

化学参考答案

1. D

【解析】

【详解】

A. 漂白粉的有效成分次氯酸钙与盐酸混合, 会发生氧化还原反应生成有毒的氯气, 两者不能混合使用, A 错误;

B. 温室气体主要是指二氧化碳, 二氧化碳不是形成酸雨的主要物质, 形成酸雨的主要物质是硫氧化物、氮氧化物等, B 错误;

C. 棉花、麻来源于植物, 主要成分均是纤维素, 为碳水化合物, 但蚕丝来源于动物, 主要成分是蛋白质, 蛋白质不是碳水化合物, C 错误;

D. 干冰是固态的二氧化碳, 干冰升华时, 吸收大量的热, 使周围温度降低, 大量的水蒸气凝结成了小液滴, 形成“云雾”效果, D 正确;

答案选 D。

2. B

【解析】

【详解】

A. 由该物质的结构简式可知, 其分子式为 $C_{59}H_{90}O_4$, A 错误;

B. 由该物质的结构简式可知, 键线式端点代表甲基, 10 个重复基团的最后一个连接 H 原子的碳是甲基, 故分子中含有 $1+1+1+10+1=14$ 个甲基, B 正确;

C. 双键碳以及与其相连的四个原子共面, 羰基碳采取 sp^2 杂化, 羰基碳原子和与其相连的氧原子及另外两个原子共面, 因此分子中的四个氧原子在同一平面上, C 错误;

D. 分子中有碳碳双键, 能发生加成反应, 分子中含有甲基, 能发生取代反应, D 错误;

答案选 B。

3. D

【解析】

【详解】

A. 硝酸具有强氧化性, 可以将 S^{2-} 氧化为 S 单质, 自身根据其浓度大小还原为 NO 或 NO_2 , 反应的离子方程式为 $4H^++2NO_3^-+S^{2-}=S\downarrow+2NO_2\uparrow+2H_2O(\text{浓})$ 或

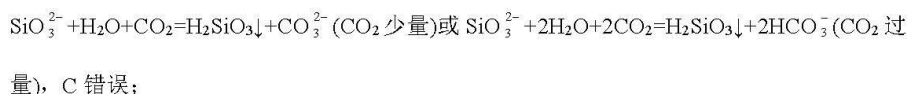
$8H^++2NO_3^-+3S^{2-}=3S\downarrow+2NO\uparrow+4H_2O(\text{稀})$, A 错误;

答案第 1 页, 共 13 页

B. 明矾在水中可以电离出 Al^{3+} , 可以与氨水中电离出的 OH^- 发生反应生成 $Al(OH)_3$, 但由于氨水的碱性较弱, 生成的 $Al(OH)_3$ 不能继续与弱碱发生反应, 故反应的离子方程式为



C. 硅酸的酸性小于碳酸, 向硅酸钠溶液中通入二氧化碳时, 生成硅酸沉淀, 二氧化碳则根据其通入的量的多少反应为碳酸根或碳酸氢根, 反应的离子方程式为



D. 将等物质的量浓度的 $Ba(OH)_2$ 与 NH_4HSO_4 溶液以体积比 1: 2 混合, $Ba(OH)_2$ 电离出的 OH^- 与 NH_4HSO_4 电离出的 H^+ 反应生成水, $Ba(OH)_2$ 电离出的 Ba^{2+} 与 NH_4HSO_4 电离出的 SO_4^{2-} 反应生成 $BaSO_4$ 沉淀, 反应的离子方程为 $Ba^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$, D 正确;

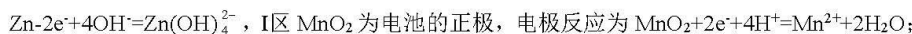
故答案选 D。

4. A

【解析】

【分析】

根据图示的电池结构和题目所给信息可知, III区 Zn 为电池的负极, 电极反应为



电池在工作过程中, 由于两个离子选择隔膜没有指明的阳离子隔膜还是阴离子隔膜, 故两个离子隔膜均可以通过阴、阳离子, 因此可以得到 I区消耗 H^+ , 生成 Mn^{2+} , II区的 K^+ 向 I区移动或 I区的 SO_4^{2-} 向 II区移动, III区消耗 OH^- , 生成 $Zn(OH)_4^{2-}$, II区的 SO_4^{2-} 向 III区移动或 III区的 K^+ 向 II区移动。据此分析答题。

【详解】

A. 根据分析, II区的 K^+ 只能向 I区移动, A 错误;

B. 根据分析, I区的 SO_4^{2-} 向 II区移动, B 正确;

C. MnO_2 电极的电极反应式为 $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ = Mn^{2+} + 2H_2O$, C 正确;

D. 电池的总反应为 $Zn + 4OH^- + MnO_2 + 4H^+ = Zn(OH)_4^{2-} + Mn^{2+} + 2H_2O$, D 正确;

故答案选 A。

5. C

【解析】

【详解】

A. 25°C、101kPa 不是标准状况，不能用标况下的气体摩尔体积计算氢气的物质的量，故 A 错误；

B. Al^{3+} 在溶液中会发生水解生成 $Al(OH)_3$ ，因此 2.0L 1.0 mol/L 的 $AlCl_3$ 溶液中 Al^{3+} 数目小于 $2.0N_A$ ，故 B 错误；

C. 苯甲酸燃烧的化学方程式为 $C_6H_5COOH + \frac{15}{2}O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 7CO_2 + 3H_2O$ ，1mol 苯甲酸燃烧生成 7mol CO_2 ，则 0.2mol 苯甲酸完全燃烧生成 1.4mol CO_2 ，数目为 $1.4N_A$ ，故 C 正确；

D. 电解熔融 $CuCl_2$ 时，阳极反应为 $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$ ，阴极反应为 $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ ，阴极增加的重量为 Cu 的质量，6.4g Cu 的物质的量为 0.1mol，根据阴极反应可知，外电路中通过电子的物质的量为 0.2mol，数目为 $0.2N_A$ ，故 D 错误；

答案选 C。

6. D

【解析】

【分析】

Q、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Q 与 X、Y、Z 不在同一周期，Y 原子最外层电子数为 Q 元原子内层电子数的 2 倍，则 Q 应为第二周期元素，X、Y、Z 位于第三周期，Y 的最外层电子数为 4，则 Y 为 Si 元素，X、Y 相邻，且 X 的原子序数小于 Y，则 X 为 Al 元素，Q、X、Y、Z 的最外层电子数之和为 19，则 Q、Z 的最外层电子数之和为 $19 - 3 - 4 = 12$ ，主族元素的最外层电子数最多为 7，若 Q 的最外层电子数为 7，为 F 元素，Z 的最外层电子数为 5，为 P 元素，若 Q 的最外层电子数为 6，为 O 元素，则 Z 的最外层电子数为 6，为 S 元素，若 Q 的最外层电子数为 5，为 N 元素，Z 的最外层电子数为 7，为 Cl 元素；综上所述，Q 为 N 或 O 或 F，X 为 Al，Y 为 Si，Z 为 Cl 或 S 或 P，据此分析解题。

【详解】

A. X 为 Al，Q 为 N 或 O 或 F，同一周期从左往右元素非金属性依次增强，同一主族从上往下依次减弱，故非金属性：Q > X，A 错误；

B. 由分析可知，X 为 Al 属于金属晶体，Y 为 Si 属于原子晶体或共价晶体，故单质熔点 $Si > Al$ ，即 $Y > X$ ，B 错误；

答案第 3 页，共 13 页

C. 含有氢键的物质沸点升高, 由分析可知 Q 为 N 或 O 或 F, 其简单氢化物为 H₂O 或 NH₃ 或 HF, Z 为 Cl 或 S 或 P, 其简单氢化物为 HCl 或 H₂S 或 PH₃, 由于前者物质中存在分子间氢键, 而后者物质中不存在, 故沸点 Q>Z, C 错误;

D. 元素的非金属性越强, 其最高价含氧酸的酸性越强, P、S、Cl 的非金属性均强于 Si, 因此最高价含氧酸酸性: Z>Y, D 正确;

故答案为: D。

7. C

【解析】

【详解】

A. CH₃COONH₄ 中 NH₄⁺ 水解, $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$, 会消耗 CH₃COO⁻ 水解生成的 OH⁻, 测定相同浓度的 CH₃COONH₄ 和 NaHCO₃ 溶液的 pH, 后者大于前者, 不能说明 K_b(CH₃COO⁻)<K_b(HCO₃⁻), A 错误;

