ (填“ $\times 1$ ”或“ $\times 10$ ”), 与 A 相连的应该是\_\_\_\_\_ (填“红”或“黑”) 表笔。

24. (14 分) 如图所示, 在足够长的光滑水平面上放有一个长  $L = 6\ \text{m}$ 、质量  $M = 2\ \text{kg}$  的长木板, 木板上表面右端与固定在水平面上的粗糙四分之一圆弧最低点 C 等高, 圆弧半径  $R = 1\ \text{m}$ 。从圆弧 B 点正上方距 B 点高度  $h = 1\ \text{m}$  的 A 点由静止释放一个质量  $m = 1\ \text{kg}$  的小滑块 (可以看成质点), 小滑块刚好能滑到长木板的左端, 小滑块和长木板之间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ , 重力加速度  $g$  取  $10\ \text{m/s}^2$ 。求:

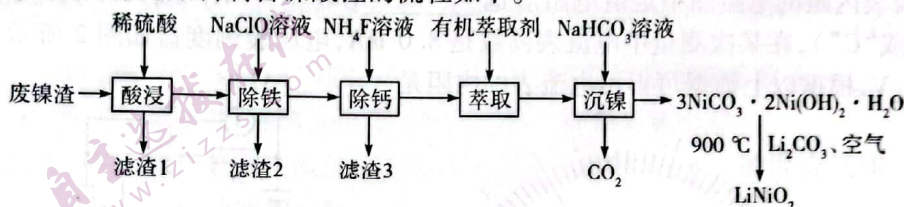
- (1) 小滑块运动到圆弧最低点 C 点时的速度大小;
- (2) 小滑块运动到圆弧最低点 C 时对圆弧的压力大小;
- (3) 小滑块经过圆弧时克服摩擦力做的功。



25. (18分) 如图所示, 右边是法拉第圆盘发电机, 圆盘直径  $d=2\text{ m}$ , 转动方向如图所示(从右向左看是逆时针), 圆盘处于磁感应强度  $B_1=1\text{ T}$  的匀强磁场中, 左边有两条间距  $L=0.5\text{ m}$  的平行倾斜导轨, 倾角  $\theta=37^\circ$ , 导轨处有竖直向上的匀强磁场, 磁感应强度  $B_2=2\text{ T}$ , 用导线把两导轨分别与圆盘发电机中心和边缘的电刷连接, 圆盘边缘和圆心之间的电阻  $r=1\ \Omega$ 。在倾斜导轨上水平放一根质量  $m=1\text{ kg}$ 、电阻  $R=2\ \Omega$  的导体棒, 导体棒与导轨之间的动摩擦因数  $\mu=0.5$  且始终接触良好, 导体棒长度也是  $L=0.5\text{ m}$ , 重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ , 其余电阻不计。求:
- (1) 若圆盘转动的角速度  $\omega_1=20\text{ rad/s}$  时, 产生的感应电动势;
  - (2) 若导体棒静止在倾斜导轨上时, 导体棒所受的安培力应满足的条件;
  - (3) 若导体棒静止在倾斜导轨上时, 圆盘转动的角速度  $\omega$  应满足的条件。

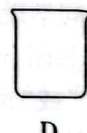


26. (14分) 镍酸锂 ( $\text{LiNiO}_2$ ) 是一种具有潜力的锂离子电池材料。以镍催化剂废渣(主要成分是  $\text{Ni}$ , 含少量  $\text{Zn}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等杂质)为原料制备镍酸锂的流程如下。



请回答下列问题:

- (1)  $\text{LiNiO}_2$  中镍的化合价为\_\_\_\_\_。
- (2) 在实验室中, “萃取、分液”需要的仪器有\_\_\_\_\_ (填字母)。



