

1. B 【命题点】病毒的结构、增殖及预防

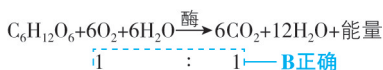
【解析】新冠病毒可以通过飞沫在人与人之间传播,戴口罩是阻断飞沫传播的有效手段,A 正确;病毒是非细胞生物,其增殖过程必须在宿主细胞内进行,不能在餐具上增殖,且盐水浸泡对餐具消毒效果很有限,可以将餐具进行煮沸消毒,杀死其表面的病原体,其原理是高温可以破坏病原体蛋白质的空间结构,使其失活,B 错误,C 正确;病原微生物可通过接触传播,勤洗手可以降低感染风险,D 正确。

快解 病毒没有细胞结构,只能寄生在活细胞内,根据自身的遗传信息,利用活细胞的物质、能量和结构来合成自身的蛋白质和核酸。离开活细胞的病毒将无法增殖,所以 B 选项描述的“病毒能够在餐具上增殖”是错误的。新冠肺炎传染性强,专家建议以预防为主,具体措施有注意保持室内空气流通,外出佩戴口罩,避免到密闭、空气不流通的公共场所和人员密集的场所,必要时佩戴一次性医用口罩,外出回家后,及时洗手、洗鼻,增强卫生健康意识,加强锻炼,规律作息,提高自身免疫力。

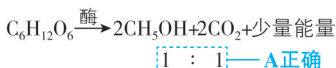
2. D 【命题点】有氧呼吸与无氧呼吸的过程

【信息提炼】

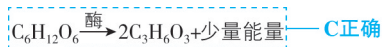
有氧呼吸反应式:



无氧呼吸反应式(产乙醇):



无氧呼吸反应式(产乳酸):



【解析】若细胞同时进行有氧和无氧呼吸,若是产生乙醇的无氧呼吸,则吸收 O_2 的分子数比释放 CO_2 的分子数少,若是产生乳酸的无氧呼吸,则吸收 O_2 的分子数与释放 CO_2 的分子数相等,D 错误。

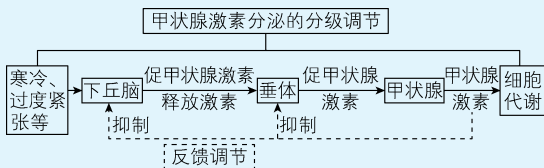
测训诊断 ①本题考查种子呼吸作用的方式,对有氧呼吸与无氧呼吸过程进行了比较,试题难度中等。②解答本题时,必须明确有氧呼吸过程中,吸收的 O_2 分子数与释放的 CO_2 分子数的比值为 1:1;产生乙醇的无氧呼吸,不消耗 O_2 ,产生的乙醇分子数与 CO_2 分子数的比值为 1:1;产生乳酸的无氧呼吸,不消耗 O_2 ,不产生 CO_2 。否则容易混淆几个选项。

3. D 【命题点】甲状腺激素分泌的分级调节及甲状腺激素的生理功能

【解析】甲状腺激素可以提高细胞代谢的速率,使机体产生更多的热量,切除垂体后,机体不能分泌促甲状腺激素,从而导致甲状腺分泌甲状腺激素减少,机体产热减少,A 正确;给切除垂体的小鼠注射垂体提取液(内含促甲状腺激素),可以促进甲状腺激素的分泌,细胞代谢增强,耗氧量增加,B 正确;甲状腺激素可以提高神经系统的兴奋性,甲状腺激素含量高,神经系统的兴奋性提高,C 正确;促甲状腺激素释放激素作用的靶细胞是垂体细胞,切除垂体后,促甲状腺激素释放激素无法发挥作用,代谢不会恢复正常,D 错误。

测训诊断 ①本题以实验为切入点,考查甲状腺激素的生理功能以及分级调节、激素调节的特点等,试题难度适中,意在使大多数学生得分。②学生容易在 B、D 两个选项之间犹豫不决,这是对激素调节的特点(作用于靶器官、靶细胞)不理解造成的。甲状腺激素几乎对全身的细胞都起作用,但是促甲状腺激素释放激素只作用于垂体。

刷有所得 甲状腺激素分泌的分级调节与反馈调节



4. A 【命题点】教材中的观察类实验、实验材料的选择

【解析】大蒜根尖分生区细胞没有成熟的中央大液泡,无法构成渗透系统,不能发生质壁分离与复原,**A 错误**;蝗虫的精巢细胞既可以进行有丝分裂,也能进行减数分裂,可以用来观察细胞的减数分裂,**B 正确**;哺乳动物正常的成熟红细胞呈中央微凹的圆饼状,吸水后体积增大,呈圆球形,失水后体积减小皱缩,可以通过显微镜观察到,**C 正确**;观察 DNA、RNA 在细胞中的分布的实验材料可以是人口腔上皮细胞,也可以是其他动植物细胞,如洋葱鳞片叶内表皮细胞等无色细胞,**D 正确**。

快解 植物细胞可以发生质壁分离的内因是原生质层相当于一层半透膜。原生质层指的是细胞膜和液泡膜以及两层膜之间的细胞质,这是高度分化的具有大液泡的成熟植物细胞具备的。而根尖分生区细胞没有大液泡,由此可以快速选出 A 选项的实验材料无法达到实验目的。

刷有所得 生物实验材料的选择应注意以下几点:选择的生物材料应是较常见、易于获得的材料;选择的生物材料应健壮、新鲜,健壮的生物材料新陈代谢旺盛,生物学特征明显,实验效果好;选择的生物材料应价格便宜、成本低廉,这是做任何实验都必须考虑的经济因素;最关键的选择原则应该是遵循实验目的与要求。

教材相关实验总结

实验	实验材料	取材原因
鉴定还原糖实验	苹果或梨的匀浆	还原糖丰富,白色或近于白色的材料,避免材料自身色素的干扰
鉴定脂肪实验	花生种子	富含脂肪
鉴定蛋白质实验	豆浆或蛋清稀释液	富含蛋白质
鉴定淀粉实验	马铃薯匀浆	富含淀粉
观察 DNA 和 RNA 在细胞中的分布	人的口腔上皮细胞	细胞结构完整且无色
细胞膜的制备实验	哺乳动物的成熟红细胞	该细胞内无细胞核和各种细胞器,避免了其他膜结构对细胞膜的干扰

该等位基因成对存在, **B、D** 不符合题意, **C** 符合题意。

6. A 【命题点】土壤小动物类群丰富度的调查及生态系统的物质循环

【解析】许多土壤小动物有较强的活动能力而且身体微小, 因此不适于用样方法或标志重捕法进行调查, 常用取样器取样法进行采集、调查, **A 错误**; 丰富度是指物种数目的多少, 丰富度高的类群, 物种数目多, **B 正确**; 土壤小动物对动植物遗体的分解起重要作用, 因此其代谢活动会影响土壤中无机物的含量, 进而影响植物的生长, **C 正确**; 土壤小动物通过呼吸作用产生的 CO_2 进入无机环境被生产者利用, 参与生态系统的碳循环, **D 正确**。

▶ **关键点拨** 选项 A 中的关键词是“标志重捕法”, 该方法适用于活动能力强、活动范围大、体型较大、便于做标记的生物。而土壤小动物身体微小, 显然不利于进行标记。

▶ **刷有所得** 生物类群丰富度或种群密度的调查方法

(1) 标志重捕法: 适用于活动能力强、活动范围大的动物种群密度的调查, 如鼠、鸟、鱼等; (2) 样方法: 适用于植物或活动范围小的动物种群密度的调查, 如蚯蚓、蚜虫、跳蝻和虫卵; (3) 显微镜直接计数法(血细胞计数板计数法): 适用于肉眼看不见的细菌、酵母菌等微生物种群密度的调查; (4) 取样器取样法: 适用于活动能力强(不宜用样方法)、身体微小(不宜用标志重捕法)的土壤小动物类群丰富度的调查; (5) 黑光灯诱捕法: 适用于具有趋光性的夜间活动的昆虫种群密度的调查, 如蛾。

7. D 【命题点】常见消毒剂涉及的化学知识, 体现科学精神与社会责任的核心素养。

【解析】乙醇分子与水可以形成分子间氢键, 所以乙醇能与水互溶, **A 正确**; 次氯酸钠具有强氧化性, 能使病毒中蛋白质变性, 故次氯酸钠通过氧化灭活病毒, **B 正确**; 过氧乙酸的分子式是 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$, 相对分子质量为 76, **C 正确**; 氯仿的分子式为 CHCl_3 , 化学名称为三氯甲烷, **D 错误**。

▶ **刷有所得** 常见的消毒剂有 75% 乙醇、含氯消毒剂[主要成分包括 ClO_2 、 NaClO 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 等]、过氧乙酸、氯仿等。消毒原理主要是使蛋白质变性, 从而消毒。

▶ **快解** 若知道氯仿是指三氯甲烷, 此题可快速锁定答案为 D 项。

8. B 【命题点】有机物的结构与性质。

【解析】根据键线式确定, 紫花前胡醇的分子式为

$\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_4$, **A 正确**; 分子中存在的碳碳双键和 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ -\text{CH}- \end{array}$ 均可以把酸性重铬酸钾溶液中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) 还原为 Cr^{3+} (绿色), **B 错误**; 分子中存在酯基, 酯基能够发生水解反应, **C 正确**; 分子中含有羟基且羟基所连碳原子的相邻碳原子上有氢原子, 可以发生消去反应生成碳碳双键, **D 正确**。

