

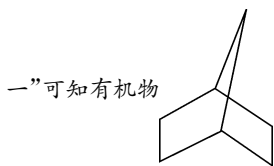
理科综合参考答案

一、二选择题(本题共 21 小题,每小题 6 分,共 126 分)

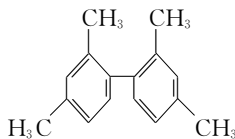
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	C	C	B	B	A	B	C	A	C	D	D
题号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
答案	B	D	C	B	D	A	D	BC	BCD	AC	

- C 【解析】**水稻根细胞吸收水的速率大于吸收 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 速率,溶液体积减小,所以培养液中的 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 浓度才会增高。水稻根细胞吸收 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 的方式是主动运输,需要载体蛋白而非通道蛋白的参与,降低温度会影响到呼吸作用供能,从而影响 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 的吸收。
- C 【解析】**该生物的次级精母细胞含有 3 或 6 条染色体,A 错误。由于不确定 A/a、B/b 基因的位置关系,a~d 的基因型可能为 AB、AB、aB、ab,也可能为 AB、Ab、aB、aB,B 错误。初级精母细胞经过了 DNA 复制,其所含基因刚好是体细胞的两倍。该初级精母细胞中只有一个 b,说明该细胞发生了基因突变,C 正确。精细胞形成后不能直接参与受精作用,精细胞经过变形成为精子才能参与受精作用,D 错误。
- B 【解析】**①为转录,有磷酸二酯键的形成,无磷酸二酯键的断裂;②为前体 RNA 的修饰,有磷酸二酯键的断裂和形成;④为异常 RNA 的水解,需要 RNA 酶的参与,其作用是断裂 RNA 上的磷酸二酯键,使之变成核苷酸,并无磷酸二酯键的形成,故 B 错误,D 正确。
- B 【解析】** F_1 中灰身:黑身=2:1,确定基因位于常染色体上且 AA 纯合致死,红眼:白眼=3:1,且白眼全部是雄性,确定 B/b 位于 X 染色体上,双亲的基因型为 $AaX^B Y \times AaX^B X^b$, F_1 中无 AA 个体,B 错误; F_1 中的灰身红眼雌果蝇与灰身白眼雄果蝇杂交, F_2 中为(2 灰:1 黑)×(3 红:1 白)=灰身红眼:灰身白眼:黑身红眼:黑身白眼=6:2:3:1,D 正确。
- A 【解析】**稳态包括组成成分和理化性质,如果只有组成成分达到稳态,机体不一定就处于稳态,A 错。
- B 【解析】**标志重捕法理论计算公式: $N(\text{种群个体数}) = M(\text{标记个体数}) \times \frac{n \text{ 重捕个体数}}{m \text{ 重捕中标记个体数}}$,若田鼠在被捕捉过一次后更难捕捉,即 m 值减小, N 值会增大,B 项错误。采用样方法可调查塞罕坝林场落叶松人工林的不同年龄组(如 5 年、10 年、15 年等)的生物量,C 正确。
- C 【解析】**不一定需要每天吃药,A 错误;“84 消毒液”的有效成分是次氯酸钠,B 错误;C 正确;75%指的是体积分, D 错误。
- A 【解析】**石墨炔是全碳分子,不属碳氢化合物,选项 A 不正确;石墨炔是全碳分子,属碳的单质,与金刚石互为同素异形体,选项 B 正确;石墨炔具有优良的化学稳定性和半导体性能,可代替半导体材料硅在电子产品中得到应用,选项 C 正确;石墨炔孔径略大于 H_2 分子的直径,可作分子筛让小分子 H_2 通过,达到提纯的目的,选项 D 正确。
- C 【解析】**离子半径大小判断原则是先看电子层数,“层大径大”,然后看核电荷数,其越大半径越小。W、X、Z 形成的简单离子分别为 F^- 、 Al^{3+} 、 Cl^- ,根据离子半径判断原则分析,可知 $F^- > Al^{3+}$,A 项错误;简单阴离子的还原性的判断规律是该元素的非金属性越强,则对应简单离子失电子越难,还原性越弱。W、Y、Z 分别是 F、S、Cl,根据上述原则,非金属性 $F > Cl > S$,因而对应简单离子还原性是 $F^- < Cl^- < S^{2-}$,即 $W < Z < Y$,B 项错误;X、Z 的最高价氧化物的水化物分别是 $Al(OH)_3$ 和 $HClO_4$,两者可以发生酸碱中和反应,C 项正确;X、Y、W 分别为 Al、S、F,其中 F 无正价,因而 D 项错误。
- D 【解析】**构成原电池的条件是使自发的氧化还原反应分别在两极上发生,此装置氧化反应与还原反应都在左侧烧杯发生,右侧烧杯不发生反应,不能构成原电池,应该将烧杯中两溶液对调,A 不符合题意;加热 $AlCl_3$ 饱和溶液,促进 $AlCl_3$ 水解生成氢氧化铝沉淀,不能制备 $AlCl_3$,B 不符合题意;C. 图 I 产生喷泉是利用氨气极易溶于水,使烧瓶内压强迅速减小,烧杯中液体迅速上升产生喷泉,图 II 是锥形瓶内发生反应产生的气体,将液体压入烧瓶,产生了喷泉,原理不相同,C 不符合题意;D. 酸性 $KMnO_4$ 溶液紫色变浅或褪色,证明 SO_2 具有还原性,D 符合题意。

