



$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 在酸溶液中生成 H_3BO_3 , 离子方程式为 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{BO}_3$

(4) X 为 H_3BO_3 晶体加热脱水的产物得到 B_2O_3 , 镁和 B_2O_3 反应生成氧化镁和硼。

(5) 因反应 $\text{BH}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{BO}_2^- + 4\text{H}_2 \uparrow$ 中, 水中 H 元素的化合价降低, 则 H_2O 为氧化剂; 因 BO_2^- 易与 H^+ 结合, 而碱性溶液可抑制它与水的反应。

(6) 混合后的溶液中存在以下关系: $\text{BO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBO}_2 + \text{OH}^-$, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{BO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$, $c(\text{Na}^+) = c(\text{BO}_2^-) + c(\text{HBO}_2)$, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, $c(\text{BO}_2^-) > c(\text{OH}^-)$, 则混合溶液中离子浓度从大到小的顺序是: $c(\text{Na}^+) > c(\text{BO}_2^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。

28. (14 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1) C

(2) ① $[\text{H}:]^- \text{Mg}^{2+} [\text{H}:]^-$ ② $\text{Mg}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{MgH}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -74.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ③ $T_3 < T_2 < T_1$

(3) 低(1分) 高(1分)

(4) ① $\frac{27b^4}{a-b}$ ② BD

【解析】(1) 太阳能是取之不尽的天然能源, 用太阳能分解水最节能。

(2) ① MgH_2 是一种离子化合物, 镁失去最外层电子给氢原子, 故 MgH_2 的电子式为 $[\text{H}:]^- \text{Mg}^{2+} [\text{H}:]^-$ 。

② 由盖斯定律得到 $\text{Mg}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{MgH}_2(\text{s}) \quad \Delta H = (-241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (-141.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = (-309 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -74.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③ MgH_2 释放出氢气时, 反应为 $\text{MgH}_2(\text{s}) = \text{Mg}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +74.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 温度升高有利于氢气的释放(或看图中单位时间内氢气的质量变化可知 $T_1 > T_2 > T_3$)。

(3) 反应 $\text{LaNi}_5(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{放氢}]{\text{储氢}} \text{LaNi}_5\text{H}_6(\text{s}) \quad \Delta H < 0$ 为正向体积减小, 且放热的反应, 由勒夏特列原理可知: 低温、高压有利于反应正向移动。

(4) ① 环己烷的起始浓度为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 平衡时苯的浓度为 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 同一容器中各物质反应的物质的量浓度之比等于其计量数之比, 所以环己烷的平衡浓度为 $(a-b) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 氢气的平衡浓度为 $3b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则平衡常数 $K = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_6) \cdot c^3(\text{H}_2)}{c(\text{C}_6\text{H}_{12})} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3} = \frac{27b^4}{a-b} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ 。

② 苯生成环己烷是得氢反应, 属于还原反应, 所以电极 M 是阴极, 电极 N 是阳极, X 是负极, Y 是正极; 导线中电子的流动方向是 $X \rightarrow M, N \rightarrow Y$; 阴极电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_6 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{C}_6\text{H}_{12}$, 阳极电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; 电解过程中产生的 2.8 mol 气体是 O_2 , 则转移电子的物质的量 $= 2.8 \text{ mol} \times 4 = 11.2 \text{ mol}$; 所以选择 BD。

29. (每空 2 分, 共 10 分)

(1) 乙

(2) 叶绿体基质 降低 呼吸作用

(3) 黑暗

【解析】 本题考查光合作用和呼吸作用过程及其影响因素。适宜条件下就应理解为光照充足、温度等适宜, 但 CO_2 浓度受密闭条件的制约, 无法补充, 当其浓度过低时就会成为限制净光合作用的因素。不同植物对 CO_2 的利用能力可能不同, 图中植物乙能利用更低浓度的 CO_2 。当随着 CO_2 浓度降低引起光合作用逐渐降低至与呼吸作用相等时, 净光合量为零, 玻璃罩内 CO_2 就会达到动态平衡。若要研究呼吸作用, 应排除光合作用对其产生的干扰。





30. (除标注外,其余每空 2 分,共 9 分)

(1)促进(1 分)