▶ **关键点拨** 和酸性高锰酸钾溶液类似, 酸性重铬酸钾溶液具有强氧化性, 能够将碳碳双键氧化, 自身被还原成 Cr^{3+} , 溶液由橙色变为绿色。

快解 根据键线式书写分子式耗时较长,可以先放一下,根据分子中含有的碳碳双键能将酸性重铬酸钾溶液中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原为 Cr^{3+} ,溶液由橙色变绿色,得出 B 错误。

9. A 【命题点】混合物提纯中的气体除杂。

【解析】 SO_2 和 H_2S 都具有较强还原性,都可以被酸性高锰酸钾溶液氧化,因此通过酸性高锰酸钾溶液除去 SO_2 中的 H_2S 不能实现, **A 符合题意**; Cl_2 在饱和食盐水中的溶解度小, HCl 易溶于饱和食盐水,通过饱和食盐水可以除去 Cl_2 中的 HCl 杂质, **B 不符合题意**; N_2 不能与灼热的铜丝网反应, O_2 可以被灼热的铜丝网吸收生成氧化铜固体,通过灼热的铜丝网可以除去 N_2 中的 O_2 , **C 不符合题意**; NO_2 与 NaOH 溶液发生反应: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, NO 、 NO_2 与 NaOH 溶液发生反应: $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,用氢氧化钠溶液除去 NO 中的 NO_2 ,虽然会损失一部分 NO ,但可以实现除杂的目的, **D 不符合题意**。

刷有所得 通常我们认为除杂时不能除去被提纯的物质本身,虽然 A、D 项中的被提纯物质在除杂过程中都发生了反应,但 A 项中 SO_2 会被酸性高锰酸钾溶液完全吸收, D 项中是与杂质共同参与反应,仅有少量损失,故综合来看,本题选择 A 项。

10. C 【命题点】甲醇羰基化反应过程图分析。

【解析】初始反应物中没有 CH_3COI ,反应过程中生成的 CH_3COI 与水反应生成目标产物 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$,说明 CH_3COI 是反应中间体, **A 正确**;根据题图可知,反应物是甲醇和 CO ,目标产物为 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$,故甲醇羰基化反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} = \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, **B 正确**;循环过程中 Rh 的成键数目由 $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$ 中的 4,依次变为 6、5、6,最终又变为 4, **C 错误**;由反应过程图可知,甲醇发生的初始反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HI} = \text{CH}_3\text{I} + \text{H}_2\text{O}$, **D 正确**。

关键点拨 催化剂是先参与反应,后被生成,反应前后质量和化学性质都不发生改变。中间产物是在反应过程中生成,又参与到后续反应中,所以中间产物既不是反应物又不是生成物,不出现在总反应的化学方程式中。

11. B 【命题点】利用核反应推断元素,涉及元素周期律等。

【解析】设金属元素 X 的最外层电子数为 x ,由 ${}^W_Z\text{X}$ 和 ${}^{30}_{x+2}\text{Y}$ 可知元素 Y 的最外层电子数为 $x+2$,由“元素 X、Y 的最外层电子数之和为 8”知, $x+x+2=8$, $x=3$,结合核反应方程式中质量数守恒知, X 的质量数 $W=30+1-4=27$, X 为最外层电子数为 3 的金属元素铝, Y 为质子数是 15 的非金属元素磷。 ${}^W_Z\text{X}$ 的近似相对原子质量等于其质量数 27, **A 错误**;铝、磷分别形成的 AlCl_3 、 PCl_3 均为三氯化物, **B 正确**;铝和磷都是第三周期元素,同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,故铝的原子半径大于磷的原子半径, **C 错误**;磷的常见含氧酸有次磷酸 (H_3PO_2)、亚磷酸 (H_3PO_3)、磷酸 (H_3PO_4) 等, **D 错误**。

关键点拨 由核反应方程式中质量数守恒即可求出 X 的质量数,再根据 X、Y 的最外层电子数之和为 8 可求得 X 的核电荷数,从而确定 X 和 Y 各代表的元素。

易错警示 本题是在原子结构、元素周期表和元素周期律知识考查形式上的又一个创新,看似简单,实则需要一定的推断能力,学生往往不能根据核反应方程式确定 X 是哪种元素,从而出错。

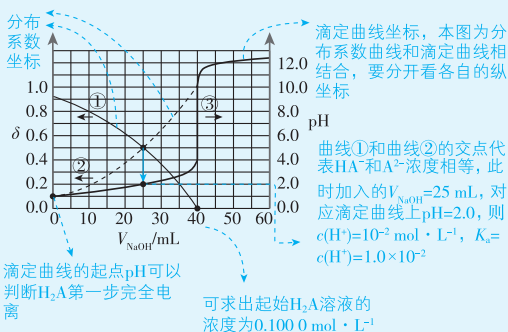
12. D 【命题点】电化学知识。

【解析】由题图知,放电时,活泼金属锌失去电子被氧化为 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,故负极反应式为 $\text{Zn}-2\text{e}^-+4\text{OH}^-=\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,**A 正确**;放电时, CO_2 在正极得到电子被还原为 HCOOH ,碳的化合价由 +4 价降低为 +2 价,故 1 mol CO_2 转化为 HCOOH 时转移的电子的物质的量为 2 mol,**B 正确**;图中虚线表示充电时物质变化过程,充电时阴极反应式为 $2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}+4\text{e}^-=2\text{Zn}+8\text{OH}^-$,阳极反应为“放氧生酸”: $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$,两极生成的氢离子和氢氧根离子在双极隔膜上结合生成 4 个 H_2O ,与阳极消耗的 2 个 H_2O 抵消,故充电时,电池总反应为 $2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}=2\text{Zn}+\text{O}_2\uparrow+4\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}$,**C 正确**;充电时,阳极反应为“放氧生酸”: $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$,正极(阳极)溶液中 H^+ 浓度升高, OH^- 浓度降低,**D 错误**。

方法拓展 电池放电时是原电池,负极上失去电子发生氧化反应,正极上得到电子发生还原反应;电池充电时是电解池,得失电子的过程和电池放电时相反,即负极(阴极)上发生得电子的还原反应,正极(阳极)上发生失电子的氧化反应。

13. C 【命题点】滴定曲线的分析及数据的应用、 K_a 的计算和溶液中的电荷守恒。

要点图解



思路分析 读图知,曲线①代表的粒子的分布系数随着 NaOH 溶液的滴入逐渐减小,曲线②代表的粒子的分布系数随着 NaOH 溶液的滴入逐渐增大。当加入 40 mL NaOH 溶液时,溶液的 pH 发生突跃,二者恰好完全反应,由滴定反应计算 $c(\text{H}_2\text{A})$;没有加入 NaOH 溶液时,0.100 0 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 二元酸 H_2A 溶液的 pH 近似为 1,说明 H_2A 第一步完全电离、第二步部分电离: $\text{H}_2\text{A}=\text{H}^++\text{HA}^-$, $\text{HA}^-\rightleftharpoons\text{H}^++\text{A}^{2-}$,曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$,曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$ 。

【解析】根据思路分析,曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$,曲线②代表

$\delta(\text{A}^{2-})$, A 错误; 当加入 40.00 mL NaOH 溶液时, 溶液的 pH

关键点

发生突跃, 说明酸碱恰好完全反应, 结合思路分析, 根据反

应 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{A} = \text{Na}_2\text{A} + 2\text{H}_2\text{O}$, $c(\text{H}_2\text{A}) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}}{2 \times 20.00 \text{ mL}} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; 曲线

①与曲线②的交点存在等量关系: $\delta(\text{HA}^-) = \delta(\text{A}^{2-})$, 则 $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$, 此时加入的 $V_{\text{NaOH}} = 25 \text{ mL}$, 对应滴定曲线上 $\text{pH} = 2.0$, 则 $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, HA^- 的电离平衡常数

$K_a = \frac{c(\text{A}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} = c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2}$, C 正确; 用酚酞作

指示剂, 酚酞变色的 pH 范围为 8.2~10, 说明滴定终点时溶液呈碱性, 即 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-)$, D 错误。

方法拓展 由于 H_2A 第一步完全电离, 则 HA^- 的起始浓度为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据图像, 当 $V_{\text{NaOH}} = 0$ 时, HA^- 的分布系数约为 0.9, 溶液的 $\text{pH} = 1$, A^{2-} 的分布系数约为 0.1, 则 HA^- 的电离平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{A}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} = \frac{0.1000 \times 0.1 \times 0.1000}{0.1000 \times 0.9} \approx 1 \times 10^{-2}$ 。

14. D 【命题点】动量定理的应用

【解析】安全气囊并不能改变碰撞前后司机动量的变化量, B 错误; 汽车碰撞瞬间, 安全气囊充满气体, 司机的动能转化为与气囊碰撞过程产生的内能, 气囊延长了司机的受力时间, 由动量定理知, 司机受到的力 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, 故司机受到的力减小, 气囊又增大了司机的受力面积, 故司机在单位面积上受力减小, A、C 错误, D 正确。