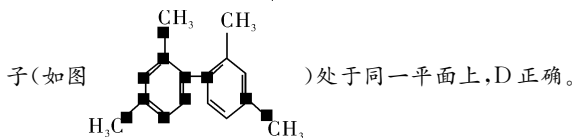
11. D 【解析】2-苯基丙烯的官能团为碳碳双键,能够与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应,使之褪色,A 错误;苯分子中碳原子间化学键不是单键与双键交替,苯的邻位二元取代物只有一种,B 错误;C. 根据“定一议一”可知有机物



的二氯代物有 10 种,C 错误;



的分子中至少有 11 个碳原



12. B 【解析】根据图示,三价铁离子在左端电极得到电子转化为亚铁离子,发生还原反应,左端电极为阴极,则 A 为电源负极,B 为电源正极,右端电极为阳极。根据上述分析,电源的 A 极为负极,故 A 正确;每消耗 0.1 mol O_2 ,阴极上共得到 0.3 mol 电子,生成 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{OH}^-$,同时阳极失去 0.3 mol 电子,生成 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{OH}^-$,所以应当共生成 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{OH}^-$,故 B 错误;与电源 B 极相连电极为阳极,根据图示,水在阳极上失电子产生羟基自由基($\cdot \text{OH}$),电极反应式为 $\text{H}_2\text{O} - \text{e}^- = \text{H}^+ + \cdot \text{OH}$,故 C 正确;依题可知电解产生的 H_2O_2 与 Fe^{2+} 发生反应生成的羟基自由基($\cdot \text{OH}$)和 $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$,故两者的反应方程式为: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe}(\text{OH})^{2+} + \cdot \text{OH}$,因此 D 正确。

13. D 【解析】z 点滴定分数为 1,即恰好完全反应,此时溶液中溶质为 NaA,水的电离程度最大, z 点之前溶液存在 HA 抑制水的电离, z 点之后溶液中存在 NaOH 抑制水的电离,所以 z 点后存在某点,溶液中的水的电离程度和 y 点的相同,故 A 正确;HA 的电离平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA})}$,设 HA 的量为 1, y 点的滴定分数为 0.91, $\text{pH} = 7$,溶液中电荷守恒得到 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) = 0.91 \text{ mol/L}$,则, $c(\text{HA}) = (1 - 0.91) \text{ mol/L} = 0.09 \text{ mol/L}$,平衡常数 $K = \frac{10^{-7} \times 0.91}{0.09} \approx 10^{-6}$,设 0.1 mol/L 的 HA 溶液中 $c(\text{H}^+) = a \text{ mol/L}$,则 $K = \frac{a \cdot a}{0.1 - a} = 10^{-6}$,解得 a 约为 $10^{-3.5} \text{ mol/L}$, pH 约为 3.5,故 B 正确; z 点滴定分数为 1 即恰好完全反应,此时溶液中溶质为 NaA,根据电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$,此时溶液呈碱性,即氢氧根浓度大于氢离子浓度,所以 $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-)$,故 C 正确; x 点处的溶液中溶质为 HA 和 NaA,且二者物质的量相等,存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$,物料守恒: $2c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{HA})$; 二式消掉钠离子可得: $c(\text{HA}) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$,此时溶液呈酸性,即 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,所以 $c(\text{HA}) + c(\text{H}^+) < c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$,故 D 错误。

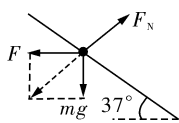
14. C 【解析】由 $-eU = E_2 - E_1 = \frac{E_1}{4} - E_1$,得 $U = \frac{3E_1}{4e}$ 。

15. B 【解析】由 $\begin{cases} \rho \frac{4}{3} \pi r^3 g = 2e \frac{U}{d}, \\ \rho \frac{4}{3} \pi (2r)^3 g = ne \frac{4U}{d}, \end{cases}$ 得 $n = 4$

17. A 【解析】设两电荷绕 O 点匀速转动角速度为 ω , $I = \frac{q}{T} = \frac{q\omega}{2\pi}$,说明两环形电流大小相同,但两电流方向相反,按距 O 近的 $+q$ 分析, O 点磁感应强度方向向上。

18. D 【解析】A、B 发生弹性碰撞,碰后 A 的速度为: $v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} 2v_0 + \frac{2m_B}{m_A + m_B} (-v_0)$ (取向右为正),得 $v_A = -2v_0$ 。

19. BC 【解析】AB 杆保持竖直,在 B 端受的力只能是竖直方向, AB 杆给 BC 杆的作用力竖直向上,则 AB 杆在 B 端受 BC 杆的作用力竖直向下,分析小球受力如图,则有 $F = mg \tan 37^\circ$, 则 $F = 15 \text{ N}$ 。



