

## 衡水中学金卷先享题信息卷四 理科综合试题及答案

可能用到的相对原子质量: H 1 Li 7 C 12 N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 K 39 Fe 56 As 75

Ag 108

### 第 I 卷

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

1. 下列关于组成人体细胞的元素及化合物的说法中, 正确的是

- A. DNA、ATP 和中心体中所含化学元素的种类相同
- B. 糖原和维生素 D 为生物大分子, 均由单体聚合而成
- C. 脂肪中储能多, 是细胞内主要的能源物质
- D. DNA 彻底水解可以得到 6 种小分子化合物

**解析:** DNA、ATP 仅含有 C、H、O、N、P 五种元素, 中心体由蛋白质构成, 一般都含有 S 元素, A 项错误; 维生素 D 不属于生物大分子, 更不是由单体聚合而成, B 项错误; 细胞内主要的能源物质是糖类, C 项错误; DNA 彻底水解可以得到磷酸、脱氧核糖和 4 种碱基, 共 6 种小分子化合物, D 项正确。

**答案:** D

2. 同位素标记法可用于追踪物质的运行和变化规律。下面列举的实验没有运用该方法的是

- A. 卡尔文用  $^{14}\text{C}$  做标记, 发现了光合作用过程中的卡尔文循环
- B. 鲁宾和卡门用  $^{18}\text{O}$  做标记, 证明了光合作用释放的氧气来自于水
- C. 赫尔希和蔡斯用  $^{35}\text{S}$  和  $^{32}\text{P}$  做标记, 证明了 DNA 是遗传物质
- D. 沃森和克里克用  $^{15}\text{N}$  做标记, 发现了 DNA 的双螺旋结构

**解析:** 沃森和克里克发现 DNA 双螺旋结构, 用的是模型构建法, 没有用  $^{15}\text{N}$  做标记。故选 D。

**答案:** D

3. 浙江大学研究团队发现了“用小苏打饿死癌细胞”的新疗法, 即在常规治疗的基础上注射小苏打水, 去除癌细胞中乳酸分解产生的氢离子, 使癌细胞更少地利用葡萄糖, 从而加速癌细胞死亡; 而通常使用的化疗是通过抑制 DNA 的复制导致癌细胞无法增殖。下列有关说法错误的是

- A. 细胞癌变后对葡萄糖的分解速率激增, 往往伴随乳酸的产生
- B. 癌细胞在碱性体质的人体内不易增殖
- C. 癌细胞吸收葡萄糖的方式与氢离子有关
- D. 与化疗法相比, 该疗法会导致机体正常细胞因缺乏葡萄糖而大量死亡

**解析:** 与正常细胞相比, 癌细胞的分裂能力很强, 但是机体供氧能力有限, 导致癌细胞不能彻底氧化分解葡萄糖而产生乳酸, A 项正确; 根据题意分析, 注射小苏打水是为了去除癌细胞中乳酸分解产生的氢离子, 使癌细胞更少地利用葡萄糖, 从而加速癌细胞死亡。可见, 碱性环境不利于癌细胞的生存, B 项正确; 由于去除氢离子会导致癌细胞对葡萄糖的利用率降低, 因此可以判断癌细胞吸收葡萄糖与氢离子有关, C 项正确; 正常情况下, 机体细胞进行的是有氧呼吸, 不产生乳酸, 该疗法减少的是癌细胞对葡萄糖的利用, D 项错误。

**答案:** D

4. 根据现代生物进化理论, 下列说法错误的是

- A. 导致种群基因频率改变的因素有突变、基因重组、自然选择
- B. 生物进化的实质是种群基因库的定向改变
- C. 基因重组是不定向的、随机的
- D. 如果没有突变进化也就不会发生

**解析:** 导致种群基因频率改变的因素有突变、基因重组、自然选择, A 项正确; 生物进化的实质是种群基因频率的改变, B 项错误; 基因重组具有不定向性和随机性, C 项正确; 没有突变就不会有等位基因, 也不会有基因重组的发生, 就不会有基因频率的改变, 因此就没有进化的发生, D 项正确。

**答案:** B

5. 同种的花卉种植在一起形成花带, 不同品种的花带连在一起, 形成了漂亮的花带景观。下列有关说法错误的是

- A. 景区内所有的花卉构成了一个群落, 其抵抗力稳定性较低
- B. 不同地段分布着不同种的花卉, 体现了群落的水平结构
- C. 花带中同种菊花植株等距分布, 属于种群的空间特征
- D. 影响菊花在秋季开放的主要因素属于物理信息

**解析:** 一个群落应包括该区域内动物、植物以及微生物在内的所有生物, A 项错误; 群落的水平结构包括不同地段分布着不同种群这一现象, B 项正确; 种群空间特征包括均匀分布、集群分布和随机分布三种情况, 等距分布属于均匀分布, C 项正确; 短日照引起菊花开放, 光照属于物理信息, D 项正确。

**答案:** A

6. 某红花植株自交,  $F_1$  中红花: 白花  $\approx 27:37$ , 若仅考虑与花色有关基因的遗传, 下列有关分析错误的是

- A. 该花色的遗传至少由 3 对独立遗传的等位基因控制
- B. 对亲本测交, 产生的子一代中红花: 白花  $\approx 1:7$
- C. 亲本体细胞中与该花色有关的基因均为杂合状态
- D. 亲本植株产生的雌配子和雄配子类型均有 8 种

**解析:** 假设控制花色的基因用 A、a, B、b, C、c……表示。若亲本为一对基因杂合 (AaBBCCDD), 自交产生的  $F_1$  中红花: 白花  $\approx 3:1$ ; 若亲本为两对基因杂合 (AaBbCCDD), 自交产生的  $F_1$  中红花: 白花  $\approx 9:7$ ; 若亲本为三对基因杂合 (AaBbCcDD), 自交产生的  $F_1$  中红花: 白花  $\approx 27:37$ ; 若亲本为四对基因杂合 (AaBbCcDd), 自交产生的  $F_1$  中红花: 白花  $\approx 61:175$ , 可见, 仅通过一个杂交组合产生的分离比, 只能判断至少有几对基因杂合, 不能判断有几对等位基因控制。故选 C。

**答案:** C

7. 下列说法错误的是

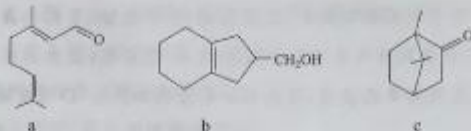
- A. 《新修本草》有关“青矾”的描述为“本来绿色, 新出窟未见风者, 正如琉璃, 烧之赤色”, 据此推测“青矾”的主要成分为  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$
- B. 石灰石是工业制水泥和玻璃的原料
- C. 氰酸铵 ( $NH_4CNO$ ) 与尿素 [ $CO(NH_2)_2$ ] 互为同分异构体
- D. 新制氯水显酸性, 向其中滴加少量紫色石蕊试液, 充分振荡后溶液呈红色

**解析:**  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  为绿色, 经煅烧后, 分解成粒度非常细而活性又很强的红色  $Fe_2O_3$  粉末, 则可推测

“青矾”的主要成分为  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , A 项正确;工业制水泥的原料是石灰石、黏土,制造玻璃的原料是石灰石、纯碱和石英砂, B 项正确;二者分子式相同,结构不同,互为同分异构体, C 项正确;新制氯水中含有  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}$  具有漂白性,滴加少量紫色石蕊试液,充分振荡后溶液呈无色, D 项错误。

答案:D

8. 关于下列三种有机物的说法正确的是

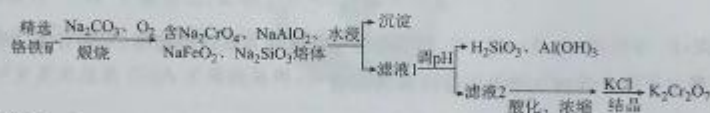


- A. a 的一种同分异构体是乙醇的同系物
- B. a、b、c 互为同分异构体
- C. a、b、c 三种有机物都可发生加成、取代、酯化反应
- D. c 中的碳原子均可处于同一平面

解析:a 的不饱和度是 3, a 的一种同分异构体的不饱和度也是 3, 乙醇的不饱和度是 0, 二者不可能为同系物, A 项错误; a、b、c 的分子式均为  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ , 结构不同, 互为同分异构体, B 项正确; a、c 均无羧基和羟基, 无法发生酯化反应, C 项错误; c 中一个碳原子同时与 4 个碳原子成键, 这 5 个碳原子不可能共面, D 项错误。

答案:B

9. 重铬酸钾是重要的工业原料, 有强氧化性。用精选铬铁矿[含  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  和少量  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ ] 制备  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 其流程如下:



下列说法正确的是

- A. “煅烧”反应中  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  和  $\text{O}_2$  的物质的量之比为 7:4
- B. “沉淀”反应的离子为  $\text{Fe}^{3+}$
- C. “结晶”温度下,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的溶解度小于  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- D. 可选用盐酸作“酸化”试剂

解析:由图中转化关系知,“煅烧”时  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  转化为  $\text{NaFeO}_2$  和  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ , 1 mol  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  失去 7 mol 电子, 1 mol  $\text{O}_2$  得到 4 mol 电子, 故“煅烧”反应中  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  和  $\text{O}_2$  的物质的量之比为 4:7, A 项错误; “沉淀”反应的离子为  $\text{FeO}_4^{2-}$ , B 项错误; 滤液 2 的主要成分为  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 经“酸化、浓缩”后转化为  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  浓溶液, 加入  $\text{KCl}$  能析出  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 说明“结晶”温度下,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的溶解度小于  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , C 项正确;  $\text{HCl}$  能被  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  氧化, D 项错误。

答案:C

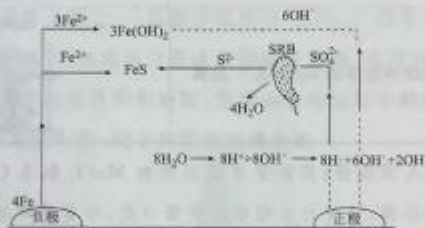
10. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素。W 与 Y 同主族；Y 与 Z 同周期，Z 原子的最外层电子数是次外层电子数的 0.5 倍，含 Z 的最高价氧化物的试剂瓶不能盛放 W 与 X 形成的共价化合物的溶液。下列叙述正确的是