方法拓展 涉及动量定理的应用问题, 其核心是 $\Delta p = F\Delta t$ 的应用, 若是定性分析, 则一般会分析力如何变化, 若是定量计算, 则可能会计算平均作用力、力的作用时间, 还会结合 $\Delta p = m(v-v')$ 分析速度的变化。

15. B 【命题点】万有引力定律的应用

【解析】由万有引力定律得在火星表面质量为 m 的物体受

到的引力为 $F_{\text{火}} = G \cdot \frac{M_{\text{火}} m}{r_{\text{火}}^2}$, 在地球表面同一物体受到的引

力为 $F_{\text{地}} = G \frac{M_{\text{地}} m}{r_{\text{地}}^2}$, 其中 $M_{\text{火}} = \frac{1}{10} M_{\text{地}}$, $r_{\text{火}} = \frac{1}{2} r_{\text{地}}$, 联立解得

$\frac{F_{\text{火}}}{F_{\text{地}}} = 0.4$, B 正确。

快解 此题可用比例法快速解题, 由万有引力定律得

$$F = G \frac{Mm}{r^2}, \frac{F_{\text{火}}}{F_{\text{地}}} = \frac{M_{\text{火}}}{M_{\text{地}}} \cdot \frac{r_{\text{地}}^2}{r_{\text{火}}^2} = \frac{1}{10} \times 2^2 = 0.4, \text{B 正确。}$$

16. B 【命题点】圆周运动中的受力问题

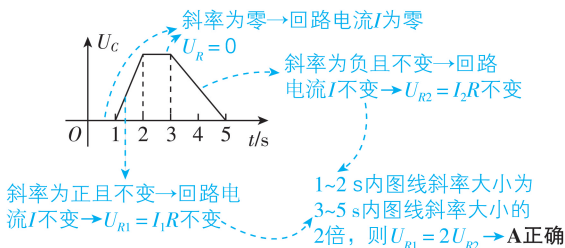
【解析】该同学在荡秋千过程中的最低点, 同学和踏板整体受到的重力和两根绳的拉力的合力提供同学和踏板做圆周运动的向心力, 设每根绳子上平均承受的拉力大小为 F , 由牛顿

第二定律得 $2F - mg = m \frac{v^2}{R}$, 解得 $F = \frac{1}{2} \left(mg + m \frac{v^2}{R} \right) = \frac{1}{2} \times \left[50 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 + 50 \text{ kg} \times \frac{(8 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}} \right] = 410 \text{ N}$, **B 正确**。

17. A 【命题点】电容器的充放电问题

【解析】电容 $C = \frac{\Delta Q}{\Delta U}$, 电流 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$, 由以上两式解得 $\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{I}{C}$, 则

$U_C - t$ 图像中图线的斜率表示 $\frac{I}{C}$, 斜率的正负表示电流的方向。



知识拓展

电容器充电时, 电路中电流由电源的正极流出, 电容器放电时, 电路中的电流由电容器的正极板经电路流向负极板; 电容器的电容由电容器本身决定, 与电容器极板间的电压及电容器所带电荷量无关。

18. C 【命题点】带电粒子在组合边界磁场中的运动

【解析】带电粒子在磁场中运动, 有 $qvB = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$, 又 $T =$

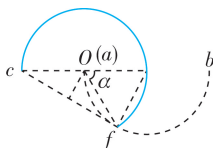
$\frac{2\pi r}{v}$, 可得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 带电粒子在有界磁场中运动时间 $t =$

$\frac{\theta}{2\pi} T$, 则粒子在同一有界磁场中运动的时间与粒子速率无

关, 而与粒子运动轨迹所对应的圆心角有关, 当粒子的出射点与 c 点的连线与 ab 相切时粒子在磁场中运动的轨迹所对应圆心角最大, 粒子运动的时间最长, 其运动轨迹如图所示, 由几何知识知, $\alpha = 60^\circ$, 则粒子在

磁场中运动的最长时间为 $t =$

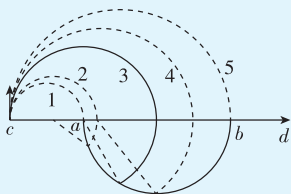
$\frac{180^\circ + 60^\circ}{360^\circ} T = \frac{4\pi m}{3qB}$, **C 正确, A、B、D**



错误。

方法拓展

采用放缩法, 粒子垂直 ac 入射, 则圆心必在 ad 直线上, 将粒子的轨迹半径由零逐渐放大, 设半圆磁场的半径为 R , 粒子在磁场中运动的轨迹半径为 r , 在 $r \leq 0.5R$ 和 $r \geq 1.5R$ 时, 粒子从 ac 、 bd 区域射出, 粒子在磁场中的轨迹为半圆, 运动时间等于半个周期。当 $0.5R < r < 1.5R$ 时, 粒子从半圆边界射出, 将轨迹半径从 $0.5R$ 逐渐放大, 粒子射出位置从半圆顶端向下移动, 轨迹圆心角从 π 逐渐增大, 当轨迹半径为 R 时, 轨迹所对应的圆心角最大, 然后再增大轨迹半径, 轨迹所对应的圆心角减小, 因此当轨迹半径等于 R 时轨迹所对应的圆心角最大。



19. BD 【命题点】核反应方程

选项	分析	正误
A	${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^3_2\text{He}$	×
B	${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^4_2\text{He}$	✓
C	${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$	×
D	${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He}$	✓

20. AB 【命题点】功能关系, 根据能量图像分析受力情况

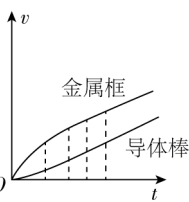
【解析】物块在下滑过程中重力势能减少, 动能增加, 故 I 为重力势能随下滑距离 s 的变化图线, II 为动能随下滑距离 s 的变化图线。由题图可知, 初状态时物块的机械能为 $E_1 = 30 \text{ J}$, 末状态时物块的机械能为 $E_2 = 10 \text{ J}$, 故物块下滑过程中机械能不守恒, **A 正确**; 物块下滑过程损失的机械能转化为克服摩擦力做功产生的内能, 设斜面倾角为 θ , 物块质量为 m , 由功能关系得 $\mu mg \cos \theta \cdot s = E_1 - E_2$, 由几何知识知 $\cos \theta = \frac{4}{5}$, 物块开始下滑时 $E_p = E_1 = mgh$, 由以上各式解得 $\mu = 0.5$, $m = 1 \text{ kg}$, **B 正确**; 由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$, 解得 $a = 2.0 \text{ m/s}^2$, **C 错误**; 由功能关系得, 物块下滑 2.0 m 时损失的机械能为 $\Delta E = \mu mg \cos \theta \cdot s_1 = 8 \text{ J}$, **D 错误**。

一题多解

斜面倾角的正弦值 $\sin \theta = \frac{3}{5}$, 可得 $\theta = 37^\circ$, 物块的重力势能表达式为 $E_p = mg(l-s) \sin \theta = -mg s \sin \theta + mgl \sin \theta$, 则 $E_p - s$ 图像的斜率绝对值为 $k_1 = mg \sin \theta = 6 \text{ N}$, 得 $m = 1 \text{ kg}$, $E_k - s$ 图像的斜率绝对值表示合外力, $k_2 = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = 2 \text{ N}$, 解得 $\mu = 0.5$, 由于 $k_1 \neq k_2$, 表明物块的合力不等于重力沿斜面向下的分力, 还要受到滑动摩擦力, 机械能不守恒, 故 A、B 正确; 又 $k_2 = ma$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, C 错误; 由题图可知 $s = 2 \text{ m}$ 时物块的机械能为 22 J , 损失的机械能为 8 J , D 错误。

21. BC 【命题点】电磁感应定律与力学问题的综合

【解析】金属框在外力作用下向右运动过程中, 由楞次定律知, 导体棒向右运动, 设某时刻金属框的速度为 v_1 , 导体棒的速度为 v_2 , 导体棒接入电路的电阻为 R , 回路中感应电动势 $E = BL(v_1 - v_2)$



v_2), 由闭合电路欧姆定律得, 回路中的电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{R}$ 。

设金属框的质量为 m_1 , 导体棒的质量为 m_2 , 对金属框, 由牛顿第二定律得 $F - BIL = m_1 a_1$, 整理得 $a_1 = \frac{F}{m_1} -$

$\frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{m_1 R}$, 对导体棒, 由牛顿第二定律得 $a_2 =$

$\frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{m_2 R}$, 当 $a_1 > a_2$ 时, $v_1 - v_2$ 增大, 金属框的加速度 a_1

减小, 导体棒的加速度 a_2 增大, 当 $a_1 = a_2$ 时, 此时 $F =$

$(m_1 + m_2) a$, $a = \frac{F}{m_1 + m_2}$, $v_1 - v_2$ 不变, 回路中的电流不变, 金属

框和导体棒所受安培力不变,两者以相同的加速度做匀加速直线运动,故金属框的加速度大小趋于恒定值,速度越来越大,其 $v-t$ 图像如图所示, **A 错误, B 正确**; 由于回路中的电流趋于恒定值,故导体棒所受安培力大小趋于恒定值, **C 正确**; 导体棒与金属框的加速度相同时,金属框的速度较大,由匀加速直线运动规律知,导体棒到金属框 bc 边的距离越来越大, **D 错误**。