20. BCD 【解析】对 A、B 组成的双星系统有:

$$\frac{G \cdot 2m \cdot m}{d^2} = 2m \cdot \omega_A^2 R_A = m\omega_B^2 R_B, \omega_A = \omega_B, R_A + R_B = d$$

$$\text{则 } T_A = T_B, R_B = 2R_A = \frac{2}{3}d, v_B = 2v_A,$$

$$E_{kA} = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2 = \frac{Gm^2}{3d}, E_{kB} = \frac{2Gm^2}{3d^2} = 2E_{kA}.$$

21. AC **【解析】**设线框边长为 l , 电阻为 R , 某时刻上边位置为 y ,

$$\text{则 } E = [B_0 + k(y + l)]lv - [B_0 + ky]lv = kl^2 v,$$

上式说明产生感应电动与线框位置无关,

两线框受安培力作用都是竖直向上,

$v_1 = v_2$ 时, 两线框中感应电流大小相等, 受安培力也相等; $v_1 > v_2$ 时, 则甲的感应电流更大。最终状态都是安培力与重力平衡, 故最终两杆以相同大小的速度竖直下落。

三、非选择题

(一) 必考题: 共 129 分。

22. (6 分) (1) d (2 分)

(2) B (2 分)

(3) B (2 分)

23. (9 分) (1) 图略(图线基本正确, 第 4 个点明显不在线上, 即可得 2 分)

(2) 1.0 (0.96 ~ 1.04) (2 分) 0.69 (0.65 ~ 0.73) (3 分)

(3) 小球释放位置与其他次实验不同(低于其他次实验) (2 分, 合理可给分)

24. (14 分) **【解析】**(1) 在加速电场中

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$U = 1.0 \times 10^3 \text{ V} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

(2) 粒子在磁场中运动周期:

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$t = \frac{1}{6}T = \frac{\pi m}{3qB} \approx 1.0 \times 10^{-6} \text{ s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 由 } Bqv = m \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{粒子运动的轨道半径 } R = \frac{mv}{Bq} = 0.10 \text{ m} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{圆形磁场的半径为 } r = R \tan 30^\circ \approx 0.058 \text{ m} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

25. (18 分) **【解析】**(1) 电势能为 E_1 时最大, 所以应是电荷 q_1 对小球做负功和正功的分界点, 即应该是图中 Q (过 q_1 作的 ON 的垂线)。

$$x_1 = a \cos 37^\circ \times \frac{1}{2} \cos 37^\circ = 0.32 \text{ m} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

根据图象得到 $mgh = E_1$,

$$m = \frac{E_1}{gx_1 \sin 37^\circ} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ kg} \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

(2) 小球受到重力 G 、库仑力 F , 其合力沿杆向下。

故小球的加速度为 $a = g \sin 37^\circ = 6.0 \text{ m/s}^2$ (2 分)

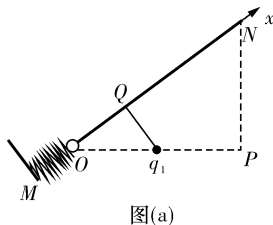
$$k \frac{q_1 q_2}{\left(\frac{1}{2}OP \sin 37^\circ\right)^2} = mg \cos 37^\circ \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$q_2 = \frac{mg \cos 37^\circ \left(\frac{1}{2}OP \sin 37^\circ\right)^2}{kq_1} = 2.56 \times 10^{-6} \text{ C} \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

(3) 对 O 到 N , 小球离开弹簧后到达 N 点的速度为零, 根据能量守恒, 得到

$$E_p + E_0 = E_2 + mgh_{NP} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$E_p = E_2 + mgh_{NP} - E_0 = 5.49 \times 10^{-3} \text{ J} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$



(4)根据能量守恒有: $E_p + E_0 = 2E_1 + E_k$

$E_k = 2.80 \times 10^{-3} \text{ J}$ (2分)

26. (14分, 每空2分)

(1) SiO_2

(2) 使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 均完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀除去, 而 Cr^{3+} 不沉淀

(3) $3\text{NaBiO}_3 + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Na}^+ + 3\text{Bi}(\text{OH})_3$

(4) $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 0.1 mol

(5) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

(6) 13.9

【解析】I. (1) A 为不溶于硫酸的固体, 只能为 SiO_2 。

(2) 根据表格数据分析, 步骤③加的试剂为氢氧化钠溶液, 此时溶液 pH 要调到 5 的目的是使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 均完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去, 而铬离子不沉淀。

(3) 在溶液 E 中加入 NaBiO_3 和 NaOH , 发生氧化还原反应, 生成沉淀 $\text{Bi}(\text{OH})_3$, 反应的离子方程式为 $3\text{NaBiO}_3 + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Na}^+ + 3\text{Bi}(\text{OH})_3$ 。

(4) 由图象可知加入 NaOH 200 mL 时沉淀完全, 此时溶液溶质为 Na_2SO_4 , 则 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \times$

$5 \text{ mol/L} \times 0.2 \text{ L} = 0.5 \text{ mol}$, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.5 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 2.5 \text{ mol/L}$, 加入 NaOH 溶液体积为 200~240 mL 时发生化