B. 铁锈中含有 Fe 单质, 单质 Fe 与浓盐酸可反应生成 Fe²⁺, 滴入 KMnO₄ 溶液, 紫色褪去, 不能说明铁锈中一定含有二价铁, B 错误;

C. K₂CrO₄ 中存在平衡 $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{黄色}) + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{橙红色}) + \text{H}_2\text{O}$, 缓慢滴加硫酸, H⁺ 浓度增大, 平衡正向移动, 故溶液黄色变成橙红色, C 正确;

D. 乙醇和水均会与金属钠发生反应生成氢气, 故不能说明乙醇中含有水, D 错误;

答案选 C。

8. (1) $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) 增大压强 将焙烧后的产物碾碎, 增大接触面积、增大硫酸的浓度等

(3) B Fe(OH)₃ CaSO₄ SiO₂

(4) $3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$

(5) 置换 Cu²⁺ 为 Cu 从而除去

(6) CaSO₄ MgSO₄

【解析】

【分析】

由题干信息, 菱锌矿的主要成分为 ZnCO₃, 杂质为 SiO₂ 以及 Ca、Mg、Fe、Cu 等的化合物,

结合流程图分析，菱锌矿焙烧，主要发生反应 $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，再加入 H_2SO_4 酸浸，得到含 Zn^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 的溶液，加入物质 X 调节 $\text{pH}=5$ ，结合表格数据，过滤得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 CaSO_4 、 SiO_2 的滤渣①，滤液①中主要含有 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} ，再向滤液①中加入 KMnO_4 溶液氧化 Fe^{2+} ，过滤得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 MnO_2 的滤渣②，滤液②中加入锌粉，发生反应 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ ，过滤后得到滤渣③为 Cu ，再向滤液③中加入 HF 脱钙镁，过滤得到滤渣④为 CaF_2 、 MgF_2 ，滤液④为 ZnSO_4 溶液，经一系列处理得到 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，据此分析解答。

(1)

由分析，焙烧时，生成 ZnO 的反应为： $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；

(2)

可采用增大压强、将焙烧后的产物碾碎，增大接触面积、增大硫酸的浓度等方式提高锌的浸取率；

(3)

A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易分解产生 NH_3 污染空气，且经济成本较高，故 A 不适宜；

B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不会引入新的杂质，且成本较低，故 B 适宜；

C. NaOH 会引入杂质 Na^+ ，且成本较高，C 不适宜；

故答案选 B；

当沉淀完全时(离子浓度小于 10^{-5}mol/L)，结合表格 K_{sp} 计算各离子完全沉淀时 $\text{pH}<5$ 的只有 Fe^{3+} ，故滤渣①中有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，又 CaSO_4 是微溶物， SiO_2 不溶于酸，故滤渣①的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 CaSO_4 、 SiO_2 ；

(4)

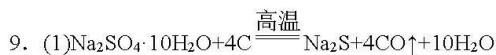
向 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 滤液①中加入 KMnO_4 溶液，可氧化 Fe^{2+} ，得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 MnO_2 的滤渣②，反应的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$ ；

(5)

滤液②中加入锌粉，发生反应 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ ，故加入锌粉的目的为置换 Cu^{2+} 为 Cu 从而除去；

(6)

由分析，滤渣④为 CaF_2 、 MgF_2 ，与浓硫酸反应可得到 HF，同时得到的副产物为 CaSO_4 、 MgSO_4 。



(2) 硫化钠粗品中常含有一定量的煤灰及重金属硫化物等杂质，这些杂质可以直接作沸石 降低温度

(3) 硫化钠易溶于热乙醇，若回流时间过长， Na_2S 会直接析出在冷凝管上，使提纯率较低，同时易造成冷凝管下端堵塞，圆底烧瓶内气压过大，发生爆炸 D

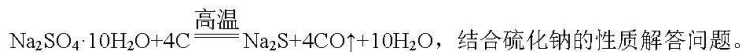
(4) 防止滤液冷却 重金属硫化物 温度逐渐恢复至室温

(5) 冷水

【解析】

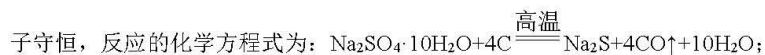
【分析】

本实验的实验目的为制备硫化钠并用 95% 乙醇重结晶纯化硫化钠粗品，工业上常用芒硝 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 和煤粉在高温下生产硫化钠，反应原理为：



(1)

工业上常用芒硝 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 和煤粉在高温下生产硫化钠，同时生产 CO，根据得失电



(2)

由题干信息，生产的硫化钠粗品中常含有一定量的煤灰及重金属硫化物等杂质，这些杂质可以直接作沸石，因此回流前无需加入沸石，若气流上升过高，可直接降低降低温度，使气压降低；

(3)

硫化钠易溶于热乙醇，若回流时间过长， Na_2S 会直接析出在冷凝管上，使提纯率较低，同时易造成冷凝管下端堵塞，圆底烧瓶内气压过大，发生爆炸；回流结束后，先停止加热，再移去水浴后再关闭冷凝水，故正确的顺序为①③②，答案选 D。

(4)

答案第 6 页，共 13 页

硫化钠易溶于热乙醇，使用锥形瓶可有效防止滤液冷却，重金属硫化物难溶于乙醇，故过滤除去的杂质为重金属硫化物，由于硫化钠易溶于热乙醇，过滤后温度逐渐恢复至室温，滤纸上便会析出大量晶体；

(5)

乙醇与水互溶，硫化钠易溶于热乙醇，因此将滤液冷却、结晶、过滤后，晶体可用少量冷水洗涤，再干燥，即可得到 $\text{Na}_2\text{S} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

10. (1) -223 1.2×10^{14} 碳氯化反应气体分子数增加， ΔH 小于 0，是熵增、放热过程，熵判据与焓判据均是自发过程，而直接氯化的体系气体分子数不变、且是吸热过程 向左 变小

(2) 7.2×10^5 为了提高反应速率，在相同时间内得到更多的 TiCl_4 产品，提高效益

(3) 将两固体粉碎后混合，同时鼓入 Cl_2 ，使固体粉末“沸腾”

【解析】

(1)

①根据盖斯定律，将“反应ii-反应i”得到反应 $2\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})$ ，则

$$\Delta H = -51\text{kJ/mol} - 172\text{kJ/mol} = -223\text{kJ/mol}; \text{ 则 } K_p = \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{1.2 \times 10^{12}\text{Pa}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.2 \times 10^{14}\text{Pa};$$

②碳氯化的反应趋势远大于直接氯化，因为碳氯化反应气体分子数增加， ΔH 小于 0，是熵增、放热过程，熵判据与焓判据均是自发过程，而直接氯化的体系气体分子数不变、且是吸热过程；

③对应碳氯化反应，气体分子数增大，依据勒夏特列原理，增大压强，平衡往气体分子数减少的方向移动，即平衡向左移动；该反应是放热反应，温度升高，平衡往吸热方向移动，即向左移动，则平衡转化率变小。

(2)

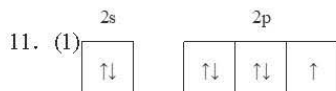
①从图中可知， 1400°C ，体系中气体平衡组成比例 CO_2 是 0.05， TiCl_4 是 0.35， CO 是 0.6，

$$\text{反应 } \text{C}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g}) \text{ 的平衡常数 } K_p(1400^\circ\text{C}) = \frac{(0.6P_{\text{总}})^2}{0.05P_{\text{总}}} = \frac{(0.6 \times 1.0 \times 10^5)^2}{0.05 \times 1.0 \times 10^5} \text{Pa} = 7.2 \times 10^5\text{Pa};$$

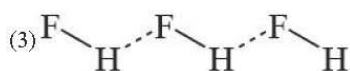
②实际生产中需要综合考虑反应的速率、产率等，以达到最佳效益，实际反应温度远高于 200°C ，就是为了提高反应速率，在相同时间内得到更多的 TiCl_4 产品。

(3)

固体颗粒越小，比表面积越大，反应接触面积越大。有利于 $\text{TiO}_2 - \text{C}$ “固-固”接触，可将两者粉碎后混合，同时鼓入 Cl_2 ，使固体粉末“沸腾”，增大接触面积。



(2) 图 a 同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的，但由于 N 元素的 2p 能级为半充满状态，因此 N 元素的第一电离能较 C、O 两种元素高 图 b



(4) sp^2 sp^3 C-F 键的键能大于聚乙烯中 C-H 的键能，键能越大，化学性质越稳定

(5) $\text{Ca}^{2+} \quad \frac{\sqrt{3}}{4} \text{a pm}$

【解析】

【分析】

根据基态原子的电子表示式书写价电子排布式；根据电离能的排布规律分析电离能趋势和原因；根据氢键的表示方法书写 $(\text{HF})_3$ 的结构；根据键能影响物质稳定性的规律分析两种物质的稳定性差异；根据均摊法计算晶胞中各粒子的个数，判断粒子种类。

