

三模-详解版

选择题答案：ABDDB CC

相对原子质量：H-1 Li-7 C-12 O-16 Na-23 Mg-24 Al-27 S-32 Mn-55 Cu-64

7. 化学与生活、科技、社会发展息息相关。下列有关说法错误的是 ()

- A. 放置较久的红薯比新挖红薯甜，这是因为葡萄糖发生了水解
- B. C919 的平垂尾使用的 T800 级高强度碳纤维，属于无机非金属材料
- C. 石墨烯弹性气凝胶制成的轻质“碳海绵”可用作处理海上原油泄漏的吸油材料
- D. 卡塔尔世界杯球馆屋顶采用了折叠式 PTFE 正(聚四氟乙烯)板材，该板材不易燃烧

【答案】A

【详解】A 放置较久的红薯比新挖出的甜，与淀粉水解生成葡萄糖有关，葡萄糖不能水解，A 错误

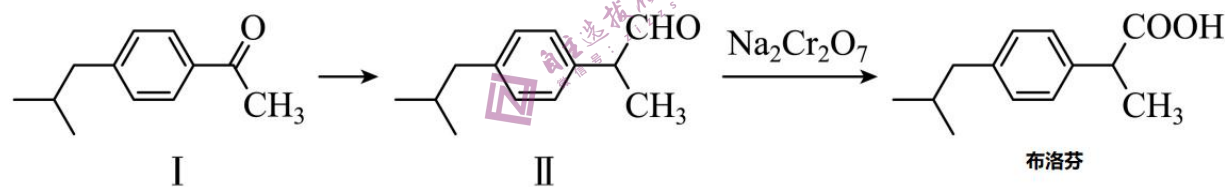
B. 碳纤维属于无机非金属材料，B 正确；

C. 石墨烯弹性气凝胶制成的轻质“碳海绵”，疏松多孔，具有吸附性，可用作处理海上原油泄漏的吸油材料，C 正确；

D. 卡塔尔世界杯球馆屋顶采用了折叠式 PTFE 正(聚四氟乙烯)板材，该板材不易燃烧，D 正确；

故答案为：A。

8. 布洛芬是常见解热镇痛药，合成该药物的部分线路如图所示：



已知：连接 4 个不同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子。下列说法不正确的是 ()

- A. 布洛芬的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$
- B. I 和 II 分子组成上相差 CH_2 ，二者互为同系物
- C. 布洛芬分子中只有 1 个手性碳原子
- D. 布洛芬能发生取代、加成、氧化等反应

【答案】B

【详解】A. 根据布洛芬的结构简式得到分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$ ，

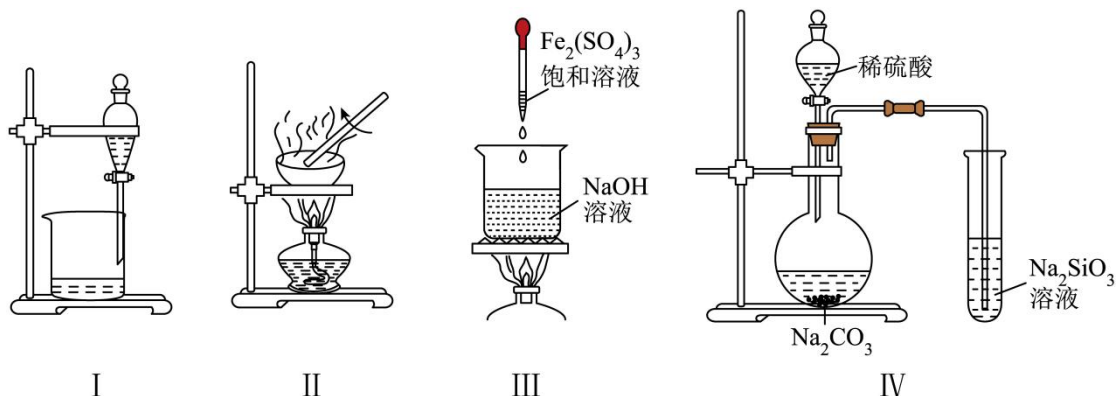
B. 官能团种类不同，故 B 不正确；

C. 布洛芬含有苯环，能与氢气发生加成反应，羧基不能与氢气发生加成反应，因此 1 mol 布洛芬最多可与 3 mol H_2 加成反应，故 C；

D. 布洛芬含有羧基，能发生置换反应，又叫取代反应，布洛芬能被酸性高锰酸钾溶液氧化，故 D 正确。

综上所述，答案为 B。

9. 下列实验装置(部分夹持装置略去)正确且能达到相应实验目的的是 ()



- A. 利用装置 I 和乙醇提取溴水中的 Br_2 B. 利用装置 II 蒸干 MgCl_2 溶液制无水 MgCl_2 固体
C. 利用装置 III 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 D. 利用装置 IV 验证非金属性 $\text{S} > \text{C} > \text{Si}$

【答案】D

【详解】A. 装置 I 中，分液漏斗的尖端没有紧靠烧杯内壁，且乙醇与水混溶，不能用乙醇提取溴水中的溴，A 不符合题意；

B. 利用装置 II 直接蒸干 AlCl_3 溶液时由于氯化铝会水解而不能制得无水 AlCl_3 固体，应在氯化氢气流中加热，B 不符合题意；

C. 利用装置 III 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时，应该将饱和 FeCl_3 溶液滴入沸腾的蒸馏水中，而不能滴入 NaOH 溶液中，C 不符合题意；

D. 元素的非金属性越强，其最高价含氧酸的酸性就越强。将硫酸滴入 Na_2CO_3 溶液中发生复分解反应

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；反应产生的 CO_2 气体通入 Na_2SiO_3 溶液中，发生反应：

$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，说明酸性： $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ ，从而证明元素的非金属性： $\text{S} > \text{C} > \text{Si}$ ，D 正确；故合理选项是 D。

10. 某白色固体样品，可能含有 KNO_3 、 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 BaCl_2 、 SiO_2 中的一种或几种。对该样品进行如下实验：

- ①取少量固体加入足量水中，固体部分溶解；
- ②取①中滤液做焰色试验，透过蓝色钴玻璃未观察到紫色；
- ③取①中滤渣，向其中加入足量的盐酸，产生气泡，固体部分溶解。

下列说法不正确的是 ()

- A. 固体粉末中一定不含 KNO_3
B. 固体粉末中一定含有 BaCl_2 和 Na_2CO_3
C. 为进一步确定原样品组成，可以向③未溶解的固体中加入 KOH 溶液

D. 取①中滤液，加入硝酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，若未产生白色沉淀，则样品中无 Na_2SO_4

【答案】D

【分析】①取少量固体加入足量水中，固体部分溶解，不溶性物质可能为 BaCO_3 、 BaSO_4 、 SiO_2 ；②取①中滤液做焰色试验，透过蓝色钴玻璃未观察到紫色，滤液中不存在钾离子，说明样品中一定没有 KNO_3 ；③取①中滤渣，向其中加入足量的盐酸，产生气泡，固体部分溶解， BaCO_3 溶于盐酸，可知样品中存在 Na_2CO_3 和 BaCl_2 ，无法确定未溶解的物质是 BaSO_4 ，还是 SiO_2 ，还是二者均有，据此分析。

