

**1. D** 【命题点】有丝分裂和减数分裂中染色体的行为

【解析】四分体时期是减数分裂特有的时期,由此可知,该细胞

**关键点**

正在进行减数分裂。在减数分裂过程中,姐妹染色单体分离,移向细胞两极发生在减数第二次分裂后期,**D 正确**,**A、B、C 错误**。

**2. D** 【命题点】影响光合作用的环境因素以及光合作用与呼吸作用的联系

【解析】光合作用消耗  $\text{CO}_2$ ,呼吸作用产生  $\text{CO}_2$ ,密闭容器中,培养开始时,植物光合速率大于呼吸速率,植物从容器中吸收  $\text{CO}_2$ ,导致容器中  $\text{CO}_2$  含量持续降低,容器中的  $\text{CO}_2$  作为光合作用的原料,其含量持续降低导致光合速率不断下降。当植物光合速率下降至与呼吸速率相等时,植物既不吸收容器中的  $\text{CO}_2$ ,也不向容器中释放  $\text{CO}_2$ ,从而使容器内  $\text{CO}_2$  含量保持相对稳定,**D 正确**,**A、B、C 错误**。

**刷有所得** 影响光合速率的环境因素主要包括光(光强和光的波长)、 $\text{CO}_2$  和温度,其中光一般不影响呼吸速率, $\text{CO}_2$  含量大于 1% 时会抑制呼吸,温度也能影响呼吸速率。

**3. B** 【命题点】兴奋在神经元和肌肉细胞之间传递的过程及原理

【解析】由题意可知,肌肉痉挛是肌肉细胞持续兴奋的结果,所以缓解肌肉痉挛应阻断兴奋的传递。由于肌肉细胞兴奋是由神经递质与突触后膜上的特异性受体结合导致的,神经递质释放加快有利于增加突触间隙中的神经递质含量,提高了神经递质与突触后膜上特异性受体结合的概率,利于肌肉细胞兴奋,**A 不符合题意**;通过药物阻止神经递质与突触后膜上特异性受体结合,阻断了兴奋传递过程,可用于治疗肌肉痉挛,**B 符合题意**;抑制突触间隙中可降解神经递质的酶的活性,导致神经递质不被灭活,突触间隙中神经递质含量增加,利于肌肉细胞兴奋,**C 不符合题意**;增加突触后膜上神经递质特异性受体的数量,也能提高神经递质与突触后膜上特异性受体结合的概率,利于肌肉细胞兴奋,**D 不符合题意**。

**刷有所得** 突触上兴奋传递的原理是突触前膜向突触间隙中释放神经递质,神经递质扩散至突触后膜与特异性受体结合,使得突触后膜兴奋或抑制,神经递质作用后被灭活。突触间隙中神经递质或突触后膜上的受体越多,二者结合的概率越高,神经递质传递信号的效率就越高。若神经递质不被灭活,则突触后膜会持续兴奋或持续抑制。

**4. C** 【命题点】以酶为研究对象考查探究性实验

【解析】据题意可知,酶 P 由 RNA 和蛋白质组成,实验组①的处理为底物+酶 P 全组分+低浓度  $\text{Mg}^{2+}$ ,该组实验能够得到产物,因此可说明酶 P 在低浓度  $\text{Mg}^{2+}$  条件下也具有催化活性,**A 错误**;实验组③和⑤的处理为底物+酶 P 蛋白质组

分,实验组③的  $Mg^{2+}$  浓度低而实验组⑤的  $Mg^{2+}$  浓度高,但这两组均未得到产物,由此可知,酶 P 蛋白质组分的催化活性并没有随  $Mg^{2+}$  浓度的升高而升高,**B 错误**;实验组②和④的处理为底物+酶 P 的 RNA 组分,实验组②的  $Mg^{2+}$  浓度低而实验组④的  $Mg^{2+}$  浓度高,实验组④得到了产物而实验组②未得到产物,由此可知,在高浓度  $Mg^{2+}$  条件下 RNA 组分具有催化活性,**C 正确**;实验组⑤的处理为底物+酶 P 蛋白质组分+高浓度  $Mg^{2+}$ ,但实验组⑤并未得到产物,因此在高浓度  $Mg^{2+}$  条件下蛋白质组分不具有催化活性,**D 错误**。

**▶ 关键点拨** 本题的解题关键是要认真分析图表中各组实验处理和结果的不同,按照单一变量和对照原则对各选项作出准确判断,如 B 选项需要实验组③和⑤的对比分析,C 选项需要实验组②和④的对比分析。

### 5. A 【命题点】群落的垂直结构

**【解析】**在垂直方向上,森林群落具有明显的分层现象,即群落的垂直结构,群落的垂直结构显著提高了群落利用阳光等

**关键点**

环境资源的能力,①正确;森林植物从上到下可以分为不同层次,最上层为乔木层,中间层为灌木层,下层为草本层,②错误;森林植物的分层与对光的利用有关:群落下面各层要比上层的光照弱,不同植物适于在不同的光照强度下生长,③正确;群落中植物的垂直分层为动物创造了多种多样

**关键点**

的栖息空间和食物条件,因此动物也有类似的分层现象,④正确;森林群落中植物的分层现象与植物对光的利用能力有关,这是经过长期自然选择进化的结果,⑤正确;群落中植物垂直分层现象的形成与对光的利用有关,不是由动物种类决定的,⑥错误;综上,正确的有①③④⑤,**A 正确**,**B、C、D 错误**。

### 6. C 【命题点】伴性遗传

**▶ 思路分析** 本题的解题关键是要依据题干中所述芦花鸡和非芦花鸡正反交结果不一致,且鸡羽毛性状的芦花与非芦花受 1 对等位基因控制,准确判断出控制芦花与非芦花性状的基因所在的位置,以及该对相对性状的显隐性关系,即确定该性状的遗传方式,然后推导正交和反交亲本与子代的基因型和表现型,在此基础上对各项进行准确判断。

**【解析】**据题意知,鸡的羽毛性状芦花和非芦花受 1 对等位基因控制,且芦花鸡和非芦花鸡正反交结果不一致,鸡的性别决定方式为 ZW 型,据此可推测,控制芦花与非芦花性状的基因应该位于 Z 染色体上,且芦花为显性性状,假设相关基因用 A、a 表示,则正交两亲本基因型及表现型为  $Z^aZ^a$  非芦花雄鸡,  $Z^AW$  芦花雌鸡,**A 正确**。由正交亲本基因型可推知正交子代中芦花雄鸡  $Z^AZ^a$ :非芦花雌鸡  $Z^aW = 1:1$ ;反交两亲本基因型及表现型为  $Z^AZ^A$  芦花雄鸡,  $Z^aW$  非芦花雌鸡,反交子代的基因型为  $Z^AW$  和  $Z^AZ^a$ ,无论雌雄均表现为芦花。由此可知,正反交子代中芦花雄鸡基因均为  $Z^AZ^a$ ,即均为杂合子,**B 正确**。反交子代的基因型为  $Z^AW$  和  $Z^AZ^a$ ,反交子代芦花鸡相互交配,所得  $F_2$  中雌鸡中有芦花鸡  $Z^AW$  和非芦花鸡

$Z^aW$ , C 错误。正交子代中  $Z^A Z^a : Z^a W = 1:1$ , 即雄鸡均为芦花鸡, 雌鸡均为非芦花鸡, 因此根据正交子代羽毛性状芦花与非芦花即可判断性别, D 正确。

**7. B 【命题点】**化学与生活, 涉及物质的组成与性质、焰色试验等。

【解析】HB 铅笔芯是由石墨和黏土按一定比例混合制成的, A 错误; 碳酸氢钠受热分解可产生  $CO_2$ , 可作食品膨松剂, B 正确; 青铜是铜锡合金, 黄铜是铜锌合金, 二者均是混合物, C 错误; 钠盐含钠元素, 灼烧时 Na 的焰色为黄色, D 错误。

**知识拓展** “H” 即英文单词 “Hardness” (硬度) 的首字母, 表示铅笔芯的硬度。“B” 是英文单词 “Black” (黑) 的首字母, 代表石墨的含量 (黑度)。

**8. D 【命题点】**有机化合物的结构与性质, 涉及原子共面问题、官能团性质等。

【解析】化合物 1 分子中的饱和碳原子连接的四个原子形成四面体结构, 所有原子不在同一平面内, A 错误; 化合物 1 的官能团是醚键, 乙醇的官能团是羟基, 两者所含官能团不同, 结构不相似, 不互为同系物, B 错误; 化合物 2 中含有酯基, 不含羟基, C 错误; 化合物 2 断开酯基中 C—O 键后, 再进行聚合生成  $\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—O—C(=O)—}$ , D 正确。

**学霸解题·归纳** 北京大学 苏俊伟

有机物中饱和碳原子所连的四个原子构成四面体结构, 则

所有原子不可能共面。凡是存在  $\begin{array}{c} | \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \\ | \quad | \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$  结构, 则所有 C 原子不可能共面。