(1)

F 为第 9 号元素其电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^5$ ，则其价电子排布图为 $\begin{array}{c} 2s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array} \quad \begin{array}{c} 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \end{array}$ ，故

答案为 $\begin{array}{c} 2s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array} \quad \begin{array}{c} 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \end{array}$ 。

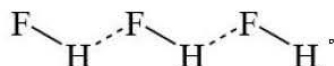
(2)

C、N、O、F 四种元素在同一周期，同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的，但由于 N 元素的 2p 能级为半充满状态，因此 N 元素的第一电离能较 C、O 两种元素高，因此 C、N、O、F 四种元素的第一电离能从小到大的顺序为 $\text{C} < \text{O} < \text{N} < \text{F}$ ，满足这一规律的图像为图 a，气态基态正 2 价阳离子失去 1 个电子生成气态基态正 3 价阳离子所需要的的能量为该原子的第三电离能，统一周期原子的第三电离能的总体趋势也一次升高，但由于 C 原子在失去 2 个电子之后的 2s 能级为全充满状态，因此其再失去一个电子需要的能量稍高，则满足这一

规律的图像为图 b, 故答案为: 图 a、同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的, 但由于 N 元素的 2p 能级为半充满状态, 因此 N 元素的第一电离能较 C、O 两种元素高、图 b。

(3)

固体 HF 中存在氢键, 则 $(HF)_3$ 的链状结构为 $F-H \cdots F-H \cdots F-H$, 故答案为:



(4)

$CF_2=CF_2$ 中 C 原子存在 3 对共用电子对, 其 C 原子的杂化方式为 sp^2 杂化, 但其共聚物 ETFE 中 C 原子存在 4 对共用电子对, 其 C 原子为 sp^3 杂化; 由于 F 元素的电负性较大, 因此在于 C 原子的结合过程中形成的 C-F 键的键能大于聚乙烯中 C-H 的键能, 键能的强弱决定物质的化学性质, 键能越大, 化学性质越稳定, 因此聚四氟乙烯的化学稳定性高于聚乙烯, 故答案为: sp^2 、 sp^3 、C-F 键的键能大于聚乙烯中 C-H 的键能, 键能越大, 化学性质越稳定。

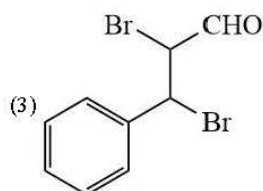
(5)

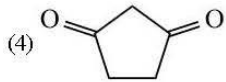
根据萤石晶胞结构, 浅色 X 离子分布在晶胞的顶点和面心上, 则 1 个晶胞中浅色 X 离子共有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个, 深色 Y 离子分布在晶胞内部, 则 1 个晶胞中共有 8 个深色 Y 离子, 因此该晶胞的化学式应为 XY_2 , 结合萤石的化学式可知, X 为 Ca^{2+} ; 根据晶胞, 将晶胞分成 8 个相等的小正方体, 仔细观察 CaF_2 的晶胞结构不难发现 F 位于晶胞中 8 个小立方体中互不相邻的 4 个小立方体的体心, 小立方体边长为 $\frac{1}{2}a$, 体对角线为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$, Ca^{2+} 与 F 之间距离就是小晶胞体对角线的一半, 因此晶体中正负的核间距的最小的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ pm, 故答案为:

Ca^{2+} 、 $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ pm。

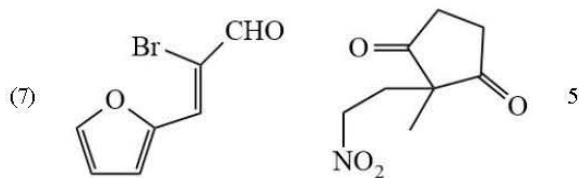
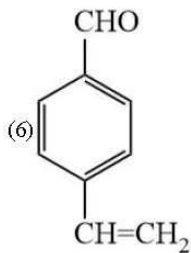
12. (1) 苯甲醇

(2) 消去反应





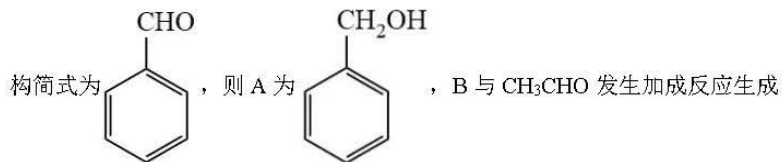
(5) 硝基、酯基和羰基



【解析】

【分析】

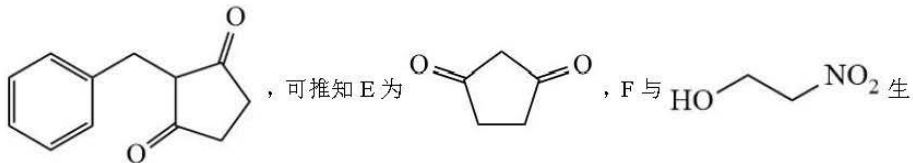
由合成路线, A 的分子式为 C_7H_8O , 在 Cu 作催化剂的条件下发生催化氧化生成 B, B 的结



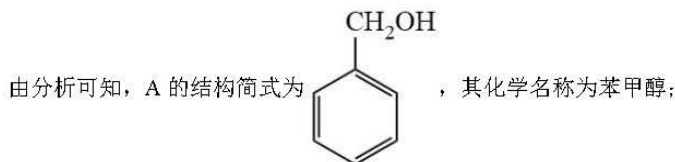
答案第 10 页, 共 13 页



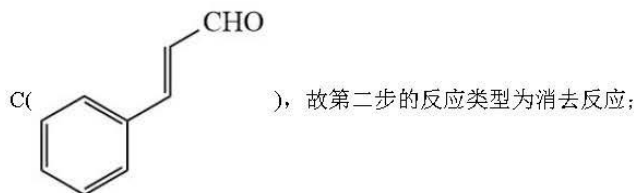
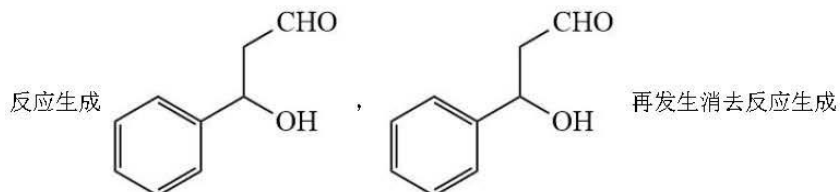
B与E在强碱的环境下还原得到F, E的分子式为 $C_5H_6O_2$, F的结构简式为



(1)



(2)



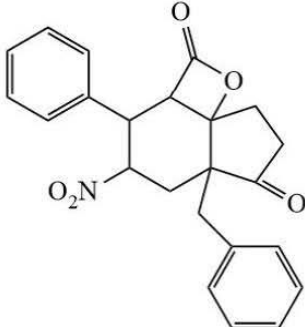
(3)

根据分析可知, C 与 Br_2/CCl_4 发生加成反应得到  ;

(4)

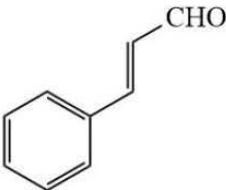
由分析, E 的结构简式为  ;

(5)

H 的结构简式为  , 可其分子中含有的含有官能团为硝基、

酯基和羰基;

(6)

C 的结构简式为  , 分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$, 其同分异构体 X 可发生银镜反

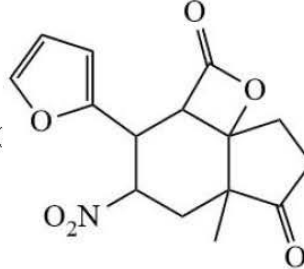
应, 说明含有醛基, 又与酸性高锰酸钾反应后可得到对苯二甲酸, 则 X 的取代基处于苯环

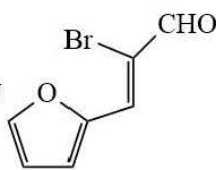
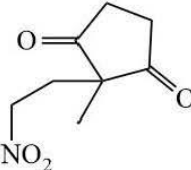
的对位, 满足条件的 X 的结构简式为:  ;

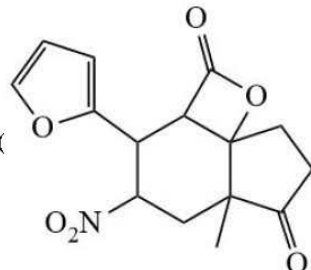
(7)