学反应方程式为: $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 从而有: $n[\text{Al}(\text{OH})_3] = n(\text{NaOH}) = 5 \text{ mol/L} \times 0.04 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$, 从 20 mL 到 200 mL, 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, $n[\text{Fe}(\text{OH})_3] = \frac{0.18 \text{ L} \times 5 \text{ mol/L} - 0.2 \text{ mol} \times 3}{3} = 0.1 \text{ mol}$, 所以固体 D 中含 Fe 化合物的物质的量为 0.1 mol。

II. (5) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 有较强氧化性, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中 Fe^{2+} 有一定的还原性, 在酸性介质中发生氧化还原反应, 由实验流程可知, 第①步反应中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 自身被还原为 Cr^{3+} , 根据元素守恒及所处环境可知, 还应生成水, 反应离子方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 1 L 废水中含 $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 根据 Cr 原子、Fe 原子守恒, 可得 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 4\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{1.5}\text{FeO}_4 \sim 10\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 所以理论上 $n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 10 = 0.05 \text{ mol}$, 所以 $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.05 \text{ mol} \times 278 \text{ g/mol} = 13.9 \text{ g}$ 。

27. (14分, 除标明外, 其余每空2分)

(1) 球形冷凝管(1分)

(2) j-i-e-f(1分) 饱和食盐水(1分) $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{SO}_2 \xrightarrow{60 \sim 65^\circ\text{C}} \text{POCl}_3 + \text{SOCl}_2$

(3) 温度太高, PCl_3 、 SO_2 会大量挥发, 导致产量降低; 温度太低, 反应速率会变慢

(4) ①b(1分) 当最后一滴标准 KSCN 溶液滴入时, 溶液变为红色, 且半分钟不褪去

②防止在滴加 KSCN 时将 AgCl 沉淀转化为 AgSCN 沉淀

③75.99%或76%

【解析】(1) 根据仪器的结构和性能可知仪器甲的名称为球形冷凝管。

(2) 装置 A 制得的氯气中混有挥发的 HCl 和水蒸气, 需要经过 F 装置内的饱和食盐水除去 HCl 、再利用 D 装置内的浓硫酸干燥, 然后才可通入装置 B 中, 装置 C 中制得的 SO_2 , 需要通过 E 中 P_2O_5 或硅胶干燥后再通入装置 B 中制备 POCl_3 , 则以上仪器接口连接的顺序为 a→j→i→e→f→b→c←g←h←d, 装置 B 中生成 POCl_3 时发生反应的化学方程式为 $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{SO}_2 \xrightarrow{60 \sim 65^\circ\text{C}} \text{POCl}_3 + \text{SOCl}_2$ 。

(3) B 中反应温度控制在 $60 \sim 65^\circ\text{C}$, 其原因是: 温度太低, 反应速率会太慢; 温度太高, PCl_3 、 SO_2 会大量挥发 (PCl_3 的沸点为 76.1°C), 从而导致产量降低。

(4) ①以 Fe^{3+} 为指示剂, 当 KSCN 将过量的 Ag^+ 完全沉淀时, 再滴入一滴 KSCN 溶液与 Fe^{3+} 作用, 溶液变红色, 所以滴定选用的指示剂是 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, 滴定终点的现象为: 当最后一滴标准 KSCN 溶液滴入时, 溶液变为红色, 且半分钟不褪去。

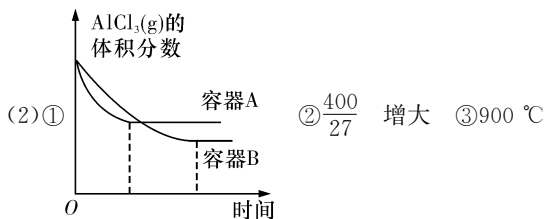
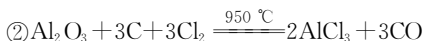
②硝基苯是难溶于水且密度大于水的液体, 用硝基苯覆盖沉淀的目的是: 使生成的沉淀与溶液隔离, 避免滴定过程中 SCN^- 与 AgCl 沉淀反应转化为 AgSCN 沉淀。

③ $n(\text{AgNO}_3)_{\text{过量}} = n(\text{KSCN}) = 0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} = 0.002 \text{ mol}$, 沉淀 10.00 mL 溶液中的 Cl^- 消耗的 AgNO_3 物质的量为 $3.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} - 0.002 \text{ mol} = 0.03 \text{ mol}$, 根据 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 和 Cl^- 守恒, 样品中 $n(\text{POCl}_3) = \frac{0.03 \text{ mol}}{3} \times \frac{100.00 \text{ mL}}{10.00 \text{ mL}} = 0.1 \text{ mol}$, $m(\text{POCl}_3) = 0.1 \text{ mol} \times 153.5 \text{ g/mol} = 15.35 \text{ g}$, 产品中

POCl_3 的百分含量为 $\frac{15.35 \text{ g}}{20.20 \text{ g}} \times 100\% = 75.99\%$ 。

28. (15 分, 除标明外, 其余每空 2 分)

(1) ① $(b-a)$ (1 分)



(3) ① 铝电极 ② $4\text{Al}_2\text{Cl}_7^- + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} + 7\text{AlCl}_4^-$