►一题多解 对金属框和导体棒受力分析可知,二者所受的安培力属于内力,采用整体法分析可知在一段时间之后 $a_{\text{未}} = \frac{F}{m_1 + m_2}$,二者最终以相同的加速度运动,即二者以恒定的速度差运动, **A、D 错误, B 正确**; 由于导体棒仅在安培力作用下加速运动,所以导体棒所受安培力最终趋于恒定, **C 正确**。

- 22.** (1) O 、 P (1 分) (2) I (1 分) 50.5 (2 分)
(3) 50.0 (2 分)

【命题点】伏安法测电阻实验的数据处理

【解析】(1) 若电压表跨接在 O 、 P 之间时,由于电压表的分流作用使得电流的测量值偏大,由 $R_x = \frac{U}{I}$ 知, R_x 的测量值偏小; 若电压表跨接在 O 、 Q 之间时,由于电流表的分压作用使得电压的测量值偏大,由 $R_x = \frac{U}{I}$ 知, R_x 的测量值偏大。由于标记为Ⅱ的图线斜率较小,则标记为Ⅱ的 R_x 测量值偏小,即标记为Ⅱ的图线是采用电压表跨接在 O 、 P 两点的方案测量得到的。

(2) 电压表的内阻为 $1 \text{ k}\Omega$, 电流表的内阻为 0.5Ω , R_x 约为 50Ω , 由于 $R_x > \sqrt{R_A R_V}$, 则电流表采用内接法, 故图线 I 得到的结果更接近真实值; 结果为 $R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{3.02 \text{ V} - 1.00 \text{ V}}{0.060 \text{ A} - 0.020 \text{ A}} = 50.5 \Omega$ 。

(3) 实验实际测量的是电流表与被测电阻串联的总电阻, 则 $R_x = R'_x + R_A$, 解得修正后待测电阻的阻值为 $R'_x = 50.0 \Omega$ 。

►方法拓展 (1) 电流表连接方式的选择方法: 若 $R_x < \sqrt{R_V R_A}$, 则电流表采用外接法, 若 $R_x > \sqrt{R_V R_A}$, 则电流表采用内接法, 简记为“大内小外”。(2) 电流表内接时, 由于电流表的分压, 待测电阻的测量值偏大, 电流表外接时, 由于电压表的分流, 待测电阻的测量值偏小, 可记为“内大外小”。

- 23.** (1) 大约相等 (1 分) (5) $m_1 g t_{12}$ (1 分)

$$m_2 d \left(\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1} \right) \text{ (1 分)} \quad (6) 0.221 \text{ (2 分)} \quad 0.212 \text{ (2 分)}$$

(7) 4 (2 分)

【命题点】验证动量定理实验的实验操作、数据处理

【解析】(1) 气垫导轨水平时滑块做匀速直线运动, 故当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间 **大约相等** 时, 可认为气垫导轨水平。

(5) 拉力的冲量大小为 $I = Ft = m_1 g t_{12}$; 滑块通过 A 点的速度大小为 $v_A = \frac{d}{\Delta t_1}$, 滑块通过 B 点的速度大小为 $v_B = \frac{d}{\Delta t_2}$, 则滑块动量改变量的大小为 $\Delta p = m_2 v_B - m_2 v_A = m_2 d \left(\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1} \right)$ 。

(6) 将题给数据代入(5)中各表达式可得: $I = m_1 g t_{12} = 1.50 \times 10^{-2} \text{ kg} \times 9.80 \text{ m/s}^2 \times 1.50 \text{ s} \approx 0.221 \text{ N} \cdot \text{s}$; $\Delta p = m_2 d \cdot \left(\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1} \right) = 0.400 \text{ kg} \times 0.010 \text{ m} \times \left(\frac{1}{1.270 \times 10^{-2} \text{ s}} - \frac{1}{3.900 \times 10^{-2} \text{ s}} \right) \approx 0.212 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(7) $\delta = \left| \frac{I - \Delta p}{I} \right| \times 100\% = \left| \frac{0.221 \text{ N} \cdot \text{s} - 0.212 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{0.221 \text{ N} \cdot \text{s}} \right| \times 100\% \approx 4\%$ 。

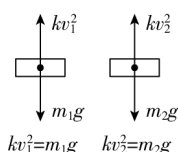
关键点拨 解答本题的关键是明确实验原理, 清楚由于遮光片的宽度很窄, 则可认为滑块通过光电门的瞬时速度近似等于遮光片通过光电门的平均速度。

24. (1) 78 m/s (2) 2 m/s^2 39 s

【命题点】 受力分析和匀变速直线运动规律

【思路点拨】

(1) 受力情况



(2) 速度—位移公式: $v^2 = 2as$ 。

【解析】 (1) 设飞机装载货物前质量为 m_1 , 起飞离地速度为 v_1 ; 装载货物后质量为 m_2 , 起飞离地速度为 v_2 , 重力加速度大小为 g 。飞机起飞离地应满足条件

$$m_1 g = kv_1^2 \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

$$m_2 g = kv_2^2 \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由①②式及题给条件得 } v_2 = 78 \text{ m/s} \quad (3) \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 设飞机滑行距离为 s , 滑行过程中加速度大小为 a , 所用时间为 t 。由匀变速直线运动公式有

$$v_2^2 = 2as \quad (4) \quad (2 \text{ 分})$$

$$v_2 = at \quad (5) \quad (2 \text{ 分})$$

联立③④⑤式及题给条件得

$$a = 2 \text{ m/s}^2 \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

$$t = 39 \text{ s} \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

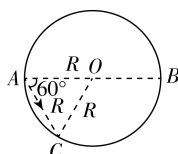
一题多解 (2) 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 得飞机滑行所用时间为 $t = \frac{2s}{v_2} = 39 \text{ s}$, 飞机滑行的加速度大小为 $a = \frac{v_2}{t} = 2 \text{ m/s}^2$ 。

25. (1) $\frac{mv_0^2}{2qR}$ (2) $\frac{\sqrt{2}}{4}v_0$ (3) $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ 或 0

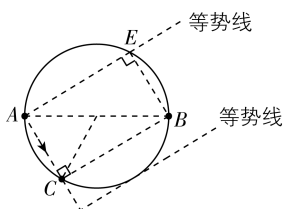
【命题点】 带电粒子在电场中加速和偏转问题

【思路点拨】

(1) 初速度为零的带电粒子沿 AC 方向运动, 说明电场力方向沿 AC , $q > 0$, 电场方向沿 AC 向下, $qE \cdot AC = \frac{1}{2}mv_0^2$ 。



(2) 粒子从 A 点进入电场, 穿过电场后动能增量最大 \Rightarrow 粒子在电场中运动位移最大(沿电场方向) \Rightarrow 作等势线与圆的切线确定位置。



(3) 动量变化量的大小为 mv_0 , 说明粒子在电场中沿电场方向运

动位移大小为 \overline{AC} $\begin{cases} \text{①速度为零, 由 } A \text{ 至 } C \\ \text{②速度沿 } AE, \text{ 做类平抛运动, 从 } B \text{ 点出电场} \end{cases}$

【解析】(1) 粒子初速度为零, 由 C 点射出电场, 故电场方向与 AC 平行, 由 A 指向 C 。由几何关系和电场强度的定义知

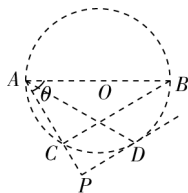
$$AC = R \quad \text{①} \quad (1 \text{ 分})$$

$$F = qE \quad \text{②} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由动能定理有 } F \cdot AC = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{③} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②③式得 } E = \frac{mv_0^2}{2qR} \quad \text{④} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 如图, 由几何关系知 $AC \perp BC$, 故电场中的等势线与 BC 平行。作与 BC 平行的直线与圆相切于 D 点, 与 AC 的延长线交于 P 点, 则自 D 点从圆周上穿出的粒子的动能增量最大。由几何关系知



$$\angle PAD = 30^\circ, AP = \frac{3}{2}R, DP = \frac{\sqrt{3}}{2}R \quad \text{⑤} \quad (1 \text{ 分})$$

设粒子以速度 v_1 进入电场时动能增量最大, 在电场中运动的时间为 t_1 。粒子在 AC 方向做加速度为 a 的匀加速运动, 运动的距离等于 AP ; 在垂直于 AC 的方向上做匀速运动, 运动的距离等于 DP 。由牛顿第二定律和运动学公式有

$$F = ma \quad \text{⑥} \quad (1 \text{ 分})$$

$$AP = \frac{1}{2}at_1^2 \quad \text{⑦} \quad (1 \text{ 分})$$

$$DP = v_1 t_1 \quad \text{⑧} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立②④⑤⑥⑦⑧式得 } v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4}v_0 \quad \text{⑨} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 设粒子以速度 v 进入电场时, 在电场中运动的时间为 t 。以 A 为原点, 粒子进入电场的方向为 x 轴正方向, 电场方向为 y 轴正方向建立直角坐标系。由运动学公式有

$$y = \frac{1}{2}at^2 \quad \text{⑩} \quad (1 \text{ 分})$$

$$x = vt \quad \text{⑪} \quad (1 \text{ 分})$$

粒子离开电场的位置在圆周上, 有

$$\left(x - \frac{\sqrt{3}}{2}R\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2}R\right)^2 = R^2 \quad \text{⑫} \quad (2 \text{ 分})$$