- A. 原子半径： $W < X < Y < Z$
- B. 气态氢化物的热稳定性： $Z > X$
- C. X 与 Y 形成的二元化合物的溶液 pH 一定大于 7
- D. X、Y 的简单离子的电子层结构相同

**解析：**由题意可知，W、X、Y、Z 分别为 H、F、Na、Si。原子半径： $H < F < Si < Na$ ，A 项错误；非金属性： $F > Si$ ，则气态氢化物的热稳定性： $HF > SiH_4$ ，B 项错误；X 与 Y 形成的二元化合物为 NaF，是强碱弱酸盐，溶液呈碱性，但未指明常温下，其 pH 不一定大于 7，C 项错误； $F^-$  与  $Na^+$  的电子层结构相同，D 项正确。

**答案：**D

11. 厌氧性硫酸盐还原菌(SRB)是导致金属微生物腐蚀最为普遍的菌种，腐蚀图解如图所示。下列说法正确的是



- A. 正区的电极反应式为  $8H^+ + 8e^- \longrightarrow 8H \cdot (\text{吸附}), SO_4^{2-} + 8H \cdot (\text{吸附}) \xrightarrow{\text{SRB 菌的氯化酶}} S^{2-} + 4H_2O$
- B. 正极区溶液的 pH 变小
- C. 生成 1 mol FeS, 转移 6 mol 电子
- D. 引入新细菌, 一定会加速金属的腐蚀

**解析：**根据硫酸盐还原菌腐蚀图可知，整个腐蚀过程如下：介质中水电离： $8H_2O \rightleftharpoons 8OH^- + 8H^+$ ，负极的电极反应式为  $4Fe - 8e^- \longrightarrow 4Fe^{2+}$ ，正极的电极反应式为  $8H^+ + 8e^- \longrightarrow 8H \cdot (\text{吸附})$ ， $H \cdot (\text{吸附})$  在 SRB 菌的作用下与  $SO_4^{2-}$  发生反应  $SO_4^{2-} + 8H \cdot (\text{吸附}) \xrightarrow{\text{SRB 菌的氯化酶}} S^{2-} + 4H_2O$ ， $Fe^{2+}$  与  $S^{2-}$  发生反应  $Fe^{2+} + S^{2-} \longrightarrow FeS$ ， $Fe^{2+}$  与  $OH^-$  发生反应  $3Fe^{2+} + 6OH^- \longrightarrow 3Fe(OH)_2$ ，整个反应的总化学方程式为  $4Fe + SO_4^{2-} + 4H_2O \xrightarrow{\text{SRB 菌}} FeS + 3Fe(OH)_2 + 2OH^-$ ，A 项正确；正极区有  $OH^-$  生成，溶液的 pH 变大，B 项错误；根据总化学方程式知，生成 1 mol FeS，转移 8 mol 电子，C 项错误；如果引入的新细菌与 SRB 争夺营养物质或者产生抗生素类物质杀死 SRB，均可以抑制金属的腐蚀，D 项错误。

**答案：**A

12. 下列装置和原理能达到实验目的的是

选项	实验目的	实验操作
A.	除去氢气中少量的 $\text{SO}_2$ 和水蒸气	
B.	实验室制备纯净的 $\text{Cl}_2$	
C.	分离苯和甲苯	
D.	蒸发结晶得到纯净的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 晶体	

**解析:** 导气管应“长进短出”, A 项错误; 实验室用浓盐酸和  $\text{MnO}_2$  制备  $\text{Cl}_2$  时应加热, B 项错误; 苯和甲苯互溶, 且沸点不同, 可用蒸馏法分离, 温度计水银球在支管口处, 冷凝管中冷凝水为“下进上出”, C 项正确;  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  为强酸弱碱盐, 加热促进  $\text{Fe}^{3+}$  水解, 生成受热易分解的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和易挥发的  $\text{HNO}_3$ , 得不到纯净的  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  晶体, D 项错误。

**答案:** C

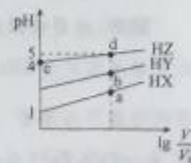
13. 室温下, 浓度均为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、体积均为  $V_0 \text{ L}$  的三种酸  $\text{HX}$ 、 $\text{HY}$ 、 $\text{HZ}$ , 分别加水稀释至体积为  $V \text{ L}$ , 溶液 pH 随  $\lg \frac{V}{V_0}$  的变化如图所示。下列叙述错误的是

A. 水的电离程度:  $b < c < d$

B. 加热 a、d 两点溶液,  $\frac{c(\text{X}^-)}{c(\text{Z}^-)}$  的值减小

C. 若分别用 c、d 两点溶液中和等体积、等浓度的  $\text{NaOH}$  溶液, 则消耗的体积:  $V(d) < 10V(c)$

D. a、b、d 三点溶液中:  $c(\text{X}^-) > c(\text{Y}^-) > c(\text{Z}^-)$

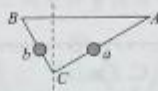


**解析:** b、c、d 三点溶质均为酸, pH 越大, 酸电离出的  $c(\text{H}^+)$  越小, 对水电离的抑制程度越弱, 因此水的电离程度:  $b < c < d$ , A 项正确; 由图可知,  $\text{HX}$  是强酸,  $\text{HY}$ 、 $\text{HZ}$  是弱酸, 且酸性:  $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$ , 若加热 a、d 两点溶液,  $c(\text{X}^-)$  不变,  $c(\text{Z}^-)$  变大, 则  $\frac{c(\text{X}^-)}{c(\text{Z}^-)}$  的值减小, B 项正确; c、d 两点溶液的 pH 分别为 4、5, 若  $\text{HZ}$  的电离度相同, 则中和等体积、等浓度的  $\text{NaOH}$  溶液, 消耗的体积  $V(d) = 10V(c)$ , 但是 d 点  $\text{HZ}$  的电离度更大, 因此  $V(d) > 10V(c)$ , C 项错误; a、b、d 三点溶液体积相同, 酸性:  $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$ , 则  $c(\text{X}^-) > c(\text{Y}^-) > c(\text{Z}^-)$ , D 项正确。

**答案:** C

二、选择题:本题共 8 小题,每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中,第 14~16 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. 如图所示,光滑金属杆折成的直角三角形框架 ABC 位于竖直面内,  $\angle BAC = 30^\circ$ , 斜边 AB 位于水平方向, AC 和 BC 杆上分别串有两个完全相同的金属小球 a、b, 现使金属框架绕过 C 点的竖直轴匀速转动, 当系统达到稳定状态后, a、b 两小球做圆周运动的半径之比为



- A. 3:1      B. 1:3      C.  $1:\sqrt{3}$       D.  $\sqrt{3}:1$

**解析:** 对小球 a 由牛顿第二定律结合向心力公式得  $\frac{mg}{\tan 60^\circ} = mr_a \omega^2$ , 对小球 b 有  $\frac{mg}{\tan 30^\circ} = mr_b \omega^2$ , 可得  $\frac{r_a}{r_b} = \frac{1}{3}$ , B 项正确。

**答案:** B

15. 西电东送是西部大开发的标志性工程之一, 是指开发贵州、云南、广西等西部省区的电力资源, 将其送到电力紧缺的广东、上海、江苏等地, 西电东送可促进西部经济发展, 实现资源优化配置。西电东送的中部通道是将三峡和金沙江干支流水电送往华东地区, 为减小输电过程中的能量损耗, 在输电功率不变的情况下, 现将输电电压提高到原来的 4 倍, 则下列说法正确的是

- A. 输电电流减小为原来的  $\frac{1}{2}$   
 B. 输电线上的电压损失将增大为原来的 4 倍  
 C. 输电线上损失的电功率将减小为原来的  $\frac{1}{4}$   
 D. 输电线上损失的电功率将减小为原来的  $\frac{1}{16}$

**解析:** 输电电流  $I = \frac{P}{U}$ , 输电电压提高到原来的 4 倍, 则输电电流减小为原来的  $\frac{1}{4}$ , A 项错误; 输电线上的电压损失  $\Delta U = IR$ , 减小为原来的  $\frac{1}{4}$ , B 项错误; 输电线上损失的电功率  $\Delta P = I^2 R$ , 减小为原来的  $\frac{1}{16}$ , C 项错误, D 项正确。

**答案:** D

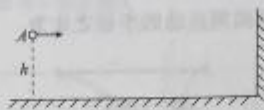
16. 放射性元素的半衰期是指大量放射性元素的原子核半数发生衰变所需要的时间, 与放射性元素衰变的规律类似, 药物在人体内的代谢过程也存在相对稳定的半衰期, 称作药物消除半衰期, 是指药物在生物体内浓度下降一半所需要的时间。比如青霉素类药物的半衰期为 30 分钟, 医学上, 一般认为药物在体内消除大于 95%, 即认为全部消除, 则人体一次性注射青霉素类药物后, 药物全部消除所需的时间约为

- A. 90 分钟      B. 120 分钟      C. 150 分钟      D. 180 分钟

**解析:** 一次性注射青霉素类药物后, 经过一个半衰期, 药物浓度下降一半, 体内剩余 50%, 经过两个半衰期, 体内剩余 25%, 以此类推, 经过五个半衰期, 体内剩余 3.125%, 消除 96.875%, 即可认为全部消除, 故青霉素类药物注射后全部消除所需的时间约为其半衰期的 5 倍, 即 150 分钟, C 项正确。

**答案:** C

17. 如图所示, 从高  $h=1.8\text{ m}$  的 A 点将弹力球水平向右抛出, 弹力球与水平地面碰撞两次后与竖直墙壁碰撞, 之后恰能返回 A 点。已知弹力球与接触面发生弹性碰撞, 碰撞过程中, 平行于接触面方向的速度不变, 垂直于接触面方向的速度反向但大小不变, A 点与竖直墙壁间的距离为  $4.8\text{ m}$ , 重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ , 则弹力球的初速度大小为



- A.  $4\text{ m/s}$       B.  $3.5\text{ m/s}$       C.  $2\text{ m/s}$       D.  $1.5\text{ m/s}$