【详解】A. 由分析可知，固体粉末中一定不含 KNO_3 ，A正确；

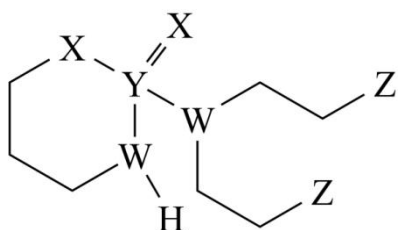
B. 由分析可知，固体粉末中一定含有 BaCl_2 和 Na_2CO_3 ，B正确；

C. SiO_2 可溶于 KOH 溶液， BaSO_4 不溶于 KOH 溶液，故为进一步确定原样品组成，可以向③未溶解的固体中加入 KOH 溶液，C正确；

D.，取①中滤液，加入硝酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，若未产生白色沉淀，有可能是加水溶解时，硫酸根恰好沉淀完全，不能确定样品中是否有 Na_2SO_4 ，D错误；

故选D。

11. 某种由六种元素形成的抗癌药物的结构简式如图所示，其中W、X、Y、Z是原子序数依次增大的短周期主族元素，W、Y同主族，X的最外层电子数是Y、Z的最外层电子数之和的一半，下列叙述不正确的是（ ）



A. W的最简单氢化物与Z的单质混合后可产生白烟

B. 简单气态氢化物稳定性： $X < W$

C. WZ_3 中各原子均满足8电子稳定结构

D. X的一种单质和化合物 ZX_2 均可用于杀菌消毒

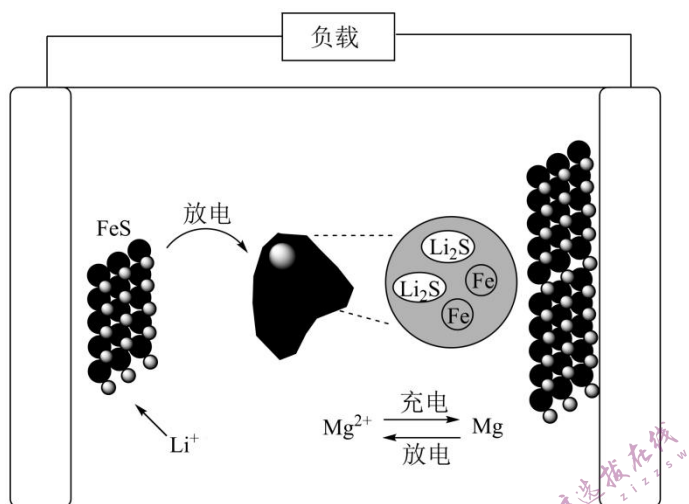
【答案】B

【分析】W、X、Y、Z是原子序数依次增大的短周期主族元素，由结构简式可知，化合物中W、X、Y、Z形成共价键的数目分别为3、2、5、1，W、Y同主族，Y、Z的最外层电子数之和是X的最外层电子数的2倍，则W为N元素、X为O元素、Y为P元素、Z为Cl元素。

【详解】A. 氨气与氯气反应生成氯化铵和氮气，实验现象为产生大量白烟，故A正确；

- B. 元素的非金属性越强，简单气态氢化物稳定性越强，氧元素的非金属性强于氮元素，则氨分子的稳定性弱于水分子，故 B 错误；
- C. 三氯化氮分子中，氮原子和氯原子均满足 8 电子稳定结构，故 C 正确；
- D. 臭氧和二氧化氯都具有强氧化性，都能起到杀菌消毒的作用，故 D 正确；
- 故选 B。

12. 由我国科学家设计的 Mg-Li 双盐具有较高的电池效率，其工作原理如图所示，下列说法错误的是 ()



- A. 充电时，Mg 电极发生了还原反应
- B. 放电时，正极电极反应式为 $FeS+2e^-+2Li^+=Fe+Li_2S$
- C. 充电时，每转移 2mol 电子时，电解质溶液质量减少 24g
- D. 电解液含离子迁移速率更快的 Li^+ 提高了电流效率

【答案】C

- 【详解】A. 充电时 Mg^{2+} 转化 Mg ，被还原，Mg 电极发生了还原反应，选项 A 正确；
- B. 放电时 Mg 转化为 Mg^{2+} ，所以右侧电极为负极，左侧电极为正极，FeS 得电子生成 Fe 和 Li_2S ，电极反应为 $FeS+2e^-+2Li^+=Fe+Li_2S$ ，选项 B 正确；
- C. 充电时阳极反应为 $Fe+Li_2S-2e^-=FeS+2Li^+$ ，每生成 1molMg，消耗 1mol Mg^{2+} ，转移 2mol 电子，同时生成 2mol Li^+ ，所以电解质质量减少 $24g-2\times 7g=10g$ ，选项 C 错误；
- D. 电解液中含离子迁移速率更快的 Li^+ ，增强了导电性，提高了电流效率，选项 D 正确；
- 答案选 C。

13. 在一定温度下，氨气溶于水的过程及其平衡常数为： $NH_3(g) \rightleftharpoons NH_3(aq)$ ， $K_1 = \frac{c(NH_3)}{p}$ ，

$NH_3(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq)+OH^-(aq)$ K_2 ，其中 p 为 $NH_3(g)$ 的平衡压强， $c(NH_3)$ 为 NH_3 在水溶液中的平衡浓度，下列说法正确的是 ()

- A. 氨水中 $c(NH_4^+) > c(OH^-)$

B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水中, $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. 相同条件下, 浓氨水中的 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 大于稀氨水中的 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$

D. 在该温度下, 氨气在水中的溶解度(以物质的量浓度表示) $c=(\sqrt{K_1K_2p}+K_1p)\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

【答案】C

【详解】A. 氨水中存在平衡: $\text{NH}_3(\text{aq})+\text{H}_2\text{O}(\text{l})\rightleftharpoons\text{NH}_4^+(\text{aq})+\text{OH}^-(\text{aq})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})\rightleftharpoons\text{H}^+(\text{aq})+\text{OH}^-(\text{aq})$, 故溶液中 $c(\text{OH}^-)>c(\text{NH}_4^+)$, A 错误;

B. 氮在溶液中总浓度为 0.1mol/L , 所以 $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})+c(\text{NH}_3)=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, B 错误;

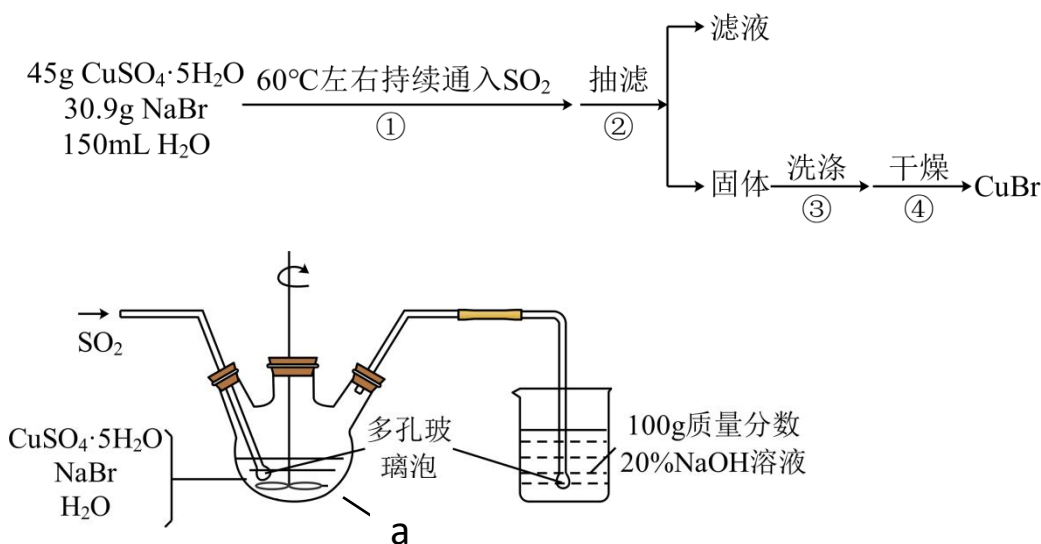
C. 溶液中均在电荷守恒为 $c(\text{OH}^-)=c(\text{NH}_4^+)+c(\text{H}^+)$, 加水稀释, 若电离平衡不发生移动, 则 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 应该不变; 但加水稀释, 电离平衡正向移动, 使该平衡电离产生的 $c(\text{NH}_4^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 减小, 对水电离平衡的抑制作用减弱, 水电离程度增大, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, 水电离产生的 $c(\text{OH}^-)$ 增大, 故溶液中总的 $c(\text{OH}^-)$ 减小的倍数小于 $c(\text{NH}_4^+)$ 减小的倍数, 因此 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 减小, 故相同条件下, 浓氨水中的 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 大于稀氨水中的 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{OH}^-)}$, C 正确;