**9. A 【命题点】**物质的检验, 涉及  $SO_4^{2-}$ 、 $S_2O_3^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$  的检验。

【解析】向①的溶液中滴加过量稀盐酸, 溶液变浑浊, 有刺激性气体逸出, 说明生成了 S 和  $SO_2$ , 样品中一定含有  $Na_2S_2O_3$ , 可能含有  $Na_2SO_3$ ; 取②的上层清液 (其中含有过量稀盐酸), 向其中滴加  $BaCl_2$  溶液, 有沉淀生成, 该沉淀为  $BaSO_4$ , 说明样品中一定含有  $Na_2SO_4$ , A 正确。

**刷有所得** 硫代硫酸钠 ( $Na_2S_2O_3$ ) 俗称大苏打、海波, 遇酸发生反应:  $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$ , 生成淡黄色沉淀和有刺激性气味的气体, 同时具有较强的还原性, 可用于氧化还原滴定:  $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$ 。

**10. C 【命题点】**实验方案的设计与评价, 涉及卤素单质的性质、醛基的检验、不饱和烃的检验等。

【解析】向 NaBr 溶液中滴加过量氯水, 发生反应:  $Cl_2 + 2NaBr = Br_2 + 2NaCl$ , 溶液变橙色, 说明氧化性:  $Cl_2 > Br_2$ , 再加入淀粉 KI 溶液, 溶液变蓝色, 说明产生  $I_2$ , 但因氯水过量, 无法证明氧化性:  $Br_2 > I_2$ , A 错误; 蔗糖在酸性条件下发生水解反应, 检验水解产物时需要保证碱性环境, 否则  $Cu(OH)_2$  会与酸反应, B 错误; 石蜡油加强热产生的气体可使  $Br_2$  的  $CCl_4$  溶液褪色, 说明气体中含有不饱和烃, 与  $Br_2$

发生了加成反应, **C 正确**; 聚氯乙烯中含有氯元素, 加热产生的使湿润的蓝色石蕊试纸变红的气体为  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  由聚氯乙烯受热分解生成, 若是聚氯乙烯生成氯乙烯, 则无  $\text{HCl}$  产生, **D 错误**。

**易错警示** 醛基的检验需在碱性环境中进行, 蔗糖水解后应先加碱, 再加新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液。

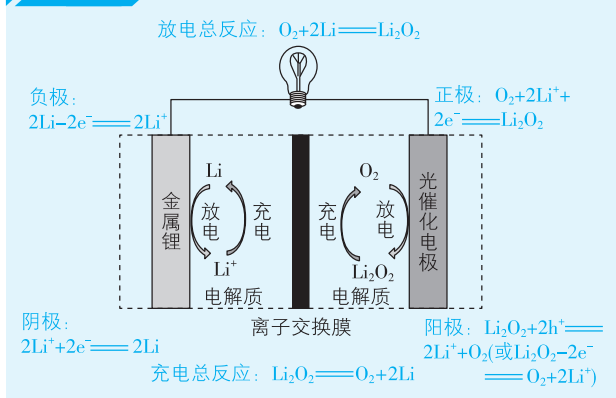
**11. D 【命题点】元素推断与元素周期律, 涉及酸性强弱比较、热重曲线图分析等。**

**思路分析**  $\text{W}$ 、 $\text{X}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Z}$  为原子序数依次增加的短周期元素,  $\text{YZ}_2$  常温下为气体, 符合的有  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{OF}_2$ , 又因为  $\text{YZ}_2$  分子的总电子数为奇数, 则  $\text{Y}$  原子序数为奇数, 故  $\text{YZ}_2$  为  $\text{NO}_2$ , 即  $\text{Y}$  为  $\text{N}$  元素,  $\text{Z}$  为  $\text{O}$  元素,  $\text{W}$ 、 $\text{X}$  原子序数加和为  $21 - 7 - 8 = 6$ , 结合化合物的组成, 则  $\text{W}$  为  $\text{H}$  元素,  $\text{X}$  为  $\text{B}$  元素, 该化合物的化学式为  $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

**【解析】**  $\text{X}$  的单质硼在常温下为固体, **A 错误**; 酸性:  $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{BO}_3$ , **B 错误**; 化合物  $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  的相对分子质量为 273, 加热至  $200^\circ\text{C}$  时, 质量保留百分数为 80.2%, 即相对分子质量减少了 54, 且无刺激性气体逸出, 可知化合物分子脱去了 3 个  $\text{H}_2\text{O}$ , **C 错误**; 根据 C 项思路, 可知质量保留百分数为 67.4% 时, 化合物分子脱去了 4 个  $\text{H}_2\text{O}$  和 1 个  $\text{NH}_3$ , 剩余固体化合物化学式可写作  $\text{HB}_5\text{O}_8$ ,  $500^\circ\text{C}$  热分解后质量保留百分数为 64.1%, 此时很可能进一步失水, 若该化合物分子剩余  $\text{B}$  原子个数为 5, 则剩余  $\text{O}$  原子个数为  $\frac{(273 \times 64.1\%) - 11 \times 5}{16} \approx 7.5$ , 生成固体化合物的化学式为  $\text{B}_2\text{O}_3$ , **D 正确**。

**12. C 【命题点】 $\text{Li}-\text{O}_2$  二次电池的工作原理分析, 涉及电极反应式的书写、离子移动方向判断等。**

**要点图解**



**【解析】** 由题给信息可知, 充电时总反应为  $\text{Li}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2\text{Li}$ , **A 正确**; 由题干中该电池的充电原理可知, 其充电效率与光催化电极产生的电子和空穴量有关, **B 正确**; 放电时, 阳离子  $\text{Li}^+$  从负极穿过离子交换膜向正极迁移, **C 错误**; 放电时, 正极发生得电子的还原反应, 电极反应式为  $\text{O}_2 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_2\text{O}_2$ , **D 正确**。

**快解** 放电时离子迁移方向为正极负负 (带正电荷离子移向正极, 带负电荷离子移向负极), **C 错误**。

**13. B** 【命题点】水溶液中的离子平衡,涉及电离平衡常数的计算、电荷守恒等。

【解析】常温下溶液 I 的  $\text{pH} = 7.0$ , 说明溶液 I 中  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 结合题图可知, 溶液 I 中  $c(\text{A}^-) \neq 0$ , 则  $c(\text{H}^+) \neq c(\text{OH}^-) + c(\text{A}^-)$ , **A 错误**; 对于溶液 I 有  $K_a(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = \frac{10^{-7} \times c_1(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = 10^{-3}$ , 得  $c_1(\text{A}^-) = 10^4 c(\text{HA})$ , 对于溶液 II 有  $K_a(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = \frac{10^{-1} \times c_{\text{II}}(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = 10^{-3}$ , 得  $c_{\text{II}}(\text{A}^-) = 10^{-2} c(\text{HA})$ , 又因为  $c_{\text{总}}(\text{HA}) = c_{\text{II}}(\text{A}^-) + c(\text{HA})$ , 则溶液 II 中 HA 的电离度为  $\frac{c(\text{A}^-)}{c_{\text{总}}(\text{HA})} = \frac{c_{\text{II}}(\text{A}^-)}{c_{\text{II}}(\text{A}^-) + c(\text{HA})} = \frac{10^{-2} c(\text{HA})}{10^{-2} c(\text{HA}) + c(\text{HA})} = \frac{1}{101}$ , **B 正确**; 未电离的 HA 可自由穿过隔膜, 则平衡时两侧溶液中  $c(\text{HA})$  相等, **C 错误**; 溶液 I 和溶液 II 中  $c_{\text{总}}(\text{HA})$  之比为  $\frac{c_1(\text{A}^-) + c(\text{HA})}{c_{\text{II}}(\text{A}^-) + c(\text{HA})} = \frac{10^4 c(\text{HA}) + c(\text{HA})}{10^{-2} c(\text{HA}) + c(\text{HA})} = \frac{10^4 + 1}{10^{-2} + 1} \approx 10^4$ , **D 错误**。

**关键点拨** (1) 隐含条件的分析:  $\text{pH} = 7.0$  的含义是 A 项分析的关键;  
(2) 存在隔膜的体系中达到平衡时, 能够渗透的粒子不再存在浓度差。

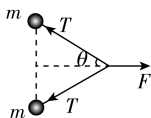
**14. C** 【命题点】向心力与万有引力

【解析】航天员在太空中处于完全失重状态, 航天员随飞船绕地球做圆周运动, 故所受合力不为零, 所受地球引力提供其随飞船运动所需的向心力, **C 正确**, **A、B 错误**; 由  $F = \frac{GMm}{r^2}$ ,  $R_{\text{地}} < r_{\text{轨}}$  可知, 航天员在地球表面上所受引力的大小大于其随飞船运动所需的向心力的大小, **D 错误**。