(2)正常

(3)偏低 促甲状腺激素的功能是促进甲状腺的分泌,现已切除甲状腺,促甲状腺激素无法发挥作用,体内因缺乏甲状腺激素,而使机体代谢减慢、体温降低

(4)神经-体液

【解析】通过激素调节的实验考查分析能力。甲状腺分泌甲状腺激素,其作用包括促进新陈代谢以增加产热,从而影响体温。实验一使体内甲状腺激素过量,实验二中促甲状腺激素能促进甲状腺激素的分泌,实验三通过切除甲状腺使体内缺乏甲状腺激素,实验四切除甲状腺,但注射适量甲状腺激素,使体内甲状腺激素的量正常,实验五注射的促甲状腺激素因已无靶器官而无法发挥作用,体内缺乏甲状腺激素。正常机体体温的维持主要是在神经与体液的共同调节下实现的。

31. (除标注外,其余每空 1 分,共 8 分)

(1)食物链 次级消费者

(2)强 B 比 F 的营养关系更为复杂(2 分)

(3)共同

(4)增加(2 分)

【解析】生态系统的结构包括组成成分、食物链和食物网。营养关系越复杂,其稳定性越强。生物与生物之间通过相互选择,共同进化。C 灭绝,D 从较低营养级获得的能量所占比例增大,因此 D 的数量会增加。

32. (每空 2 分,共 12 分)

(1)自由组合

(2)AA₁bb 和 aaBB AaBb

(3)3 黄花 全为红花或红花:白花=1:1

【解析】考查遗传规律的应用。从题干可以看出,只有存在 A 基因时,B、b 基因才能表达,则红花个体的基因型应是 A B ,黄花个体的基因型是 A bb。基因型是 aa 的个体均为白花。F₂ 出现 9:3:4 的分离比,这是两对基因遵循自由组合时的自交分离比 9:3:3:1 的变型,由此还能得出 F₁ 的基因型为 AaBb 的结论,依此往亲代推,可确定亲代基因型。

(二)选考题(共 45 分)

33. (1)(5 分) ACE

【解析】由理想气体状态方程: $\frac{pV}{T} = C$, ab 过程中图线斜率不变,故气体的体积不变,不做功,又温度升高,内能增大,由 $W+Q=\Delta U$, A 正确;bc 过程为等压过程,热力学温度升高,气体体积增大,内能增大, B 错误;cd 过程 $\frac{p}{T}$ 减小,则气体体积增大,气体对外做功,气体温度升高,内能增大,根据热力学第一定律, C 正确;de 段为等温过程,温度不变,压强降低,气体体积增大,对外界做功, D 错误;综上分析 E 正确。





(2)(10分)

解:设U形管的横截面积为S,再次平衡时,两侧气体压强均为 p' 。

对左管气体: $(p_0 + \rho gh)lS = p' \left(l - \frac{h}{2} \right) S$ (4分)

设活塞压下距离 x 时,左右两管水银面相平。

对于右管气体: $p_0(l-h)S = p' \left(l - \frac{h}{2} - x \right) S$ (4分)

解得: $x = l - \frac{h}{2} - \frac{p_0(l-h) \left(l - \frac{h}{2} \right)}{(p_0 + \rho gh)l}$ (2分)

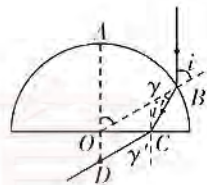
34. (1)(5分) ACE

【解析】在简谐振动中,质点离平衡位置越远,速度越小, $t=0$ 时刻质点 c 和 d 离平衡位置距离相等,故A正确;质点离平衡位置越远,加速度越大, $t=0$ 时刻,质点 a 的加速度比质点 b 的大,故B错误;由质点 b 的振动图象可知, $t=0$ 时质点 b 沿 y 轴负方向运动,结合波形图知,波沿 x 轴正方向传播, $t=0$ 时刻,质点 c 沿 y 轴负方向运动,质点 d 沿 y 轴正方向运动,质点 c 比质点 d 先回到平衡位置,故C正确; $0 \sim 0.5$ s时间内质点 c 的平均速率比质点 d 的大,故D错误;由图乙知周期 $T=2$ s,质点 c 、 d 的运动路程均为 $4A=20$ cm,故E正确。