答案第 12 页, 共 13 页

G 与 D 反应生成 H 的反应中, D 中碳碳双键断裂与 G 中 HC—NO₂ 和 C=O 成环, 且 C=O

与—CHO 成环, 从而得到 H, 可推知, 若要合成 H(), 相应

的 D' 为  , G' 为  , 手性碳原子为连有 4 个不同基团

的饱和碳原子, 则 H() 的手性碳原子为

 , 共 5 个。

2022 年普通高等学校招生全国统一考试·全国甲答案解析

1. 【答案】 B

【解析】

AB、细胞中存在以无机盐离子形式存在的钙，如神经细胞，当神经冲动沿着轴突传导至轴突末梢时，突触前膜对 Ca^{2+} 的通透性会增加，细胞外液中大量的 Ca^{2+} 通过载体蛋白进入突触小体内，A 正确，B 错误；

C、维生素 D 的功能就是能有效地促进人和动物肠道对钙和磷的吸收，C 正确；

D、哺乳动物的血液中必须含有一定量的 Ca^{2+} ，如果 Ca^{2+} 的含量太低，动物会出现抽搐等症状，D 正确。

2. 【答案】 C

【解析】

A、水分子交换后，细胞 b 体积变大，即吸水，说明水分子交换前，细胞 b 的溶液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度，A 正确；

B、水分子交换后，细胞 a 体积不变，细胞 b 体积变大，即吸水，细胞 c 发生质壁分离，即失水，说明细胞液浓度大小关系为细胞 b>细胞 a>细胞 c，B 正确；

C、质壁分离失水，外界蔗糖溶液的浓度降低，而交换平衡时细胞 c 的细胞液浓度=外界蔗糖溶液的浓度。而细胞 a 与外界蔗糖溶液相等，所以细胞 c 的细胞液浓度小于细胞 a 的细胞液浓度，C 错误；

D、水分交换时，溶质没有发生交换，在水分交换平衡时，细胞 c 的细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度，D 正确。

3. 【答案】 A

【解析】

喷施某种植物激素，能使某种作物的矮生突变体长高，说明喷施的植物激素能与相应受体结合发挥功效，故推测是植物体内缺少该植物激素，而使矮生突变体变高，说明是赤霉素合成途径受阻，A 正确，BCD 错误。

4. 【答案】 C

【解析】

- A、有氧呼吸第一阶段在细胞质基质中进行，第二阶段在线粒体基质中进行，两个阶段都有 ATP 产生，A 正确；
- B、线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，发生的反应是[H]和氧气结合生成水，B 正确；
- C、有氧呼吸第二阶段，丙酮酸水解成 CO_2 和[H]，不需要 O_2 的参与，C 错误；
- D、线粒体是半自主性细胞器，其内含有 DNA、RNA 和核糖体，故能够进行 DNA 的转录和翻译合成蛋白质，D 正确。

5. 【答案】 D

【解析】

在此期间鱼没有繁殖，有死亡，种群数量会减少。鱼会生长，个体重量会增加。所以，种群总重量会先增加，再降低。故选 D。

6. 【答案】 B

【解析】

- A、A/a 与 B/b 位于非同源染色体上，遗传符合自由组合定律。a 花粉不育导致各种基因型的 B/b 致死比例相等，因此 AaBb 自交，子代红花 ($B_$) : 白花 (bb) = 3: 1, A 正确；
- B、因为含有 a 的花粉 50%不育，故 Aa 自交子代 AA: Aa: aa=2: 3: 1, 子代 aabb 比例= $1/6 \times 1/4 = 1/24$, B 错误；
- C、原本亲本产生的雄配子中 A 配子与 a 配子数量相等，但 a 花粉 50%不育，故可育雄配子（花粉）是不育雄配子的 3 倍，C 正确；
- D、因为 A/a 与 B/b 位于非同源染色体上，遗传符合自由组合定律，两对基因独立遗传，故 B 雄配子与 b 雄配子的的可育配子数与 A/a 无关且相等，D 正确。

29. 【答案】

(1) ATP、NADPH、 O_2

(2) 满足叶肉细胞自身的需求、运输的能力有限

(3) 在干旱环境下气孔开度减小, 植物吸收 CO_2 的能力降低, 而 C_4 植物比 C_3 植物的补偿点低, 对 CO_2 的需求量更低, 更能适应低浓度 CO_2 环境, 因此在同等程度干旱条件下生长更好。

【解析】

(1) 植物光合作用分为光反应和暗反应, 其中光反应包括水的光解和 ATP 的合成, 因此光反应的产物有 ATP、NADPH、 O_2 。

(2) 植物光合作用的部位主要为叶肉细胞, 而叶肉细胞自身生长发育也需要有机物, 因此光合作用的产物不会全部运输到其他部位, 这也是为了满足叶肉细胞自身的细胞呼吸和生长发育需求, 同时植物运输有机物的能力等有限也会导致其不能全部运输到其他部位。

(3) 根据题干信息, 在干旱环境下气孔开度减小, 植物吸收 CO_2 的能力降低, 而 C_4 植物比 C_3 植物的补偿点低, 对 CO_2 的需求量更低, 更能适应低浓度 CO_2 环境, 因此在同等程度干旱条件下生长更好。

30. 【答案】

(1) 胸腺 浆细胞

(2) 形成沉淀或细胞集团最终被吞噬细胞吞噬处理

(3) 记忆 B 细胞在相同病毒抗原刺激下迅速增殖分化为浆细胞, 进而分泌大量抗体

(4) 接种一次疫苗后, 间隔一段时间再次接种相同疫苗

【解析】

(1) T 细胞产生于骨髓, 但是成熟于胸腺; B 细胞受到抗原刺激后会增殖分化为浆细胞, 浆细胞能够分泌特异性抗体。

(2) 体液免疫过程中, 抗体和病毒结合后会形成沉淀或细胞集团, 最终被吞噬细胞吞噬处理。

(3) 当相同病毒再次侵染人体时, 记忆细胞会迅速增殖并分化为浆细胞, 进而分泌大量的抗体, 因此病毒再次感染会使机体内抗体浓度迅速升高。

(4) 根据“题图分析”第一次感染病毒与再次感染病毒后, 两者产生抗体浓度峰值对比, 第二次感染病毒后抗体明显高于第一次, 这给接种疫苗需要多次接种提供了理论依据, 即接种一次疫苗后, 隔断时间再次接种相同疫苗。

丁杂交, F_1 全部表现为雌雄同株, 确定乙为 BBtt, 丙为 bbtt, 乙 (BBtt) 和丁 (bbTT) 杂交, F_1 为 BbTt, 自交 F_2 中雌株 $3/16B_tt$, $1/16bbtt$, 共 $1/4$, F_2 中雄株的基因型是 bbTT 和 bbTt, F_2 的雌株共有 $1/4$ 中, 丙基因型相同的是 bbtt 占 $1/16$, 所以丙基因型相同的植株所占比例是 $1/4$ 。

(3) 糯玉米与非糯玉米均为纯合体, 两种玉米均是雌雄同株, 均可自花传粉也可杂交, 所以糯是显性。则糯玉米植株子代均为糯玉米, 非糯玉米子代有糯玉米和非糯玉米; 若非糯为显性。则非糯玉米植株子代均为非糯玉米, 糯玉米子代有糯玉米和非糯玉米。

37. 【答案】

(1) 石油 蛋白质、核酸

(2) $A \times 2^n$

(3) 平板 I, 以石油作为唯一碳源, 营养物质全面, 可以比较菌株 A 和 B 分解石油的能力, 平板 II, 缺少氮源, 探究缺氮条件下 A 和 B 菌对石油发的分解能力, 从而推断出菌种早缺氮条件下的的生存能力和繁殖能力。

(4) A 通过平板 I 中 A 的透明圈较大, 得出 A 分解石油能力强于 B, 平板 II 中 A 的透明圈较大, 说明 A 在缺氮条件下生存和繁殖能力强于乙。

【解析】

(1) 本实验添加物质中只有石油可作为碳源; 生物大分子核酸、淀粉、蛋白质中含有 N 的是核酸和蛋白质。

(2) $N_t = N_0 \times \lambda^t$, 本题中, 细菌为二分裂, 所以倍数是 2, 起始值是 A, 代数为 n, 所以为 $A \times 2^n$ 。

(3) 平板 I, 以石油作为唯一碳源, 营养物质全面, 可以用来比较菌株 A 和 B 分解石油的能力, 自变量是菌种, 因变量是透明圈大小, 透明圈越大, 石油分解能力越强。平板 II, 缺少氮源, 探究缺氮条件下 A 和 B 菌对石油发的分解能力, 从而推断出菌种早缺氮条件下的的生存能力和繁殖能力, 自变量是菌种, 因变量是透明圈大小, 透明圈越大, 该菌在缺氮条件下生存和繁殖能力越强。