**解析:** 弹力球能返回 A 点, 则弹力球与竖直墙壁碰撞时速度沿水平方向, 从 A 点至竖直墙壁的运动时间  $t=4\sqrt{\frac{2h}{g}}=2.4\text{ s}$ , 弹力球的初速度大小为  $v_0=\frac{d}{t}=2\text{ m/s}$ , C 项正确。

**答案:** C

18. 如图所示, 足够长的光滑平行金属导轨水平放置, 间距为  $L$ , 两根完全相同的导体棒 1、2 垂直导轨放置并紧挨在一起, 整个装置处于竖直向下的磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中, 导体棒的电阻均为  $R$ , 质量均为  $m$ , 现给导体棒 1 水平向右的初速度  $v$ , 则在以后的运动过程中, 两导体棒之间的最大距离为



- A.  $\frac{mvR}{4B^2L^2}$       B.  $\frac{mvR}{2B^2L^2}$       C.  $\frac{mvR}{B^2L^2}$       D.  $\frac{2mvR}{B^2L^2}$

**解析:** 两导体棒组成的系统所受外力为 0, 系统动量守恒, 最终稳定时两导体棒的速度大小相等, 由动量守恒定律得  $mv=2mv_1$ , 对导体棒 2 由动量定理得  $B\bar{I}Lt=mv_1$ ,  $q=\bar{I}t=\frac{mv}{2BL}=\frac{\Delta\Phi}{2R}=\frac{BL\Delta x}{2R}$ , 解得  $\Delta x=\frac{mvR}{B^2L^2}$ , C 项正确。

**答案:** C

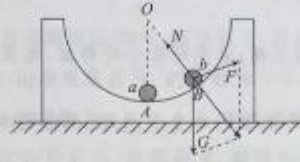
19. 如图所示, 内壁光滑的绝缘半圆容器静止于水平面上, 带电量为  $q_A$  的小球 a 固定于圆心 O 的正下方 A 点, 带电量为  $q_B$ 、质量为  $m$  的小球 b 静止于 B 点,  $\angle AOB=30^\circ$ , 由于小球电量的变化, 现发现小球 b 沿容器内壁缓慢向上移动, 最终静止于 C 点(未标出),  $\angle AOC=60^\circ$ 。下列说法正确的是



- A. 水平面对容器的摩擦力方向始终水平向右  
B. 容器对小球 b 的弹力始终与小球 b 的重力大小相等  
C. 出现上述变化时, 小球 a 的电荷量可能减小  
D. 出现上述变化时, 可能是因为小球 a 的电荷量逐渐增大为  $(2-\sqrt{3})^{\frac{1}{2}}q_A$

**解析:** 系统始终处于平衡状态, 容器与水平面间没有摩擦力, A 项错误; 对小球 b 进行受力分析如图所

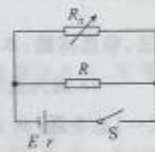
示,由三角形相似可得  $\frac{G}{R} = \frac{N}{R} = \frac{k \frac{q_a q_b}{r^2}}{r}$ ,可知容器对小球  $b$  的弹力始终与小球  $b$  的重力大小相等,B项正确;  
 $\angle AOB = 30^\circ$ ,此时  $r = \sqrt{2 - \sqrt{3}} R$ , $\angle AOC = 60^\circ$ ,此时  $r = R$ ,若是因为小球电荷量的改变引起了上述变化,则两小球电荷量的乘积应为原来的  $(2 - \sqrt{3})^{\frac{1}{2}}$  倍,小球  $a$  的电量可能增大也可能减小,两小球电荷量的乘积满足条件即可,若小球  $b$  的电荷量不变,则小球  $a$  的电荷量逐渐增大为  $(2 - \sqrt{3})^{\frac{1}{2}} q_a$ ,C、D项正确。



答案:BCD

20. 电动势为  $E$ 、内阻为  $r$  的电源与电阻箱  $R_1$ 、阻值为  $2r$  的定值电阻  $R$  连接成如图所示的电路,闭合开关  $S$ ,调节电阻箱  $R_1$ ,下列说法正确的是

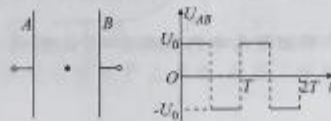
- A. 当  $R_1 = 2r$  时,电源的输出功率最大,最大值为  $\frac{E^2}{4r}$
- B. 当  $R_1 = 0$  时,电源内阻消耗的电功率最大,最大值为  $\frac{E^2}{r}$
- C. 随电阻箱  $R_1$  阻值的增大,电源的效率先增大后减小
- D. 当  $R_1 = 2r$  时,电阻箱消耗的功率最大,最大值为  $\frac{E^2}{8r}$



解析:当外电路电阻等于内阻时,即外电路电阻为  $r$  时,电源的输出功率最大,此时电阻箱  $R_1 = 2r$ ,最大输出功率  $P = \left(\frac{E}{r+r}\right)^2 r = \frac{E^2}{4r}$ ,此时电阻箱消耗的功率为  $\frac{E^2}{8r}$ ,但并非电阻箱消耗功率的最大值,当电阻箱  $R_1 = \frac{2}{3}r$  时,电阻箱消耗的功率最大,最大值为  $\frac{E^2}{6r}$ ,A项正确,D项错误;当  $R_1 = 0$  时,干路电流最大,电源内阻消耗的电功率最大,最大值为  $\frac{E^2}{r}$ ,B项正确;随电阻箱  $R_1$  阻值的增大,回路的外电路电阻增大,电源的效率  $\eta = \frac{PR_1}{I^2(R_1+r)}$  随外电路电阻的增大而增大,C项错误。

答案:AB

21. 如图1所示,平行板电容器的  $A$ 、 $B$  两极板间距为  $d$ ,两极板间所加电压  $U_{AB}$  随时间  $t$  的变化图线如图2所示,电容器内一个电荷量为  $q$ 、质量为  $m$  的正电荷从某时刻开始由静止释放,已知电荷的重力忽略不计,则下列说法正确的是



- A. 无论电荷何时释放,若未碰到极板,则运动  $nT$  时其速度一定为 0
- B. 若电荷在运动一个周期  $T$  时的位移最大,则该电荷的释放时刻为  $n \frac{T}{2}$  ( $n=0,1,2,3 \dots$ )



C. 若电荷在  $\frac{T}{4}$  时释放, 则该电荷一定会返回出发点

D. 电荷在一个周期  $T$  内, 若未碰到极板, 位移的最大值为  $\frac{qU_0 T^2}{4md}$

**解析:** 若电荷运动时间为  $nT$ , 则水平向右的加速度与水平向左的加速度等大, 且各持续  $\frac{nT}{2}$ , 故电荷经过  $nT$  的时间速度为 0, A 项正确; 若该电荷的释放时刻为  $n\frac{T}{2}$  ( $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ), 则电荷做单方向直线运动, 一个周期内平均速度最大, 位移最大, B 项正确; 若电荷在  $\frac{T}{4}$  时释放, 电荷可能在  $\frac{T}{2}$  时间内运动至 B 极板, C 项错误; 电荷在一个周期内位移最大, 应是加速运动半个周期, 减速运动半个周期, 位移  $x = \frac{qU_0}{2md} \left(\frac{T}{2}\right)^2 \times 2 = \frac{qU_0 T^2}{4md}$ , D 项正确。

**答案:** ABD

## 第 II 卷

三、非选择题: 本卷包括必考题和选考题两部分。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。

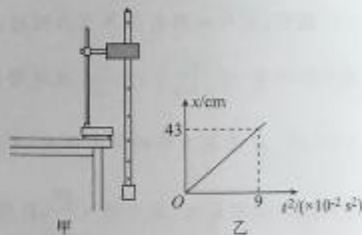
(一) 必考题 (共 129 分)

22. (5 分)

某同学通过如图甲所示的装置完成“验证重锤下落过程机械能守恒”的实验。

(1) 为完成该实验, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填正确答案标号)。

- A. 必须测量重锤的质量
- B. 处理数据时, 必须从打出的第一个点开始研究
- C. 不必须选择前两个点间距为 2 mm 的纸带
- D. 应运用逐差法处理纸带上的点迹以获得该处的重力加速度  $g$



(2) 该同学测得所有点到第一个点的距离  $x$ , 记录对应的时间  $t$ , 描

点得到  $x$  与  $t^2$  的关系图线如图乙所示, 则由图线可得重锤下落时的加速度为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$  (结果保留两位有效数字)。

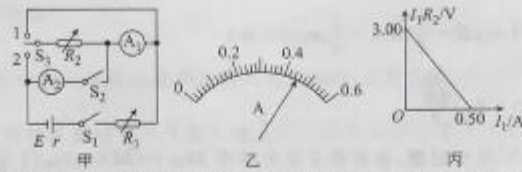
**解析:** (1) 验证机械能守恒时, 重锤的质量可以约掉, 不需要测量, A 项错误; 处理纸带时, 从清晰的点迹开始研究, 不需要从打出的第一个点开始, B 项错误; 选择点迹清晰的纸带, 不必须选择前两个点间距为 2 mm 的纸带, C 项正确; 重力加速度应该用实验室提供的数值, 不能通过纸带计算得出, 计算得出的是重锤下落过程的加速度, 与重力加速度略有偏差, D 项错误。

(2) 由运动学公式  $x = \frac{1}{2}at^2$  可知图乙中的斜率  $k = \frac{1}{2}a$ , 解得  $a \approx 9.6 \text{ m/s}^2$ 。

**答案:** (1) C (2 分)

23. (10分)

某同学设计了如图甲所示的电路进行测量电源电动势及内阻的实验。



(1)按照原理图完成电路连接后,首先将电阻箱  $R_1$  调至最大,开关  $S_1$  掷于 1,闭合开关  $S_1$ 、 $S_2$ ,调整电阻箱  $R_1$ 、 $R_2$  使两块电流表均有合适示数,记录电流表  $A_1$  的示数为  $0.3\text{ A}$ ,电流表  $A_2$  的示数如图乙所示,此时电阻箱  $R_2$  的阻值为  $4\ \Omega$ ,则电流表  $A_2$  的示数为 \_\_\_\_\_ A,电流表  $A_1$  的内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(2)开关  $S_1$  掷于 2,断开开关  $S_2$ ,闭合开关  $S_1$ ,电阻箱  $R_1$  调至 0,调整电阻箱  $R_2$ ,记录多组电阻箱  $R_2$  及电流表  $A_1$  的示数  $R_2$ 、 $I_1$ ,现以  $I_1$  为横轴,以  $I_1 R_2$  为纵轴,描点作图,在实验误差允许范围内,所得图线如图丙所示,则电源电动势为 \_\_\_\_\_ V,内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(3)若忽略偶然误差,根据上述方法测得的电源电动势 \_\_\_\_\_ (填“等于”“大于”或“小于”)真实值,内阻 \_\_\_\_\_ (填“等于”“大于”或“小于”)真实值。