【解析】(1) ① 已知反应 I: $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{AlCl}_3(\text{g}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{AlCl}(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

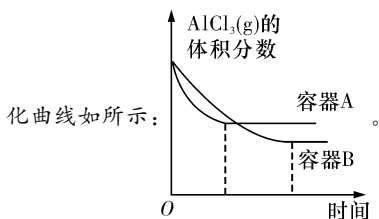
反应 II: $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 III: $3\text{AlCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{l}) + \text{AlCl}_3(\text{g}) \quad \Delta H_3$

根据盖斯定律, 由 II - I 得反应 III: $3\text{AlCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{l}) + \text{AlCl}_3(\text{g}) \quad \Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = (b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

② 950°C 时, 铝土矿与足量的焦炭和 Cl_2 反应可制得 AlCl_3 , 同时高温条件下生成一氧化碳, 反应的化学方程式是 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} + 3\text{Cl}_2 \xrightleftharpoons{950^\circ\text{C}} 2\text{AlCl}_3 + 3\text{CO}$ 。

(2) ① 向图 1 所示的等容积 A、B 密闭容器中加入足量的 Al 粉, 再分别充入 $1 \text{ mol AlCl}_3(\text{g})$, 在相同的高温下进行反应。图 2 表示 A 容器内的 $\text{AlCl}_3(\text{g})$ 体积分数随时间的变化图, B 容器内体积可变, 正反应为气体体积增大的反应, 随着反应的进行气体总量增大, 相对于容器 A 则容器 B 压强减小, 反应速率减慢且平衡向气体体积增大的正反应方向移动, 平衡时 $\text{AlCl}_3(\text{g})$ 的体积分数减小, 在图 2 中画出 B 容器内 $\text{AlCl}_3(\text{g})$ 体积分数的变化曲线如所示:



② 1100°C 时, 向 2 L 密闭容器中通入 $3 \text{ mol AlCl}(\text{g})$, 发生反应: $3\text{AlCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{l}) + \text{AlCl}_3(\text{g})$ 。已知该温度下 $\text{AlCl}(\text{g})$ 的平衡转化率为 80% , 根据三段式有:



开始时浓度(mol/L) 1.5 0

改变的浓度(mol/L) 1.2 0.4

平衡时浓度(mol/L) 0.3 0.4

则该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{AlCl}_3)}{c^3(\text{AlCl})} = \frac{0.4}{0.3^3} = \frac{400}{27}$; 平衡后再加入反应物, 相当于加压, 平衡正向移动, 故答案为增大。

③ 加入 $3 \text{ mol AlCl}(\text{g})$, 在不同压强下发生反应, 温度对产率的影响如图 3 所示。反应选择温度为 900°C , 原因是 900°C 时, 产率已经较高, 升高温度产率增幅不大, 但能耗升高, 经济效益降低。

(3) ① 放电时, 铝电极为负极, AlCl_4^- 向负极方向移动。

② 电池充电时, 阴极上 Al_2Cl_7^- 得电子产生铝和 AlCl_4^- , 电极反应式为 $4\text{Al}_2\text{Cl}_7^- + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} + 7\text{AlCl}_4^-$ 。

29. (除标明外,每空 2 分,共 8 分)

- (1)细胞质基质、线粒体、叶绿体/类囊体薄膜
- (2)下降 蓝紫光和红(未答全不得分) CO_2 (1 分)
- (3)光照强度(1 分)

【解析】(1)当遮光率达到 90%时,由于铁线莲净光合作用等于 0,所以光合作用固定的 CO_2 量等于细胞呼吸产生的 CO_2 量。此时,叶肉细胞中同时进行光合作用和呼吸作用,因而产生 ATP 的场所:细胞质基质、线粒体、叶绿体/类囊体薄膜。

(2)当遮光率达到 10%以上时,随着遮光比例增加,叶绿素含量增加,其中叶绿素 a 含量与叶绿素 b 含量之比下降,说明叶绿素 b 含量增加更多。由此推测,这是对弱光环境的一种适应。叶绿素含量增加,对蓝紫光和红光的吸收能力增强,有利于提高植株在弱光条件下的捕光能力,利于光合作用的进行。与 10%遮光处理相比,不遮光处理的植株干重和净光合速率均更小,可能原因之一是:植物蒸腾作用更强,保卫细胞失水过多,导致气孔关闭, CO_2 吸收减少。

(3)遮光 70%与对照组相比,光照强度显著下降,导致其光合速率显著下降,进而导致净光合速率显著下降。

30. (除标明外,每空 1 分,共 11 分)

- (1)反射 3
- (2)兴奋性 抑制性 防止运动神经元过度兴奋(或防止兴奋性活动集中在某些运动单位上)(2 分)
- (3)(下丘脑)渗透压感受器 神经—体液[神经和体液/(负)反馈](2 分)
- (4)B(2 分)