D. 由于 $K_1=\frac{c(\text{NH}_3)}{p}$, $c(\text{NH}_3)=K_1p$. 且 $c(\text{NH}_4^+)\approx c(\text{OH}^-)$, 代入 $K_2=\frac{c(\text{NH}_4^+)c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3)}$ 得 $c(\text{NH}_4^+)=\sqrt{K_1K_2p}$. 在氨水中还存

在较大浓度的 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$, 故 NH_3 在水中的溶解度 $S>c(\text{NH}_3)+c(\text{NH}_4^+)=(\sqrt{K_1K_2p}+K_1p)\text{mol/L}$, D 错误;

故合理选项是 C.

26. (14 分) 溴化亚铜是一种白色粉末, 不溶于冷水, 在热水中或见光都会分解, 在空气中会慢慢氧化成绿色粉末, 常用作有机反应的催化剂。实验室制备 CuBr 的实验步骤和装置如图。



- (1) 仪器 a 的名称为 _____。实验所用蒸馏水需经煮沸，煮沸目的是 _____；
- (2) 仪器 a 中反应生成 CuBr 的离子方程式为 _____；说明反应已完成的现象是 _____。
- (3) 步骤③依次用溶有少量 SO₂ 的水、溶有少量 SO₂ 的乙醇、极易挥发的乙醚洗涤，洗涤剂需“溶有 SO₂”的原因是 _____；最后用乙醚的目的可能是 _____。
- (4) 将产品在双层干燥器(分别装有浓硫酸和氢氧化钠)中干燥 34h，再经氢气流干燥，最后进行真空干燥，得到产品 21.6g。本实验产品的产率是 _____(列出计算式即可)。
- (5) 现欲利用上述装置烧杯中的吸收液(经检测主要含有 Na₂SO₃、NaHSO₃ 等)制取较纯净的 Na₂SO₃·7H₂O 晶体。完善下列步骤：①在烧杯中继续通入 SO₂ 至恰好反应完全；
- ②向烧杯中加入 100 g 20% NaOH；
 - ③加入少量维生素 C 溶液作抗氧化剂；
 - ④通过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、用乙醇洗涤 2~3 次；
 - ⑤ _____。

【答案】(1) 三颈烧瓶 (1分) 除去水中溶解的 O₂ (1分) (2) $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Br}^- + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuBr}\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
 溶液蓝色完全褪去 (3)防止 CuBr 被氧化 除去表面乙醇，并使晶体快速干燥
 (4) $\frac{21.6\text{g}}{0.18\text{mol} \times 144\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\%$ (5) 置于真空干燥箱中干燥

【分析】在 CuSO₄ 和 NaBr 的固体混合物，加水溶解所得混合溶液中通入 SO₂ 气体，即可得到 CuBr 沉淀，经过滤洗涤干燥获得产品；由于 CuBr 易被氧化，可以使用 SO₂ 的水溶液进行洗涤，防止 CuBr 被氧化；SO₂ 气体有毒，尾气需要用碱液吸收处理。

【详解】(1) 水中溶解的氧气可以氧化 CuBr，实验中所用的蒸馏水需煮沸除去 O₂；三颈烧瓶中铜离子被二氧化硫还原成亚铜离子，与溴离子反应生成 CuBr 沉淀，SO₂ 被氧化为硫酸，反应离子方程式为： $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Br}^- + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuBr}\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ ；所需温度低于水的沸点，可以用 60℃ 的水浴加热；实验所用 45gCuSO₄·5H₂O 为 0.18mol，30.9gNaBr 为 0.3mol，所以 NaBr 稍过量，当溶液中的铜离子消耗完时反应即完成，现象为溶液蓝色完全褪去；

(2) 溴化亚铜见光会分解，所以抽滤需要避光，防止 CuBr 见光分解，在空气中会慢慢被氧化，所以洗涤剂需“溶有 SO₂”可以防止 CuBr 被氧化，最后溶剂改用乙醚可以除去表面乙醇，并使晶体快速干燥；

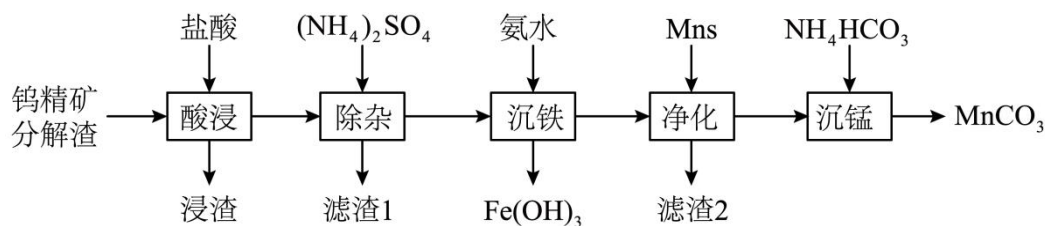
(3) 实验所用 NaBr 过量，根据 CuSO₄·5H₂O 的物质的量可知理论上可以得到 0.18molCuBr，所用产率为

$$\frac{21.6\text{g}}{0.18\text{mol} \times 144\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\%$$

(4) 原烧杯中含有 100g×20%=20gNaOH，物质的量为 0.5mol，实验完成后烧杯中的吸收液主要含 Na₂SO₃、NaHSO₃ 等，制取较纯净的 Na₂SO₃·7H₂O 晶体，可以在烧杯中继续通入 SO₂ 至饱和，将 Na₂SO₃ 生成 NaHSO₃，根据钠元素守恒可知，此时溶液中 NaHSO₃ 的物质的量为 0.5mol，之后再加入 0.5molNaOH 即可以使 NaHSO₃ 恰好完全反应生成 Na₂SO₃，所用

加入 100g 20% 的 NaOH 溶液；加入少量维生素 C 溶液(抗氧化剂)，蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，用乙醇洗涤 2~3 次，除去表面可溶性杂质，放真空干燥箱中干燥。

27. (15 分) 钨精矿分解渣具有较高的回收利用价值，以钨精矿分解渣为二次资源综合回收锰、铁的工艺流程如下：



已知：钨精矿分解渣的主要化学成分及含量

名称	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	WO ₃	ZnO	其它
含量	34.8%	26.1%	7.6%	8.8%	0.75%	0.66%	-