(4) A, 通过平板 I 中 A 的透明圈较大, 得出 A 分解石油能力强于 B, 平板 II 中 A 的透明圈较大, 说明 A 在缺氮条件下生存和繁殖能力强于 B。所以选择

31. 【答案】

- (1) 幼年个体数多，老年个体数少。
- (2) 样方法 标记重捕法
- (3) 丰富度
- (4) 植物为动物提供有机物，植物为动物提供氧气，植物能为动物提供栖息地；动物能通过呼吸作用分解有机物产生二氧化碳为植物光合作用提供原料，动物能帮助植物的传粉和种子的传播。

【解析】

- (1) 考察年龄结构中增长型，增长型图形是正三角型，幼年个体数目多出生率高，老年个体少死亡率低。
- (2) 与双子叶植物相对比，单子叶植物丛生，密度极其不均匀一般不适合样方法，所以双子叶植物的种群密度可以用样方法。调查运动能力比较强的动物种群密度的方法可用标记重捕法。
- (3) 群落中物种数目的多少称为丰富度。
- (4) 植物通过光合作用能够制造有机物和产生氧气，都能为动物的有氧呼吸过程使用。动物呼吸作用分解有机物产生二氧化碳和水能为植物光合作用提供原料，同时有些动物还能帮助植物的传粉和种子的传播。

32. 【答案】

- (1) 甲植株花蕾期去雄→套袋→甲植株雌蕊成熟时，用丁花粉为甲植株传粉→再套袋
- (2) $1/4$ bbTT、bbTt $1/4$
- (3) 糯玉米植株子代均为糯玉米，非糯玉米子代有糯玉米和非糯玉米；非糯玉米植株子代均为非糯玉米，糯玉米子代有糯玉米和非糯玉米。

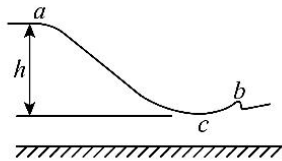
【解析】

- (1) 甲为雌雄同株植物，丁为雄性，为防止甲自花传粉，需要对甲植株去雄，为防止外来花粉干扰，需进行套袋处理，待甲植株雌蕊成熟后，进行传粉，为防止传粉后外来花粉的干扰，需要再次套袋。
- (2) 由题干可知，四个植株均为纯合子，甲为雌雄同株基因型为 BBTT，乙和丙均为雌株所以一个是 BBtt，另一个是 bbtt，丁是 bbTT，题目中条件乙和

2022 年全国高考甲卷物理试题

二、选择题

1. 北京 2022 年冬奥会首钢滑雪大跳台局部示意图如图所示。运动员从 a 处由静止自由滑下，到 b 处起跳， c 点为 a 、 b 之间的最低点， a 、 c 两处的高度差为 h 。要求运动员经过一点时对滑雪板的压力不大于自身所受重力的 k 倍，运动过程中将运动员视为质点并忽略所有阻力，则 c 点处这一段圆弧雪道的半径不应小于 ()



- A. $\frac{h}{k+1}$ B. $\frac{h}{k}$ C. $\frac{2h}{k}$ D. $\frac{2h}{k-1}$

【答案】D

【解析】

【详解】运动员从 a 到 c 根据动能定理有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_c^2$$

在 c 点有

$$F_{Nc} - mg = m\frac{v_c^2}{R_c}$$

$$F_{Nc} \leq kmg$$

联立有

$$R_c \geq \frac{2h}{k-1}$$

故选 D。

2. 长为 l 的高速列车在平直轨道上正常行驶，速率为 v_0 ，要通过前方一长为 L 的隧道，当列车的任一部分处于隧道内时，列车速率都不允许超过 v ($v < v_0$)。已知列车加速和减速时加速度的大小分别为 a 和 $2a$ ，则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为 ()

- A. $\frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L+l}{v}$ B. $\frac{v_0 - v}{a} + \frac{L+2l}{v}$ C. $\frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$ D. $\frac{3(v_0 - v)}{a} + \frac{L+2l}{v}$

【答案】C

【解析】

【详解】由题知当列车的任一部分处于隧道内时，列车速率都不允许超过 v ($v < v_0$)，则列车进隧道前必须

减速到 v , 则有

$$v = v_0 - 2at_1$$

解得

$$t_1 = \frac{v_0 - v}{2a}$$

在隧道内匀速有

$$t_2 = \frac{L+l}{v}$$

列车尾部出隧道后立即加速到 v_0 , 有

$$v_0 = v + at_3$$

解得

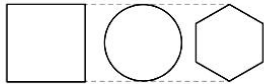
$$t_3 = \frac{v_0 - v}{a}$$

则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为

$$t = \frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$$

故选 C。

3. 三个用同样的细导线做成的刚性闭合线框, 正方形线框的边长与圆线框的直径相等, 圆线框的半径与正六边形线框的边长相等, 如图所示。把它们放入磁感应强度随时间线性变化的同一匀强磁场中, 线框所在平面均与磁场方向垂直, 正方形、圆形和正六边形线框中感应电流的大小分别为 I_1 、 I_2 和 I_3 。则 ()



A. $I_1 < I_3 < I_2$

B. $I_1 > I_3 > I_2$

C. $I_1 = I_2 > I_3$

D. $I_1 = I_2 = I_3$

【答案】C

【解析】

【详解】设圆线框的半径为 r , 则由题意可知正方形线框的边长为 $2r$, 正六边形线框的边长为 r ; 所以圆线框的周长为

$$C_2 = 2\pi r$$

面积为

$$S_2 = \pi r^2$$

同理可知正方形线框的周长和面积分别为

$$C_1 = 8r, \quad S_1 = 4r^2$$

正六边形线框的周长和面积分别为

$$C_3 = 6r, \quad S_3 = \frac{1}{2} \times 6 \times r \times \frac{\sqrt{3}}{2} r = \frac{3\sqrt{3}r^2}{2}$$

三线框材料粗细相同, 根据电阻定律

$$R = \rho \frac{L}{S_{\text{横截面}}}$$

可知三个线框电阻之比为

$$R_1 : R_2 : R_3 = C_1 : C_2 : C_3 = 8 : 2\pi : 6$$

根据法拉第电磁感应定律有

$$I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S}{R}$$

可得电流之比为:

$$I_1 : I_2 : I_3 = 2 : 2 : \sqrt{3}$$

即

$$I_1 = I_2 > I_3$$

故选 C。

4. 两种放射性元素的半衰期分别为 t_0 和 $2t_0$, 在 $t=0$ 时刻这两种元素的原子核总数为 N , 在 $t=2t_0$ 时刻,

尚未衰变的原子核总数为 $\frac{N}{3}$, 则在 $t=4t_0$ 时刻, 尚未衰变的原子核总数为 ()

- A. $\frac{N}{12}$ B. $\frac{N}{9}$ C. $\frac{N}{8}$ D. $\frac{N}{6}$

【答案】C

【解析】

【详解】根据题意设半衰期为 t_0 的元素原子核数为 x , 另一种元素原子核数为 y , 依题意有

$$x + y = N$$

经历 $2t_0$ 后有

$$\frac{1}{4}x + \frac{1}{2}y = \frac{N}{3}$$

联立可得

$$x = \frac{2}{3}N, \quad y = \frac{1}{3}N$$

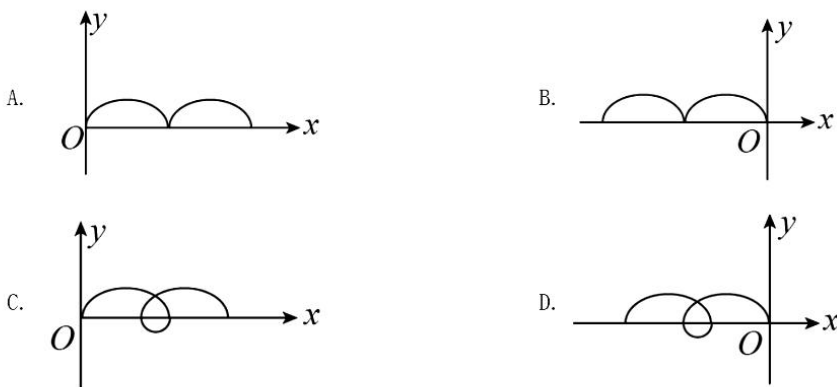
在 $t=4t_0$ 时, 原子核数为 x 的元素经历了 4 个半衰期, 原子核数为 y 的元素经历了 2 个半衰期, 则此时未

衰变的原子核总数为

$$n = \frac{1}{2^4}x + \frac{1}{2^2}y = \frac{N}{8}$$

故选 C。

5. 空间存在着匀强磁场和匀强电场,磁场的方向垂直于纸面(xOy 平面)向里,电场的方向沿 y 轴正方向。一带正电的粒子在电场和磁场的作用下,从坐标原点 O 由静止开始运动。下列四幅图中,可能正确描述该粒子运动轨迹的是()