**名师延展** 航天员的漂浮状态为完全失重状态, 完全失重并非不受重力作用, 而是重力的作用效果不体现为使航天员竖直下落, 而是体现为完全用来改变航天员速度的方向。

**15. A** 【命题点】力的合成与分解及牛顿运动定律

【解析】设两侧轻绳的方向与力  $F$  所在直线夹角均为  $\theta$ , 对绳的中点受力分析, 如图所示, 由力的合成与分解可得  $2T \cos \theta = F$ , 当两球相距  $\frac{3}{5}L$  时, 由几何知识可得  $\cos \theta = 0.8$ , 由牛顿第二定律有  $T = ma$ , 解得  $a = \frac{5F}{8m}$ , **A 正确**。



**16. C** 【命题点】机械能守恒定律与三角函数的综合

【解析】小环下落过程机械能守恒, 有  $mgr(1 - \cos \varphi) = \frac{1}{2}mv^2$ , 解得  $v = \sqrt{2gr(1 - \cos \varphi)} = 2\sqrt{gr} \sin \frac{\varphi}{2}$ 。

②小环下降的高度 $h=r(1-\cos \varphi) \rightarrow$  B错误

①根据弧度数的定义，  
弧长  $s = \varphi r \rightarrow$  **A错误**

#### ④小环与P点连线扫过的面积

$$S = \frac{1}{2} \varphi r^2 - \frac{1}{2} r^2 \sin \varphi \rightarrow \mathbf{D} \text{ 错误}$$

③小环到P点的距离

$$x = 2r \sin \frac{\varphi}{2} \rightarrow \text{C正确}$$

## 巧思妙解

根据机械能守恒定律可得  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ , 则

$v = \sqrt{2gh}$ , B 错误;  $\triangle PNM$  与  $\triangle PMQ$  相似, 则  $\frac{PN}{PM} = \frac{PM}{PQ}$ , 即

$x^2 = 2rh$ , 则  $v = \sqrt{\frac{g}{r}}x$ , C 正确。

## 17. B 【命题点】球面波

【解析】能量是以球面波的方式向周围辐射的,由能量守恒

有  $Pt = n \cdot 4\pi R^2 \cdot h \frac{c}{\lambda}$ , 则点光源每秒辐射的光子能量  $E =$

$$P_t = 113 \times 1 \text{ J} = \frac{3 \times 10^{14} \times 4 \times \pi \times R^2 \times 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} \text{ J}, \text{ 解得 } R \approx$$

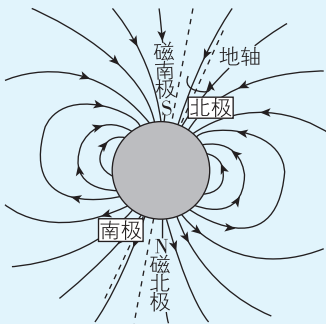
$3 \times 10^2 \text{ m}$ , **B** 正确。

## 18. BC 【命题点】磁场的矢量叠加

【解析】由矢量合成可得  $B^2 = B_x^2 + B_y^2 + B_z^2$ , 结合表中数据可知当地的地磁场磁感应强度大小约为  $50 \mu\text{T}$ , **B 正确**; 竖直向上的磁场矢量总为负值, 而北半球地磁场方向斜向下, 故测量地点位于北半球, **A 错误**; 第 2 次测量时  $y$  轴的磁场矢量为负值, 故  $y$  轴正向指向南方, **C 正确**; 第 3 次测量时, 若  $y$  轴正向指向东方, 则  $x$  轴正向指向南方,  $x$  轴地磁场应该是负值, **D 错误**。

## 名师延展

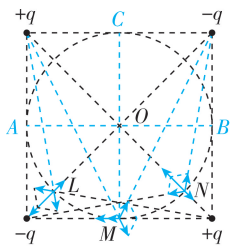
**名师延展** 地理的南北极与地磁场的南北极相反,地磁场的磁感线由地理南极指向北极,不过有一定磁偏角。



**19. AB** 【命题点】点电荷电场的叠加、电势、电场力做功

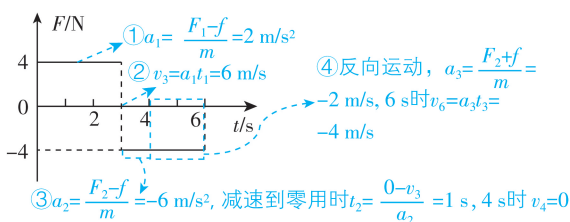
【解析】两个正点电荷在  $N$  点产生的合场强方向由  $N$  指向  $O$ ,  $N$  点处于两负点电荷连线的中垂线上, 则两负点电荷在  $N$  点产生的合场强方向由  $N$  指向  $O$ , 则  $N$  点的合场强方向由  $N$  指向  $O$ , 同理可知,  $L$  处的合场强方向由  $O$  指向  $L$ , 如图所示, 由于正方形两对角线垂直平分, 则  $L$  和  $N$  两点处的电场方向相互垂直, **A 正确**; 正方形底边的一对等量异号点电荷在  $M$  点产生的合场强方向向左, 而正方形上方的一对等量异号点电荷在  $M$  点产生的合场强方向向右, 由于  $M$  点到上方

一对等量异号点电荷距离较远,则  $M$  点的场强方向向左,平行于该点处的切线, **B 正确**;  $M$  点和  $O$  点分别位于左上和右上、左下和右下两组异种等量点电荷连线的中垂线上,所以  $M$ 、 $O$  所在直线是一条  $\varphi=0$  的等势线,则  $M$  和  $O$  两点电势相等,将一带正电的点电荷从  $M$  点移动到  $O$  点,电场力做功为零, **C 错误**;同理可知,  $A$ 、 $B$  所在直线也是一条  $\varphi=0$  的等势线,则左下角四分之一正方形区域内的电势  $\varphi<0$ ,右下角四分之一正方形区域内的电势  $\varphi>0$ ,则  $L$  点的电势低于  $N$  点的电势,将一带正电的点电荷从  $L$  点移动到  $N$  点,电场力做功不为零, **D 错误**。

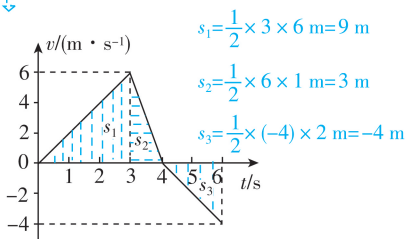


## 20. AD 【命题点】牛顿第二定律的应用

【解析】整个运动过程中,物块受到的滑动摩擦力大小为  $f=\mu mg=2\text{ N}$ 。



作出  $v-t$  图像, 图像与时间轴所围图形的面积表示位移



4 s 时物块的速度为零,物块的动能为零, **A 正确**;物块在 0~6 s 内的位移为  $s=s_1+s_2+s_3=8\text{ m}$ ,所以 6 s 时物块没有回到初始位置, **B 错误**;3 s 时物块的动量为  $mv_3=6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ , **C 错误**;0~6 s 内  $F$  对物块所做的功  $W=F_1s_1+F_2s_2+F_2s_3=40\text{ J}$  (易错:力和位移均为矢量), **D 正确**。

**一题多解** 对物块 0~3 s 内的运动由动量定理可知  $(F_1-f)t_1=mv_3$ , 解得  $v_3=6\text{ m/s}$ 。

设 3 s 后经过时间  $t$  物块的速度减为 0, 由动量定理可得  $(F_2-f)t_2=0-mv_3$ , 解得  $t_2=1\text{ s}$ 。

## 21. BD 【命题点】圆周运动与功能关系

【解析】粒子 3 从距  $O$  点  $r_2$  的位置入射并从距  $O$  点  $r_1$  的位置出射,做近心运动,电场力做正功,则动能增大,粒子 3 入射时的动能比它出射时的小, **A 错误**;粒子 4 从距  $O$  点  $r_1$  的位置入射并从距  $O$  点  $r_2$  的位置出射,做离心运动,电场力做负功,则动能减小,粒子 4 入射时的动能比它出射时的大, **B 正确**;带正电的同种粒子 1、2 在均匀辐向电场中做匀速圆周运动,则有  $qE_1=m\frac{v_1^2}{r_1}$ ,  $qE_2=m\frac{v_2^2}{r_2}$ , 在截面内,极板间各点的电场强度大小与其到  $O$  点的距离成反比,则  $E$  与  $r$  的乘积为一定值,可得  $mv_1^2=mv_2^2$ , 则粒子 1 入射时的动能等



于粒子 2 入射时的动能, **C** 错误; 粒子 3 做近心运动, 有  $qE_2 > m \frac{v_3^2}{r_2}$ , 由 C 项分析可得  $\frac{1}{2}mv_3^2 < \frac{qE_2 r_2}{2} = \frac{1}{2}mv_1^2$ , 粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能, **D** 正确。