**解析:**(1)电流表  $A_2$  的示数为  $0.45\text{ A}$ ,电流表  $A_1$  与电阻箱  $R_2$  并联,并联电路电流与电阻成反比,可得电流表  $A_1$  的内阻为  $2\ \Omega$ 。

(2)由闭合电路欧姆定律得  $I_1 R_2 = E - I_1 (R_{A_1} + r)$ ,由图丙可知电源电动势  $E = 3.00\text{ V}$ , $R_{A_1} + r = 6\ \Omega$ ,则电源的内阻  $r = 4\ \Omega$ 。

(3)根据上述方法测得的电源电动势及内阻均没有系统误差,均与真实值相等。

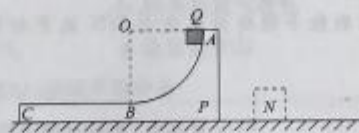
**答案:**(1) $0.45$ (2分)  $2$ (2分)

(2) $3.00$ (2分)  $4$ (2分)

(3)等于(1分) 等于(1分)

24. (12分)

如图所示,质量为  $2\text{ kg}$  的槽车  $P$  静止在光滑水平面上,槽车  $P$  的  $BC$  段粗糙,长为  $0.9\text{ m}$ , $AB$  段为四分之一光滑圆弧面,若将质量为  $1\text{ kg}$  的小滑块  $Q$  从槽车  $P$  上顶端  $A$  点由静止释放,则其恰好不从  $C$  点滑下;若将质量为  $1\text{ kg}$  的小物块  $N$  置于槽车  $P$  右侧,仍将小滑块  $Q$  从槽车  $P$  上  $A$  点由静止释放,则在小滑块  $Q$  运动至槽车  $P$  上  $B$  点时,槽车  $P$  与小物块  $N$  发生碰撞,且碰后二者黏在一起,求碰后小物块  $N$  的位移大小。



**解析:**未放置小物块  $N$  时,小滑块  $Q$  在槽车  $P$  上滑动,最终二者相对静止的过程中,系统水平方向动量守恒,有  $0 = (M + m)v$

解得  $v = 0$ (1分)

小滑块  $Q$  从槽车  $P$  上  $A$  点滑至  $C$  点的过程中,由能量守恒定律得  $mgR = \mu mgL$ (1分)

解得  $\mu = \frac{R}{L}$

放置小物块  $N$  时,小滑块  $Q$  从槽车  $P$  上  $A$  点滑至  $B$  点的过程中,系统水平方向动量守恒,有

$$=mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

由能量守恒定律得  $m_gR = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{\frac{gR}{3}}, v_2 = 2\sqrt{\frac{gR}{3}}$$

槽车  $P$  与小物块  $N$  发生碰撞,由动量守恒定律得  $Mv_3 = (M+m)v_5 \quad (1 \text{ 分})$

由能量守恒定律得  $\frac{1}{2}Mv_3^2 = \frac{1}{2}(M+m)v_5^2 + \Delta E \quad (1 \text{ 分})$

$$\text{解得 } \Delta E = \frac{1}{9}mgR$$

整个过程系统水平方向动量守恒,有  $0 = (M+m+m)v_4$

$$\text{解得 } v_4 = 0 \quad (1 \text{ 分})$$

由能量守恒定律得  $m_gR = \mu mg\Delta x + \Delta E \quad (1 \text{ 分})$

$$\text{解得 } \Delta x = \frac{8}{9}L = 0.8 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

小滑块  $Q$  滑至  $B$  点后的过程中,系统水平方向动量守恒,有  $(M+m)v_5 = mv_6 \quad (1 \text{ 分})$

槽车  $P$  与小滑块  $Q$  水平方向的位移之比  $\frac{x_1}{x_2} = \frac{v_5}{v_6} = \frac{1}{3} \quad (1 \text{ 分})$

$$\text{又 } x_1 + x_2 = \Delta x$$

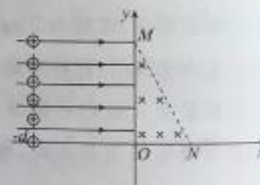
$$\text{联立解得 } x_1 = 0.2 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

25. (20 分)

如图所示,平面直角坐标系  $xOy$  第一象限内的三角形区域  $MON$  内(包括边界)存在垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ ,  $N$  点坐标为  $(a, 0)$ ,  $\angle OMN = 30^\circ$ . 第二象限存在沿  $x$  轴正方向的匀强电场,电场强度大小为  $E$ , 一群带电量为  $+q$ 、质量为  $m$  的粒子从直线  $x = -d$  ( $d$  未知)处由静止释放,不考虑粒子所受重力及粒子间的相互作用.

(1)若通过坐标原点  $O$  第一次进入磁场的粒子可从  $MN$  边界出射,则  $d$  应满足什么要求;

(2)若通过坐标原点  $O$  第一次进入磁场的粒子恰好不从  $MN$  边界出射,则求该粒子在电场和磁场中运动的总时间.



**解析:** (1) 如图所示,通过  $O$  点的粒子的运动轨迹与  $MN$  边界相切时,由几何关系得  $r + \frac{r}{\sin 30^\circ} =$

$$\frac{a}{\tan 30^\circ} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } r = \frac{\sqrt{3}}{3}a \quad (2 \text{ 分})$$

由洛伦兹力提供向心力得  $qvB = m\frac{v^2}{r} \quad (2 \text{ 分})$

$$\text{解得 } v = \frac{\sqrt{3}qBa}{3m} \quad (2 \text{ 分})$$

在电场中加速过程由动能定理得  $qEd = \frac{1}{2}mv^2$  (2分)

解得  $d = \frac{qB^2 a^2}{6mE}$  (2分)

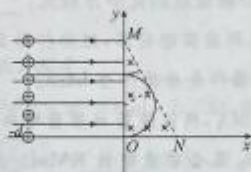
若通过坐标原点  $O$  第一次进入磁场的粒子可从  $MN$  边界出射, 则  $d > \frac{qB^2 a^2}{6mE}$  (2分)

(2) 若粒子通过坐标原点  $O$  第一次进入磁场后恰好不从  $MN$  边界出射, 其在电场中的运动时间为

$$t_1 = 3 \times \frac{d}{\frac{v}{2}} = \frac{\sqrt{3}Ba}{E} \quad (2分)$$

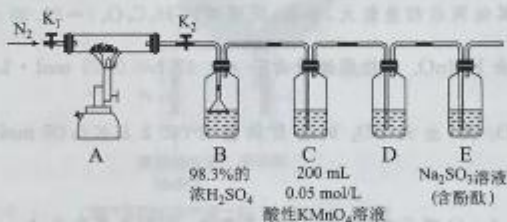
在磁场中运动时间  $t_2 = \frac{210^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{7\pi m}{6qB}$  (2分)

该粒子在电场和磁场中运动的总时间为  $t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{3}Ba}{E} + \frac{7\pi m}{6qB}$  (2分)



26. (14分)

硫酸银 ( $Ag_2SO_4$ ) 可用作分析试剂, 测定亚硝酸盐、钒酸盐等, 也可用作催化剂。为探究  $Ag_2SO_4$  的分解产物, 某化学兴趣小组称取 6.24 g  $Ag_2SO_4$  样品, 按如图所示装置进行实验 (夹持装置略去)。



已知: 氧化银 ( $Ag_2O$ ) 是棕褐色晶体或棕黑色粉末, 不溶于水, 易溶于酸和氨水。

请回答下列问题:

(1) 部分实验步骤如下, 按操作先后排序为 \_\_\_\_\_ (用字母表示)。

- a. 点燃 A 处酒精喷灯
- b. 检查装置气密性
- c. 打开  $K_1$  和  $K_2$ , 通入干燥的  $N_2$
- d. 装实验药品

(2) 反应结束后, 装置 B 质量增加, 证明产物中有 \_\_\_\_\_ (填化学式)。

(3) ① 装置 C 中酸性  $KMnO_4$  溶液颜色变浅, 且装置 D 中 \_\_\_\_\_ (填选项字母) 无明显变化, 证明产物中有  $SO_2$  且全部被酸性  $KMnO_4$  溶液吸收; 装置 E 中的现象是 \_\_\_\_\_, 证明有  $O_2$  生成。

- a. NaOH 溶液
- b. 浓  $H_2SO_4$
- c. 品红溶液
- d. KSCN 溶液

②反应完成后,将C中溶液倒入锥形瓶中,并用蒸馏水洗涤试剂瓶2~3次,将洗涤液一并倒入锥形瓶中;用 $0.75\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液滴定C中未与 $\text{SO}_2$ 反应的 $\text{KMnO}_4$ ,盛放 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的仪器名称为\_\_\_\_\_。

实验数据记录如下表所示:

实验	初始读数	最终读数
I	0.10	20.20
II	0.50	24.75
III	1.00	20.90

③生成 $\text{SO}_2$ 的物质的量为\_\_\_\_\_mol。

(4)称取 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 高温分解后固体物质的质量为4.32g,且不溶于氨水,证明固体产物是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(5)写出硫酸银( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ )高温分解反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

**解析:**(1)应先检查装置气密性,再装实验药品,然后打开 $\text{K}_1$ 和 $\text{K}_2$ ,通入干燥的 $\text{N}_2$ ,排除装置中的空气,最后点燃A处酒精喷灯,操作先后排序为bdca。

(2)98.3%的浓硫酸吸收 $\text{SO}_2$ ,所以装置B质量增加,证明产物中有 $\text{SO}_2$ 。

(3)①要证明产物中有 $\text{SO}_2$ 且全部被酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液吸收,则装置D中应为品红溶液,且不褪色; $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 为强碱弱酸盐,装置E中溶液呈红色,若装置E中溶液颜色变浅,证明有 $\text{O}_2$ 生成,发生反应 $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$ 。