- (3) 如果加入足量次氯酸钠溶液“除铁”, 则“除铁”反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) “除钙”操作不能在玻璃仪器中进行, 其原因是\_\_\_\_\_。
- (5) 有人认为“除钙”中可以用  $\text{HF}$  替代  $\text{NH}_4\text{F}$ , 则“除钙”反应  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HF}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaF}_2(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$  的平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$  [已知: 室温下,  $\text{HF}$  的电离常数  $K_a = 4.0 \times 10^{-4}$ ,  $K_{sp}(\text{CaF}_2) = 1.6 \times 10^{-10}$ ]。
- (6) “酸浸”中镍浸出率与液固比(稀硫酸浓度一定时溶液体积与镍渣质量之比)的关系如图1所示, 最佳液固比为\_\_\_\_\_。当液固比一定时, 镍浸出率与温度的关系如图2所示,  $40\text{ }^\circ\text{C}$  之前, 随着温度升高, 镍浸出率逐渐增大的主要原因是\_\_\_\_\_。

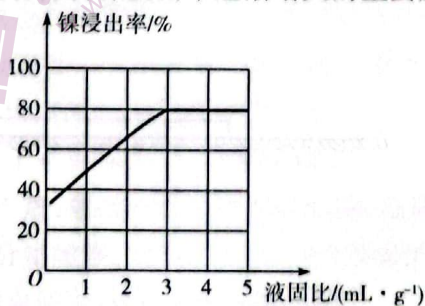


图1

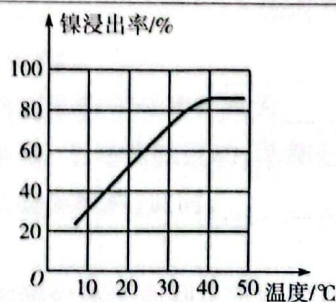


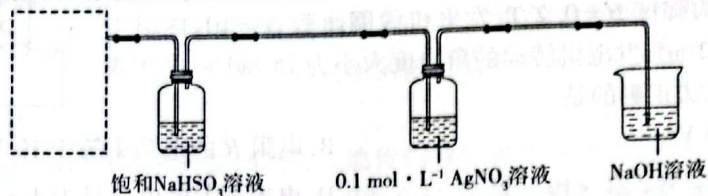
图2

- (7) 用  $3\text{NiCO}_3 \cdot 2\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  制备镍酸锂的化学方程式为\_\_\_\_\_。

27. (13分) 某小组设计一系列实验探究  $\text{SO}_2$  和  $\text{AgNO}_3$  溶液的反应原理。

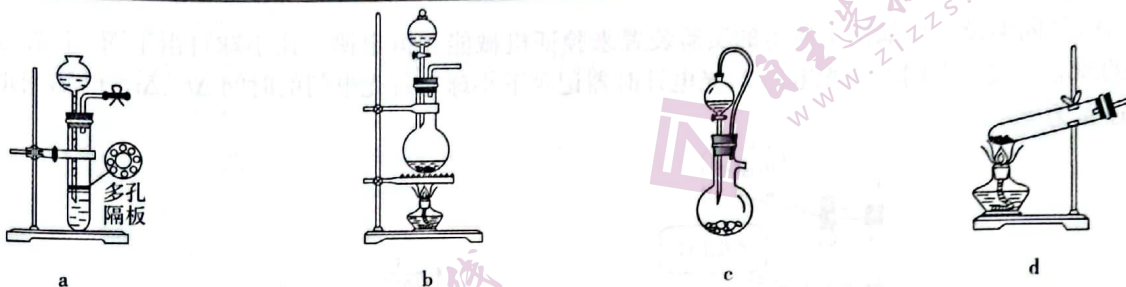
实验(一): 制备纯净的  $\text{SO}_2$  并完成  $\text{SO}_2$  和  $\text{AgNO}_3$  溶液的反应实验。

已知: 常温下, 实验室用 70% 浓硫酸与亚硫酸钠粉末反应制备  $\text{SO}_2$ 。



实验中, 硝酸银溶液中产生大量白色沉淀, 过滤得到白色沉淀 A 和无色溶液 B。

(1) 制备  $\text{SO}_2$  的发生装置宜选择 \_\_\_\_\_ (填字母)。饱和  $\text{NaHSO}_3$  溶液的作用是 \_\_\_\_\_。



实验(二): 探究实验(一)中白色沉淀 A 的成分。

已知: 常温下,  $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{SO}_3) = 1.5 \times 10^{-14}$ ,  $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1.4 \times 10^{-5}$ 。