## 22. (1) 相邻连续相等时间间隔内的位移之差近似相等(1 分)

(2) 547(2 分) (3) 79(2 分)

【命题点】匀变速直线运动的探究

【解析】(1) 每一秒的位移分别为  $x_1 = 507 \text{ m}$ ,  $x_2 = 587 \text{ m}$ ,  $x_3 = 665 \text{ m}$ ,  $x_4 = 746 \text{ m}$ ,  $x_5 = 824 \text{ m}$ ,  $x_6 = 904 \text{ m}$ , 可知相邻连续相等时间间隔内的位移差近似相等, 约为  $80 \text{ m}$ , 由  $\Delta x = aT^2$  可知,  $a$  恒定, 飞行器在这段时间内近似做匀加速直线运动。

(2) 当  $x = 507 \text{ m}$  时, 飞行器处于  $t = 1 \text{ s}$  时刻, 匀变速直线运动某段时间内的平均速度等于该段时间中间时刻的速度, 所以  $v = \frac{1\,094 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 547 \text{ m/s}$ 。

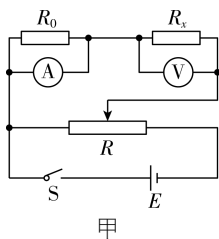
(3) 由逐差法可知  $a = \frac{x_4 + x_5 + x_6 - (x_1 + x_2 + x_3)}{(3T)^2} = \frac{(4\,233 - 1\,759) - (1\,759 - 0)}{(3 \times 1)^2} \text{ m/s}^2 = 79 \text{ m/s}^2$ 。

## 23. (1) 见解析(2 分) (2) $10 \Omega$ (1 分) $75 \Omega$ (2 分) (3) 2.30

(1 分) 4.20(2 分) 548(2 分)

【命题点】探究电阻的伏安特性实验

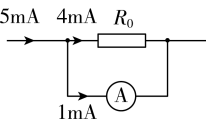
【解析】(1) 电流表内阻已知, 但要测量  $0 \sim 5 \text{ mA}$  范围内的电阻伏安特性, 电流表的量程不够, 电流表需要与  $R_0$  并联测量流过  $R_x$  的电流; 电压表单独测量  $R_x$  的电压, 且电压表内阻很大, 可视为理想电表, 所以电流



甲

表采用外接法; 要求通过  $R_x$  的电流在  $0 \sim 5 \text{ mA}$  范围内连续可调, 则滑动变阻器应采用分压式接法, 连接电路图如图甲所示。

(2) 为方便电路调节, 电路中滑动变阻器  $R$  应选最大阻值较小的, 即最大阻值为  $10 \Omega$  的滑动变阻器; 通过  $R_x$  电流最大为  $5 \text{ mA}$ , 需要将电流表量程扩大为原来的 5 倍, 根据并联分流的规律作出电表改装的原理图如图



乙

乙所示, 根据并联电路特点可得  $\frac{4 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = \frac{300 \Omega}{R_0}$ , 解得  $R_0 = 75 \Omega$ 。

(3) 电压表分度值是  $0.1 \text{ V}$ , 要估读至下一位, 读数为  $2.30 \text{ V}$ ; 电流表分度值是  $0.02 \text{ mA}$ , 不需要估读至下一位, 读数为  $0.84 \text{ mA}$ , 所以流过  $R_x$  的电流为  $5 \times 0.84 \text{ mA} = 4.20 \text{ mA}$ , 由欧姆定律可知  $R_x = \frac{2.30 \text{ V}}{4.20 \text{ mA}} = 548 \Omega$ 。

## 24. (1) $0.04 \sqrt{2} \text{ N}$ (2) $1.6 \times 10^{-2} \text{ J}$

【命题点】法拉第电磁感应定律

【解析】(1) 磁感应强度大小随时间的变化关系为  $B(t) = 0.3 - 0.1 t (\text{SI})$ ,

由法拉第电磁感应定律知感应电动势  $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S =$



$$0.1 \times \frac{1}{2} \times 0.40 \times 0.40 \text{ V} = 0.008 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{流过金属框的电流 } I = \frac{E}{R} = \frac{E}{\lambda \cdot 4l} = \frac{0.008 \text{ V}}{5.0 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.40 \Omega} = 1 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{在 } t = 2.0 \text{ s 时, 磁感应强度大小 } B(2.0 \text{ s}) = (0.3 - 0.1 \times 2.0) \text{ T} = 0.1 \text{ T} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{此时金属框受到的安培力 } F_{\text{安}} = B(2.0 \text{ s}) \cdot I \cdot l_{\text{有效}} = 0.1 \times 1 \times \sqrt{2} \times 0.4 \text{ N} = 0.04 \sqrt{2} \text{ N} \quad (2 \text{ 分})$$

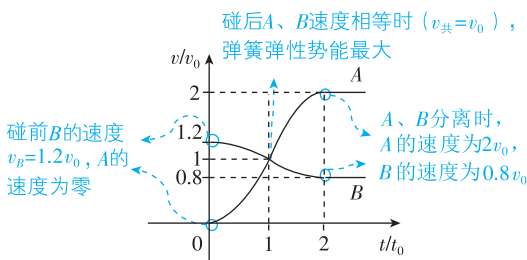
$$(2) \text{ 在 } t = 0 \text{ 到 } t = 2.0 \text{ s 时间内, 流过金属框的电流大小不变, 为 } I = 1 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由焦耳定律可知, 金属框产生的焦耳热 } Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t = 1^2 \times 5 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.40 \times 2.0 \text{ J} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ J} \quad (2 \text{ 分})$$

25. (1)  $0.6mv_0^2$  (2)  $0.768v_0t_0$  (3) 0.45

【命题点】动量守恒定律和能量守恒定律

【题图剖析】



【解析】(1) 由题图(b)可知, 物块 A、B 在碰撞前的速度大小分别为 0 和  $1.2v_0$ , 第一次碰撞后的速度大小分别为  $2v_0$  和  $0.8v_0$ , 它们在  $t=t_0$  时速度相同, 均为  $v_0$ 。设物块 B 质量为  $M$ , 由动量守恒定律有

$$M(1.2v_0) = m(2v_0) + M(0.8v_0) \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

A、B 的速度相等时, 弹簧的压缩量最大, 弹性势能最大, 设其为  $E_p$ , 由机械能守恒定律得

$$E_p = \frac{1}{2}M(1.2v_0)^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_0^2 \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②式得

$$E_p = 0.6mv_0^2 \quad (3) \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 从  $t=0$  到  $t=t_0$  时间内, 物块 A、B 运动的距离分别对应  $v-t$  图中 A、B 图线下的面积  $S_1$  和  $(S_1+S_2)$ 。设在碰撞过程中物块 A、B 的速度分别为  $v_A$  和  $v_B$ , 由动量守恒定律有

$$M(1.2v_0) = mv_A + Mv_B \quad (4) \quad (2 \text{ 分})$$

把④式两边乘以微小时间间隔  $\Delta t$ , 并对时间从 0 到  $t_0$  求和可得

$$M(1.2v_0)t_0 = mS_1 + M(S_1+S_2) \quad (5) \quad (2 \text{ 分})$$

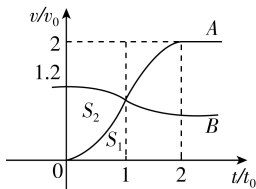
在  $t=t_0$  时弹簧的压缩量最大, 为

$$\Delta l = (S_1+S_2) - S_1 \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

联立①⑤⑥式并代入题给条件得

$$\Delta l = 0.768v_0t_0 \quad (7) \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 由题给条件可知, 物块 A 在两次从水平面滑上斜面之前的速度相同, 均为  $2v_0$ 。设物块 A 下滑离开斜面时的速度大小为  $v_1$ , 与物块 B 再次碰撞后, B 的速度为  $v_2$ 。由动量守恒



定律和机械能守恒定律,有

$$m(-v_1) + M(0.8v_0) = m(2v_0) + Mv_2 \quad (8) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}M(0.8v_0)^2 = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad (9) \quad (2 \text{ 分})$$

设物块 A 与斜面间的动摩擦因数为  $\mu$ , 在斜面上达到的最高点与底端距离为  $s$ , 重力加速度大小为  $g$ 。由动能定理有

$$mg s \sin \theta + \mu mg s \cos \theta = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 \quad (10) \quad (1 \text{ 分})$$

$$mg s \sin \theta - \mu mg s \cos \theta = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (11) \quad (1 \text{ 分})$$

联立①⑧⑨⑩⑪式并代入题给数据可得

$$\mu = 0.45 \quad (12) \quad (2 \text{ 分})$$

## 26. (14 分)

(1)  $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  该反应

$$\text{的 } K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{2.5 \times 10^{-8}}{7.4 \times 10^{-14}} \approx 3.4 \times 10^5, \text{ 反应正}$$