【解析】该题为一道信息题,图象同学们都见过,似乎还比较熟悉,但每一问的信息又比较多,感觉有点难,实际它的落脚点都是我们平常的基础点。

- (1)要求同学们记得神经调节的基本方式为反射,以及完整的突触结构应包括突触前膜、突触间隙和突触后膜。
- (2)根据题干信息要同学们判断兴奋性递质和抑制性递质,这个比较容易。为什么在运动时需要闰绍细胞介导,也就是防止运动过度。
- (3)该问考的是内环境渗透压变化时,首先是感受器兴奋,然后通过调节又回到正常,说明该过程存在负反馈调节,同样也可以说是神经—体液调节。
- (4)根据题干给的神经垂体和腺垂体的定义,要同学们判断哪些是腺垂体,哪些是神经垂体,看似比较难,实际还是要同学们记得各种激素的合成与分泌场所,A、C、D 三项的激素都是对应腺体所分泌的,只有 B 项的抗利尿激素是由下丘脑细胞合成,通过下丘脑—垂体束(即神经垂体)与垂体直接相连,通过垂体释放,B 正确。

31. (除标明外,每空 1 分,共 10 分)

- (1)(生态系统的)组成成分和营养结构(组成成分、食物链和食物网)(2 分)
- (2)物质循环 实现能量的多级利用,从而大大提高能量的利用率(使能量得到最有效的利用)(2 分)
- (3)5 调节种间关系,维持生态系统稳定 减少 农作物的能量更多地流向蝗虫,使农作物中的能量更多地通过较长的食物链流向鹰,鹰获得的能量减少(或答农作物的能量更多地流向蝗虫,鹰通过较短的食物链获得的能量少,故鹰的数量少)(合理即可)(2 分)

【解析】(3)图 2 中共有 5 条食物链,食物链上相邻物种的某些个体行为与种群特征为对方提供了大量的有用信息,如鹰捕食野兔及野兔躲避被捕的过程中都存在信息传递,这体现出信息传递在调节种间关系、维持生态系统的稳定方面有着重要作用;当因气候原因农田出现蝗灾时,农作物中的能量更多地流向蝗虫,并通过较长的食物链流向鹰,鹰获得的能量减少,其数量将减少。

32. (除标明外,每空 1 分,共 10 分)

- (1)随机性
- (2)等于 自私基因只在杂合子中起作用,对纯合子无影响(2 分)
- (3)四 $1/7$ (2 分)
- (4)会 预计 B、D 的基因频率会增大(预计基因频率发生改变)(2 分)

【解析】B、D 是两个不同的基因,体现出的是基因的随机性;由于自私基因只有杂合子中才会影响子囊孢子的存活率,在纯合子中并不受影响,所以 BB 和 bb 所产生的子囊孢子存活率并不受影响,两种存活率相同;若杂合子中不含“自私基因”的子囊孢子存活率是正常配子的 $1/2$,而 B、D 基因效果相同但无累加效应,所以 BbDd 产生的四种配子中,BD : Bd : bD : bd = 2 : 2 : 2 : 1,所以 bd 占 $1/7$;由于“自私基因”的存在,杂合子产生配子中 B、

D 的概率会增大,所以种群的基因频率发生改变,即种群进化了。

(二)选考题:共 45 分。请考生从给出的 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答,并将所选题目的题号写在相应位置上。注意所做题目的题号必须与所选题号一致,在答题卡选答区域指定位置答题。如果多做,则每学科按所做的第一题计分。

33. (15 分)(1)不变(1 分) 气体对外做功(1 分) $p_A V_A (\frac{T_B}{T_A} - 1)$ (2 分) 吸收(1 分)

(2)(10 分)【解析】①设金属筒横截面积为 $S(\text{cm}^2)$, $p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 18S \text{ cm}^3$, $V_2 = 20S \text{ cm}^3$ 。

根据玻意耳定律, $p_1 V_1 = p_2 V_2$,

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 18S}{20S} \text{ Pa} = 0.9 \times 10^5 \text{ Pa} \dots\dots\dots (5 \text{ 分})$$

② $V_2 = 20S \text{ cm}^3$, $T_2 = 300 \text{ K}$, $V_3 = 18S \text{ cm}^3$, 根据盖—吕萨克定律得到,

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}, T_3 = \frac{V_3 T_2}{V_2} = \frac{18 \times 300}{20} \text{ K} = 270 \text{ K},$$

$$t = -3 \text{ }^\circ\text{C} \dots\dots\dots (5 \text{ 分})$$

34. (15 分)(1)(5 分)ABE

(2)(10 分)【解析】设光线 II 的入射角和折射角分别为 i 和 r , 在 $\triangle bOd$ 中, $bd =$

$$\sqrt{(Ob)^2 + (Od)^2} = \frac{\sqrt{17}}{4} R$$

$$\text{即: } \sin r = \frac{Od}{bd} = \frac{\sqrt{17}}{17} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{由折射定律有 } n = \frac{\sin i}{\sin r} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{即 } \sin i = \frac{\sqrt{17}}{17} n \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

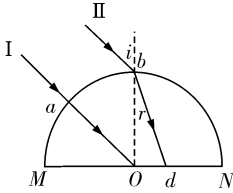
$$\text{又因为光线 I 与光线 II 平行,且在 O 点恰好发生全反射,有 } \sin i = \frac{1}{n} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{所以 } \frac{\sqrt{17}}{17} n = \frac{1}{n}, \text{从而得到 } n = \sqrt[4]{17} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