操作与现象:

步骤 1: 在沉淀 A 中加入足量的浓氨水, 白色沉淀逐渐溶解。

步骤 2: 吸出上层清液于试管中, 加入浓硝酸, 产生红棕色气体。

(2) 白色沉淀 A 中可能含有  $\text{Ag}_2\text{SO}_3$ 、\_\_\_\_\_ (填化学式),  $\text{Ag}_2\text{SO}_3$  与浓氨水反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

实验(三): 探究实验(一)中无色溶液 B 的成分。

已知:  $\text{AgCl}$  溶于浓盐酸生成  $[\text{AgCl}_2]^-$ 。

操作与现象:

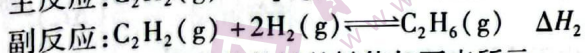
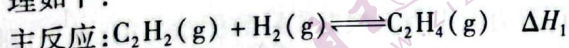
向无色溶液 B 中逐滴加入浓盐酸, 先产生白色沉淀, 后沉淀溶解; 再滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 溶液又变浑浊。

(3) 经检验发现无色溶液 B 中银元素的主要存在形式为  $[\text{Ag}(\text{SO}_3)_2]^{3-}$ , 用平衡移动原理解释向溶液 B 中滴加浓盐酸出现白色沉淀的原因: \_\_\_\_\_。

(4) 上述滴加氯化钡溶液产生沉淀的实验中, 有同学认为是空气中的  $\text{O}_2$  参与反应, 设计实验探究该同学的猜想: \_\_\_\_\_。

(5) 通过实验, 该小组得出的结论是  $\text{SO}_2$  与  $\text{AgNO}_3$  溶液的反应包括氧化还原反应和复分解反应。由此推知,  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$  不能大量共存的原因有两种: 一种是  $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ , 另一种是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

28. (16分) 我国科学家成功开发  $\text{Pd}-\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  催化剂在低温条件下高选择性合成高纯度的乙烯, 化学原理如下:



(1) 已知: a. 几种共价键的键能如下表所示:

共价键	H—C	H—H	C=C	C≡C
键能/( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	413.4	436	615	812

b.  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$  的燃烧热  $\Delta H$  分别为  $-1299.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-1559.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

则  $\Delta H_1 =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 乙烯加氢生成乙烷的热化学方程式是 \_\_\_\_\_。



(2) 在刚性密闭容器中充入一定量的  $C_2H_2(g)$  和  $H_2(g)$ , 发生反应:  $C_2H_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g)$ 。其他条件相同, 在 Cat1、Cat2 两种催化剂作用下, 反应相同时间时  $C_2H_2$  的转化率与温度的关系如图 1 所示。

- ① 催化效率较高的是 \_\_\_\_\_ (填“Cat1”或“Cat2”); b 点 \_\_\_\_\_ (填“达到”或“未达到”) 平衡。  
 ② 温度高于  $300\text{ }^\circ\text{C}$ , 升高温度, b $\rightarrow$ c 的原因可能是 \_\_\_\_\_ (答 1 条即可)。

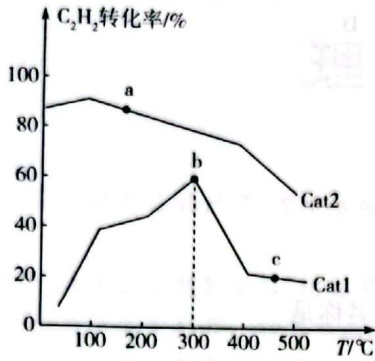


图 1

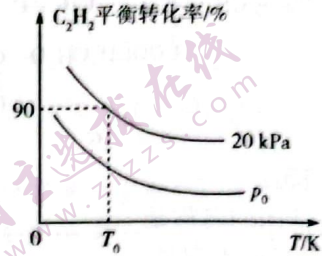


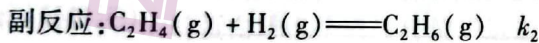
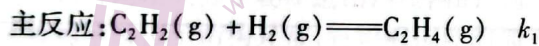
图 2