向进行程度很大, 可以进行到底

(2) 反应  $\text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  的

$$K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)} = \frac{1.1 \times 10^{-10}}{2.6 \times 10^{-9}} \approx 0.04, \text{ 反应正向进}$$

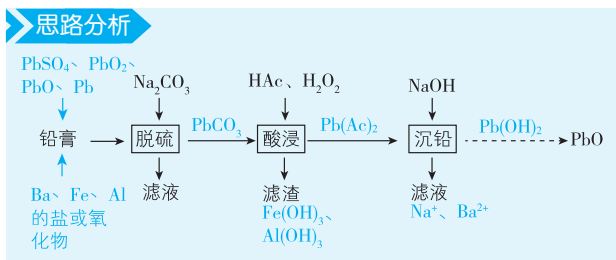
行程度很小

(3) (i)  $\text{Fe}^{2+}$  (ii)  $\text{Pb} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HAc} \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{Ac})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (iii) 作还原剂

(4)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(5)  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$

**【命题点】**从废旧铅蓄电池的铅膏中回收铅工艺流程分析, 涉及物质的分离与提纯、沉淀溶解平衡原理及应用、化学或离子方程式的书写等。



**【解析】**(1) 由题中所给溶度积常数的数据可知  $\text{PbCO}_3(\text{s})$  的  $K_{\text{sp}}$  远小于  $\text{PbSO}_4(\text{s})$  的  $K_{\text{sp}}$ , 则  $\text{PbSO}_4$  易发生沉淀转化生成  $\text{PbCO}_3$ , 且该转化进行较为彻底。

(2)  $\text{BaCO}_3(\text{s})$  的  $K_{\text{sp}}$  略大于  $\text{BaSO}_4(\text{s})$  的  $K_{\text{sp}}$ ,  $\text{BaSO}_4$  不易发生沉淀转化, 进行程度较小, 而溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  浓度有一定限度, 故不能使  $\text{BaSO}_4$  沉淀完全转化。

(3) (i) 溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性, 能被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化; (ii)  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Pb}$ , 使其转化成  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  再与  $\text{Ac}^-$  结合成  $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ , 依据氧化还原反应的规律, 即可写出反应的化学方程式; (iii)  $\text{PbO}_2$  通过与  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{HAc}$  反应转化为  $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ ,  $\text{Pb}$  的化合价降低, 发生了还原反应, 则  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂。

(4) 根据题目信息, 当  $\text{pH} = 4.9$  时,  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  已完全转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 则“酸浸”后过滤得到的滤渣主要为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(5) 加入 NaOH, 发生“沉铅”的反应为  $\text{Pb}(\text{Ac})_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaAc}$ , 且由(2)可知, 加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  后  $\text{BaSO}_4$  部分转化为  $\text{BaCO}_3$ , 在“酸浸”时与 HAc 反应, 最终进入“沉铅”的滤液中, 故滤液中含有  $\text{Na}^+$  以及  $\text{Ba}^{2+}$ 。

## 27. (14 分)

(1) 分液漏斗、球形冷凝管

(2)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  失去了结晶水生成了白色的  $\text{CuSO}_4$

(3)  $\text{CuO}$

(4)  $3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{KHC}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) 分批加入

(6) 水浴

(7) 冷却结晶、过滤、洗涤

**【命题点】**以二草酸合铜(Ⅱ)酸钾晶体的制备为载体, 考查仪器的识别、装置的选用、实验操作及化学方程式的书写等。

**【解析】**(1) 用固体配制一定物质的量浓度的溶液, 用到的仪器有托盘天平(或电子天平)、烧杯、玻璃棒、一定规格的容量瓶、量筒、胶头滴管等, 不需要分液漏斗、球形冷凝管。

(2)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  长期放置, 一部分晶体会失去全部结晶水生成白色的  $\text{CuSO}_4$ , 这个过程称为风化。

(3)  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入 NaOH 溶液, 发生反应:  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ , 加热时发生反应  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ , 故黑色沉淀为  $\text{CuO}$ 。

(4)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的酸性强于  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , 当  $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) : n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 1.5 : 1$  时,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  足量, 故会放出  $\text{CO}_2$  气体, 已知生成物中有  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  和  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , 再结合氢原子守恒, 可知有水生成。

(5) 为降低  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  与  $\text{K}_2\text{CO}_3$  之间反应的剧烈程度, 应坚持“少量多次”的原则, 将  $\text{K}_2\text{CO}_3$  分批加入。

(6) 反应温度不超过  $100^\circ\text{C}$ , 可采用水浴加热的方式, 使反应体系受热均匀。

(7) 从溶液中获得晶体的方法有加热浓缩、冷却结晶(或蒸发结晶)、过滤、洗涤、干燥, 依据题目信息, 获得二草酸合铜(Ⅱ)酸钾晶体采用的方法为加热浓缩、冷却结晶, 故“一系列操作”指冷却结晶、过滤、洗涤。

## 28. (15 分)

(1) +170 (2) 获得的  $\text{H}_2$  可作燃料 耗能较高

(3) 50% 4.76

(4) ①越高  $\text{H}_2\text{S}$  的分解反应是一个气体分子数增多的反应, 恒压时,  $n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Ar})$  越小,  $\text{H}_2\text{S}$  的分压越小, 有利于平衡正向移动 ②d 24.9

**【命题点】**化学反应原理, 涉及盖斯定律、平衡移动、转化率图像分析、平衡常数的计算等。

**【解析】**(1) 题给反应存在关系: 反应④ =  $\frac{1}{3}$ (反应① + 反应②) - 反应③, 根据盖斯定律,  $\Delta H_4 = \frac{1}{3}(\Delta H_1 + \Delta H_2) - \Delta H_3 = \frac{1}{3} \times (-1036 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +170 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)对比克劳斯工艺处理  $\text{H}_2\text{S}$ , 高温热分解方法的优点是在处理  $\text{H}_2\text{S}$  的同时, 能获得清洁燃料  $\text{H}_2$ ; 缺点是  $\text{H}_2\text{S}$  分解时需要高温条件, 消耗能源较多。

(3) 设起始时  $n(\text{H}_2\text{S}) = x \text{ mol}$ , 则  $n(\text{Ar}) = 4x \text{ mol}$ , 平衡时转化的  $\text{H}_2\text{S}$  的物质的量为  $y \text{ mol}$ , 列三段式如下:

	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$		
起始量/mol	$x$	0	0
转化量/mol	$y$	$\frac{y}{2}$	$y$
平衡量/mol	$x-y$	$\frac{y}{2}$	$y$

由题中信息知  $p_{\text{平衡}}(\text{H}_2\text{S}) = p_{\text{平衡}}(\text{H}_2)$ , 则  $n_{\text{平衡}}(\text{H}_2\text{S}) =$

$$n_{\text{平衡}}(\text{H}_2), \text{即 } x-y=y, \text{ 解得 } y=\frac{x}{2}, \text{ 故 } \alpha(\text{H}_2\text{S})=\frac{\frac{x}{2} \text{ mol}}{x \text{ mol}} \times$$

$$100\% = 50\%; n_{\text{平衡}}(\text{总}) = (4x + \frac{x}{2} + \frac{x}{4} + \frac{x}{2}) \text{ mol} =$$

$$5.25x \text{ mol}, \text{ 则 } K_p = \frac{p_{\text{平衡}}(\text{S}_2) \cdot p_{\text{平衡}}^2(\text{H}_2)}{p_{\text{平衡}}^2(\text{H}_2\text{S})} = p_{\text{平衡}}(\text{S}_2) = \frac{0.25x \text{ mol}}{5.25x \text{ mol}} \times$$

$$100 \text{ kPa} \approx 4.76 \text{ kPa}。$$

(4) ①  $\text{H}_2\text{S}$  的分解反应是一个气体分子数增多的反应, 恒压

**关键点**

时,  $n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Ar})$  越小,  $\text{H}_2\text{S}$  的分压越小, 越有利于平衡正向移动, 即  $\text{H}_2\text{S}$  平衡转化率越高。②结合上述分析及题图可知,  $n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Ar}) = 1:9$  时, 对应的曲线为 d。设起始时  $n(\text{H}_2\text{S}) = z \text{ mol}$ , 则  $n(\text{Ar}) = 9z \text{ mol}$ , 由题图知, 0.1 s 时  $\text{H}_2\text{S}$  的转化率为 24%, 列三段式如下:

	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$		
起始量/mol	$z$	0	0
转化量/mol	$0.24z$	$0.12z$	$0.24z$
0.1 s 时量/mol	$0.76z$	$0.12z$	$0.24z$

$$n_{\text{平衡}}(\text{总}) = (9z + 0.76z + 0.12z + 0.24z) \text{ mol} = 10.12z \text{ mol},$$

$$p_{\text{起始}}(\text{H}_2\text{S}) = 100 \text{ kPa} \times \frac{z \text{ mol}}{10z \text{ mol}} = 10 \text{ kPa}, p_{0.1 \text{ s}}(\text{H}_2\text{S}) =$$

$$100 \text{ kPa} \times \frac{0.76z \text{ mol}}{10.12z \text{ mol}} \approx 7.51 \text{ kPa}, \text{ 则 } 0 \sim 0.1 \text{ s 之间}$$

$$\Delta p(\text{H}_2\text{S}) = 10 \text{ kPa} - 7.51 \text{ kPa} = 2.49 \text{ kPa}, \text{ 故平均变化率为}$$

$$\frac{2.49 \text{ kPa}}{0.1 \text{ s}} = 24.9 \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}。$$

## 29. (除标注外, 每空 2 分, 共 10 分)

(1) 主动运输需要细胞呼吸提供能量,  $\text{O}_2$  浓度小于  $a$  时, 作物甲、乙根细胞对  $\text{NO}_3^-$  的吸收速率与  $\text{O}_2$  浓度均呈正相关(3 分)

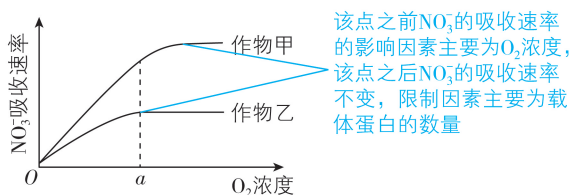
(2) 主动运输需要载体和能量,  $\text{O}_2$  浓度大于  $a$  时能量充足, 而吸收速率不再增加, 说明载体达到饱和

(3) 在  $\text{NO}_3^-$  最大吸收速率时, 作物甲所需的  $\text{O}_2$  浓度大于作物乙(3 分)

(4) 适时松土(透气)

**【命题点】**物质跨膜运输方式及相关应用

**【题图解读】**



【解析】(1)由“题图解读”可知,作物甲和作物乙对  $\text{NO}_3^-$  的吸收速率受到  $\text{O}_2$  浓度的影响,而  $\text{O}_2$  浓度的变化会影响根细胞的细胞呼吸,进而对能量供应产生影响,因此判断  $\text{NO}_3^-$  进入根细胞的运输方式是主动运输。

(2) $\text{NO}_3^-$  进入根细胞的运输方式是主动运输,而影响主动运输速率的因素主要有能量和载体的数量,当  $\text{O}_2$  浓度大于  $a$  时,继续增大  $\text{O}_2$  浓度,作物乙吸收  $\text{NO}_3^-$  速率不再增加,说明能量已经不是影响主动运输速率的因素,进而推测其影响因素可能为载体的数量。

(3)由图可知,作物甲根细胞的  $\text{NO}_3^-$  最大吸收速率大于作物乙,且在  $\text{NO}_3^-$  最大吸收速率时,作物甲所需  $\text{O}_2$  浓度也大于作物乙,即甲需要的能量多,消耗  $\text{O}_2$  多,呼吸速率大。

(4)为促进农作物根对  $\text{NO}_3^-$  的吸收利用,可采取的措施为适时松土透气,这可以提高土壤中的  $\text{O}_2$  浓度,促进根细胞的有氧呼吸,增加能量供应。

**刷有所得** 松土可以使得土壤结构变得松散,增加土壤中的  $\text{O}_2$  含量,可增强根细胞呼吸作用强度,促进根对无机盐的吸收;同时也有利于微生物的分解作用,将有机物分解为无机物,增加了土壤中的无机盐含量,利于植物的生长发育。

### 30. (除标注外,每空 1 分,共 9 分)

(1)甲状腺是合成甲状腺激素的场所,碘是合成甲状腺激素的原料,放射性碘会进入到甲状腺(3 分)

(2)大于 不相同 注射甲状腺激素溶液会反馈抑制促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的合成,进而抑制自身甲状腺激素的合成,丙组注射促甲状腺激素,促进自身甲状腺激素的合成(4 分)

【命题点】甲状腺激素的调节机制及实验设计

【解析】(1)碘是甲状腺激素的组成元素之一,甲状腺是合成、贮存、分泌甲状腺激素的内分泌腺,甲状腺细胞能吸收碘并合成甲状腺激素,故将一定量的放射性碘溶液经腹腔注射到家兔体内,一定时间后可在家兔甲状腺中检测到放射性。

(2)由实验二的操作可知,甲组为对照组,乙、丙组为实验组。乙组经静脉注射一定量的甲状腺激素溶液、丙组注射一定量的促甲状腺激素溶液,最终测定三组家兔血中甲状腺激素的含量,由于甲状腺激素的分泌存在分级调节和

(负)反馈调节机制,乙组注射甲状腺激素溶液后会家兔自身分泌的甲状腺激素含量降低,故乙组家兔血中甲状腺激素含量比对照组(甲组)少;而丙组注射促甲状腺激素,可促进甲状腺合成和分泌甲状腺激素,故丙组家兔血中甲状腺激素含量比对照组(甲组)多。

**刷有所得** 在甲状腺激素的分级调节中,下丘脑分泌的促甲状腺激素释放激素会促进垂体分泌促甲状腺激素,促甲状腺激素又会促进甲状腺分泌甲状腺激素;在甲状腺激素的(负)反馈调节中,甲状腺激素分泌过多时,会抑制下丘脑和垂体分泌相应的激素,进而使甲状腺激素合成减少。

**高分要诀** 实验设计要遵循单一变量原则、对照原则,要弄清楚实验的自变量、因变量和无关变量。本实验中的自变量为注射溶液的种类,因变量为家兔血中甲状腺激素的含量,各组无关变量要保持相同且适宜,本实验中的无关变量包括实验动物年龄、体重和性别等。

### 31. (共8分)

(1) 随机取样,样方面积合适、大小一致,样方数量适宜(3分)

(2)  $\frac{n \cdot S}{m}$  (1分)

(3) 对野生动物的不良影响小,调查周期短,操作简便(4分)

**【命题点】**种群密度的调查方法及注意事项

**【解析】**(1) 样方法调查种群数量时应注意随机取样,避免主观因素影响调查的准确性;同时注意样方面积需合适、不同样方之间大小需一致;样方数量要适宜(样方数量过多会增加不必要的工作量,数量过少则不能排除偶然因素对调查结果的影响)。

(2) 已知样方面积为  $m$ ,样方内平均个体数为  $n$ ,则该区域的种群密度为  $\frac{n}{m}$ ;调查区域总面积为  $S$ ,则该区域的种群数量为  $S \times \frac{n}{m}$ ,即  $\frac{n \cdot S}{m}$ 。

(3) 标志重捕法通过在被调查种群的活动范围内捕获一部分个体,做上标记后再放回原来的环境,经过一段时间后进行重捕,根据重捕到的动物中标记个体数占重捕个体数的比例,来估算种群密度。与标志重捕法相比,题述调查方法不需要捕获动物并进行标记,操作简便,对野生动物的不良影响小,并且不需要调查两次,调查周期短。

### 32. (除标注外,每空2分,共12分)

(1) 白色:红色:紫色=2:3:3     $AAbb$ 、 $Aabb$      $\frac{1}{2}$

(2) 选用的亲本基因型为  $AAbb$ 。(2分) 若子代花色全为红色,则植株甲的基因型为  $aabb$ ;(2分) 若子代花色全为紫色,则植株甲的基因型为  $aaBB$ 。(2分)

**【命题点】**基因自由组合定律的应用及实验设计

**【信息提炼】**

表现型	紫花	红花	白花
基因型	$A\_B\_$	$A\_bb$	$aa\_ \_$
表现型	纯合紫花	纯合红花	纯合白花
基因型	$AABB$	$AAbb$	$aaBB$ 、 $aabb$

**【解析】**(1) 紫花植株( $AaBb$ )与红花杂合体植株( $Aabb$ )杂交,子代植株表现型及比例为紫色( $A\_Bb$ ):红色( $A\_bb$ ):

白色( $aa\_b$ ) = 3:3:2, 子代中红花植株的基因型是  $AAbb$ 、 $Aabb$ 。子代白花植株( $aaBb$  和  $aabb$ ) 中纯合体所占的比例是  $\frac{1}{2}$ 。

(2) 由题意可知, 白花纯合体植株甲的基因型有  $aaBB$  和  $aabb$  两种。现选用 1 种纯合体亲本与植株甲进行 1 次杂交, 根据杂交子代花色表现不同来确定植株甲的基因型。可选纯合体有  $AABB$  (紫)、 $AAbb$  (红)、 $aaBB$  (白) 和  $aabb$  (白), 由于纯合体  $AABB$  与植株甲杂交, 无论植株甲的基因型为哪一种, 后代花色均为紫色; 同理, 纯合体  $aaBB$  或  $aabb$  与植株甲杂交, 后代花色均为白色, 不能确定植株甲的基因型, 故选用的亲本基因型为  $AAbb$ 。杂交结果:  $AAbb$  (红)  $\times$   $aabb$  (白)  $\rightarrow Aabb$ , 子代花色全为红色;  $AAbb$  (红)  $\times$   $aaBB$  (白)  $\rightarrow AaBb$ , 子代花色全为紫色。