② $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液滴定 $\text{KMnO}_4$ 溶液,用酸式滴定管盛放 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。

③实验II数据与其他两组相差较大,舍去,则消耗 $V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 20.00\text{ mL}$ ,根据关系式: $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{MnO}_4^-$ 得,剩余 $\text{KMnO}_4$ 的物质的量为 $\frac{2}{5} \times 0.02\text{ L} \times 0.75\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.006\text{ mol}$ ;根据关系式: $2\text{MnO}_4^- \sim 5\text{SO}_2$ 得,生成 $\text{SO}_2$ 的物质的量为 $(0.2\text{ L} \times 0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - 0.006\text{ mol}) \times \frac{5}{2} = 0.01\text{ mol}$ 。

(4)已知 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Ag}_2\text{O}$ 溶于氨水, $\text{Ag}$ 不溶于氨水,则固体产物为 $\text{Ag}$ 。

(5) $n(\text{Ag}) = \frac{4.32\text{ g}}{108\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.04\text{ mol}$ ,则 $n(\text{Ag}):n(\text{SO}_2) = 4:1$ ,则硫酸银( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ )高温分解反应的化学方程式为 $4\text{Ag}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 8\text{Ag} + 2\text{SO}_3\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow + 3\text{O}_2\uparrow$ 。

**答案:**(1)bdca(2分)

(2) $\text{SO}_2$ (2分)

(3)①c(2分) 溶液颜色变浅(1分)

②酸式滴定管(1分)

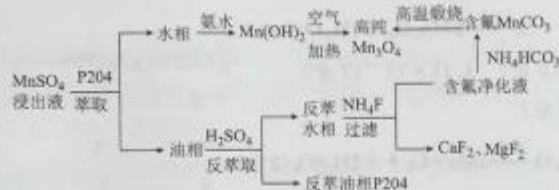
③0.01(2分)

(4) $\text{Ag}$ (2分)

(5) $4\text{Ag}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 8\text{Ag} + 2\text{SO}_3\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow + 3\text{O}_2\uparrow$ (2分)

27. (14分)

$Mn_3O_4$  是一种高性能结构材料,可由含钙镁离子的硫酸锰浸出液为原料制备,其工艺流程如图所示:



请回答下列问题:

(1)四氧化三锰( $Mn_3O_4$ )中锰元素的化合价有+2价和+3价,其化学式可改写为\_\_\_\_\_ (填选项字母)。

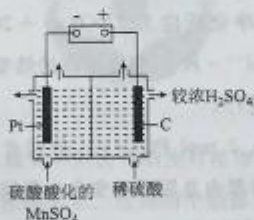
- A.  $MnO \cdot Mn_2O_3$  B.  $2MnO \cdot MnO_2$  C.  $Mn_2O \cdot MnO_3$  D.  $MnO \cdot MnO_2$

(2)P204 是密度小于水的无色液体,用 P204 萃取碘水中的碘,振荡、静置后的现象为\_\_\_\_\_

(3)写出由  $Mn(OH)_2$  制备  $Mn_3O_4$  的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(4)通常认为残留在溶液中的离子浓度小于  $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,沉淀完全。若要除去  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ ,则残留液中  $c(F^-)$  应不小于\_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\frac{c(Ca^{2+})}{c(Mg^{2+})} = \frac{K_{sp}(CaF_2)}{c(F^-)^2} = \frac{2.7 \times 10^{-11}}{6.5 \times 10^{-3}}$  [已知:  $K_{sp}(CaF_2) = 2.7 \times 10^{-11}$ ,  $K_{sp}(MgF_2) = 6.5 \times 10^{-9}$ ;  $\sqrt{2.7} \approx 1.64$ ,  $\sqrt{6.5} \approx 2.55$ ;保留三位有效数字]。

(5)可由“水相”制备高纯度单质锰,装置如图所示:



①装置中采用\_\_\_\_\_ (填“阴离子”或“阳离子”)交换膜。

②写出该电解反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

解析:(1) $MnO \cdot Mn_2O_3$  中锰元素的化合价为+2价和+3价,符合题意,故选 A 项。

(2)P204 密度小于水,故振荡、静置后,液体分层,上层为紫红色,下层为无色。

(3)根据得失电子守恒、原子守恒可得反应方程式。

(4)要除去  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ ,即使其浓度小于  $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。当  $c(Ca^{2+}) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $c(F^-) = 1.64 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;当  $c(Mg^{2+}) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $c(F^-) = 2.55 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,二者取大值。 $CaF_2$ 、 $MgF_2$  分别存在沉淀溶解平衡,  $\frac{c(Ca^{2+})}{c(Mg^{2+})} = \frac{c(Ca^{2+}) \cdot c^2(F^-)}{c(Mg^{2+}) \cdot c^2(F^-)} = \frac{2.7 \times 10^{-11}}{6.5 \times 10^{-3}} = 4.15 \times 10^{-3}$ 。

(5)①由装置图知,阳极区由稀  $H_2SO_4$  制较浓  $H_2SO_4$ ,则需  $SO_4^{2-}$  透过交换膜,因此采用阴离子交换膜。

②阳极的电极反应式为  $2H_2O - 4e^- \rightarrow O_2 \uparrow + 4H^+$ ,阴极的电极反应式为  $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ ,总反应方程式为  $2MnSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2Mn + O_2 \uparrow + 2H_2SO_4$ 。

答案:(1)A(2分)

(2)液体分层,上层为紫红色,下层为无色(2分)

(3) $6\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(4) $2.55 \times 10^{-2}$ (2分)  $4.15 \times 10^{-2}$ (2分)

(5)①阴离子(2分)

② $2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Mn} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (2分)

28.(15分)

第V A族元素形成的物质在工业生产、半导体制备中有着广泛的应用。

请回答下列问题:

(1)铊元素对人体及环境生物具有毒性作用,已经被许多国家列为重点污染物。画出铊的原子结构示意图:\_\_\_\_\_。

(2)尿素( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ )是一种非常重要的高氮肥,工业上采用  $\text{NH}_3$  和  $\text{CO}_2$  合成尿素。

已知: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

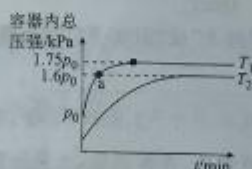
$2\text{NH}_3(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{NCOONH}_2(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -119 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

$\text{H}_2\text{NCOONH}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{NCONH}_2(\text{l}) \quad \Delta H_4 = +59.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

则反应  $2\text{NH}_3(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{H}_2\text{NCONH}_2(\text{l})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 写出一条提高氨气利用率的方法:\_\_\_\_\_。

(3)298 K, 101 kPa 下, 汽车尾气的净化反应为  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -113.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta S = -145.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , 假定反应的焓变与熵变不随温度变化, 则该反应在室温下\_\_\_\_\_ (填“能”或“不能”)自发进行。

(4)在 10 L 的刚性密闭容器中充入 2 mol  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , 分别在  $T_1^\circ\text{C}$  和  $T_2^\circ\text{C}$  下发生反应  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ , 反应过程中容器内总压强的变化如图所示:



①  $T_1^\circ\text{C}$  时,  $\text{PCl}_5(\text{g})$  的平衡转化率\_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”)  $T_2^\circ\text{C}$  时  $\text{PCl}_5(\text{g})$  的平衡转化率。

②  $T_2^\circ\text{C}$  时, 该反应的平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_。

③ 反应速率  $v = v_{\text{正}} - v_{\text{逆}} = k_{\text{正}} x(\text{PCl}_5) - k_{\text{逆}} x(\text{PCl}_3) \cdot x(\text{Cl}_2)$ ,  $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$  分别为正、逆反应速率常数,  $x$  为物质的量分数, 则 a 处的  $v_{\text{正}}/v_{\text{逆}} =$  \_\_\_\_\_ (保留小数点后一位)。

解析:(1)铊位于第五周期第V A族, 其核外电子共五层, 最外层电子数为5, 从最内层到最外层的电子数依次为2、8、18、18、5。

(2)根据盖斯定律,  $\Delta H = \frac{1}{2} \times (\Delta H_2 - \Delta H_1) + \Delta H_3 + \Delta H_4 = -103.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。提高氨气利用率可以通过提高  $\text{CO}_2$  的浓度、加压、降温等方法使平衡正向移动。

(3)  $\Delta H - T\Delta S = -69.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ , 因此该反应在室温下能自发进行。

(4) ①由图可知,  $T_1$  时反应速率快,  $T_1 > T_2$ , 该反应为吸热反应, 升温, 平衡正向移动,  $\text{PCl}_5$  的平衡转化率增大。

②  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

起始(mol):	2	0	0
反应(mol):	$y$	$y$	$y$
平衡(mol):	$2-y$	$y$	$y$

$\frac{2+y}{2} = \frac{1.75 p_0}{p_0}$ , 解得:  $y = 1.5$ , 平衡常数  $K = \frac{0.15 \times 0.15}{0.05} = 0.45$ 。当反应达到平衡时,  $v_x = v_y$ 。

$\frac{k_x}{k_y} = \frac{x(\text{PCl}_3) \cdot x(\text{Cl}_2)}{x(\text{PCl}_5)} \approx 1.29$ 。

③根据三段式可得, a 点处,  $n(\text{PCl}_5) = 0.8 \text{ mol}$ ,  $n(\text{PCl}_3) = 1.2 \text{ mol}$ ,  $n(\text{Cl}_2) = 1.2 \text{ mol}$ ,  $x(\text{PCl}_5) = 0.25$ ,  $x(\text{PCl}_3) = x(\text{Cl}_2) = 0.375$ ,  $\frac{v_x}{v_y} = \frac{k_x \cdot x(\text{PCl}_5)}{k_y \cdot x(\text{PCl}_3) \cdot x(\text{Cl}_2)} \approx 2.3$ 。

答案: (1) (2分)

(2) -103.5 (2分) 加压(或降温或提高  $\text{CO}_2$  的浓度)(2分, 其他合理答案也给分)

(3) 能 (2分)

(4) ①大于 (2分)