(3) 在密闭容器中充入 1 mol  $C_2H_2$  和 2 mol  $H_2$ , 发生上述两个反应, 测得  $C_2H_2$  平衡转化率与温度、压强的

关系如图 2 所示。在  $T_0\text{ K}$ 、20 kPa 下  $C_2H_4$  的选择性等于  $\frac{8}{9} [C_2H_4 \text{ 选择性} = \frac{n(C_2H_4)}{n(C_2H_4) + n(C_2H_6)}]$ 。

$p_0$  \_\_\_\_\_ 20 kPa (填“>”“<”或“=”)。 $T_0\text{ K}$  下, 主反应的平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}^{-1}$  ( $K_p$  为用气体分压计算的平衡常数, 气体分压等于气体总压  $\times$  物质的量分数)。

(4) 在恒温刚性密闭容器中通入气体分压比为  $p(C_2H_2) : p(H_2) = 1 : 1$  的混合气体, 已知某反应条件下只发生如下反应 ( $k_1$ 、 $k_2$  为速率常数):

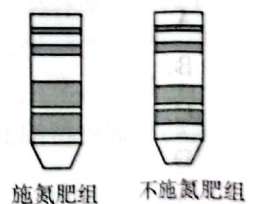


实验测得乙烯的净生成速率方程为  $v(C_2H_4) = k_1 p(C_2H_2) \cdot p(H_2) - k_2 p(C_2H_4)$ , 可推测乙烯的浓度随时间的变化趋势为 \_\_\_\_\_, 其理由是 \_\_\_\_\_。

29. (10 分) 科研人员以长势相近、生长旺盛的茶树为材料, 研究三种不同土壤含水量 (30%、50%、70%) 条件下, 施氮肥和不施氮肥处理时茶树叶片中的光合色素含量, 以及茶树的净光合速率。请回答下列问题:

(1) 该实验的自变量是 \_\_\_\_\_; 科研人员至少应设置 \_\_\_\_\_ 组实验。

(2) 右图是土壤含水量为 50% 的条件下, 施氮肥组和不施氮肥组茶树叶片的色素带。该实验结果是采用 \_\_\_\_\_ 法获得的; 两组实验结果的主要差别是 \_\_\_\_\_; 造成两组色素带出现这样差别的主要原因是 \_\_\_\_\_。



(3) 研究发现, 在土壤含水量为 30% 的条件下, 施氮肥过多会造成茶树的净光合速率降低, 其原因可能是 \_\_\_\_\_。

30. (9 分) 体温调定点机制是人体的一种类似恒温器的调节机制。该学说认为, 人体内存在体温调定点, 它可以将体温设定在一个相对恒定的温度。请回答下列相关问题:

(1) 人体内可设定体温调定点的部位是 \_\_\_\_\_; 人体内的体温正常调定点为 \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ 。

(2) 当人体处于寒冷环境时, 机体可通过 \_\_\_\_\_ (填序号: ①骨骼肌运动; ②细胞代谢加快; ③晒太阳) 增加产热, 通过皮肤毛细血管收缩, 血流量减少, 以减少散热; 此时, \_\_\_\_\_ (填两种激素) 分泌增多, 增加产热, 以维持体温恒定。

(3) 当体温偏离调定点时, 机体能够通过 \_\_\_\_\_ 调节机制使体温回到正常调定点水平, 体温维持在正常调定点的意义是 \_\_\_\_\_。

31. (10分) 某池塘中, 水草和藻类为主要植物类群, 甲、乙为植食性鱼类, 但乙鱼不以藻类为食, 丙为肉食性鱼类, 以甲、乙为食, 丁为1种水鸟, 以乙、丙为食。请回答下列问题:
- (1) 丁处于第\_\_\_\_\_营养级, 丙与丁的种间关系为\_\_\_\_\_。
  - (2) 若水草大量减少, 则短期内乙和藻类的数量也会减少, 其原因分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
  - (3) 流向甲的能量约占水草和藻类同化量的5.4%, 低于相邻营养级之间能量传递效率10%~20%, 其原因是\_\_\_\_\_; 流向甲的能量有两大去向: 一是用于自身生长、发育和繁殖等生命活动, 二是\_\_\_\_\_。