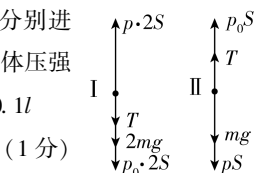
### 33. (1) ABD 【命题点】 $T$ - $V$ 图像

【解析】由理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  ( $C$  为常数) 可得  $T = \frac{pV}{C}$ , 即某状态点与坐标原点连线的斜率大小可以反映压强大小, 由题图可知  $p_a = p_b > p_c$ , **A 正确, C 错误**; 从  $a$  变化到  $b$  的过程中, 气体压强不变, 体积增大, 气体对外做功, 由于气体温度升高, 内能增大, 根据热力学第一定律  $\Delta U = Q + W$  可知, 气体从外界吸热, 且吸收的热量大于其增加的内能, **B、D 正确, E 错误**。

$$(2) (i) \frac{40mg}{l} \quad (ii) \frac{3mg+p_0S}{S} \quad \frac{4T_0}{3}$$

【命题点】气体实验定律与力学问题的综合

【解析】(i) 初始状态, 对活塞 I、II 分别进行受力分析, 如图甲所示, 设内部气体压强为  $p$ , 弹簧弹力大小为  $T$ , 则  $T = k \cdot 0.1l$



对 I 有  $p \cdot 2S = p_0 \cdot 2S + 2mg + k \cdot 0.1l$

(1 分)

对 II 有  $pS + mg = p_0S + k \cdot 0.1l$

(1 分)

联立解得  $p = \frac{3mg+p_0S}{S}$ ,  $k = \frac{40mg}{l}$

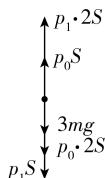
(1 分)

(ii) 缓慢加热气体的过程, 活塞 I、II 整体处于平衡状态, 对整体受力分析, 如图乙所示, 设内部气体压强为  $p_1$ ,

则有  $p_0S + p_1 \cdot 2S = p_0 \cdot 2S + p_1S + 3mg$

(2 分)

解得  $p_1 = \frac{3mg+p_0S}{S}$ , 为定值, 即活塞 II 刚运动到汽



缸连接处时压强为  $\frac{3mg+p_0S}{S}$

(1 分)

对单个活塞受力分析可知, 弹簧伸长量不变。

由于被封闭的气体做等压变化, 则对其始末状态进行分析,

初态: 体积  $V_1 = 2S \cdot \frac{1.1l}{2} + S \cdot \frac{1.1l}{2} = \frac{3.3lS}{2}$ , 温度  $T_1 = T_0$ ,

末态: 体积  $V_2 = 2S \cdot 1.1l = 2.2lS$ , 温度  $T_2$ ,



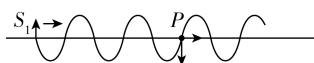
由盖-吕萨克定律有  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  (2分)

解得  $T_2 = \frac{4T_0}{3}$  (1分)

### 34. (1)4(2分) 加强(2分) 向下(1分)

【命题点】波的传播与叠加

【解析】两列波的波速均为  $v = 5 \text{ m/s}$ , 周期均为  $T = 0.8 \text{ s}$ , 所以波长均为  $\lambda = vT = 4 \text{ m}$ 。由于  $P$  点到两波源  $S_1$  和  $S_2$  的距离相等, 即波程差  $\Delta s = 0$ , 所以两波在  $P$  点引起的振动总是相互加强的; 由  $10 \text{ m} = \frac{5}{2}\lambda$ , 作出波形图, 如图所示, 根据“同侧法”可知平衡位置在  $P$  处的质点向下运动。



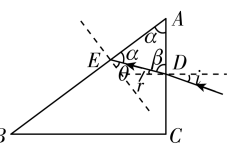
(2)1.5

【命题点】光的折射和全反射

【解析】设棱镜的折射率为  $n$ , 当

$\sin i = \frac{1}{6}$  时, 恰好没有光线从  $AB$  边

射出, 即此时光线在  $AB$  界面发生全反射, 光路图如图所示,



对入射点  $D$  有  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  (2分)

对反射点  $E$  有  $n = \frac{1}{\sin \theta}$  (2分)

根据题意, 由几何知识得  $2\alpha + \beta = \pi$  (2分)

$\alpha + \theta = \frac{\pi}{2}$  (1分)

$\beta + r = \frac{\pi}{2}$  (1分)

联立可得  $n = 1.5$  (2分)

### 35. (15分)

(1)ad d

(2)① $sp^2$   $\sigma$  ② $C_2H_5Cl > C_2H_3Cl > C_2HCl$  Cl 参与形成的大  $\pi$  键越多, 形成的 C—Cl 键键能越大, 键长越短

(3)CsCl CsCl 为离子晶体, ICl 为分子晶体, 离子键强于范德华力

(4)固态电解质  $\frac{(504 \times 10^{-12})^3 N_A}{2}$

【命题点】卤素单质及其化合物的结构与性质, 涉及原子核外电子排布、杂化轨道理论、键长与键能的关系、晶胞结构分析等。

【解析】(1)F 原子核外共有 9 个电子, b 选项所示微粒含 10 个电子, c 选项所示微粒含 8 个电子, 均不表示 F 原子, 不符合题意; a、d 选项所示微粒含 9 个电子, a 选项所示微粒为 F 原子核外 2p 能级的 1 个电子激发到 3s 能级, d 选项所示微粒为 F 原子核外 2p 能级的 2 个电子激发到 3p 能级, 则二者均表示激发态 F 原子的电子排布式; 3p 能级的能量高于 3s 能级, 即 d 选项所示激发态 F 原子能量更高。

(2)①一氯乙烯中 C 原子采取  $sp^2$  杂化,  $sp^2$  杂化轨道可与

Cl 的  $3p_x$  轨道、H 的  $1s$  轨道形成  $\sigma$  键。②C 的杂化轨道中 s 成分越多,形成的 C—Cl 键越强,C—Cl 键的键长越短,一氯乙烷中 C 采取  $sp^3$  杂化,一氯乙烯中 C 采取  $sp^2$  杂化,一氯乙炔中 C 采取  $sp$  杂化, $sp$  杂化轨道中 s 成分最多, $sp^3$  杂化轨道中 s 成分最少,同时 Cl 参与形成的大  $\pi$  键越多,形成的 C—Cl 键的键能越大,键长越短,一氯乙烯中 Cl 的  $3p_z$  轨道与 C 的  $2p_z$  轨道形成 3 中心 4 电子的大  $\pi$  键( $\Pi_3^4$ ),一氯乙炔中 C 未参与杂化的  $2p_y$ 、 $2p_z$  轨道分别与 Cl 的  $3p_y$ 、 $3p_z$  轨道形成 3 中心 4 电子的大  $\pi$  键( $\Pi_3^4$ ),共含有 2 个  $\Pi_3^4$ ,一氯乙烷中不存在大  $\pi$  键,因此三种物质中 C—Cl 键的键长顺序为  $C_2H_5Cl > C_2H_3Cl > C_2HCl$ 。

(3)  $CsICl_2$  中,电负性:  $Cl > I > Cs$ ,即 Cs、I 均显 +1 价,Cl 显 -1 价; $CsICl_2$  的分解反应属于非氧化还原反应,且无色晶体 X

**关键点**

的熔点比红棕色液体 Y 高,可推知,无色晶体 X 为 CsCl,红棕色液体 Y 为 ICl。Cs 是第 I A 族元素,类比 NaCl 为离子晶体可判断 CsCl 属于离子晶体,熔化时破坏离子键;I 和 Cl 为同主族元素,电负性相差较小,ICl 为分子晶体,熔化时破坏范德华力,破坏离子键需要的能量高于破坏范德华力需要的能量,所以 CsCl 的熔点高于 ICl。

(4) 根据题中信息“在电场作用下,  $Ag^+$  不需要克服太大的阻力即可发生迁移”判断,  $\alpha$ -AgI 晶体在电池中可作为固态电解质使用。根据晶胞结构,利用“均摊法”可知,一个  $\alpha$ -AgI 晶胞中含有 2 个  $Ag^+$  和 2 个  $I^-$ ,晶胞参数  $a =$

504 pm,则晶体的摩尔体积为  $\frac{(504 \times 10^{-12})^3 N_A}{2} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

**真题链接** 2021 年全国乙卷第 28 题考查了 ICl,给的信息中就有 ICl 是一种红棕色液体的相关描述,本次又在物质结构与性质中考查卤素互化物的性质,这提醒大家要重视对类卤素和卤素互化物的有关知识的学习。

### 36. (15 分)

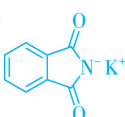
(1) 3-氯丙烯(或烯丙基氯)