粒子在电场中运动时, 其 x 方向的动量不变, y 方向的初始动量为零。设穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 的粒子, 离开电场时其 y 方向的速度分量为 v_2 , 由题给条件及运动学公式有

$$mv_2 = mv_0 = mat \quad (13) \quad (2 \text{ 分})$$

联立②④⑥⑩⑪⑫⑬式得

$$v = 0 \quad (14) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{或 } v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \quad (15) \quad (1 \text{ 分})$$

一题多解 由题意知,初速度为零时,动量增量的大小为 mv_0 ,此即问题的一个解。自 A 点以不同的速率垂直于电场方向射入电场的粒子,沿 y 方向位移相等时,所用时间都相同。因此,不同粒子运动到线段 CB 上时,动量变化都相同,自 B 点射出电场的粒子,其动量变化也为 mv_0 ,由几何关系及运动学规律可得,此时入射速率 $v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ 。

技巧必背 圆形有界电场中,从任一点入射的电子沿等势线与圆的切点位置出电场时电场力做功最大。

26. (14 分)

(1) 加快酸浸和氧化反应速率(促进氧化完全)



(6) 利用同离子效应,促进 NH_4VO_3 尽可能析出完全

【命题点】黏土钒矿制备 NH_4VO_3 的工艺流程分析,涉及物质的分离和提纯、化学方程式和离子方程式的书写等。

思路分析 读流程图和题目知,用 30% H_2SO_4 和 MnO_2 “酸浸氧化”时 VO^+ (+3 价 V) 和 VO^{2+} (+4 价 V) 被氧化成 VO_2^+ (+5 价 V), Fe_3O_4 与硫酸反应生成的 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} , MnO_2 被还原为 Mn^{2+} , SiO_2 在“酸浸氧化”时既不反应也不溶解,滤液①中含有 VO_2^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} ; 滤液①中加入 NaOH 调节 $\text{pH} = 3.0 \sim 3.1$, 钒水解并沉淀为 $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 根据表中提供的溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH , 此过程中 Fe^{3+} 部分转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 部分 Al^{3+} 转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, 滤液②中含有 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} , 滤饼②中含 $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 滤饼②中加入 NaOH 调 $\text{pH} > 13$, $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 转化为钒酸盐溶解, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为 $\text{NaAl}(\text{OH})_4$, 则滤渣③的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 滤液③中含钒酸盐、四羟基合铝酸钠, 通入 HCl 调 $\text{pH} = 8.5$, $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ 转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去; 最后向滤液④中加入 NH_4Cl “沉钒”得到 NH_4VO_3 沉淀。

【解析】(1) “酸浸氧化”需要加热, 升高温度, 可以加快酸浸和氧化反应速率, 促进氧化完全。

(2) “酸浸氧化”时, 钒矿粉中的 Fe_3O_4 (看作 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) 与硫酸反应生成 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和水, MnO_2 是常见的氧化剂(实验室常用于制备氯气), Fe^{2+} 具有还原性易被氧化, 故 VO^+ 和 VO^{2+} 被氧化成 VO_2^+ 的同时, Fe^{2+} 也被氧化; VO^+ 转化为 VO_2^+ 时, 钒元素的化合价由 +3 价升至 +5 价,

1 mol VO^+ 失去 2 mol 电子, MnO_2 被还原为 Mn^{2+} , Mn 元素的化合价由 +4 价降至 +2 价, 1 mol MnO_2 得到 2 mol 电子, 根据得失电子守恒及电荷守恒配平得离子方程式。

(3) 根据思路分析, “中和沉淀”时, 钒水解并沉淀为 $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 随滤液②可除去金属离子 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Mn^{2+} , 以及部分的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 。

(4) 根据思路分析, 滤渣③的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(5) “调 pH”时有沉淀生成, 是 $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ 与 HCl 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, 故生成沉淀反应的化学方程式是 $\text{NaAl}(\text{OH})_4 + \text{HCl} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(6) “沉钒”时 VO_3^- 与 NH_4^+ 结合生成 NH_4VO_3 , 析出 NH_4VO_3 晶体时, 需要加入过量 NH_4Cl , 增大 NH_4^+ 浓度, 利用同离子效应, 促进 NH_4VO_3 尽可能析出完全。

易错警示 本题的解题关键是根据工艺流程中调节不同的 pH, 结合已知金属离子的沉淀 pH 来判断工艺流程中滤液和滤渣中含有的主要成分。本题可能有的学生会认为 Mn^{2+} 是在加碱调 pH > 13 时转化为沉淀被除去了, 但实际上 Mn^{2+} 在调节 pH = 3.0 ~ 3.1 时, 不能形成沉淀, 进入滤液②中而被除去。

27. (15 分)

(1) 烧杯、量筒、托盘天平

(2) KCl (3) 石墨 (4) $0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(5) $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ Fe^{3+} Fe

(6) 取少量溶液, 滴入 KSCN 溶液, 不出现血红色

【命题点】实验探究, 涉及溶液配制、原电池原理、氧化还原反应和铁离子的检验等。

【解析】(1) 由 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 固体配制 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeSO_4 溶液, 需用托盘天平称量固体, 用量筒量取一定体积水, 在烧杯中溶解固体, 应选择图中的烧杯、量筒和托盘天平。

(2) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 都能与 HCO_3^- 发生双水解反应, Ca^{2+} 能与 SO_4^{2-} 反应生成微溶物 CaSO_4 , FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 都属于强酸弱碱盐, 水溶液呈酸性, 酸性条件下 NO_3^- 有强氧化性, 能与 Fe^{2+} 发生氧化还原反应, 根据“盐桥中阴、阳离子不与溶液中的物质发生化学反应”, 盐桥中阴离子不能选择 HCO_3^- 、 NO_3^- , 阳离子不能选择 Ca^{2+} , 盐桥中阴、阳离子的电迁移率 (u^∞) 应尽可能地相近, 根据表中数据, 盐桥中应选择 KCl 作为电解质。

(3) 电流表显示电子由铁电极流向石墨电极, 则铁为原电池负极, 石墨为原电池正极, 根据原电池电解质溶液中阳离子向正极移动, 可知盐桥中的阳离子进入石墨电极溶液中。

(4) 铁电极的电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 石墨电极上未见 Fe 析出, 石墨电极的电极反应式为 $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 电池反应一段时间后, 测得铁电极溶液中 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增加了 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由得失电子守恒, 石墨电极溶液中 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增加 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故石墨电极溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(5) 根据 (3)、(4) 中分析, 石墨电极的电极反应式为 $\text{Fe}^{3+} +$

$e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, 铁电极的电极反应式为 $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$; 电池总反应为 $Fe + 2Fe^{3+} \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$, 根据同一氧化还原反应中, 氧化剂的氧化性强于氧化产物、还原剂的还原性强于还原产物, 验证了 Fe^{2+} 氧化性小于 Fe^{3+} , 还原性小于 Fe 。

(6) 在 $FeSO_4$ 溶液中加入几滴 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液, 将铁电极浸泡一段时间, 铁电极表面被刻蚀活化, 最终发生反应 $Fe + Fe_2(SO_4)_3 \rightleftharpoons 3FeSO_4$, 要检验活化反应完成, 只要检验溶液中不含 Fe^{3+} 即可。

28. (14 分)



$$\Delta H = -351 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 0.975 该反应气体分子数减少, 增大压强, α 提高。
5.0 MPa > 2.5 MPa = p_2 , 所以 $p_1 = 5.0 \text{ MPa}$ 温度、压强和反应物的起始浓度(组成)

$$(3) \frac{2m\alpha}{100-m\alpha} p \quad \frac{\alpha}{(1-\alpha)^{1.5} \left(\frac{m}{100-m\alpha} p \right)^{0.5}}$$

(4) 升高温度, k 增大使 v 逐渐提高, 但 α 降低使 v 逐渐下降。 $t < t_m$ 时, k 增大对 v 的提高大于 α 引起的降低; $t > t_m$ 后, k 增大对 v 的提高小于 α 引起的降低

【命题点】盖斯定律与热化学方程式、化学平衡移动以及平衡常数的计算、化学反应速率与化学平衡的关系等。

【解析】(1) 由题中信息可知: ① $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $V_2O_4(s) + 2SO_3(g) \rightleftharpoons 2VOSO_4(s) \quad \Delta H_1 = -399 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ③ $V_2O_4(s) + SO_3(g) \rightleftharpoons V_2O_5(s) + SO_2(g) \quad \Delta H_2 = -24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。根据盖斯定律, 由 ②-③ $\times 2$ 得 $2V_2O_5(s) + 2SO_2(g) \rightleftharpoons 2VOSO_4(s) + V_2O_4(s)$
 $\Delta H = \Delta H_1 - 2\Delta H_2 = (-399 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 = -351 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 正反应是一个气体分子数减少的放热反应, 增大压强可以使化学平衡向正反应方向移动, 即相同温度下, 压强越大, SO_2 的平衡转化率越大, 故在 550 $^{\circ}\text{C}$ 、压强为 5.0 MPa 时, SO_2 的平衡转化率一定高于相同温度、压强为 2.5 MPa 时 SO_2 的平衡转化率, 因此, $p_1 = 5.0 \text{ MPa}$, 由图中数据可知, $\alpha = 0.975$ 。影响 α 的因素就是影响化学平衡移动的因素, 结合题中信息, 主要有反应物(SO_2 和 O_2) 的起始浓度、温度、压强等。