① WO₃ 不溶于水、不与除氢氟酸外的无机酸反应。

② $K_{sp}(ZnS)=3 \times 10^{-25}$ 、 $K_{sp}(MnS)=2.4 \times 10^{-13}$

(1) 将钨精矿分解渣预先粉碎的目的是_____。

(2) “浸渣”的主要成分为_____。

(3) “除杂”时加入 (NH₄)₂SO₄ 的目的是_____；相较于 H₂SO₄，该步选择 (NH₄)₂SO₄ 的优点是_____。

(4) “沉铁”时需要在不断搅拌下缓慢加入氨水，其目的是_____。

(5) 用沉淀溶解平衡原理解释“净化”时选择 MnS 的原因_____。

(6) “沉锰”时发生反应的离子方程式为_____。

(7) 取 2kg 钨精矿分解渣按图中流程进行操作，最终得到 880g 含锰元素质量分数为 45% 的 MnCO₃，则整个过程中锰元素的回收率为_____。

【答案】(1) 增大接触面积，提高酸浸速率 (1 分)

(2) SiO₂、WO₃

(3) 将 Ca²⁺ 转化为 CaSO₄ 沉淀除去 除钙时溶液的 pH 变化较小，避免“沉铁”时会消耗更多的氨水

(4) 防止局部溶液 pH 过大而引起锰的沉淀

(5) $MnS(s) + Zn^{2+}(aq) \rightleftharpoons ZnS(s) + Mn^{2+}(aq)$ 的平衡常数 $K = \frac{c(Mn^{2+})}{c(Zn^{2+})} = 8 \times 10^{11} > 10^5$ ，Zn²⁺ 可完全的转化为 ZnS 沉淀

(6) $Mn^{2+} + 2HCO_3^- = MnCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$

(7) 90%

【分析】钨精矿分解渣的主要化学成分为 MnO₂；Fe₂O₃；CaO；SiO₂；WO₃；ZnO；加入盐酸溶解，其中 SiO₂ 和 WO₃ 不与盐酸反应；其余金属以离子形式存在溶液中；加入 (NH₄)₂SO₄ 将 Ca²⁺ 转化为 CaSO₄ 沉淀除去；然后加入氨水沉铁，再加入 MnS 除去 Zn；最后加入 NH₄HCO₃ 得到 MnCO₃；据此分析解题。

【详解】(1) 为了提高酸浸速率，将钨精矿分解渣预先粉碎以增大接触面积；所以将钨精矿分解渣预先粉碎的目的是增大接触面积，提高酸浸速率；故答案为增大接触面积，提高酸浸速率。

(2) 据分析可知，“浸渣”的主要成分为 SiO_2 、 WO_3 ；故答案为 SiO_2 、 WO_3 。

(3) 据分析可知，加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 将 Ca^{2+} 转化为 CaSO_4 沉淀除去；相较于 H_2SO_4 ，选择 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的优点是除钙时溶液的 pH 变化较小，避免“沉铁”时会消耗更多的氨水；故答案为将 Ca^{2+} 转化为 CaSO_4 沉淀除去；除钙时溶液的 pH 变化较小，避免“沉铁”时会消耗更多的氨水。

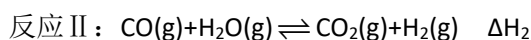
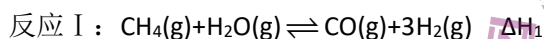
(4) “沉铁”时需要在不断搅拌下缓慢加入氨水，防止局部溶液 pH 过大而引起铁的沉淀；故答案为防止局部溶液 pH 过大而引起铁的沉淀。

(5) 已知 $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})=3\times 10^{-25}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{MnS})=2.4\times 10^{-13}$ ； $\text{MnS}(\text{s})+\text{Zn}^{2+}(\text{aq})\rightleftharpoons\text{ZnS}(\text{s})+\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K=\frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})}=8\times 10^{11}>10^5$ ， Zn^{2+} 可完全的转化为 ZnS 沉淀；故答案为 $\text{MnS}(\text{s})+\text{Zn}^{2+}(\text{aq})\rightleftharpoons\text{ZnS}(\text{s})+\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K=\frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})}=8\times 10^{11}>10^5$ ， Zn^{2+} 可完全的转化为 ZnS 沉淀。

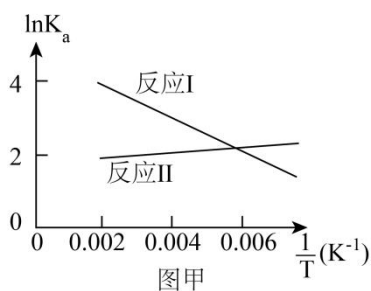
(6) 加入 NH_4HCO_3 “沉锰”得到 MnCO_3 ；发生反应的离子方程式为 $\text{Mn}^{2+}+2\text{HCO}_3^-=\text{MnCO}_3\downarrow+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ ；故答案为 $\text{Mn}^{2+}+2\text{HCO}_3^-=\text{MnCO}_3\downarrow+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ 。

(7) 取 2kg 钨精矿分解渣按图中流程进行操作，钨精矿中 MnO_2 的含量为 34.8%；所以锰元素的质量为 $2000\text{g}\times 34.8\%\times \frac{55}{87}=440\text{g}$ ；最终得到 880g 含锰元素质量分数为 45%的 MnCO_3 ，所以锰元素的质量为 $880\text{g}\times 45\%=396\text{g}$ ，则整个过程中锰元素的回收率为 $\frac{396}{440}\times 100\%=90\%$ ；故答案为 90%。

28. (14 分) 工业上常用甲烷和水蒸气催化重整制备 H_2 ，该工艺同时发生如下反应：



(1) 反应 I 和反应 II 以物质的量分数表示的平衡常数 K_x 与温度 T 变化关系如图甲所示，则 $\Delta H_1-\Delta H_2$ _____ 0 (填“>”“<”或“=”)。



(2) 恒容密闭容器中，按质量比为 8：9 加入 CH_4 和 H_2O ，同时发生反应 I 和 II。下列说法正确的是_____。

A. 达平衡时， CH_4 和 H_2O 的转化率相等

B. 反应 I 在低温时容易自发进行

C. 当压强不再发生改变时, 反应 I 和反应 II 均达到了平衡

D. 单位时间内, 若有 2molH-O 键断裂, 同时有 3molH-H 键断裂, 则反应 I 处于平衡状态

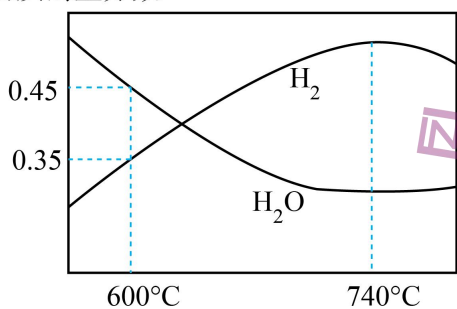
(3)某科研小组研究了反应 I 的动力学, 获得其速率方程 $v_{\text{正}}=k_{\text{正}} \cdot c^m(\text{CH}_4) \cdot c^n(\text{H}_2\text{O})$, $k_{\text{正}}$ 为速率常数(只受温度影响), 反应级数是反应的速率方程式中各反应物浓度的指数之和。在某温度下进行实验, 测得各组分初始浓度和反应初始速率如下:

实验序号	1	2	3
CH ₄ 浓度/mol·L ⁻¹	0.1000	0.2000	0.2000
H ₂ O 浓度/mol·L ⁻¹	0.1000	0.1000	0.2000
速率/mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹	3.75×10 ⁻⁴	1.50×10 ⁻³	3.00×10 ⁻³