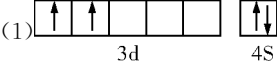
$$\text{光在玻璃中的传播的速度为 } v = \frac{c}{n}$$

$$\text{光线 II 在玻璃中的传播时间为 } t = \frac{bd}{v}$$

$$\text{得: } t = \frac{\sqrt{17}}{4} \sqrt[4]{17} \frac{R}{c} = \frac{17^{\frac{5}{4}} R}{4c} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$



35. (15 分,除标明外,其余每空 2 分)



(2) K^+ 失去的是全充满的 $3p^6$ 电子, Ti^+ 失去的是 $4s^1$ 电子, 相对较易失去, 故 $I_2(Ti) < I_2(K)$

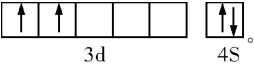
(3) ①6(1 分) sp^3 , sp^2 (1 分) ②bd

(4) 三者均为分子晶体, 组成与结构相似, 随着相对分子质量增大, 分子间作用力增大, 熔沸点升高

(5) TiO^{2+} 正四面体(1 分)

$$(6) \sqrt[3]{\frac{31}{\rho N_A}} \times 10^{10}$$

【解析】(1)基态 Ti 原子的质子数为 22, $3d$ 能级上有 2 个电子、 $4s$ 能级上有 2 个电子, 则其价电子轨道表示式为



(2) I_2 表示得失第二电离能。 K^+ 失去的是全充满的 $3p^6$ 电子, Ti^+ 失去的是 $4s^1$ 电子, 相对较易失去, 故 $I_2(Ti) < I_2(K)$ 。

(3) ①由图知钛的配位数为 6, 甲基上碳原子为四面体构型, 杂化类型为 sp^3 , 环上碳碳双键为平面型, 碳原子为

sp² 杂化;②钛与周围原子形成配位键,而其余非金属元素间为共价键。

(4)TiCl₄、TiBr₄、TiI₄ 三者均为分子晶体,组成与结构相似,随着相对分子质量增大,分子间作用力增大,熔沸点升高。

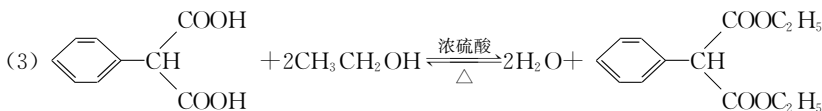
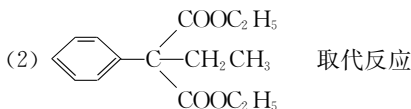
(5)每个 O 原子被两个 Ti 原子共用、每个 Ti 原子被两个 O 原子共用,利用均摊法计算二者原子个数之比为 1:1;Ti 元素为 +4 价、O 元素为 -2 价,据此书写其化学式为 TiO²⁺;阴离子为硫酸根,其价层电子对数 = $4 + \frac{6 - 4 \times 2 + 2}{2} = 4$,为正四面体构型。

(6)由均摊法可计算出一个晶胞中有 4 个 TiN,设晶胞中 Ti 原子与 N 原子的最近距离为 x pm,则 $\rho = \frac{m}{V} =$

$$\frac{NM}{N_A(2x)^3}, \text{TiN 的摩尔质量为 } 62 \text{ g/mol, 解出 } x = \sqrt[3]{\frac{31}{\rho N_A}} \times 10^{10} \text{ pm}。$$

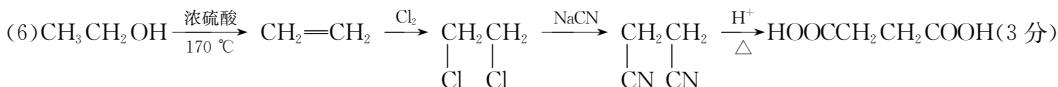
36. (15 分,除标明外,其余每空 2 分)

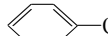
(1)一氯甲苯



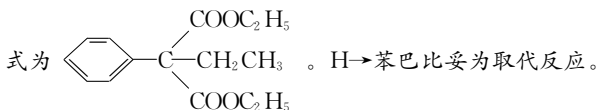
(4) cd

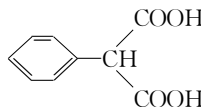
(5) 4

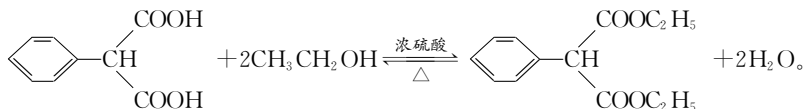


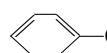
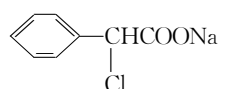
【解析】(1)由 A→B→C 和“已知”可知 B 为 -CH₂Cl, 故 B 为一氯甲苯。