(3) 设通入反应器的气体的物质的量为 $x \text{ mol}$, 则 SO_2 、 O_2 和 N_2 的物质的量分别为 $2m\%x \text{ mol}$ 、 $m\%x \text{ mol}$ 和 $q\%x \text{ mol}$, $2m\% + m\% + q\% = 100\%$, SO_2 的平衡转化率为 α , 列三段式如下:

	$SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$		
起始量/mol	$2m\%x$	$m\%x$	0
转化量/mol	$2m\%\alpha x$	$m\%\alpha x$	$2m%\alpha x$
平衡量/mol	$2m\%(1-\alpha)x$	$m\%(1-\alpha)x$	$2m%\alpha x$

平衡时气体的总物质的量 $n(\text{总}) = [2m\%(1-\alpha)x + m\%(1-\alpha)x + 2m\%\alpha x] \text{ mol} + q\%x \text{ mol} = x - m\%\alpha x \text{ mol}$, 则 SO_3 的物质的量分数为 $\frac{n(\text{SO}_3)}{n(\text{总})} = \frac{2m\%\alpha x}{x - m\%\alpha x} = \frac{2m\alpha}{100 - m\alpha}$, 同理可得 SO_2 的物质的量分数为 $\frac{2m\%(1-\alpha)x}{x - m\%\alpha x} = \frac{2m(1-\alpha)}{100 - m\alpha}$, O_2 的物质的量分数为 $\frac{m\%(1-\alpha)x}{x - m\%\alpha x} = \frac{m(1-\alpha)}{100 - m\alpha}$ 。该反应在恒温、恒压条件下进行, 因此, $p(\text{SO}_3) = \frac{2m\alpha}{100 - m\alpha} p$, $p(\text{SO}_2) = \frac{2m(1-\alpha)}{100 - m\alpha} p$, $p(\text{O}_2) = \frac{m(1-\alpha)}{100 - m\alpha} p$, $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ 的

$$K_p = \frac{p(\text{SO}_3)}{p(\text{SO}_2) \times p^{0.5}(\text{O}_2)} = \frac{\frac{2m\alpha p}{100 - m\alpha}}{\frac{2m(1-\alpha)p}{100 - m\alpha} \times \left[\frac{m(1-\alpha)p}{100 - m\alpha} \right]^{0.5}} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)^{1.5} \left(\frac{m}{100 - m\alpha} p \right)^{0.5}}$$

(4) 由于 SO_2 的催化氧化是放热反应, 温度升高导致 α 降低。

由题中信息可知, $v = k \left(\frac{\alpha}{\alpha'} - 1 \right)^{0.8} (1 - n\alpha')$, 升高温度, k 增大使 v 逐渐提高, 但 α 降低使 v 逐渐下降。当 $t < t_m$ 时, k 增大对 v 的提高大于 α 引起的降低; 当 $t > t_m$ 时, k 增大对 v 的提高小于 α 引起的降低。

29. (1) 细胞膜 (2) 参与信息传递

(3) 对蛋白质进行加工修饰 (4) 脂质和蛋白质

(5) 叶肉细胞进行光合作用时, 光能转化为化学能的过程发生在类囊体膜上

【命题点】细胞膜、细胞器、神经调节和光合作用的相关知识

【解析】(1) K^+ 进入植物根细胞的过程为主动运输, 体现了细胞膜控制物质进出细胞的功能。

(2) 兴奋在神经元之间是通过突触传递的, 体现了细胞膜参与信息传递的功能。

(3) 在分泌蛋白的合成、加工和分泌过程中, 高尔基体对来自内质网的蛋白质进行加工修饰后, “出芽”形成囊泡, 最终将蛋白质分泌到细胞外。

(4) 生物膜的主要成分是脂质和蛋白质。

(5) 叶绿体的类囊体膜上分布着光合色素和酶, 是光合作用中光反应的场所, 光能转化为 ATP 中活跃的化学能的过程发生在类囊体膜上。

测训诊断 本题考查生物体内不同种类的生物膜的成分与功能, 试题难度不大。若不能理解突触的结构, 将导致第(2)小题回答不准确。突触由突触前膜、突触后膜和突触间隙三部分构成, 兴奋经过突触时, 由突触前膜释放神经递质(信号分子), 作用于突触后膜上的特异性受体, 以完成兴奋在神经元之间的传递, 体现了生物膜具有进行细胞间信息交流的功能。

刷有所得 (1) 生物膜主要由脂质和蛋白质组成, 还有少量的糖类。脂质中磷脂最丰富, 功能越复杂的生物膜, 蛋白质的种类和数量越多。

(2) 细胞膜的功能包括①将细胞与外界环境分隔开;②控制物质进出细胞;③进行细胞间的信息交流。

(3) 分泌蛋白的合成、加工与分泌过程:附着在内质网上的核糖体合成肽链→内质网进行初加工→内质网“出芽”形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体“出芽”形成囊泡→细胞膜,整个过程还需要线粒体提供能量。

30. (1) 减少杂草对水分、矿质元素和光的竞争;增加土壤氧气含量,促进根系的呼吸作用

(2) 肥料中的矿质元素只有溶解在水中才能被作物根系吸收

(3) A 和 C 作物 A 光饱和点高且长得高,可利用上层光照进行光合作用;作物 C 光饱和点低且长得矮,与作物 A 间作后,能利用下层的弱光进行光合作用

【命题点】生物种间关系、细胞呼吸和光合作用等

【题表解读】

作物	A	B	C	D
株高/cm	170	65	59	165
光饱和点/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	1200	1180	560	623

株高高, 光饱和点低

株高高, 光饱和点高, 利用上层强光

株高低, 光饱和点高

株高低, 光饱和点低, 利用下层弱光

【解析】(1) 去除杂草可以减少农作物与杂草的竞争,使农作物获得更多资源,如水分、矿质元素、光照等;进行松土可以提高土壤中的含氧量,有利于植物根部细胞进行有氧呼吸,从而促进植物对矿质元素的吸收,达到增产的目的。

(2) 施肥时,矿质元素只有以离子形式溶解在水中,才能被根系吸收;施肥后土壤中的无机盐浓度较高,容易造成烧苗,适当浇水可以对土壤溶液进行稀释,避免造成烧苗。

(3) 见“题表解读”。

▶ 关键点拨 解答第(3)问应抓住题干信息“农业生产常采用间作(同一生长期内,在同一块农田上间隔种植两种作物)的方法提高农田的光能利用率”,据此可知,长得高且光饱和点高的阳生作物(利用上层强光)与长得矮且光饱和点低的阴生作物(利用下层的光)适合进行间作。

▶ 测训诊断 第(1)问实际上包括去除杂草和进行松土两个过程,所以回答对农作物的作用时需要从这两个角度思考。中耕松土是指对土壤进行浅层翻倒、疏松表层土壤,作用有疏松表土、增加土壤通气性、提高地温、促进好氧微生物的活动和养分有效性、去除杂草、促使作物根系伸展、调节土壤水分状况。

▶ 刷有所得 农业生产中几种“复种”方法的比较:(1)间作是几种作物相间种植,即一行 A 一行 B,通常将高的喜阳植物与矮的喜阴植物间种;(2)轮作是几种作物轮流种植,如稻田在冬天种萝卜或绿肥植物;(3)套种是在前一茬作物即将收割还未收割之前将后一茬作物种入前茬的行间、株间,如在棉花尚未收完前种入豌豆,还可利用棉花秆作豌豆的支架。

31. (1)胰岛 B (2)高 增加

(3)甲组大鼠胰岛素缺乏,使机体不能充分利用葡萄糖来获得能量,导致机体脂肪和蛋白质的分解增加

(4)获得了因胰岛素缺乏而患糖尿病的动物,这种动物可以作为实验材料用于研发治疗这类糖尿病的药物

【命题点】血糖平衡、水盐平衡、胰岛素的作用以及实验探究能力

【解析】(1)甲组大鼠注射药物 W 后,血糖浓度升高,可推知药物 W 破坏了胰腺中的胰岛 B 细胞,导致胰岛素的分泌量减少,从而导致血糖浓度升高。

(2)由题干信息可知,甲组大鼠肾小管液中的葡萄糖含量增加,肾小管液的渗透压升高,吸水能力增强,因此肾小管、集合管对水分的重吸收减少,大鼠的排尿量增加。

(3)大鼠体重下降是体内的有机物减少导致的。胰岛素能促进细胞吸收并氧化分解葡萄糖,为细胞和生物体提供能量,甲组大鼠胰岛素缺乏,机体不能充分利用葡萄糖来获得能量,导致机体自身脂肪、蛋白质等物质分解增加,体重下降。

(4)该实验使用药物 W 破坏了胰腺中的胰岛 B 细胞,使大鼠因胰岛素分泌不足而患糖尿病,利用这种动物作实验材料,可以帮助人们研发治疗这类糖尿病的药物。

▶ 关键点拨 实验中甲组大鼠由于缺乏胰岛素而患糖尿病。需要准确理解糖尿病动物“三多一少”的原因:胰岛素分泌过少,血糖进入细胞过程发生障碍,机体缺少能量产生强烈的饥饿感而进食较多;血糖水平升高,使得血浆渗透压升高,大脑皮层产生渴觉,增加饮水量;部分葡萄糖随尿液排出,增加了尿液的渗透压,导致肾小管、集合管对水分的重吸收减少,进而导致尿量增多;通过进食并不能解决机体缺乏能量的情况,机体会分解自身脂肪、蛋白质等物质,导致体重下降。