若某时刻, 测得 $c(\text{CH}_4)=0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{H}_2\text{O})=0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则此时的反应速率 $v_{\text{正}}=$ _____。

(4) 在 2.4MPa 下, 将 CH₄ 和 H₂O(g) 按照体积比 1: 3 的比例通入反应器中。平衡时各组分的物质的量分数与温度的关系如图乙所示。

物质的量分数

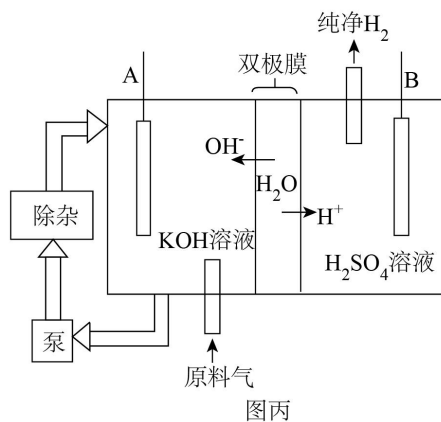


图乙

①600°C 时, 若经过 $t\text{min}$, 反应达到平衡。该条件下, 反应 I 的 $K_p=$ _____ (MPa)²(列出计算式即可)。

②H₂ 的含量在 740°C 左右出现峰值的原因为_____。

(5)某工厂用电解原理除去 H₂ 中的杂质 CH₄、CO 和 CO₂, 其装置如图丙所示:



①CH₄ 参与的电极反应为_____。

②经测定, 原料气中各气体的体积分数为:

气体	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂

体积分数	82%	3%	5%	10%
------	-----	----	----	-----

若电解过程中消耗了 100m^3 的原料气，则可得到相同条件下纯净 H_2 _____ m^3 。

【答案】(1)>

(2)C

(3) $0.024\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

(4) $\frac{(2.4 \times 0.35)^3 \times (2.4 \times 0.05)}{(2.4 \times 0.45) \times (2.4 \times 0.1)}$ 740°C 前，反应 I 进行程度大， 740°C 后，则是反应 II 进行程度大

(5) $\text{CH}_4 + 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 99

【详解】(1) 根据盖斯定律，反应 I - 反应 II 得： $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ ，平衡常数为 $\frac{K_1}{K_2}$ ，则 $\ln \frac{K_1}{K_2} = \ln K_1 - \ln K_2$ ，

结合图像可知，随着温度升高， $\ln K_2$ 减小、 $\ln K_1$ 增大，则随着温度升高 $\ln \frac{K_1}{K_2} = \ln K_1 - \ln K_2 > 0$ ，则反应吸热反应，焓变 $\Delta H_1 - \Delta H_2$ 大于零；

(2) A. CH_4 和 H_2O 物质的量投料为 1:1，反应 I 中甲烷与水系数比为 1:1，水还参与反应 II，故达平衡时， CH_4 和 H_2O 的转化率不会相等，A 错误；

B. 结合图像可知，随着温度升高， $\ln K_1$ 增大，反应 I 为吸热反应，反应为吸热的熵增反应，故在高温时容易自发进行，B 错误；

C. 反应 I 为气体分子数改变的反应，且 2 个反应同时进行，当压强不再发生改变时，说明平衡不再移动，反应 I 和反应 II 均达到了平衡，C 正确；

D. 由于反应 II 中也存在氢氧键断裂、氢氢键断裂，故单位时间内，若有 2molH-O 键断裂，同时有 3molH-H 键断裂，不说明反应 I 中正逆反应速率相等，不能说明反应 I 处于平衡状态，D 错误；

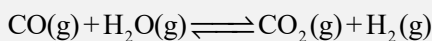
故选 C；

(3) 由实验 1、2 可知， $3.75 \times 10^{-4} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k_{\text{正}} \cdot (0.1000)^m \cdot (0.1000)^n$ 、 $1.50 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k_{\text{正}} \cdot (0.2000)^m \cdot (0.1000)^n$ ，可知 $m=2$ ；

由实验 2、3 可知， $1.50 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k_{\text{正}} \cdot (0.2000)^m \cdot (0.1000)^n$ 、 $3.00 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k_{\text{正}} \cdot (0.2000)^m \cdot (0.2000)^n$ ，可知 $n=2$ ；
 $3.00 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1} = k_{\text{正}} \cdot (0.2000)^m \cdot (0.2000)^n$ ，结合 $c(\text{CH}_4)=0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{H}_2\text{O})=0.4000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时： $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot (0.4000)^m \cdot (0.4000)^n$ ，解得 $v_{\text{正}}=0.024\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ；

(4) ① 600°C 时，在 2.4MPa 下，将 CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 按照 1: 3 的比例通入反应器中，假设甲烷、水投料分别为 1mol 、 3mol ；

	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$			
起始(mol)	1	3	0	0
转化(mol)	a	a	a	3a
平衡(mol)				



起始(mol)

转化(mol) b b b b

平衡(mol)

600°C 时, 若经过 tmin, 反应达到平衡, 总的物质的量为(4+2a)mol, 氢气、水的物质的量分数分别为 0.35、0.45, 则

$\frac{3a+b}{4+2a} = 0.35$ 、 $\frac{3-a-b}{4+2a} = 0.45$, 解得 a=0.5mol、b=0.25mol, 则平衡时总的物质的量为 5mol, 甲烷、一氧化碳分别为 0.5mol、

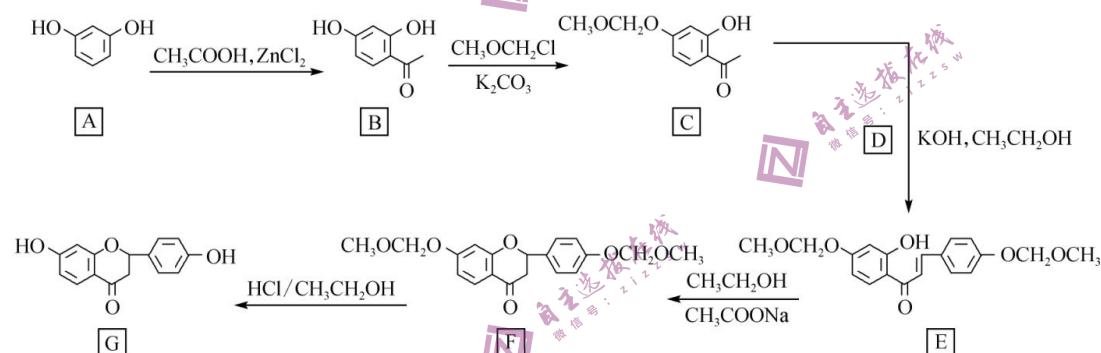
0.25mol, 其物质的量分数分别为 0.1、0.05, 故该条件下, 反应 I 的 $K_p = \frac{(2.4 \times 0.35)^3 \times (2.4 \times 0.05)}{(2.4 \times 0.45) \times (2.4 \times 0.1)}$ (MPa)²;

②等量水参与反应, 反应 I 生成氢气更多, 740°C 前, 反应 I 进行程度大, 740°C 后, 则是反应 II 进行程度大, 导致 H₂ 的含量在 740°C 左右出现峰值;

(5) ①由图可知, B 极生成氢气, 为阴极; 则 CH₄ 在阳极失去电子发生氧化反应生成碳酸根离子, 参与的电极反应为 $\text{CH}_4 - 8e^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