(2)由“G→H→苯巴比妥”,比较 G、苯巴比妥结构,可知 H 中有一-CH₂CH₃, 且知-CH₂CH₃ 位置。H 的结构简

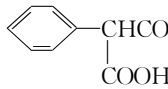


(3)流程图中,据“已知”和 E 结构可知 F 为 -CH, 则 F→G 的化学方程式为

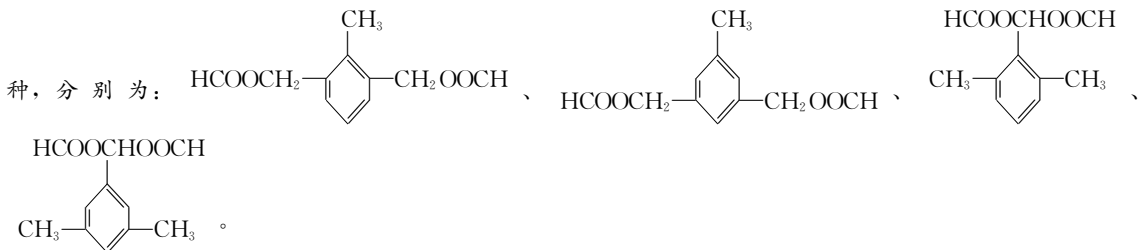


(4)a. B 为 -CH₂Cl, 核磁共振氢谱有 4 组峰, a 错误; b. 化合物 E -CHCOONa 分子中-Cl 无

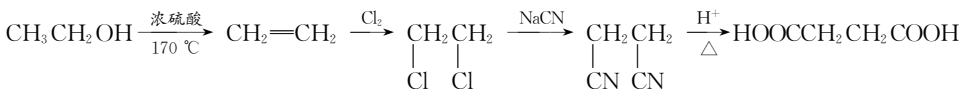
β-H, 不能发生消去反应, b 错误; c. 一定条件下尿素[CO(NH₂)₂]分子中酰胺键可水解生成 H₂CO₃ 和 NH₃, H₂CO₃ 分解生成 H₂O 和 CO₂, c 正确; d. 苯巴比妥的分子式为 C₁₂H₁₂N₂O₃, d 正确。

(5)F 制备 G 时生成的副产物 M(C₁₁H₁₂O₄) 应为 。①要求苯环上有 3 个取代基

—C₆H₃—; ②要求分子有较好的对称性, 三个取代基相同或二同一异, 且相同取代基对称分布; ③银镜反应需有醛基。1 mol 该物质完全水解时需要 2 mol NaOH, 须有两个醇酯基或 1 个酚酯基。通过试写、检验可得有四



(6) 乙醇分子中有 2 个碳原子, 目标产物分子中有 4 个碳原子, 利用“已知”反应可增加碳原子, 即 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{NaCN} \longrightarrow \text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CN} + 2\text{NaCl}$ 。乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)经消去、加成可得 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, 由流程中“C→D”可将 $\text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ 变成 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 。故合成路线为:



37. (除标明外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1) 杂蛋白(或血浆蛋白)(1 分) 生理盐水

(2) 凝胶色谱(分配色谱) 相对分子质量的大小

(3) a a 相对分子质量大, 无法进入凝胶内部的通道, 只能在凝胶外部移动, 路程较短, 移动速度较快

(4) 模拟体内 pH 环境, 维持 pH 基本不变

(5) 纯化

【解析】(1) 生理盐水保持红细胞渗透压的稳定而不破碎在未洗净血浆中杂质蛋白前, 红细胞如果破裂了, 可能是血红蛋白和杂质蛋白混在一起, 加大分离难度。

(2) 凝胶色谱法, 根据相对分子量大小分离物质, 分子量大的先分离出来, 分子量小的之后分离出来。

(3) a 相对分子质量大, 无法进入凝胶内部的通道, 只能在凝胶外部移动, 路程较短, 移动速度较快。

(5) 血红蛋白提取和分离的程序为: 样品处理(红细胞洗涤、血红蛋白的释放)、粗分离(分离血红蛋白溶液、透析)、纯化和纯度鉴定。

38. (除标明外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1) 反转录

(2) 基因的两条反向平行的链都做模板, 其碱基序列不同(3 分)

不同限制酶酶切位点 退火

(3) 启动子 RNA 聚合酶

(4) DNA 疫苗注入体内后, 可能整合到宿主基因组上, 导致细胞变异, 使细胞功能异常

【解析】(1) 通过提取 mRNA 获得 VEGF 基因的方法称为反转录法。

(2) 基因的两条反向平行的链都做模板, 其碱基序列不同, 故对目的基因进行 PCR 扩增前, 需要根据目的基因序列设计两种引物。为便于 VEGF 基因与质粒 pVAX1 连接, 引物中要增加适当的不同限制酶酶切位点, 可以防止目的基因和质粒的自身环化和反接。PCR 扩增过程中, 退火过程的温度设定是扩增成败的关键。

(3) 构建的基因表达载体应含有特定的启动子, 它不能被受体细胞的 RNA 聚合酶所识别, 以便于催化转录过程。

(4) DNA 疫苗制备简单, 价格低廉, 且免疫强度高, 应答持久, 但 DNA 疫苗注入体内后, 可能整合到宿主基因组上, 导致细胞发生变异, 使细胞功能异常, 故也可能存在着不可忽视的潜在危险。