【答案】B

【解析】

【详解】AC. 在 xOy 平面内电场的方向沿 y 轴正方向,故在坐标原点 O 静止的带正电粒子在电场力作用下会向 y 轴正方向运动。磁场方向垂直于纸面向里,根据左手定则,可判断出向 y 轴正方向运动的粒子同时受到沿 x 轴负方向的洛伦兹力,故带电粒子向 x 轴负方向偏转。AC 错误;

BD. 运动的过程中在电场力对带电粒子做功,粒子速度大小发生变化,粒子所受的洛伦兹力方向始终与速度方向垂直。由于匀强电场方向是沿 y 轴正方向,故 x 轴为匀强电场的等势面,从开始到带电粒子偏转再次运动到 x 轴时,电场力做功为 0 ,洛伦兹力不做功,故带电粒子再次回到 x 轴时的速度为 0 ,随后受电场力作用再次进入第二象限重复向左偏转,故 B 正确, D 错误。

故选 B。

6. 如图,质量相等的两滑块 P、Q 置于水平桌面上,二者用一轻弹簧水平连接,两滑块与桌面间的动摩擦因数均为 μ 。重力加速度大小为 g 。用水平向右的拉力 F 拉动 P,使两滑块均做匀速运动;某时刻突然撤去该拉力,则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前()



- A. P 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
- B. Q 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
- C. P 的位移大小一定大于 Q 的位移大小
- D. P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小

【答案】AD

【解析】

【详解】设两物块的质量均为 m ，撤去拉力前，两滑块均做匀速直线运动，则拉力大小为

$$F = 2\mu mg$$

撤去拉力前对 Q 受力分析可知，弹簧的弹力为

$$T_0 = \mu mg$$

AB. 以向右为正方向，撤去拉力瞬间弹簧弹力不变为 μmg ，两滑块与地面间仍然保持相对滑动，此时滑块 P 的加速度为

$$-T_0 - \mu mg = ma_{P1}$$

解得

$$a_{P1} = -2\mu g$$

此刻滑块 Q 所受的外力不变，加速度仍为零，滑块 P 做减速运动，故 PQ 间距离减小，弹簧的伸长量变小，弹簧弹力变小。根据牛顿第二定律可知 P 减速的加速度减小，滑块 Q 的合外力增大，合力向左，做加速度增大的减速运动。

故 P 加速度大小的最大值是刚撤去拉力瞬间的加速度为 $2\mu mg$ 。

Q 加速度大小最大值为弹簧恢复原长时

$$-\mu mg = ma_{Qm}$$

解得

$$a_{Qm} = -\mu g$$

故滑块 Q 加速度大小最大值为 μg ，A 正确，B 错误；

C. 滑块 PQ 水平向右运动，PQ 间的距离在减小，故 P 的位移一定小于 Q 的位移，C 错误；

D. 滑块 P 在弹簧恢复到原长时的加速度为

$$-\mu mg = ma_{P2}$$

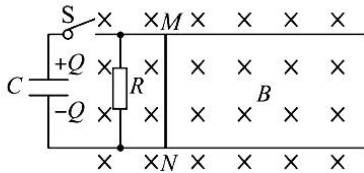
解得

$$a_{P2} = -\mu g$$

撤去拉力时, PQ 的初速度相等, 滑块 P 由开始的加速度大小为 $2\mu g$ 做加速度减小的减速运动, 最后弹簧原长时加速度大小为 μg ; 滑块 Q 由开始的加速度为 0 做加速度增大的减速运动, 最后弹簧原长时加速度大小也为 μg 。分析可知 P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小, D 正确。

故选 AD。

7. 如图, 两根相互平行的光滑长直金属导轨固定在水平绝缘桌面上, 在导轨的左端接入电容为 C 的电容器和阻值为 R 的电阻。质量为 m 、阻值也为 R 的导体棒 MN 静止于导轨上, 与导轨垂直, 且接触良好, 导轨电阻忽略不计, 整个系统处于方向竖直向下的匀强磁场中。开始时, 电容器所带的电荷量为 Q , 合上开关 S 后, ()



- A. 通过导体棒 MN 电流的最大值为 $\frac{Q}{RC}$
- B. 导体棒 MN 向右先加速、后匀速运动
- C. 导体棒 MN 速度最大时所受的安培力也最大
- D. 电阻 R 上产生的焦耳热大于导体棒 MN 上产生的焦耳热

【答案】AD

【解析】

【详解】 MN 在运动过程中为非纯电阻, MN 上的电流瞬时值为

$$i = \frac{u - Blv}{R}$$

A. 当闭合的瞬间, $Blv = 0$, 此时 MN 可视为纯电阻 R , 此时反电动势最小, 故电流最大

$$I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{Q}{CR}$$

故 A 正确;

B. 当 $u > Blv$ 时, 导体棒加速运动, 当速度达到最大值之后, 电容器与 MN 及 R 构成回路, 由于一直处于通路的形式, 由能量守恒可知, 最后 MN 终极速度为零, 故 B 错误;

C. MN 在运动过程中为非纯电阻电路, MN 上的电流瞬时值为

$$i = \frac{u - Blv}{R}$$

当 $u = Blv$ 时, MN 上电流瞬时为零, 安培力为零此时, MN 速度最大, 故 C 错误;

D. 在 MN 加速度阶段, 由于 MN 反电动势存在, 故 MN 上电流小于电阻 R 上的电流, 电阻 R 消耗电能大于 MN 上消耗的电能 (即 $E_R > E_{MN}$), 故加速过程中, $Q_R > Q_{MN}$; 当 MN 减速为零的过程中, 电容器的电流和导体棒的电流都流经电阻 R 形成各自的回路, 因此可知此时也是电阻 R 的电流大, 综上分析可知全过程中电阻 R 上的热量大于导体棒上的热量, 故 D 正确。

故选 AD。

8. 地面上方某区域存在方向水平向右的匀强电场, 将一带正电荷的小球自电场中 P 点水平向左射出。小球所受的重力和电场力的大小相等, 重力势能和电势能的零点均取在 P 点。则射出后, ()

- A. 小球的动能最小时, 其电势能最大
- B. 小球的动能等于初始动能时, 其电势能最大
- C. 小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时, 其动能最大
- D. 从射出时刻到小球速度的水平分量为零时, 重力做的功等于小球电势能的增加量

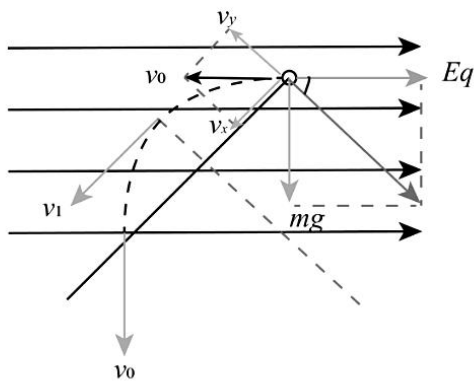
【答案】BD

【解析】

【详解】A. 如图所示

$$Eq = mg$$

故等效重力 G' 的方向与水平成 45° 。



当 $v_y = 0$ 时速度最小为 $v_{\min} = v_1$, 由于此时 v_1 存在水平分量, 电场力还可以向左做负功, 故此时电势能不是最大, 故 A 错误;

BD. 水平方向上

$$v_0 = \frac{Eq}{m}t$$

在竖直方向上

$$v = gt$$

由于

$$Eq = mg, \text{ 得 } v = v_0$$

如图所示, 小球的动能等于末动能。由于此时速度没有水平分量, 故电势能最大。由动能定理可知

$$W_G + W_{Eq} = 0$$

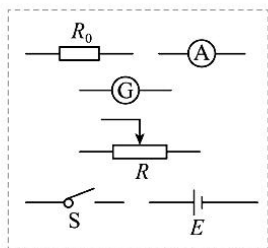
则重力做功等于小球电势能的增加量, 故 BD 正确;

C. 当如图中 v_1 所示时, 此时速度水平分量与竖直分量相等, 动能最小, 故 C 错误;

故选 BD。

三、非选择题:

9. 某同学要测量微安表内阻, 可利用的实验器材有: 电源 E (电动势 $1.5V$, 内阻很小), 电流表 (量程 $10mA$, 内阻约 10Ω), 微安表 (量程 $100\mu A$, 内阻 R_g 待测, 约 $1k\Omega$), 滑动变阻器 R (最大阻值 10Ω), 定值电阻 R_0 (阻值 10Ω), 开关 S , 导线若干。