②用电解原理除去 H₂ 中的杂质 CH₄、CO 和 CO₂, 混合气中 CO₂ 被氢氧化钠吸收, 不是氧化还原反应, CH₄、CO 在阳极发生氧化反应均生成碳酸根离子, 根据电子守恒可知, $\text{CH}_4 \sim 8e^- \sim 4\text{H}_2$ 、 $\text{CO} \sim 2e^- \sim \text{H}_2$, 则甲烷、一氧化碳生成氢气分别为 $100\text{m}^3 \times 3\% \times 4 = 12\text{m}^3$ 、 $100\text{m}^3 \times 5\% \times 1 = 5\text{m}^3$, 原混合气中有氢气 82 m³, 故共得到相同条件下纯净 H₂ 99m³。

36. (15 分) 一种由有机物 A 制备甘草素 G 的合成路线如图所示:



已知 $\text{RCHO} + \text{R}'\text{COCH}_3 \xrightarrow{\text{KOH, CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} \text{RCH}=\text{CHCOR}'$, 其中 R、R' 为烷基或氢。

回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____。A→B 的反应类型为_____。

(2) G 中含氧官能团的名称为_____;

(3) B→C 反应方程式_____。

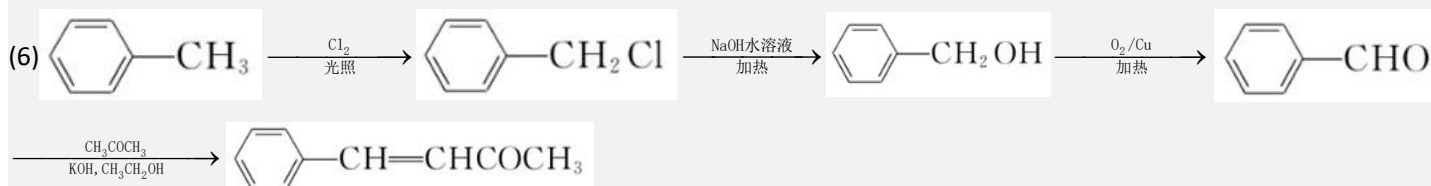
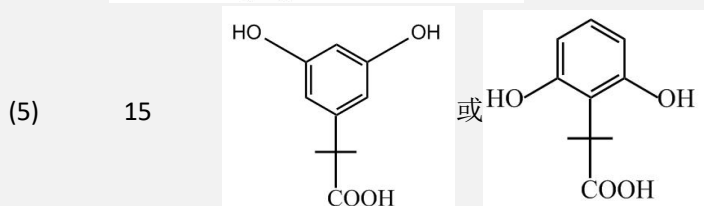
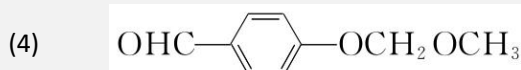
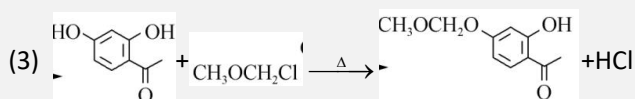
(4) D 的结构简式为_____;

(5) 苯环上有 3 个取代基, 其中两个羟基处于间位, 且能与饱和 NaHCO₃ 溶液反应生成气体的 C 的同分异构体共有_____种(不包含立体异构), 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 峰面积之比为 6:2:2:1:1 的结构简式为_____。

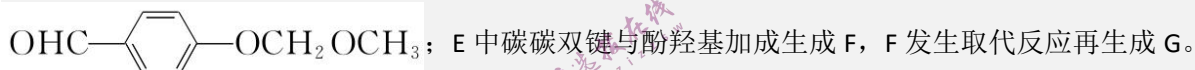
(6) 参照上述合成路线设计以甲苯和丙酮为原料制备 的合成路线: _____(其他无机试剂任用)

【答案】(1) 1, 3-苯二酚(或间苯二酚); 取代反应

(2) (酚)羟基、羰基、醚键；

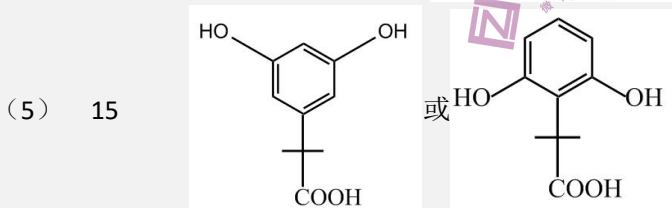
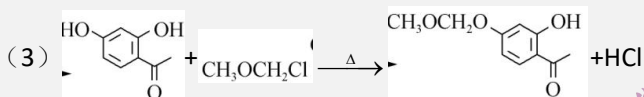


【分析】A 与醋酸在 $ZnCl_2$ 作用下发生取代反应生成 B，B 与 CH_3OCH_2Cl 发生取代反应生成 C，根据 C 生成 E 的反应条件可知，该反应与题目所给信息反应类似，D 应含有醛基，对比 C 和 E 的结构简式可知 D 为

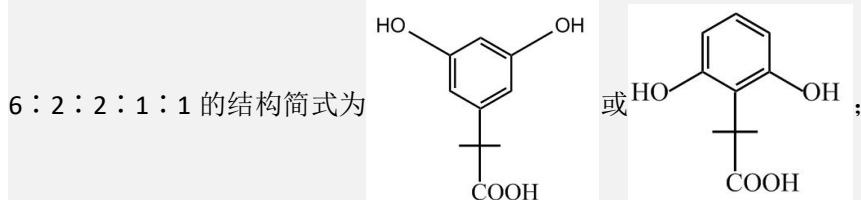


(1) A 中含有苯环，苯环上有两个处于间位的酚羟基，所以名称为 1, 3-苯二酚(或间苯二酚)；根据 B 的结构简式可知，其官能团为(酚)羟基、羰基；B 中酚羟基上的 H 原子被 $-CH_2OCH_3$ 代替生成 C，为取代反应；

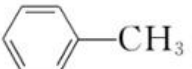
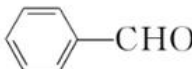
(2) (酚)羟基、羰基、醚键；



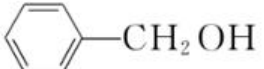
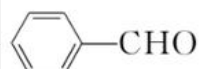
C 中含有 10 个 C 原子、4 个 O 原子、不饱和度为 5，其同分异构体满足：苯环上有 3 个取代基，其中两个羟基处于间位，则另外一个取代基含有 4 个 C、2 个 O，且含有一个双键，能与饱和 $NaHCO_3$ 溶液反应生成气体，说明含有 $-COOH$ ，则另一个取代基可以为： $-CH_2CH_2CH_2COOH$ 、 $-CH(CH_3)CH_2COOH$ 、 $-CH_2CH(CH_3)COOH$ 、 $-C(CH_3)_2COOH$ 、 $-CH(C_2H_5)COOH$ ，两个羟基处于间位，则该取代基有 3 个不同位置，则同分异构体共 $5 \times 3 = 15$ 种，核磁共振氢谱有 5 组峰，峰面积之比为

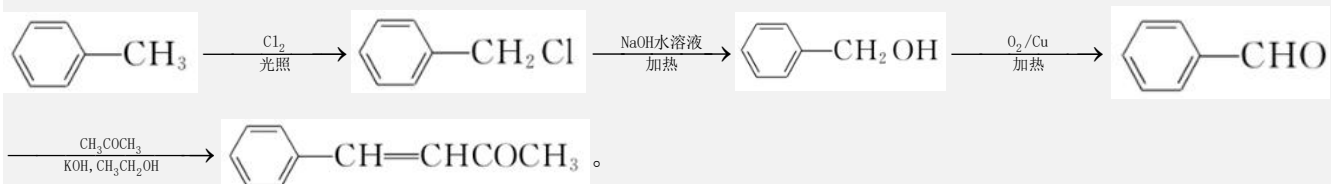


(6)