(2)(10分)解:光束在B点折射时,入射角 $i=60^\circ$

由折射定律有 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma}$

得 $\sin \gamma = \frac{1}{2}$, 折射角 $\gamma = 30^\circ$ (3分)



光束在底面C点折射,入射角 $i'=60^\circ - \gamma = 30^\circ$

则 $\sin \gamma' = n \sin i'$, 折射角 $\gamma' = 60^\circ$ (3分)

折射光线交AO延长线于D点,根据几何知识: $OC = \frac{R}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3} R$ (2分)

$d = OD = OC \tan 30^\circ = \frac{R}{3}$ (2分)

35. 【化学——选修3:物质结构与性质】(共15分)

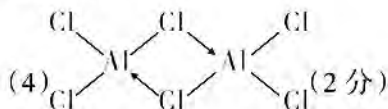
(1) $3d^{10}4s^2$ (2分)

(2) N_2 (1分) CN^- (1分) (其他合理答案均得分)

(3) ① 甲醇分子之间存在氢键,而甲醛分子间只存在范德华力 (2分)

② 平面三角形 (1分) $3N_A$ (2分)

③ 2 (1分)



(5) 面心立方最密堆积 (1分) $\frac{4 \times 27}{N_A \cdot (4.05 \times 10^{-8})^3}$ (2分)

【解析】(1) Zn的原子序数为30,电子排布式为 $[Ar]3d^{10}4s^2$ 。

(2) CO含有2个原子14个电子,所以CO互为等电子体的一种分子和一种离子的化学式为: N_2 、 CN^- (或 O_2^+ 、 C_2^+ 等合理答案)。



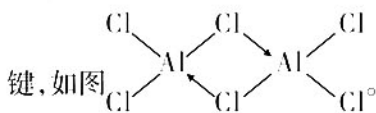


(3)①甲醇分子之间形成了氢键,甲醛分子间只有范德华力,故甲醇的沸点高。

②甲醛分子中碳原子为 sp^2 杂化,不含孤电子对,分子的空间构型为平面三角形;1 mol 甲醛分子中含有 2 mol 碳氢 σ 键,1 mol 碳氧 σ 键,故含有 σ 键的物质的量为 3 mol,数目为 $3N_A$ 个。

③ $H[CuCl_2]$ 可写成 $H[CuCl_2]$ 形式,所以配位数为 2。

(4)根据蒸气的相对分子质量约为 267,得出分子式为 Al_2Cl_6 ,氯化铝中铝原子最外层只有 3 个电子,能形成 3 个共价键,而在 Al_2Cl_6 中每个铝原子和四个氯原子形成共价键,其中一个共用电子对是氯原子提供形成的配位键,如图



(5)根据晶胞结构可知,金属铝属于面心立方最密堆积;在一个晶胞中含有的 Al 原子的个数是 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,

已知晶胞参数(即立方晶胞的边长) $a = 0.405 \text{ nm}$, 所以铝单质的密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times 27 \text{ g}}{N_A \cdot (0.405 \times 10^{-7} \text{ cm})^3} = \frac{4 \times 27}{N_A \cdot (4.05 \times 10^{-8})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

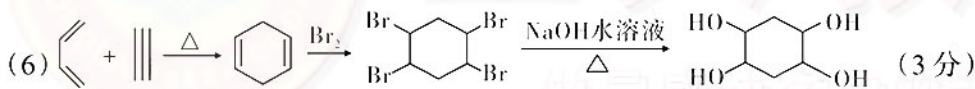
36.【化学——选修 5:有机化学基础】(15 分)

(1)浓硫酸 170 °C(各 1 分,共 2 分)

(2)1,3-丁二烯(2 分) 加成反应(2 分)

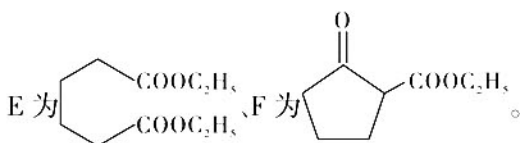
(3)羰基、酯基(各 1 分,共 2 分)

(4)B(2 分)



(写对一步得 1 分,全对给 3 分)