(1) 在答题卡上将图中所示的器材符号连线, 画出实验电路原理图_____;

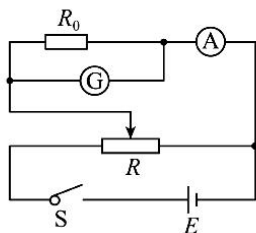
(2) 某次测量中, 微安表的示数为 $90.0\mu A$, 电流表的示数为 $9.00mA$, 由此计算出微安表内阻

$$R_g = \underline{\quad} \Omega.$$

【答案】 ①. 见解析 ②. 990Ω

【解析】

【详解】(1) [1]为了准确测出微安表两端的电压, 可以让微安表与定值电阻 R_0 并联, 再与电流表串联, 通过电流表的电流与微安表的电流之差, 可求出流过定值电阻 R_0 的电流, 从而求出微安表两端的电压, 进而求出微安表的内电阻, 由于电源电压过大, 并且为了测量多组数据, 滑动电阻器采用分压式解法, 实验电路原理图如图所示



(2) [2]流过定值电阻 R_0 的电流

$$I = I_A - I_G = 9.00\text{mA} - 0.09\text{mA} = 8.91\text{mA}$$

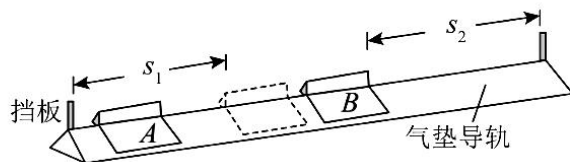
加在微安表两端的电压

$$U = IR_0 = 8.91 \times 10^{-2} \text{V}$$

微安表的内电阻

$$R_g = \frac{U}{I_G} = \frac{8.91 \times 10^{-2}}{90.0 \times 10^{-6}} \Omega = 990 \Omega$$

10. 利用图示的实验装置对碰撞过程进行研究。让质量为 m_1 的滑块 A 与质量为 m_2 的静止滑块 B 在水平气垫导轨上发生碰撞，碰撞时间极短，比较碰撞后 A 和 B 的速度大小 v_1 和 v_2 ，进而分析碰撞过程是否为弹性碰撞。完成下列填空：



(1) 调节导轨水平；

(2) 测得两滑块的质量分别为 0.510kg 和 0.304kg 。要使碰撞后两滑块运动方向相反，应选取质量为 _____ kg 的滑块作为 A；

(3) 调节 B 的位置，使得 A 与 B 接触时，A 的左端到左边挡板的距离 s_1 与 B 的右端到右边挡板的距离 s_2 相等；

(4) 使 A 以一定的初速度沿气垫导轨运动，并与 B 碰撞，分别用传感器记录 A 和 B 从碰撞时刻开始到各自撞挡板所用的时间 t_1 和 t_2 ；

(5) 将 B 放回到碰撞前的位置，改变 A 的初速度大小，重复步骤 (4)。多次测量的结果如下表所示；

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

t_1/s	0.49	0.67	1.01	1.22	1.39
t_2/s	0.15	0.21	0.33	0.40	0.46
$k = \frac{v_1}{v_2}$	0.31	k_2	0.33	0.33	0.33

(6) 表中的 $k_2 =$ _____ (保留 2 位有效数字);

(7) $\frac{v_1}{v_2}$ 的平均值为 _____; (保留 2 位有效数字)

(8) 理论研究表明, 对本实验的碰撞过程, 是否为弹性碰撞可由 $\frac{v_1}{v_2}$ 判断。若两滑块的碰撞为弹性碰撞,

则 $\frac{v_1}{v_2}$ 的理论表达式为 _____ (用 m_1 和 m_2 表示), 本实验中共值为 _____ (保留 2 位有效数字), 若该值与

(7) 中结果间的差别在允许范围内, 则可认为滑块 A 与滑块 B 在导轨上的碰撞为弹性碰撞。

【答案】 ①. 0.304 ②. 0.31 ③. 0.32 ④. $\frac{m_2 - m_1}{2m_1}$ ⑤. 0.33

【解析】

【详解】(2) [1]应该用质量较小的滑块碰撞质量较大的滑块, 碰后运动方向相反, 故选 0.304kg 的滑块作为 A。

(6) [2]由于两段位移大小相等, 根据表中的数据可得

$$k_2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{0.21}{0.67} = 0.31$$

(7) [3] $\frac{v_1}{v_2}$ 平均值为

$$\bar{k} = \frac{0.31 + 0.31 + 0.33 + 0.33 + 0.33}{5} = 0.32$$

(8) [4][5]弹性碰撞时满足动量守恒和机械能守恒, 可得

$$m_1 v_0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

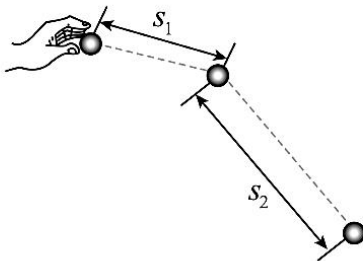
联立解得

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2 - m_1}{2m_1}$$

代入数据可得

$$\frac{v_1}{v_2} = 0.33$$

11. 将一小球水平抛出, 使用频闪仪和照相机对运动的小球进行拍摄, 频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光。某次拍摄时, 小球在抛出瞬间频闪仪恰好闪光, 拍摄的照片编辑后如图所示。图中的第一个小球为抛出瞬间的影像, 每相邻两个球之间被删去了 3 个影像, 所标出的两个线段的长度 s_1 和 s_2 之比为 $3:7$ 。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$, 忽略空气阻力。求在抛出瞬间小球速度的大小。



【答案】 $\frac{2\sqrt{5}}{5}\text{m/s}$

【解析】

【详解】频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光, 每相邻两个球之间被删去 3 个影像, 故相邻两球的时间间隔为

$$t = 4T = 0.05 \times 4\text{s} = 0.2\text{s}$$

设抛出瞬间小球的速度为 v_0 , 每相邻两球间的水平方向上位移为 x , 竖直方向上的位移分别为 y_1 、 y_2 , 根据平抛运动位移公式有

$$x = v_0 t$$

$$y_1 = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.2^2 \text{m} = 0.2\text{m}$$

$$y_2 = \frac{1}{2} g (2t)^2 - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (0.4^2 - 0.2^2) \text{m} = 0.6\text{m}$$

令 $y_1 = y$, 则有

$$y_2 = 3y_1 = 3y$$

已标注的线段 s_1 、 s_2 分别为

$$s_1 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$s_2 = \sqrt{x^2 + (3y)^2} = \sqrt{x^2 + 9y^2}$$

则有

$$\sqrt{x^2 + y^2} : \sqrt{x^2 + 9y^2} = 3 : 7$$

整理得

$$x = \frac{2\sqrt{5}}{5}y$$

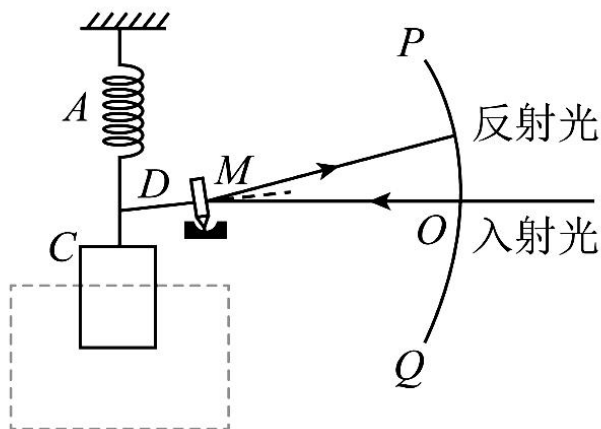
故在抛出瞬间小球的速度大小为

$$v_0 = \frac{x}{t} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$$

12. 光点式检流计是一种可以测量微小电流的仪器，其简化的工作原理示意图如图所示。图中 A 为轻质绝缘弹簧， C 为位于纸面上的线圈，虚线框内有与纸面垂直的匀强磁场；随为置于平台上的轻质小平面反射镜，轻质刚性细杆 D 的一端与 M 固连且与镜面垂直，另一端与弹簧下端相连， PQ 为圆弧形的、带有均匀刻度的透明读数条， PQ 的圆心位于 M 的中心使用前需调零，使线圈内没有电流通过时， M 竖直且与纸面垂直；入射细光束沿水平方向经 PQ 上的 O 点射到 M 上后沿原路反射。线圈通入电流后弹簧长度改变，使 M 发生倾斜，入射光束在 M 上的入射点仍近似处于 PQ 的圆心，通过读取反射光射到 PQ 上的位置，可以测得电流的大小。已知弹簧的劲度系数为 k ，磁场磁感应强度大小为 B ，线圈 C 的匝数为 N 。沿水平方向的长度为 l ，细杆 D 的长度为 d ，圆弧 PQ 的半径为 r ， $r \gg d$ ， d 远大于弹簧长度改变量的绝对值。