甲苯为 、丙酮为 CH_3COCH_3 ，根据题目所给信息可知  可以和 CH_3COCH_3 在 KOH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

的条件下合成 ， 可以与氯气取代得到 ，再水解可得

，再被催化氧化可得 ，所以合成路线为



CDB CBA

29. (11分) (1) 出生率与死亡率 (2) 可维持个体的正常生命活动 神经递质 神经递质只能由突触前膜释放，并作用于突触后膜上的对应受体 (3分) 物质观

30. (10分)

(1) 能量转换 (2) D (3) 内膜 减少 (4) 控盐

31. (8分)

(1) 兴奋或答神经冲动或答电信号 神经-体液-免疫

(2) 其他神经元/非痛觉感受器 无增强

32. (10分) (1) 常染色体隐性遗传

(2) 均 AAbb与aaBB (3) 父亲 (4) 染色体变异

38. (15分, 未说明处每空2分)

(1) G1的线粒体有CMS (雄性不育基因), 且核基因型为rr
(不能恢复育性)

(2) HBP (1分) HJ (1分)

对称融合模式下, 胞质杂种的核基因组全来自于叶肉亲本, 线粒体基因组基本来自于愈伤组织亲本。HBP的核基因为rr, HJ的线粒体基因为CMS。这样对称融合的胞质杂种才能保证无核。 (4分) 二 细胞 (可加答细胞器) (1分)

(3) 特异启动子 促进

37. (15分, 未说明处每空2分) (1) 高压蒸汽灭菌 (1分)
将未接种的培养基置于适宜条件下培养一段时间, 观察是否有菌落产生 (3分)

(2) 菌液中细菌浓度较大, 直接涂布培养很难分离获得单菌落 (3分) 减小实验误差 (2分) (3) 多种微生物

都能分解厨余垃圾(或分解菌不止一种) (3分)

防止因培养时间不足而导致遗漏菌落 (2分)

(4) 甘油管藏 (1分)

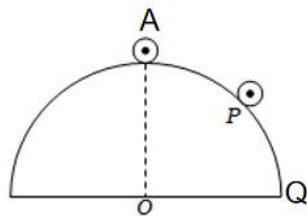
14. 如图所示，木块静止在光滑的水平面上，子弹 A、B 分别从木块左、右两侧同时水平射入木块，且均停在木块内，木块始终保持静止。下列说法正确的是 A



- A. 摩擦力对两子弹的冲量大小一定相等 B. 摩擦力对两子弹做的功一定相等
 C. 子弹 A 与木块组成的系统动量守恒 D. 子弹与木块组成的系统机械能守恒

15. 一根长度为 L 质量为 m 的粗细可忽略的导体棒 A 静止在一个足够长的光滑绝缘半圆柱体顶端，导体棒中通有垂直纸面向外大小为 I 的电流，其截面如图，现让导体棒由静止滑下，一段时间后从某一位置 P 离开半圆柱体。若在圆心 O 处加一根垂直于截面通电情况与 A 相同的导体棒 B（图中未画出），其它条件不变，则关于导体棒 A 离开半圆柱体的位置说法中正确的是 () D

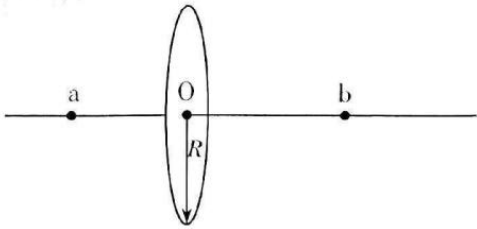
- A. 可能在 P 的左上方
 B. 可能仍在 P 处
 C. 一定在 P、Q 之间某处
 D. 可能在 Q 处



16. 中国空间站于 2022 年全面建成并转入应用与发展新阶段，计划于 2023 年 5 月发射天舟六号货运飞船。飞船将对接“天和”核心舱，对接完成后，可认为空间站贴近地球表面运行。已知地球的半径为 R ，地球同步卫星离地面的高度约为 $6R$ ，地面的重力加速度为 g ，下列说法正确的是 () B

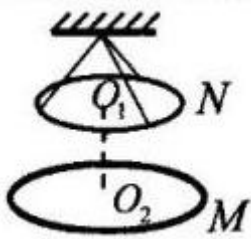
- A. 空间站的速度大于 \sqrt{gR} B. 空间站的周期约为 $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$
 C. 地球的自转周期约为 $14\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ D. 空间站与地球同步卫星的线速度之比约为 7:1

17. 如图所示，均匀带负电圆环半径为 R ，带电量为 q ，O 点为环的圆心，a、b 分别位于圆环轴线上 O 点的两侧，a、b 到 O 点的距离分别为 $aO = R, bO = \sqrt{3}R$ 。关于 a、b、O 三点的场强 E 和电势 φ 大小的关系，下列说法正确的是 () C



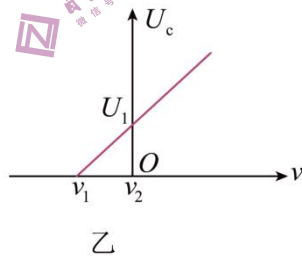
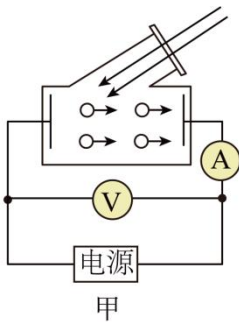
- A. $\varphi_a > \varphi_b > \varphi_0$ B. $\varphi_0 > \varphi_a > \varphi_b$ C. $E_a > E_b > E_0$ D. $E_b > E_a > E_0$

18. 如图所示, M 为水平放置的橡胶圆环, 环上均匀分布着负电荷。在 M 正上方用三根丝线悬挂一个闭合的铝环 N, 铝环也处于水平面中, 两环中心在同-竖直线 O_1O_2 上。现让 M 由静止开始绕 O_1O_2 逆时针(俯视)加速转动, 铝环 N 仍静止。下列说法正确的有 AD



- A. 铝环 N 中产生逆时针(俯视)的电流
 B. 铝环 N 中产生顺时针(俯视)的电流
 C. 铝环 N 有扩张的趋势
 D. 悬挂铝环 N 的丝线张力变小

19. 探究光电效应规律的实验装置图如图甲所示, 在实验中测得截止电压 U_c 与人射光频率 ν 之间的关系如图乙所示, 已知电子的电荷量为 e , 下列说法正确的是 ()



- A. 光电子的最大初动能与入射光频率成正比
 B. 电源的左端为正极
 C. 该金属的极限频率为 ν_2
 D. 普朗克常量为 $\frac{eU_1}{\nu_2 - \nu_1}$