② 0.45 (2分)

③ 2.3 (3分)

29. (10分)

某研究小组以大豆幼苗为实验材料, 探究不同波长的光对植物光合速率(用  $\text{CO}_2$  的吸收速率表示, 单位为  $\mu\text{mol} \cdot 100 \text{ mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 的影响, 结果如图所示。已知图中数据为同一强度自然光以及各种单色光(自然光通过滤光片得到)条件下测得的。请回答下列问题:

光照条件	CO <sub>2</sub> 吸收速率 ( $\mu\text{mol} \cdot 100 \text{ mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )
紫光	~0.6
蓝光	~1.0
黄光	~2.3
红光	~2.9
自然光	~3.0

(1) 大豆幼苗在蓝光条件下的光合速率大于紫光, 原因是 叶绿素a和叶绿素b主要吸收蓝光。长期培养在黄光条件下的大豆幼苗 能 (填“能”或“不能”) 正常生长。



(2) 研究人员测得绿光下的光合速率值为  $-0.4 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , 能否据此推算出自然光下的实际光合速率? 为什么? \_\_\_\_\_。

(3) 实验探究:

① 课题: 探究不同波长光照条件下, 大豆幼苗的光合色素的种类和含量是否存在差异。

② 实验材料或用具: 生长状况相同的大豆幼苗、光照强度相同的单色光、完全培养液、培养皿等各种必备器具及试剂。

③ 实验设计思路: \_\_\_\_\_。

**解析:** (1) 图中光合速率用  $\text{CO}_2$  的吸收速率表示, 实质上指的是净光合速率。蓝、紫光下净光合速率不同, 应该是光合色素对蓝、紫光的吸收百分比不同, 导致光反应强度存在差异, 进而影响对  $\text{CO}_2$  的吸收。

(2) 叶绿素对绿光吸收的少, 类胡萝卜素对绿光的吸收比例大一些, 但是绿叶利用这些光合成有机物的量小于呼吸消耗量, 故净光合速率仍为负值。若测定实际光合速率, 应在黑暗处测定。

(3) 色素的提取和分离实验中采用的分离方法是纸层析法, 由于不同色素在层析液中的溶解度不同, 最终在滤纸条上出现色素带, 色素带的条数反映色素种类, 其宽度反映色素的含量。

**答案:** (10 分)

(1) 光合色素对蓝光的吸收百分比大于紫光(2 分) 不能(1 分)

(2) 否,(1 分) 绿叶能吸收少量的绿光进行光合作用, 不能确定植物的呼吸速率(2 分)

(3) 分别取光照强度相同、不同单色光波长条件下的大豆幼苗叶片,(1 分) 提取并分离色素,(1 分) 通过比较滤纸条上色素带的种类(或条数)和宽度,(1 分) 进而判断光合色素种类和含量是否存在差异(1 分)

30. (9 分)

机体相对稳定的状态是生命活动正常进行的必要条件。回答下列有关稳态的问题:

(1) 稳态的实质是指内环境的\_\_\_\_\_处于相对稳定的状态。

(2) 正常情况下, 机体中 N、P、Na、K 等元素的含量基本保持稳定, 因此 N、P 等的摄入量与排出量基本相等。细胞主要通过吸收\_\_\_\_\_等化合物来摄入 N 元素, 机体通过排出\_\_\_\_\_等化合物来排出 N 元素。

(3) 进入高原地区后, 有些人会出现高原反应而病倒, 说明\_\_\_\_\_。因此, 人们普遍认为: 内环境稳态是人体进行正常生命活动的必要条件, 原因是\_\_\_\_\_。

**解析:** (1) 稳态包括内环境的化学成分和理化性质两方面内容。

(2) 组成细胞的化合物中, 含量最多的有机物是蛋白质, 含氮量比较丰富, 是机体内 N 元素的主要来源。蛋白质需水解为氨基酸才能被细胞摄入, 蛋白质中的氨基将被转化为尿素等排出体外。

(3) 神经—体液—免疫调节网络可使机体处于相对稳定的状态, 但是其调节能力是有一定限度的, 当外界环境变化过于剧烈, 超出一定限度后就会出现障碍。可见, 细胞代谢需要处于正常状态的、稳定的内环境为其提供物质和条件, 以保证代谢的正常进行。

**答案:** (9 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1) 化学成分和理化性质

(2) 氨基酸(答蛋白质不给分, 1 分) 尿素(或“尿素、尿酸、硝酸盐”, 只要答出尿素即给分)

(3)人体维持稳态的调节能力是有一定限度的。内环境为细胞内众多复杂的化学反应的正常进行提供了必要的物质和条件(或“内环境为细胞代谢提供了必要的物质和条件”)

31. (8分)

某草场因过度放牧导致严重退化,为避免草场进一步退化,当地牧民大大减少了放牧量,同时采取了划区轮牧的措施,使草场逐步恢复了勃勃生机。调查发现:在未放牧过的草场和过度放牧的草场中,物种的多样性远低于合理放牧的草场。回答下列相关问题:

(1)合理放牧的草场、未放牧过的草场和过度放牧的草场中,抵抗力稳定性最高的是\_\_\_\_\_ ,原因是\_\_\_\_\_。

(2)通过放牧数量对草场物种多样性的影响情况来看,对草场最好的保护措施是\_\_\_\_\_。该现象也反映了人类活动会影响群落演替的\_\_\_\_\_。

(3)适当放牧可增加物种多样性的原因是\_\_\_\_\_。

**解析:**(1)由题干信息可知,合理放牧的草场中物种的多样性最高,说明动植物种类较多,食物网复杂,自我调节能力强,抵抗力稳定性最高。

(2)对草场最好的保护就是合理地利用,过度放牧可使草场退化,划区轮牧可增加物种多样性,说明人类活动会影响群落演替的方向。

(3)根据收割理论可知,牛羊等会啃食种群数量多的牧草,从而避免出现一种或两种牧草占绝对优势的局面,为其他物种腾出空间,有利于增加物种多样性。

**答案:**(8分,除标注外,每空2分)

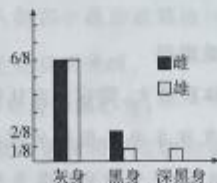
(1)合理放牧的草场 合理放牧的草场中的物种多样性高,食物网复杂,自我调节能力强(关键给分点为划线部分)

(2)合理地利用(1分) 方向(1分)

(3)牛羊等会啃食种群数量多的牧草,避免出现一种或两种牧草占绝对优势

32. (12分)

果蝇控制灰身和黑身的一对等位基因位于2号染色体上,由A和a控制,体色为黑色时,另一对等位基因(B,b)会影响体色的深度。黑身雌蝇和灰身雄蝇杂交,F<sub>1</sub>为灰身。F<sub>1</sub>雌雄交配,F<sub>2</sub>表现型及比例如柱形图所示。回答下列问题:



(1)基因在亲子代之间传递时 A、a 和 B、b 之间是否遵循孟德尔的自由组合定律? \_\_\_\_\_ (填“遵循”或“不遵循”),理由是\_\_\_\_\_。

(2)F<sub>2</sub>雌果蝇中基因型是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的个体表现为黑色;雄果蝇中深黑色个体的基因型为\_\_\_\_\_。

(3)深黑色雄果蝇与F<sub>2</sub>中灰身雌果蝇杂交,子代中深黑色雄果蝇占\_\_\_\_\_。

**解析:**(1)从柱形图的数据可以看出,黑色的深浅几率在雌雄中是不相等的,由此推断,影响黑色深度的

基因位于X染色体上。A、a和B、b两对基因分别位于两对同源染色体上。

(2)由F<sub>1</sub>为灰身可以得出,灰对黑为显性,而亲代的雌性为黑身,雄性为灰身,可判断出亲代针对A、a这对基因来说,雌基因型为aa,雄为AA,F<sub>1</sub>为Aa,由于F<sub>2</sub>中雄性灰:黑:深黑=6:1:1,而雌性全为灰:黑=3:1,可推知F<sub>1</sub>雌个体的基因型为AaX<sup>b</sup>X<sup>b</sup>,而雄个体的基因型为AaX<sup>B</sup>Y,则亲本的基因型也可确定,雌为aaX<sup>b</sup>X<sup>b</sup>,雄为AAX<sup>B</sup>Y。结合雌个体的基因型和表现型可判断出改变黑色深度的基因为b。再由F<sub>1</sub>往下推,F<sub>2</sub>雌果蝇的基因型可表示为A<sub>1</sub>X<sup>B</sup>X<sup>-</sup>和aaX<sup>b</sup>X<sup>-</sup>,表现为灰色和黑色;雄果蝇的基因型为A<sub>1</sub>X<sup>B</sup>Y、A<sub>1</sub>X<sup>b</sup>Y、aaX<sup>B</sup>Y、aaX<sup>b</sup>Y,其中前两种表现为灰色,类比雌性基因型和表现型的对应关系,可推知aaX<sup>B</sup>Y表现为黑色,aaX<sup>b</sup>Y表现为深黑,也即进一步说明b使黑色深度加深。

(3)深黑色雄果蝇(aaX<sup>b</sup>Y)和F<sub>2</sub>中灰身雌果蝇(A<sub>1</sub>X<sup>B</sup>X<sup>-</sup>)杂交,可将两对基因分别考虑,先分析A、a,F<sub>2</sub>中雌性AA占1/3,Aa占2/3,下一代Aa占2/3,aa占1/3;再看另一对基因,F<sub>2</sub>中雌性X<sup>B</sup>X<sup>B</sup>占1/2,X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>占1/2,下一代X<sup>b</sup>X<sup>b</sup>占1/8,X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>占3/8,X<sup>B</sup>Y占3/8,X<sup>b</sup>Y占1/8,综合考虑,子代中深黑色雄果蝇aaX<sup>b</sup>Y占1/3×1/8=1/24。

答案:(12分,除标注外,每空2分)

(1)遵循(1分) A、a基因位于2号染色体上,而B、b基因位于X染色体上(答成“两对基因分别位于两对同源染色体上”也得分)

(2)aaX<sup>b</sup>X<sup>b</sup> aaX<sup>b</sup>X<sup>b</sup> aaX<sup>b</sup>Y

(3)1/24(3分)