(1) 若在线圈中通入的微小电流为 I ，求平衡后弹簧长度改变量的绝对值 Δx 及 PQ 上反射光点与 O 点间的弧长 s ；

(2) 某同学用此装置测一微小电流，测量前未调零，将电流通入线圈后， PQ 上反射光点出现在 O 点上方，与 O 点间的弧长为 s_1 。保持其它条件不变，只将该电流反向接入，则反射光点出现在 O 点下方，与 O 点间的弧长为 s_2 。求待测电流的大小。



【答案】(1) $\frac{NBII}{k}$, $\frac{2NBIIr}{dk}$; (2) $\frac{dk(s_1+s_2)}{4NBIIr}$

【解析】

【详解】(1) 由题意当线圈中通入微小电流 I 时, 线圈中的安培力为

$$F = NBII$$

根据胡克定律有

$$F = NBII = k|\Delta x|$$

$$|\Delta x| = \frac{NBII}{k}$$

设此时细杆转过的弧度为 θ , 则可知反射光线转过的弧度为 2θ , 又因为

$$d \gg \Delta x, r \gg d$$

则

$$\sin\theta \approx \theta, \sin 2\theta \approx 2\theta$$

所以有

$$\Delta x = d\theta$$

$$s = r \cdot 2\theta$$

联立可得

$$s = \frac{2r}{d} \Delta x = \frac{2NBIIr}{dk}$$

(2) 因为测量前未调零, 设没有通电流时偏移的弧长为 s' , 当初始时反射光点在 O 点上方, 通电流 I 后根据前面的结论可知有

$$s_1 = \frac{2NBI'lr}{dk} + s'$$

当电流反向后有

$$s_2 = \frac{2NBI'lr}{dk} - s'$$

联立可得

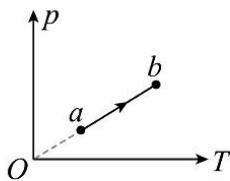
$$I' = \frac{4dk(s_1 + s_2)}{NBlr}$$

同理可得初始时反射光点在 O 点下方结果也相同, 故待测电流的大小为

$$I' = \frac{4dk(s_1 + s_2)}{NBlr}$$

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

13. 一定量的理想气体从状态 a 变化到状态 b , 其过程如 $p-T$ 图上从 a 到 b 的线段所示。在此过程中()



- A. 气体一直对外做功
- B. 气体的内能一直增加
- C. 气体一直从外界吸热
- D. 气体吸收的热量等于其对外做的功
- E. 气体吸收的热量等于其内能的增加量

【答案】BCE

【解析】

【详解】A. 因从 a 到 b 的 $p-T$ 图像过原点, 由 $\frac{pV}{T} = C$ 可知从 a 到 b 气体的体积不变, 则从 a 到 b 气体不对外做功, 选项 A 错误;

B. 因从 a 到 b 气体温度升高, 可知气体内能增加, 选项 B 正确;

CDE. 因 $W=0$, $\Delta U>0$, 根据热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q$$

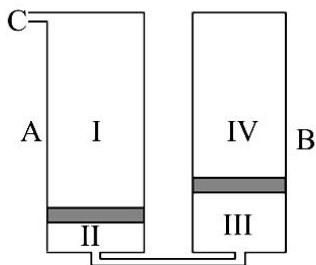
可知，气体一直从外界吸热，且气体吸收的热量等于内能增加量，选项 CE 正确，D 错误。

故选 BCE。

14. 如图，容积均为 V_0 、缸壁可导热的 A、B 两汽缸放置在压强为 p_0 、温度为 T_0 的环境中；两汽缸的底部通过细管连通，A 汽缸的顶部通过开口 C 与外界相通；汽缸内的两活塞将缸内气体分成 I、II、III、IV 四部分，其中第 II、III 部分的体积分别为 $\frac{1}{8}V_0$ 和 $\frac{1}{4}V_0$ 、环境压强保持不变，不计活塞的质量和体积，忽略摩擦。

(1) 将环境温度缓慢升高，求 B 汽缸中的活塞刚到达汽缸底部时的温度；

(2) 将环境温度缓慢改变至 $2T_0$ ，然后用气泵从开口 C 向汽缸内缓慢注入气体，求 A 汽缸中的活塞到达汽缸底部后，B 汽缸内第 IV 部分气体的压强。



【答案】(1) $T = \frac{4}{3}T_0$ ；(2) $p = \frac{9}{4}p_0$

【解析】

【详解】(1) 因两活塞的质量不计，则当环境温度升高时，IV 内的气体压强总等于大气压强，则该气体进行等压变化，则当 B 中的活塞刚到达汽缸底部时，由盖吕萨克定律可得

$$\frac{\frac{3}{4}V_0}{T_0} = \frac{V_0}{T}$$

解得

$$T = \frac{4}{3}T_0$$

(2) 设当 A 中的活塞到达汽缸底部时 III 中气体的压强为 p ，则此时 IV 内的气体压强也等于 p ，设此时 IV 内的气体的体积为 V ，则 II、III 两部分气体被压缩的体积为 $V_0 - V$ ，则对气体 IV

$$\frac{p_0 \cdot \frac{3V_0}{4}}{T_0} = \frac{pV}{2T_0}$$

对 II、III 两部分气体

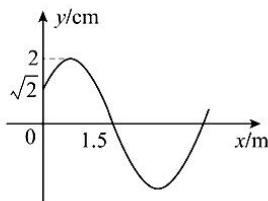
$$\frac{p_0 \left(\frac{V_0}{8} + \frac{V_0}{4} \right)}{T_0} = \frac{p(V_0 - V)}{2T_0}$$

联立解得

$$V = \frac{2}{3}V_0$$

$$p = \frac{9}{4}p_0$$

15. 一平面简谐横波以速度 $v = 2\text{m/s}$ 沿 x 轴正方向传播, $t = 0$ 时刻的波形图如图所示, 介质中平衡位置在坐标原点的质点 A 在 $t = 0$ 时刻的位移 $y = \sqrt{2}\text{cm}$, 该波的波长为 _____ m , 频率为 _____ Hz , $t = 2\text{s}$ 时刻, 质点 A _____ (填“向上运动”“速度为零”或“向下运动”).



【答案】 ①. 4 ②. 0.5 ③. 向下运动

【解析】

【详解】[1]设波的表达式为

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi\right)$$

由题知 $A = 2\text{cm}$, 波图像过点 $(0, \sqrt{2})$ 和 $(1.5, 0)$, 代入表达式有

$$y = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$$

即

$$\lambda = 4\text{m}$$

[2]由于该波的波速 $v = 2\text{m/s}$, 则

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2}{4}\text{Hz} = 0.5\text{Hz}$$

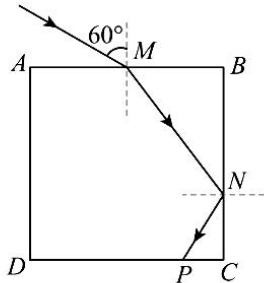
[3]由于该波的波速 $v = 2\text{m/s}$, 则

$$T = \frac{\lambda}{v} = 2\text{s}$$

由于题图为 $t = 0$ 时刻的波形图, 则 $t = 2\text{s}$ 时刻振动形式和零时刻相同, 根据“上坡、下坡”法可知质点 A 向下运动。

16. 如图, 边长为 a 的正方形 $ABCD$ 为一棱镜的横截面, M 为 AB 边的中点。在截面所在平的, 一光线自 M

点射入棱镜，入射角为 60° ，经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射，反射光线从 CD 边的 P 点射出棱镜，求棱镜的折射率以及 P 、 C 两点之间的距离。



【答案】 $n = \frac{\sqrt{7}}{2}$, $PC = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$

【解析】

【详解】光线在 M 点发生折射有

$$\sin 60^\circ = n \sin \theta$$

由题知，光线经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射，则

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

$$C = 90^\circ - \theta$$

联立有

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$n = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

根据几何关系有

$$\tan \theta = \frac{MB}{BN} = \frac{a}{2BN}$$

解得

$$NC = a - BN = a - \frac{a}{\sqrt{3}}$$

再由

$$\tan \theta = \frac{PC}{NC}$$

解得

名校综合评价介绍

名校综合评价致力于提供综合评价、三位一体、新高考生涯规划、志愿填报等政策资讯服务。总部坐落于北京，用户群体涵盖全国 80% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取高中升学报考相关资讯及备考指南，请关注**名校综合评价**官方微信号：**mxzhpj**。