32. (10分) 某自花传粉植物的花色受两对独立遗传的等位基因 A/a、B/b 控制, 研究发现, 当两种显性基因同时存在时, 表现为红花; 只有一种显性基因存在时, 表现为粉红花; 没有显性基因存在时, 表现为白花。请回答下列相关问题:

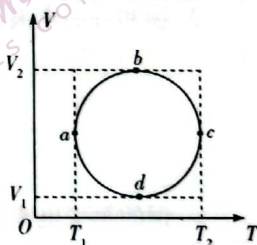
- (1) 红花植株的基因型有\_\_\_\_\_种; 某红花植株自交, 后代表现为红花: 粉红花 = 3:1, 则该亲本红花植株的基因型为\_\_\_\_\_。
- (2) 让两种基因型不同的纯合粉红花杂交得到  $F_1$ ,  $F_1$  自交, 则  $F_2$  的表现型及比例是\_\_\_\_\_;  $F_2$  的粉红花中纯合子占\_\_\_\_\_。
- (3) 现有甲、乙两株粉红花植株, 请通过一次杂交实验判断甲、乙两植株是否含有同种显性基因(要求写出杂交方案、预期结果及结论)。  
杂交方案: \_\_\_\_\_。  
预期结果及结论: \_\_\_\_\_。

(二) 选考题: 共45分。请考生从给出的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, 则每学科按所做的第一题计分。

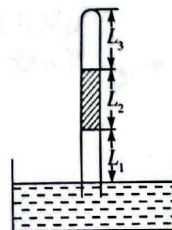
33. [物理——选修3-3] (15分)

- (1) (5分) 如图所示, 一定质量的理想气体由状态  $a$  开始, 经历  $ab$ 、 $bc$ 、 $cd$ 、 $da$  四个过程回到原状态, 其  $V-T$  图像刚好是一个圆, 气体在  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  四个状态的体积分别为  $V_a = V_c$ 、 $V_b = V_2$ 、 $V_d = V_1$ , 温度分别为  $T_a = T_1$ 、 $T_b = T_d$ 、 $T_c = T_2$ , 压强分别为  $p_a$ 、 $p_b$ 、 $p_c$ 、 $p_d$ , 其中  $V_2 = 5V_1$ ,  $T_2 = 5T_1$ 。下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号, 选对一个得2分, 选对2个得4分, 选对3个得5分。每选错一个扣3分, 最低得分为0分)

- 在这四个状态中,  $c$  状态时气体的内能最多
- $p_c = 4p_a$
- $p_b = 1.8p_a$
- 从状态  $a$  到状态  $b$ , 气体从外界吸热
- 从状态  $c$  到状态  $d$ , 气体对外界做功



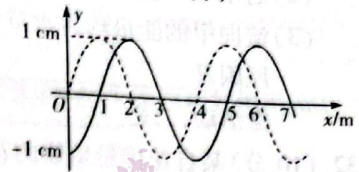
- (2) (10分) 如图所示, 下端开口的细玻璃管竖直放置, 下端插在水银槽中, 玻璃管中间有一段长度为  $L_2 = 15\text{ cm}$  的水银柱, 玻璃管内上端空气柱长度为  $L_3 = 20\text{ cm}$ , 下端空气柱长度为  $L_1 = 20\text{ cm}$ , 当环境温度是  $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$ , 槽内水银在玻璃管内外液面相平。已知大气压强  $p_0 = 75\text{ cmHg}$ , 保持玻璃管不动, 升高环境温度, 当玻璃管内外水银面的高度差是  $h = 5\text{ cm}$  时, 求此时的环境温度是多少摄氏度。[空气可以看成理想气体, 忽略水银槽内液面高度的变化, 热力学温度  $T = (t + 273)\text{ K}$ , 计算结果保留到整数]



34. [物理——选修3-4] (15分)