(2) 

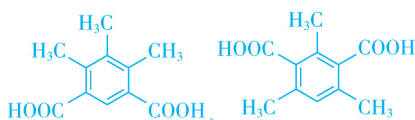
(3) 

(4) 羧基、羟基

(5) 取代反应

(6) 

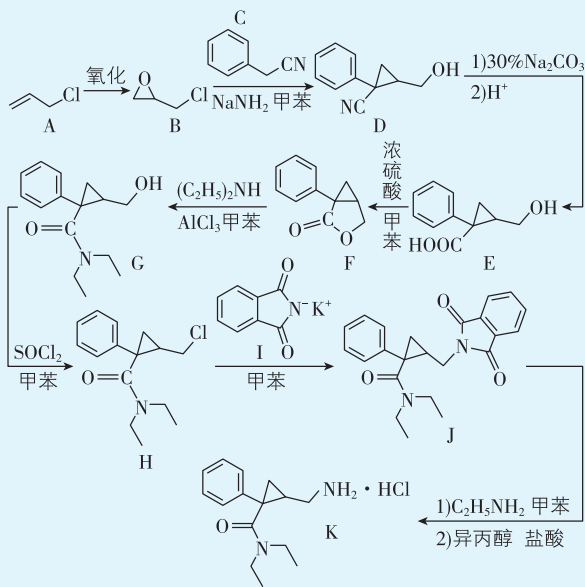
(7) 10



**【命题点】**有机推断,涉及有机物命名、官能团名称、化学方程式的书写和同分异构体判断等。

## 思路分析

根据题给信息可推出合成路线如图所示：



【解析】(1) A 为 CH2=CHCH2Cl, 根据有机物的命名规则知, 其化学名称为 3-氯丙烯(或烯丙基氯)。

(2) C 的分子式为 C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>N, 结合 B 和 D 的结构知, C 中含有苯环和—CN, 则 C 的结构简式为 c1ccccc1C#N。

(3) E 的分子式为 C<sub>11</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>, F 的分子式为 C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, 结合已知信息可推知, F 中不含羧基, 所以 E→F 为 E 中羧基和羟基在浓硫酸条件下发生酯化反应, 脱去一分子 H<sub>2</sub>O 形成内酯。

(5) G 的分子式为 C<sub>15</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>2</sub>, 比较 G 和 H 的分子式可推出, G 中的羟基被 Cl 取代, 所以该反应为取代反应。

(6) 结合(5)中分析知 H 的结构为 CC(=O)N(CC)C1(C)CC1c2ccccc2, 已知 I 是一种有机物形成的盐, 根据其分子式推知应为钾盐, 再比较

H 和 J 的结构可知, I 中含有 O=C1C(=O)c2ccccc2N1, 所以 I

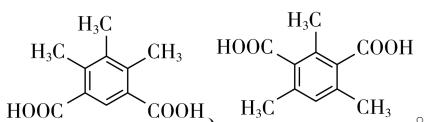
为 [O-]C1C(=O)c2ccccc2N1.[K+]。

(7) E 的结构为 OC1(C)CC1c2ccccc2, 除苯环外含有两个不饱和度, E 的同分异构体能与饱和碳酸氢钠溶液反应产生二氧化碳, 说明含有—COOH; 能发生银镜反应, 不能发生水解反应, 则还含有—CHO; 含有一个苯环和三个—CH<sub>3</sub>, 则符合条件的 E 的同分异构体可表示为

CC1=C(C)C(C(=O)O)=C(C)C1=O, 此时可用换元法, 把结构中 3 个 CH<sub>3</sub> 看成 H, 把与苯环碳原子相连

【技巧】等效替换, 转换模型

的H(框出的H)看成 $\text{CH}_3$ ,这样就可以把该结构看成苯环上连有三个不同的取代基,转换成熟悉的结构模型,再采用“定二移一”法,可知符合条件的E的同分异构体共有10种。E的同分异构体经银镜反应后酸化, $-\text{CHO}$ 转化成 $-\text{COOH}$ ,核磁共振氢谱显示有四组氢(氢原子数量比为6:3:2:1),应考虑对称结构,其中两个 $-\text{CH}_3$ 处于对称位置,两个 $-\text{COOH}$ 也处于对称位置,符合条件的有



### 37. (除标注外,每空2分,共15分)

(1)高压蒸汽灭菌、干热灭菌

(2)葡萄糖(1分) 制糖废液(1分) 水、氮源、无机盐(答出2点即可)

(3)菌株C不能产生淀粉酶

(4)配制一系列以不同浓度的制糖废液为唯一碳源的培养基,分别培养菌株C,放在相同且适宜的条件下培养相同时间,测定含不同浓度制糖废液的培养基中S的产量,产量最高的浓度接近最适碳源浓度(4分)

(5)减少污染、节省原料、降低生产成本(3分)

【命题点】灭菌的方法、微生物培养及相关实验设计

【解析】(1)通常在实验室培养微生物时,需要对玻璃器皿进行灭菌,玻璃器皿常用的灭菌的方法有干热灭菌、高压蒸汽灭菌等。

(2)分析题表结果可知,碳源为葡萄糖时,菌株C的细胞干重最大,故菌株C生长的最适碳源是葡萄糖;碳源为制糖废液时,化合物S的产量最大,故用菌株C生产S的最适碳源是制糖废液。培养微生物的培养基一般都含有水、碳源、氮源和无机盐,在提供上述几种主要营养物质的基础上,培养基还需要满足微生物生长对pH、氧气以及特殊营养物质的要求,故菌株C的生长除需要碳源外,还需要氮源、无机盐、水等营养物质。

(3)由实验结果可知,碳源为淀粉时菌株C不能生长,说明菌株C不能直接利用淀粉,分析其原因可能是菌株C不能产生淀粉酶,无法将淀粉水解、利用。

(4)实验目的是以制糖废液作为碳源,进一步确定菌株C生产S的最适碳源浓度,分析可知该实验自变量是制糖废液的浓度,因变量是S的产量。实验思路详见答案。

(5)利用制糖废液生产S可以实现废物利用,既有利于减少污染、节省原料,又能降低生产成本。

### 38. (除标注外,每空2分,共15分)

(1)逆(反)转录酶(1分)

(2)一段特异性核苷酸序列 复性(或退火)

(3)某人曾感染新冠病毒,康复后体内仍存在少量抗体(3分)

某人已感染新冠病毒,并产生特异性免疫(3分)

(4)目的基因的获取→基因表达载体的构建→将目的基因导入受体细胞→目的基因的检测与鉴定(4分)

【命题点】PCR技术、基因表达、特异性免疫及基因工程

**【解析】**(1) RT-PCR 法的基本原理是先以病毒 RNA 为模板合成 cDNA,这一过程称为逆(反)转录,该过程需要的酶是逆(反)转录酶,再通过 PCR 技术扩增相应的 DNA 片段。

(2) PCR 技术扩增遵循碱基互补配对原则,为了确保新冠病毒核酸检测的准确性,在设计 PCR 引物时必须依据新冠病毒 RNA 中的一段特异性核苷酸序列来进行,若利用非特异性核苷酸序列设计引物,可能造成新冠病毒核酸检测结果为假阳性。PCR 每次循环均为变性、复性、延伸三步:①变性:当温度超过 90℃ 时,双链 DNA 解聚为单链;②复性:当温度下降到 55℃ 左右时,两种引物通过碱基互补配对与两条单链 DNA 结合;③延伸:当温度上升到 72℃ 左右时,溶液中的 4 种脱氧核苷酸在热稳定 DNA 聚合酶的作用下,根据碱基互补配对原则合成新的 DNA 链。其中复性(退火)温度最低。

(3) 新冠病毒核酸检测结果为阳性,说明被检测者体内有新冠病毒的 RNA,结果为阴性则没有。新冠病毒抗体检测结果为阳性说明机体发生了特异性免疫,产生了相应抗体,可能是由于正在感染新冠病毒、不久前曾感染过新冠病毒或不久前接种过疫苗;检测结果为阴性,可能是没有感染过新冠病毒,也可能是曾感染新冠病毒或接种疫苗时间过长,抗体消失。某人同时进行了新冠病毒核酸检测和抗体检测,若核酸检测结果为阴性,抗体检测结果为阳性,说明其体内不含新冠病毒(的 RNA),可能曾感染新冠病毒,机体发生特异性免疫产生了相应抗体,目前已康复;若核酸检测和抗体检测结果均为阳性,说明其体内有新冠病毒,且发生特异性免疫产生了相应抗体。

(4) 为制备蛋白疫苗,可以用已知某种病毒的特异性蛋白 S 的编码序列作为目的基因,通过基因工程技术和蛋白质工程技术获得大量蛋白 S。基因工程的基本操作流程是目的基因的获取→基因表达载体的构建→将目的基因导入受体细胞→目的基因的检测与鉴定。