【解析】根据题意可知,各物质的结构简式:A 为 $CH_2=CH_2$ 、B 为 $CH_2=CH-CH=CH_2$ 、C 为 、D 为



(1)A 的产量标志着一个国家石油化工发展水平,则 A 是乙烯,由乙醇制取乙烯的化学方程式为 $CH_3CH_2OH \xrightarrow[170 \text{ }^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} CH_2=CH_2 \uparrow + H_2O$,所以 $CH_3CH_2OH \rightarrow A$ 所需试剂、条件分别为浓硫酸、170 °C。

(2)A 为 $CH_2=CH_2$,根据信息①和 C 的分子式可知 B 的结构简式为 $CH_2=CH-CH=CH_2$,名称为 1,3-丁二烯;A \rightarrow C 的反应从键的断裂与形成分析,反应类型为加成反应。

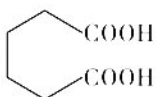
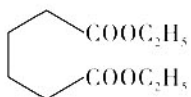
(3)F 的结构简式为 ,分子中有羰基($>C=O$)和酯基($-COO-$)两种官能团。

(4)分子式为 C_6H_{10} 的有机物,其不饱和度为: $\frac{6 \times 2 + 2 - 10}{2} = 2$ 。

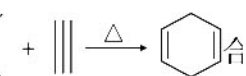


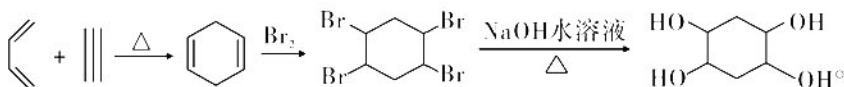


A. 含有两个环的环状有机物的不饱和度为 2, 分子式为 C_6H_{10} , 故 A 正确; B. 含有一个双键的直链有机物的不饱和度为 1, 分子式为 C_6H_{12} , 故 B 错误; C. 含有两个双键的直链有机物的不饱和度为 2, 分子式为 C_6H_{10} , 故 C 正确; D. 含有一个三键的直链有机物的不饱和度为 2, 分子式为 C_6H_{10} , 故 D 正确; 所以选 B。

(5) D 结构简式为 、E 结构简式为 ，所以 D → E 的化学方程式为



(6) $CH_2=CH-CH=CH_2$ 和 $HC\equiv CH$ 也能发生 Diels-Alder 反应, 所以合成路线为: 先用反应  合成六元环, 再与卤素加成, 最后用氢氧化钠溶液水解即可合成产物。故合成路线为:



37. (除标注外, 其余每空 2 分, 共 15 分)

- (1) 稀释涂布平板 梯度稀释
- (2) 碳源、氮源、水、无机盐和特殊营养物质
- (3) 选择 耐青霉素
- (4) 酵母菌 无氧 醋酸杆菌(1 分)

【解析】微生物培养技术中, 可用稀释涂布平板法对微生物进行计数, 需先对样品进行系列梯度稀释后再进行接种。有些微生物有代谢缺陷, 依赖某些特殊营养物质, 只有在含所有可能的特殊营养物质的培养基中才能使所有的微生物生长产生菌落。青霉素对大多细菌有抑制作用, 可用于筛选耐青霉素的细菌。最后考查的是微生物在食品生产中的应用。

38. (除标注外, 其余每空 2 分, 共 15 分)

- (1) 不属于(1 分)
- (2) 限制性核酸内切酶 DNA 连接酶
- (3) DNA 分子杂交
- (4) 基因工程 动物细胞培养 早期胚胎培养 胚胎移植(任选三个)
- (5) AD

【解析】本题以嵌合体小鼠的生成为情境, 考查基因工程等生物工程技术。把外源基因整合到小鼠细胞属于基因重组; 在对外源基因进行剪切和拼接时要用到限制性核酸内切酶和 DNA 连接酶; 常用 DNA 分子杂交法检测外源基因是否整合到受体细胞 DNA 序列中; 嵌合体小鼠的生成要用到基因工程、动物细胞培养、早期胚胎培养、胚胎移植等生物工程技术; 基因敲除技术可能用于治疗单基因遗传病, 而 21 三体综合征和猫叫综合征是染色体异常遗传病。