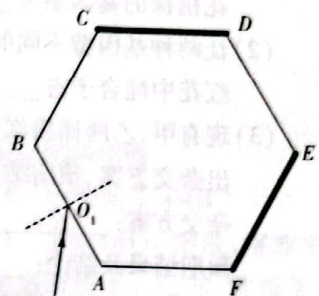
(1) (5分) 如图所示, 一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波, 实线是  $t_1 = 0$  时的部分波形图, 虚线是  $t_2 = 0.6$  s 时的部分波形图, 其他数据图中已标出, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号, 选对一个得2分, 选对2个得4分, 选对3个得5分。每选错一个扣3分, 最低得分为0分)

- A. 这列波的波长是4 cm
- B. 这列波的周期可能是0.8 s
- C. 在0.6 s时,  $x = 4$  m处的质点振动方向沿  $y$  轴负方向
- D. 这列波的波速可能是24 m/s
- E. 在0~0.6 s内,  $x = 4$  m处的质点走过的路程可能是11 cm



(2) (10分) 如图所示是一个正六边形玻璃砖的截面图, 有一束光从  $AB$  面的中点  $O_1$  处入射, 入射角是  $\theta_1 = 45^\circ$ , 在  $CD$  和  $EF$  面上涂有反光材料。已知该玻璃砖的折射率  $n = \sqrt{2}$ , 玻璃砖的边长为  $L$ , 光在真空中的速度为  $c$ 。求:

- (i) 经玻璃砖折射和反射后出射光线与入射光线之间的夹角;
- (ii) 光从入射到第一次出射在玻璃砖中传播的时间。



35. [化学——选修3:物质结构与性质] (15分)

我国科学家利用  $\text{AuCu} - \text{ZnO}$  光催化剂实现室温条件下  $\text{CH}_4$  催化氧化生成  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 还有少量副产物  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{HCHO}$  等。

回答下列问题:

(1) 基态  $\text{C}$  原子的价层电子排布图为\_\_\_\_\_; 金和铜位于同族, 基态金原子有\_\_\_\_\_个单电子; 在题干物质所含元素中, 电负性最大的是\_\_\_\_\_ (填元素名称)。

(2) 铜和锌的电离能如下表所示:

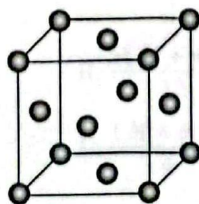
电离能/( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	$I_1$	$I_2$	.....
Cu	746	1 958	.....
Zn	906	1 733	.....

铜的第二电离能大于锌的第二电离能的主要原因是\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  分子中  $\text{C}$  原子的杂化方式是\_\_\_\_\_。  $\text{HCHO}$  中键角  $\angle \text{HCO} = 121.89^\circ$ ,  $\angle \text{HCH} = 116.11^\circ$ , 两种键角不同的主要原因是\_\_\_\_\_。

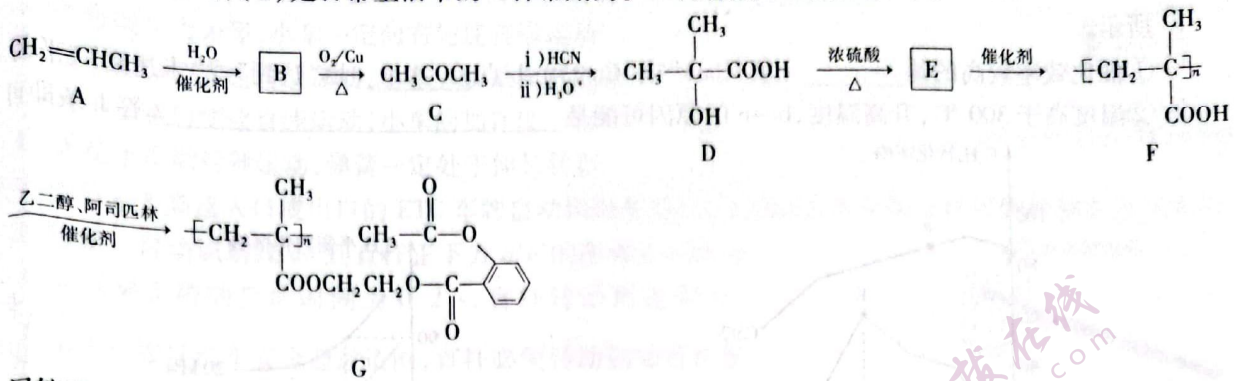
(4) 向  $\text{CuSO}_4$  溶液中滴加氨水得到深蓝色溶液, 由此推知稳定性:  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  \_\_\_\_\_  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  (填“>”“<”或“=”)。已知:  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中锌采用  $\text{sp}^3$  杂化, 则  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  的空间构型是\_\_\_\_\_ (不考虑氢原子的位置)。