▶ 刷有所得 本题的解答要紧紧抓住“胰岛素的生理作用”这个核心,即促进组织细胞加速摄取、利用和储存葡萄糖,从而使血糖水平降低;胰高血糖素的作用是促进糖原分解,并促进一些非糖物质转化为葡萄糖,从而使血糖水平升高。

32. (1)在减数分裂过程中,随着非同源染色体的自由组合,非等位基因自由组合;同源染色体上的等位基因随着非姐妹染色单体的交换而发生交换,导致染色单体上的基因重组

(2)控制新性状的基因是杂合的 通过自交筛选性状能稳定遗传的子代

【命题点】基因突变和基因重组及其在育种中的应用

【解析】(1)基因重组是指生物体进行有性生殖的过程中,控制不同性状的基因的重新组合,该过程发生在减数分裂形成配子时。减数第一次分裂后期,随着非同源染色体的自由组合,非等位基因也自由组合;另外在四分体时期,位于同源染色体上的等位基因有时会随着非姐妹染色单体的交换而发生交换,导致染色单体上的非等位基因重组。

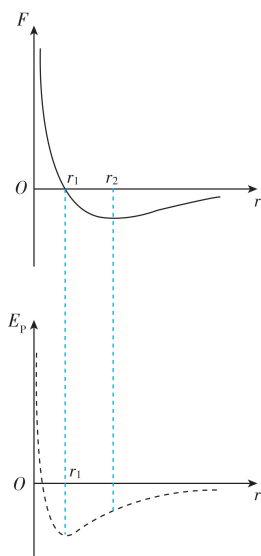
(2)诱变育种的原理是基因突变,通过诱变获得新性状的个体一般是杂合子,自交后代会发生性状分离,不能稳定遗传。若要使诱变获得的性状能够稳定遗传,可将该个体进行自交,筛选出符合性状要求的个体后再自交,重复此过程,直到不发生性状分离,即可获得稳定遗传的纯合子。

关键点拨 第(2)小题的关键词是“诱变获得的新性状一般不能稳定遗传”,在遗传学上,性状不能稳定遗传的个体一般是杂合子,而纯合子是可以稳定遗传的,要获得能稳定遗传的纯合子最常用的方法是连续自交,直至不发生性状分离为止。

33. (1)减小(2分) 减小(2分) 小于(1分)

【命题点】结合 $F-r$ 图像分析分子间势能的变化情况

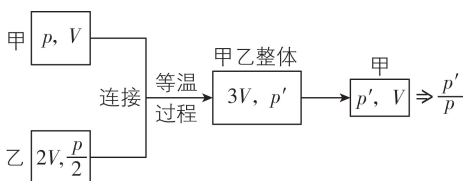
【解析】若一分子固定于 O 点,另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动,在两分子间距减小到 r_2 的过程中,分子间的作用力表现为引力,引力做正功,势能**减小**;在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中,分子间作用力仍表现为引力,引力仍做正功,势能继续**减小**;在间距等于 r_1 处势能最小且**小于**零。



(2)(i) $\frac{2}{3}p$ (ii) $\frac{2}{3}$

【命题点】气体变质量问题

【思路点拨】



【解析】(i)假设乙罐中的气体被压缩到压强为 p ,其体积变为 V_1 ,由玻意耳定律有

$$\frac{1}{2}p(2V) = pV_1 \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

现两罐气体压强均为 p ,总体积为 $(V+V_1)$ 。设调配后两罐中气体的压强为 p' ,由玻意耳定律有

$$p(V+V_1) = p'(V+2V) \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②式可得

$$p' = \frac{2}{3}p \quad (3) \quad (1 \text{ 分})$$

(ii)若调配后甲罐中的气体再被压缩到原来的压强 p 时,体积为 V_2 ,由玻意耳定律有

$$p'V = pV_2 \quad (4) \quad (2 \text{ 分})$$

设调配后甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比

为 k , 由密度的定义有

$$k = \frac{V_2}{V} \quad (5) \quad (2 \text{ 分})$$

联立③④⑤式可得

$$k = \frac{2}{3} \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

34. (1) BCE 【命题点】光、机械波、多普勒效应

【解析】光的传播速度大于声的传播速度, 故雷雨天看到闪电后, 稍过一会儿才能听到雷声, 与多普勒效应无关, **A 错误**; 超声波被血管中的血液反射后, 探测器接收到的超声波频率发生变化, 是多普勒效应的体现, **B 正确**; 列车远去时观察者接收到的汽笛声频率变小, 音调会变低, 是多普勒效应的体现, **C 正确**; 机械波的传播速度与介质有关, 故同一声源发出的声波在空气和水中的传播速度不同, 与多普勒效应无关, **D 错误**; 天文学上观察到双星光谱随时间的周期性变化的原因是双星与观察者之间的距离随时间周期性变化, 观察者接收到的光谱的频率周期性变化, 是多普勒效应的体现, **E 正确**。

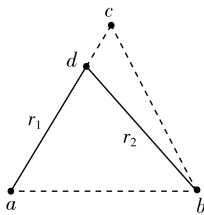
▶ **知识拓展** 机械波的传播频率与波源有关, 传播速度与介质有关, 与波源无关; 波源靠近观察者时观察者接收到的波的频率增大, 波源远离观察者时观察者接收到的波的频率减小。

$$(2) (i) \frac{1}{4}l \quad (ii) \frac{fl}{4}$$

【命题点】通过波的传播考查波的叠加

【思路分析】因为 a 、 b 两波源到 c 点的路程差为零, 所以距 c 最近的振幅最大的点 d , a 、 b 两波源到该点的路程差为一个波长, 根据几何知识分别求出两波源到 d 点的距离即可求解。

【解析】(i) 如图, 设距 c 点最近的振幅极大的点为 d 点, a 与 d 的距离为 r_1 , b 与 d 的距离为 r_2 , d 与 c 的距离为 s , 波长为 λ 。则



$$r_2 - r_1 = \lambda \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

由几何关系有

$$r_1 = l - s \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

$$r_2^2 = (r_1 \sin 60^\circ)^2 + (l - r_1 \cos 60^\circ)^2 \quad (3) \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②③式并代入题给数据得

$$\lambda = \frac{1}{4}l \quad (4) \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 波的频率为 f , 设波的传播速度为 v , 有

$$v = f\lambda \quad (5) \quad (2 \text{ 分})$$

联立④⑤式得

$$v = \frac{fl}{4} \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

易错警示 本题的易错点在于错误认为由于波长大小未知, a 、 c 之间有多少个振幅极大的点也未知, 所以存在多解的情况, 从而得到错误的多解。

35. (15 分)

(1) $\frac{4}{5}$

(2) Na 与 Li 同族, Na 电子层数多, 原子半径大, 易失电子 Li、Be、B 同周期, 核电荷数依次增加。Be 为 $1s^2 2s^2$ 全满稳定结构, 第一电离能最大。与 Li 相比, B 核电荷数大, 原子半径小, 较难失去电子, 第一电离能较大

(3) 正四面体 4 sp^3 (4) $4 \frac{3}{16} 13:3$

【命题点】物质结构与性质, 涉及核外电子排布、电离能、粒子的空间构型、杂化轨道类型的判断、晶胞的结构与有关计算等。

【解析】(1) 基态铁原子的价电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 基态 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的价电子排布式分别为 $3d^6$ 和 $3d^5$, 根据洪特规则, 基态 Fe^{2+} 有 4 个未成对电子, 基态 Fe^{3+} 有 5 个未成对电子, 所以二者未成对电子数之比为 $\frac{4}{5}$ 。

(2) 同主族元素从上至下, 原子核外的电子层数增多, 原子半径增大, 原子核对电子的引力逐渐减小, 元素第一电离能逐渐减小, 所以 $I_1(\text{Li}) > I_1(\text{Na})$; 同周期元素从左至右, 核电荷数依次增加, 原子半径逐渐减小, 越来越难失去电子, 第一电离能呈现增大的趋势, 但由于第 II A 族元素基态原子 ns 轨道处于全满的状态, 能量更低, 更稳定, 所以其第一电离能大于同一周期的相邻元素, 因此 $I_1(\text{Be}) > I_1(\text{B}) > I_1(\text{Li})$ 。

(3) PO_4^{3-} 中中心 P 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (5 + 3 - 2 \times 4) = 4$, 不含孤电子对, 因此其空间构型为正四面体, P 原子采取 sp^3 杂化方式, 形成 4 个 sp^3 杂化轨道。

(4) 对比图甲和图丙的差异可知, 图甲所示的 LiFePO_4 晶胞中, 小球表示的 Li^+ 位于晶胞的 8 个顶点、4 个侧面面心以及上下底面共四条棱棱心处, 晶胞中 Li^+ 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times$

$\frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 4$; 结合图甲所给化学式可知, 一个晶胞中含有 4