(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,则每科按所做的第一题计分。

33.[物理——选修3-3](15分)

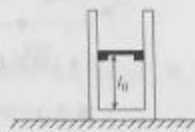
(1)(5分)下列说法中正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得5分。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

- A.一定量的理想气体在绝热压缩的过程中,内能一定增大
- B.相同温度下,质量相同的氢气和氮气分子的动能相同
- C.当两分子间距减小时,引力和斥力同时增大但斥力增大得快;当两分子间距增大时,引力和斥力同时减小但斥力减小得快
- D.绝对湿度大,水分蒸发缓慢,人体感觉潮湿
- E.一定量的理想气体,如果压强不变,体积增大,则它一定从外界吸收了热量

解析:由 $\Delta U=W+Q$ 知一定量的理想气体在绝热压缩的过程中,内能一定增大,A项正确;相同温度下,氢气和氮气的分子平均动能相同,质量相同的氢气和氮气,氢气分子个数多,故氢气分子的动能大,B项错误;当两分子间距变化时,分子间引力和斥力都随着间距减小而增大,随间距增大而减小,且总是斥力变化快,C项正确;相对湿度大,水分蒸发缓慢,人体感觉潮湿,D项错误;一定量的理想气体,压强不变,体积增大,则温度一定升高了,气体内能增大,此过程中气体对外做功,所以气体一定从外界吸收了热量,E项正确。

答案:ACE

(2)(10分)如图所示,内壁光滑,导热良好的圆柱形气缸静止于水平地面上,截面积  $S=100\text{ cm}^2$ ,质量  $m=15\text{ kg}$  的活塞被气缸侧壁上的销钉卡住,活塞下面被封闭气柱的长度  $l_0=10\text{ cm}$ ,压强  $p_0=1.1\times 10^5\text{ Pa}$ ,已知外界大气压强  $p=1.0\times 10^5\text{ Pa}$ ,环境温度为  $27\text{ }^\circ\text{C}$ ,热力学温度与摄氏温度的关系为  $T=t+273\text{ K}$ ,重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ,求:



(I)此时销钉对活塞支持力的大小;

(II)若缓慢使气体升温,当温度升高为多少摄氏度时,销钉对活塞的支持力减小为0;当温度升高至多少摄氏度时,活塞沿气缸壁上升  $2\text{ cm}$ 。(保留小数点后一位)

解析:(I)对活塞由平衡条件有  $pS+mg=N+p_0S$ (2分)

解得  $N=50\text{ N}$ (2分)

(II)活塞恰脱离销钉时,由平衡条件有  $pS+mg=p_1S$ (1分)

解得  $p_1=1.15\times 10^5\text{ Pa}$ (1分)

活塞未脱离销钉前,气体做等容变化,由查理定律得  $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_0}{T_0}$ (1分)

解得  $T_1=\frac{3450}{11}\text{ K}$ ,  $t_1\approx 40.6\text{ }^\circ\text{C}$ (1分)

活塞脱离销钉后,气体做等压变化,由盖-吕萨克定律得  $\frac{l_0S}{T_1}=\frac{lS}{T_2}$ (1分)

解得  $T_2=\frac{4140}{11}\text{ K}$ ,  $t_2\approx 103.4\text{ }^\circ\text{C}$ (或  $103.3\text{ }^\circ\text{C}$ )(1分)

34.[物理——选修3-4](15分)

(1)(5分)为避免交通事故,保障行人安全,可以在公路上临近学校大门或人行横道的位置设置减速带,减速带一般为条状,也有点状的,材质主要是橡胶,一般以黄、黑两色相间以引起视觉注意。某学校大门附近设置的条状减速带间距为  $20\text{ m}$ ,当车辆经过减速带时会产生振动,若某型号汽车的固有频率为  $0.8\text{ Hz}$ ,则当该车以 57.6 km/h 的速度通过此减速带时颠簸最厉害,这种现象称为 共振。

解析:当振动系统的固有频率与驱动力的频率相等时振动最剧烈,该车的固有周期为  $1.25\text{ s}$ ,若驱动力的周期也为  $1.25\text{ s}$ ,此时车速  $v=\frac{d}{T}=16\text{ m/s}=57.6\text{ km/h}$ ,这种现象叫做共振。

答案:57.6(3分) 共振(2分)

(2)(10分)如图所示,单色平行光束入射到半圆形玻璃砖与空气的界面,入射角  $\theta$  大小未知,玻璃砖对该单色光的折射率  $n=\sqrt{2}$ ,不考虑圆弧面上的反射光线。

(I)求玻璃砖有光线射出部分圆弧所对应的圆心角;

(II)若  $\theta=45^\circ$ ,求从圆弧面射出的光线在玻璃砖中运动的最长时间与最短时间的比值。

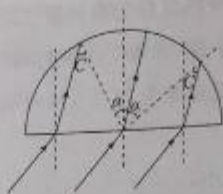


解析:(I)入射光线经界面折射后的折射光线也是平行光线,圆弧面上有光线射出的区域的边界光线在该界面上的入射角为临界角  $C$ ,由几何关系得  $\alpha=C$ (1分)

$$\sin C=\frac{1}{n}$$

解得  $C=45^\circ$ (1分)

则有光线射出部分圆弧所对应的圆心角为  $2\alpha=2C=90^\circ$ (2分)



(ii) 由折射定律得  $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \beta}$

解得  $\beta = 30^\circ$  (1分)

光线从圆心正上方射出玻璃砖时,其在玻璃砖中的位移最大,  $x_{\max} = \frac{R}{\cos \beta}$

解得  $x_{\max} = \frac{2\sqrt{3}}{3}R$  (1分)

由几何关系得  $\frac{x_{\min}}{\sin 15^\circ} = \frac{R}{\sin 120^\circ}$

解得  $x_{\min} = \frac{3\sqrt{2} - \sqrt{6}}{6}R$  (1分)

时间  $t = \frac{x}{v}$  (1分)

故  $\frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \frac{x_{\max}}{x_{\min}} = \sqrt{6} + \sqrt{2}$  (1分)



35. [化学——选修3:物质结构与性质](15分)

钠的化合物在化工、医药、农业和摄影等领域有着广泛的应用。

请回答下列问题:

(1) 基态 Na 原子中,核外电子占据的最高能层符号是 \_\_\_\_\_, 占据该能层电子的电子云轮廓图的形状为 \_\_\_\_\_。化合物  $\text{Na}[\text{Co}(\text{CO})_5]$  中,基态 Co 原子的价电子排布图为 \_\_\_\_\_。

(2) 晶格能不能用实验的方法直接测得,但是可以根据“盖斯定律”间接计算。 $\text{NaCl}$  是离子晶体,其形成过程中的能量变化如图 1 所示:

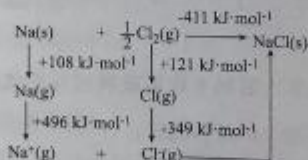



图 1

由图 1 可知,Na 原子的第一电离能为 \_\_\_\_\_  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\text{NaCl}$  的晶格能为 \_\_\_\_\_  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(3) Na、N、O 三种元素的第一电离能由小到大的顺序为 \_\_\_\_\_ (用元素符号表示)。 $\text{NaNO}_2$  中阴离子  $\text{NO}_2^-$  的空间构型为 \_\_\_\_\_, 写出一种与  $\text{NO}_2^-$  互为等电子体的分子的化学式: \_\_\_\_\_。

(4)   $\text{COONa}$  中 C 原子的杂化方式为 \_\_\_\_\_, 其熔点比  $\text{NaF}$  \_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)。

(5) 锂(Li)与钠同主族,是一种银白色的金属,可用于制作半导体。“111”型铁基超导体 LiFeAs 的立方晶胞结构如图 2 所示。已知晶胞参数为  $a$  nm,阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ ,则 LiFeAs 的密度为 \_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (用含  $a$ 、 $N_A$  的代数式表示)。



图2

解析:(1)基态 Na 原子的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ,最高能层是 M,s

轨道的电子云轮廓图形状为球形,Na[Co(CO)<sub>4</sub>]中,基态 Co 原子的价电子排布式为  $3d^7 4s^2$ ,价

电子排布图为  $\begin{array}{|c|c|} \hline 3d & 4s \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$

(2)由图可知,Na(g)失去一个电子得到  $\text{Na}^+$ (g)所需的能量为  $496 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,因此 Na 原子的第一电离能为  $496 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。根据基斯定律可知,NaCl 的晶格能为  $411 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 168 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 121 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 496 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3)Na 位于第 I B 族,Na 原子易失电子,第一电离能最小;基态 N 原子的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^3$ ,2p 能级处于半充满较稳定状态,难失电子;因此,Na、N、O 三种元素的第一电离能由小到大的顺序为  $\text{Na} < \text{O} < \text{N}$ 。 $\text{NO}_2^-$  的价层电子对数为  $2 + \frac{1}{2} \times (5 + 1 - 2 \times 2) = 3$ ,空间构型为 V 形, $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_3$  是其等电子体。

(4) 中苯环上的 C 原子是  $sp^2$  杂化;羧基中 C 原子是  $sp^2$  杂化,因此 中 C 原子是  $sp^3$  杂化。离子半径越大,晶格能越小,熔点越低, 的半径比  $\text{F}^-$  的半径大,因此其熔点低于 NaF。

(5)根据均摊法可知,LiFeAs 的晶胞中 Li 的个数为  $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ ,Fe 的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ,As 的个数为 4,故晶体的密度为  $\frac{5.52 \times 10^{23}}{N_A \cdot a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

答案:(1)M(1分) 球形(1分)  $\begin{array}{|c|c|} \hline 3d & 4s \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$  (1分)

(2)496(2分) 787(2分)

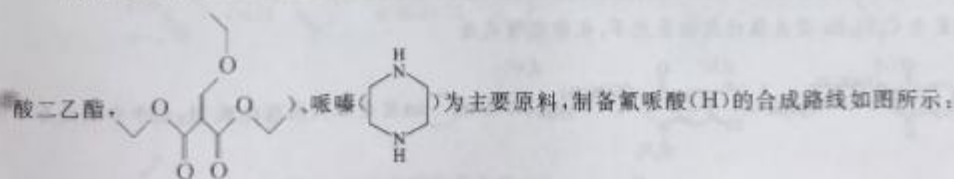
(3) $\text{Na} < \text{O} < \text{N}$ (1分) V形(1分)  $\text{SO}_2$ (或  $\text{O}_3$ )(2分,其他合理答案也得分)