(5) 铜的晶胞结构如图所示。一种金铜合金晶胞可以看成是铜晶胞面心上的铜被金取代而成, 连接相邻面心上的金原子构成\_\_\_\_\_ (填“正四面体”“正八面体”或“正四边形”)。已知:  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值, 晶胞参数为  $a$  pm, 则该金铜合金晶体的密度为\_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (用含  $a$ 、 $N_A$  的代数式表示)。



36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

长效缓释阿司匹林(G)是日常生活中的一种常用药。一种合成G的路线如下:



回答下列问题:

(1) D 中官能团的名称是 \_\_\_\_\_; B 的化学名称是 \_\_\_\_\_。

(2) D→E 的反应类型是 \_\_\_\_\_。

(3) 在 D 的同分异构体中,同时满足下列条件的结构有 \_\_\_\_\_ 种(不考虑立体异构)。

①能与钠反应产生 H<sub>2</sub>

②既能发生银镜反应,又能发生水解反应

其中核磁共振氢谱只有三组峰的结构简式是 \_\_\_\_\_。

(4) 已知 F→G 的副产物只有水,则阿司匹林的结构简式为 \_\_\_\_\_,该反应的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(5) 以环己醇为原料合成 ,设计合成路线: \_\_\_\_\_ (无机试剂任选)。

37. [生物——选修1:生物技术实践](15分)

在生物技术实践中,实验中各种材料的处理和操作时间的长短将影响实验的结果,请回答相关问题:

(1) 在腐乳制作过程中,卤汤中酒的含量应控制在 12% 左右,当酒精含量过高时,腐乳成熟的时间将会延长,其原因是 \_\_\_\_\_。

(2) 在泡菜制作过程中,影响亚硝酸盐含量的因素有:腌制时间、\_\_\_\_\_等;在测定亚硝酸盐含量时,需将显色反应后的待测样品与 \_\_\_\_\_ 进行目测比较,大致估算出泡菜中亚硝酸盐的含量。

(3) 利用稀释涂布平板法对细菌进行计数时,需每隔 24 h 统计一次菌落数目,选取菌落数目稳定时的记录作为结果,其目的是 \_\_\_\_\_。在菌落数目稳定时,一般选取菌落数在 \_\_\_\_\_ 的平板进行计数。

(4) 在橘皮精油的提取中,需将柑橘皮干燥去水,并用 \_\_\_\_\_ 浸泡,浸泡的目的是 \_\_\_\_\_,从而提高出油率;若要探究浸泡时间对出油率的影响,则对照组为 \_\_\_\_\_。

38. [生物——选修3:现代生物科技专题](15分)

动物细胞工程常用的技术有动物细胞培养、核移植、细胞融合等,其中动物细胞培养是动物细胞工程的基础。请回答相关问题:

(1) 动物细胞培养的原理是 \_\_\_\_\_;动物细胞培养所使用的是液体培养基(即培养液),其原因是 \_\_\_\_\_;在动物细胞培养过程中,随着细胞数量不断增多,会出现 \_\_\_\_\_ 现象。

(2) 在动物细胞培养过程中,为防止杂菌污染,应采取的具体措施有 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ;培养过程中定期更换培养液的目的是 \_\_\_\_\_。

(3) 在克隆动物培育过程中使用的动物细胞工程技术有 \_\_\_\_\_;哺乳动物利用胚胎细胞核移植较体细胞核移植更易成功,原因是 \_\_\_\_\_。