个 LiFePO_4 单元。图乙相比于图甲, 缺失一个面心的 Li^+ 以

及一个棱心的 Li^+ , 则缺少的 Li^+ 数目为 $1 \times \frac{1}{2} + 1 \times \frac{1}{4} =$

0.75 , 则有 $\frac{x}{1} = \frac{0.75}{4}$, 可得 $x = \frac{3}{16}$ 。 $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$ 为 $\text{Li}_{\frac{13}{16}}\text{FePO}_4$;

假设 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 数目分别为 x 和 y , 则有 $x + y = 1$, 由化合物中

各元素正、负化合价代数和为 0, 则 $\frac{13}{16} + 2x + 3y + 5 + 4 \times (-2) =$

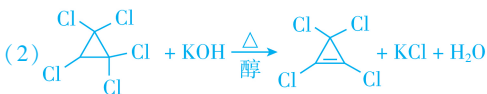
0, 解得 $x = \frac{13}{16}$, $y = \frac{3}{16}$, 则 $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$ 中 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) =$

$\frac{13}{16} : \frac{3}{16} = 13:3$ 。

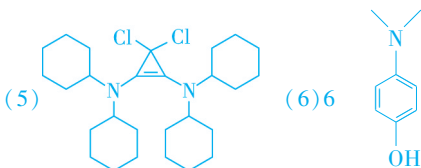
快解 由 LiFePO_4 到 $\text{Li}_{1-x}\text{FeO}_4$ 的过程中,每有 1 个 Li^+ 脱离,就会有 1 个 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ,则 $\text{Li}_{1-x}\text{FeO}_4$ 中有 x 个 Fe^{3+} , Fe^{2+} 的数目为 $1-x$,可得 $n(\text{Fe}^{3+}):n(\text{Fe}^{2+})=x:(1-x)$ 。

36. (15 分)

(1) 三氯乙烯




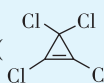
(3) 碳碳双键、氯原子 (4) 取代反应



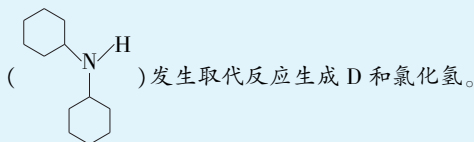
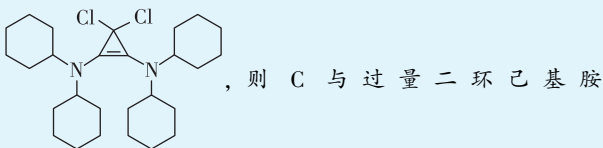
【命题点】有机化学基础,涉及有机物的命名、有机化学方程式的书写、官能团的名称、反应类型、同分异构体的书写和种数判断等。

思路分析 由 A 的分子式可知, A 为三氯乙烯,先发生

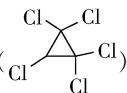
类似信息①的反应生成 B(); B 与氢氧化钾的醇

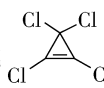
溶液共热发生消去反应生成 C(); 由 E、F 的结构

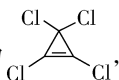
简式和 信息② 逆推, D 的结构简式为



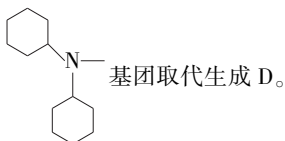
【解析】(1) A 的分子式为 C_2HCl_3 , 可以看成是三个氯原子取代乙烯分子中的三个氢原子, 化学名称为三氯乙烯。

(2) B() 分子中只有一个氢原子, B 在 KOH 醇溶

液、加热条件下发生消去反应生成 、KCl 和 H_2O , 据此写出化学方程式。

(3) C 为 , 所含官能团的名称为碳碳双键和氯原子。

(4) 由上述分析可知, C 中双键碳原子所连氯原子被



(5)由上述分析可知,D 的结构简式为

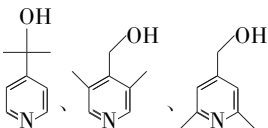
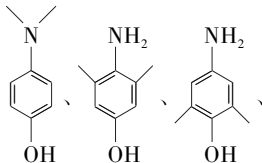


(6)结合信息③,E 的六元环芳香同分异构体含有苯环或吡

关键点

啶结构;能与金属钠反应,说明分子中含有羟基,核磁共振氢谱有四组峰,峰面积之比为 6:2:2:1,说明有 4 种不同类型的氢原子,存在两个甲基且处于对称位置,据此分析,符

合题意的同分异构体有 6 种,即



;其中芳香环上为二取代的结构



关键点拨

根据题中信息③“苯胺与甲基吡啶互为芳香同分异构体”才能找到另外 3 种分子中不含苯环的同分异构体。

37. (1) 高压蒸汽灭菌 琼脂 选择 (2) 10^4

(3)S 的浓度超过某一值时会抑制菌株的生长

(4)取淤泥加入无菌水中,涂布(或稀释涂布)到乙培养基上,培养后计数

(5)水、碳源、氮源和无机盐

【命题点】微生物的培养、分离和计数

思路分析

第(2)问的计算,要抓住稀释前后的浓度关系,同时要注意单位的换算,用统一的单位进行计算,体积一般换算成 mL。换算关系:1 L = 10^3 mL;1 mL = 10^3 μ L。

【解析】(1)为保持原有的湿度,盛有水或培养基的摇瓶常采用高压蒸汽灭菌法灭菌。乙培养基为固体培养基,需要加入凝固剂琼脂。甲、乙培养基均只含 S 一种碳源和氮源,故只有能利用 S 的细菌才能生长,因而都属于选择培养基。

(2)M 中细菌浓度 \div 稀释倍数=涂布时细菌的浓度,所以稀释倍数=M 中细菌浓度 \div 涂布时细菌的浓度。M 中细菌浓度为 2×10^7 个/mL,涂布时稀释液的细菌浓度最高为 200 个/ 100μ L = 2×10^3 个/mL,所以稀释倍数为 $\frac{2 \times 10^7 \text{ 个/mL}}{2 \times 10^3 \text{ 个/mL}} = 10^4$ 。

(3)当培养基中的 S 超过某一浓度时,细胞外的渗透压增大,细胞吸水减少,代谢减弱,菌株生长受到抑制,对 S 的降解量下降。

(4)采用稀释涂布平板法进行培养计数时,先取 1 g 淤泥加入 9 mL 无菌水中制成菌悬液,稀释涂布到乙培养基上,培养后统计菌落数,推算淤泥中能降解 S 的细菌数量。

(5)培养微生物的培养基中含有水、碳源、氮源和无机盐等

营养物质。

刷有所得 微生物培养基一般含有水、碳源、氮源、无机盐等;常用的灭菌方法为高压蒸汽灭菌法;常用的接种方法有平板划线法和稀释涂布平板法。

38. (1)诱导小鼠甲产生能够分泌抗病毒 A 抗体的 B 淋巴细胞
- (2)取小鼠甲脾脏剪碎,用胰蛋白酶处理使其分散成单个细胞,加入培养液制成单细胞悬液
- (3)选择培养基 只有杂交瘤细胞能够生存 抗原与抗体的反应具有特异性
- (4)将杂交瘤细胞注射到小鼠腹腔内增殖;将杂交瘤细胞在体外培养

【命题点】动物细胞培养及单克隆抗体制备的知识

思路分析 单克隆抗体的制备流程为①给小鼠注射特定抗原,使之发生免疫反应,获取相应的 B 淋巴细胞(浆细胞);②诱导 B 淋巴细胞和骨髓瘤细胞融合,利用选择培养基筛选出杂交瘤细胞;③进行抗体检测,筛选出能产生特定抗体的杂交瘤细胞;④进行克隆化培养,即用培养液培养或注入小鼠腹腔中培养;⑤从培养液或小鼠腹水中获取单克隆抗体。

【解析】(1)给小鼠甲注射病毒 A,小鼠体内发生特异性免疫,产生能分泌特异性抗体(抗病毒 A 抗体)的 B 淋巴细胞。

(2)制备单细胞悬液的过程:取小鼠甲脾脏剪碎,用胰蛋白酶(或胶原蛋白酶)处理,将脾脏组织分散成单个细胞,再用培养液稀释制成细胞悬液。

(3)单克隆抗体制备过程中有两次筛选,第一次是用选择培养基筛选出杂交瘤细胞,第二次是用多孔培养皿培养,并进行抗体检测,原理是抗原与抗体的反应具有特异性。

(4)经过第二次筛选得到的杂交瘤细胞,可以在体外条件下大规模培养或注射到小鼠腹腔内增殖,最后从细胞培养液或小鼠腹水中提取出大量所需的单克隆抗体。

刷有所得 单克隆抗体制备过程中两次筛选的方法及目的

	第一次筛选	第二次筛选
筛选原因	诱导融合后得到多种杂交细胞,另外还有未融合的细胞	小鼠还可能受到其他抗原的刺激,选择培养获得的杂交瘤细胞中有能产生其他抗体的细胞
筛选方法	用特定的选择培养基筛选,未融合的细胞和同种细胞融合后形成的细胞都会死亡,只有杂交瘤细胞能生长	用多孔培养皿培养,在每个孔只有一个杂交瘤细胞的情况下进行克隆化培养和抗体检测,经多次筛选得到能产生相应特异性抗体的细胞群
筛选目的	得到杂交瘤细胞	得到能分泌所需抗体的杂交瘤细胞