(4) $sp^2$ (1分) 低(1分)

(5) $\frac{5.52 \times 10^{23}}{N_A \cdot a^3}$ (2分)

36. [化学——选修 5:有机化学基础](15分)

氟啶酸(诺氟沙星)主要用于治疗革兰阴性菌。以芳香族化合物 A、有机物 EMME(乙氧基亚甲基丙二



已知：①  $R-NO_2 \xrightarrow{Fe, HCl} R-NH_2$ ；

②  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HCl}$ ；

③ 苯环上的甲基活化邻位和对位，硝基、羧基钝化邻位和对位。

请回答下列问题：

(1) A 的分子式为  $C_6H_5Cl$ ，其结构简式是\_\_\_\_\_。D 的结构简式是\_\_\_\_\_，所含官能团的名称为\_\_\_\_\_。

(2) A→B 的反应类型为\_\_\_\_\_，F→G 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(3) 写出 E 与  $C_2H_5Br$  反应生成 F 的化学方程式：\_\_\_\_\_；写出 G 生成 H 的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(4) D 的同分异构体中属于芳香族化合物的有\_\_\_\_\_种；其中核磁共振氢谱为 3 组峰，峰面积之比为 2:2:1 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(5) 参照上述合成路线和信息，以  $\text{C}_6\text{H}_6$ 、 $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  为原料(无机试剂任选)，设计制备对氨基苯甲酸乙酯( )的合成路线：\_\_\_\_\_。

解析：由题意可知，A 为  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ ，D 为  $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{NH}_2$ ，F 为  $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5-\text{NH}_2$ 。

(1) A 的结构简式为  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ ，D 的结构简式为  $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{NH}_2$ ，所含官能团的名称为氯原子、氟原子、硝基、氨基。

(2) A→B 为硝化反应或取代反应；F→G 为水解反应或取代反应。

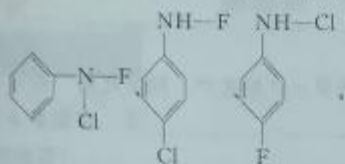
(3) E 与  $C_2H_5Br$  发生取代反应生成 F，化学方程式为

$$\text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5-\text{NH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{HBr}$$

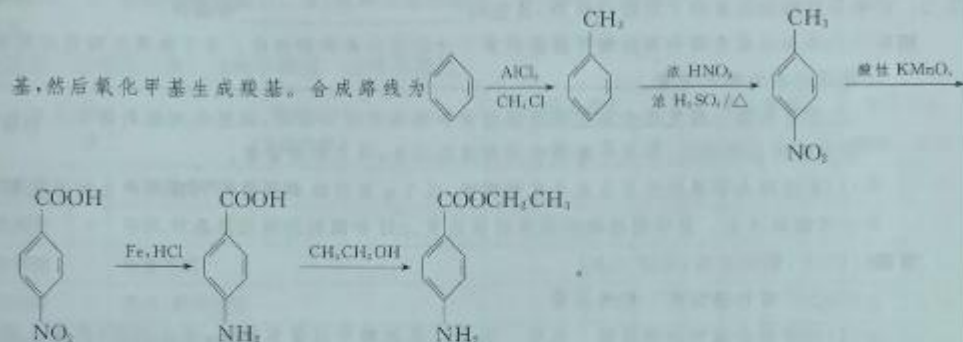
G 与  $\text{HN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$  发生取代反应生成 H，化学方程式为

$$\text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{COOH}-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{HN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \rightarrow \text{F}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{NO}_2-\text{COOH}-\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 + \text{HCl}$$

(4) D 属于芳香族化合物的同分异构体中, 只有一个支链的有 1 种, 有两个支链的有 6 种, 有三个支链的有 9 种, 共 16 种; 其中核磁共振氢谱为 3 组峰, 峰面积之比为 2:2:1 的结构简式为



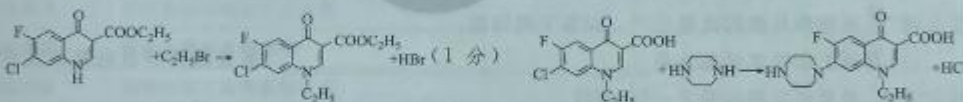
(5) 苯环上的甲基活化邻位和对位, 硝基、羧基钝化邻位和对位, 则苯环上先引入甲基, 再引入硝基, 然后氧化甲基生成羧基。合成路线为



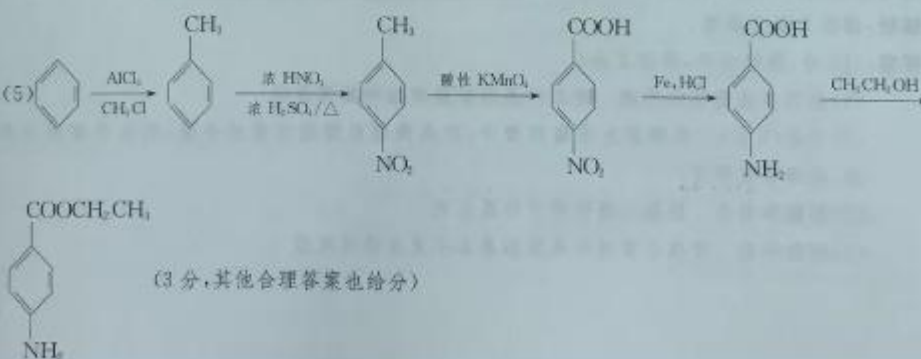
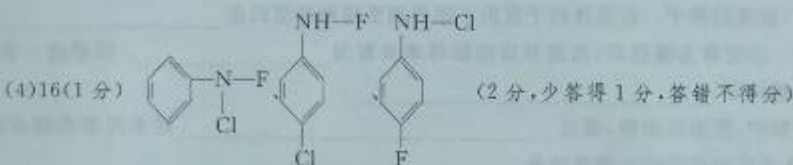
答案: (1) (1 分) (1 分) 氟原子、氯原子、氨基 (2 分, 少答得 1 分, 答错不得分)

(2) 硝化反应 (或取代反应) (1 分) 水解反应 (或取代反应) (1 分)

(3)



(2 分)





37. [生物——选修1:生物技术实践](15分)

胡萝卜产量高且富含β-胡萝卜素,制成的胡萝卜汁深受人们喜爱。回答下列问题:

(1)制作胡萝卜汁过程中,添加纤维素酶和果胶酶可提高\_\_\_\_\_。为了使果胶酶得到充分的利用,需要控制好\_\_\_\_\_。

(2)为了提高果胶酶的利用率,可利用固定化果胶酶进行胡萝卜汁的生产。固定化酶一般来说更适合采用\_\_\_\_\_法,若改为固定化细胞则通常采用\_\_\_\_\_法。在胡萝卜汁生产中使用固定化果胶酶比常规溶液中添加酶的优点体现在\_\_\_\_\_。(答出两点)。

(3)果胶酶活力测定方法:以1g果胶酶单位时间内催化产生的主要产物\_\_\_\_\_的量计算酶的活力。影响果胶酶的因素除了温度、pH外,还包括\_\_\_\_\_等条件。

**解析:**(1)添加纤维素酶和果胶酶可提高胡萝卜汁的出汁率和澄清度。为了使果胶酶得到充分的利用,需要控制好酶的用量。

(2)固定化酶一般更适合采用化学结合法和物理吸附法固定,固定化细胞则通常采用包埋法。与常规酶的应用相比,固定化酶的优点体现在四点,详见参考答案。

(3)果胶酶水解果胶主要生成半乳糖醛酸,以1g果胶酶单位时间内催化产生的半乳糖醛酸的量计算酶的活力。影响果胶酶的因素包括温度、pH和酶的抑制剂等条件。

**答案:**(15分,除标注外,每空2分)

(1)出汁率和澄清度 酶的用量

(2)化学结合法和物理吸附 包埋 固定化果胶酶可以重复回收,多次利用;固定化果胶酶能与反应物充分接触,提高出汁率;固定化果胶酶易于产物分离,提高果汁的质量;便于果汁加工工艺操作的连续化、自动化(答出任意两点即可,4分)

(3)半乳糖醛酸(1分) 酶的抑制剂

38. [生物——选修3:现代生物科技专题](15分)

现代生物工程技术推动了医药学、免疫学的发展。利用基因工程技术和胚胎工程技术培育“乳腺生物发生器”可实现胰岛素的批量生产。回答下列问题:

(1)基因技术的核心是\_\_\_\_\_,其目的是使目的基因在受体细胞中稳定存在,并且可以遗传给下一代,同时\_\_\_\_\_。

(2)人们常将受精卵作为胰岛素基因的受体细胞,收集卵细胞是一个关键步骤;刚排出的卵\_\_\_\_\_(填“是”或“不是”)成熟的卵子。在母体的子宫内不能得到受精卵的原因是\_\_\_\_\_。

(3)受精卵进一步发育为囊胚后,其滋养层细胞将来发育为\_\_\_\_\_。胚胎进一步发育会发生孵化过程,孵化指的是\_\_\_\_\_。

(4)在胚胎工程中,胚胎移植前,通过\_\_\_\_\_技术可获得较多胚胎;移植后的胚胎能在受体子宫中存活的生理基础是\_\_\_\_\_。

**解析:**解析见参考答案。

**答案:**(15分,除标注外,每空2分)

(1)基因表达载体的构建 使目的基因能够表达和发挥作用

(2)不是(1分) 受精发生在输卵管中,完成受精后即进行有丝分裂(到达子宫时已形成早期胚胎,答案合理即可)

(3)胎膜和胎盘 胚胎从透明带中伸展出来

(4)胚胎分割 受体子宫对外来胚胎基本不发生排斥反应

自主招生在线创始于 2014 年，是专注于自主招生、学科竞赛、全国高考的升学服务平台，旗下拥有网站和微信两大媒体矩阵，关注用户超百万，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学老师、家长和考生，引起众多重点高校的关注。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注自主招生在线官方微信号：**zizzsw**。



微信扫一扫，快速关注