【答案】BD

【详解】A. 根据光电效应方程

$$h\nu - W_0 = E_{\text{km}}$$

可知，光电子的最大初动能与入射光频率为线性关系，并不成正比，故 A 错误；

B. 测量截止电压时电子受到的电场力方向与电子初始运动方向相反，则电源左端为正极，故 B 正确；

C. 根据图像可知，该金属极限频率为 ν_1 ，故 C 错误；

D. 根据光电效应方程结合动能定理有

$$h\nu - W_0 = eU_c$$

变形可得

$$U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$$

即图像的斜率

$$k = \frac{U_1}{\nu_2 - \nu_1} = \frac{h}{e}$$

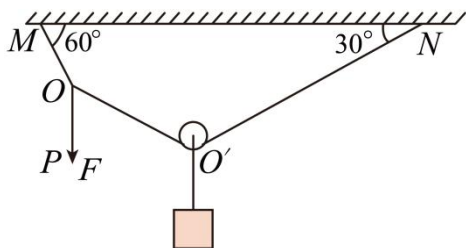
则

$$h = \frac{eU_1}{\nu_2 - \nu_1}$$

故 D 正确。

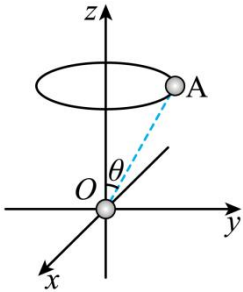
故选 BD。

20. 如图所示，轻绳 MN 的两端固定在水平天花板上，轻绳 OP 系在轻绳 MN 的某处，光滑轻滑轮悬挂一质量为 m 的物体，并跨在轻绳 MN 上。初始时用竖直向下的力 F 拉 OP ，使 O 点处于如图所示的位置，此时 OM 与水平方向的夹角为 60° ， $O'N$ 与水平方向的夹角为 30° 。在保证 O 点位置不变的情况下，现使轻绳 OP 以 O 点为圆心顺时针缓慢转过 90° 的过程中，下列说法正确的是 AC



- A. 力 F 的大小先减小后增大
- B. 轻绳 OM 的拉力大小先减小后增大
- C. 当力 F 竖直向下时, 力 F 的大小为 mg
- D. 当力 F 竖直向下时, 轻绳 ON 的拉力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

21. 如图所示, 直角坐标系 xOy 在水平面内, z 轴竖直向上, 坐标原点 O 处固定一带正电的点电荷, 空间中存在竖直向下磁感应强度为 B 的匀强磁场, 质量为 m 、带电量为 $q(q > 0)$ 的小球 A, 绕 z 轴做匀速圆周运动。小球 A 的速度大小为 v_0 , 小球与坐标原点的距离为 r , O 点和小球 A 的连线与 z 轴的夹角 $\theta = 37^\circ$ 。重力加速度 g 、 m 、 q 、 r 均已知, $\cos 37^\circ = 0.8, \sin 37^\circ = 0.6$ 。则下列说法正确的是 ()



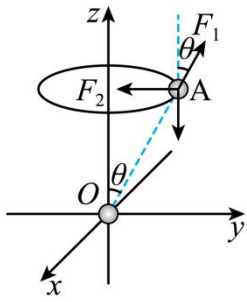
- A. 从上往下看, 小球 A 沿逆时针方向转动
- B. O 处的点电荷在 A 运动的圆周上各处产生的电势和场强都相同
- C. 小球 A 与点电荷之间的库仑力大小为 $\frac{5}{4}mg$
- D. $v_0 = \sqrt{\frac{9}{20}gr}$ 时, 所需磁场的磁感应强度 B 最小

21. ACD

【详解】A. 空间中存在竖直向下的匀强磁场 B , 小球的向心力由库仑力在运动轨迹半径方向的分力和洛伦兹力提供, 根据左手定则可知, 从上往下看小球只能沿逆时针方向做匀速圆周运动, 故 A 正确;

B. O 处的点电荷在 A 运动的圆周上各处产生的电势都相同, 场强大小相等, 方向不同, 故 B 错误;

C. 对小球 A 受力分析如图所示, 洛伦兹力 F_2 沿水平方向, 库仑力 F_1 沿着 $O \rightarrow B$ 方向



在竖直方向，根据平衡条件得

$$F_1 \cos 37^\circ = mg$$

解得

$$F_1 = \frac{5}{4}mg$$

所以小球 A 与点电荷之间的库仑力大小为 $\frac{5}{4}mg$ ，故 C 正确；

D. 水平方向根据牛顿第二定律得

$$qv_0 B - F_1 \sin 37^\circ = m \frac{v_0^2}{r \sin 37^\circ}$$

其中

$$F_1 \sin 37^\circ = \frac{3}{4}mg$$

解得

$$B = \frac{5mv_0}{3qr} + \frac{3mg}{4qv_0}$$

当

$$\frac{5mv_0}{3qr} = \frac{3mg}{4qv_0}$$

即

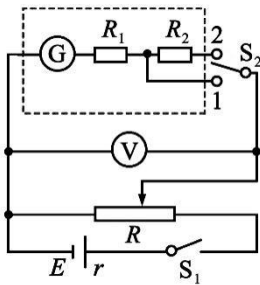
$$v_0 = \sqrt{\frac{9}{20}gr}$$

时， B 取值最小值，故 D 正确。

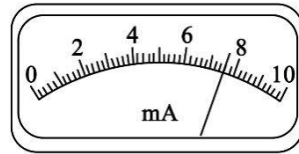
故选 ACD。

22. (6分)

某同学按图(a)所示电路图,把满偏电流为10 mA、内阻为20 Ω的表头G改装为双量程电压表,并进行校准。



图(a)



图(b)

(1)该改装表有5 V挡和15 V挡两个挡位,则定值电阻 $R_1 =$ _____ Ω, $R_2 =$ _____ Ω。

(2)用量程为15 V的标准电压表对改装表15 V挡进行校准,若表头G的指针位置如图(b)所示,则此时改装表的电压示数为 _____ V。

22. (6分)

(1) 480 (2分)

1 000 (2分)

(2) 11.4 (或 11.40) (2分)

23. (9分)

某同学“探究合外力做功与动能变化的关系”的实验装置如图(a)所示,光电门A、B相距 L 固定于木板上,小车(含宽度为 d 的遮光条)质量为 M ,每个钩码质量均为 m ,当地重力加速度大小为 g 。

实验关键步骤如下:

① 按图(a)安装好仪器,调节滑轮高度,使连接小车的轻绳平行于木板,绕过滑轮,挂上钩码;

② 记录钩码个数 n ,调节斜面倾角,使小车经过光电门A、B的时间相等,实现小车沿斜面匀速运动;

③ 去掉钩码与轻绳,将小车从光电门A的右侧任意位置静止释放,记下此次小车分别经过两个光电门的时间 t_A 和 t_B ;

④ 增加钩码个数,并重复②③步骤;

⑤ 记录数据,整理仪器。

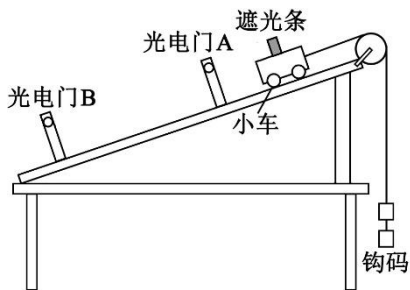


图 (a)

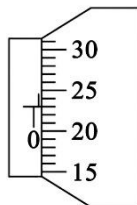


图 (b)

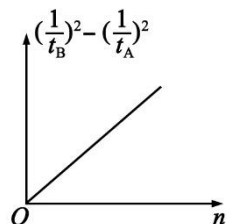


图 (c)

(1) 用螺旋测微器测量遮光条宽度 d 时, 其示数如图 (b) 所示, 则 $d =$ _____ mm; 小车经过光电门 B 时, 小车速度大小的表达式为 $v_B =$ _____ (用题中相关字母表示)。

(2) 若某次实验使用了 n 个钩码, 则去掉钩码与轻绳后, 小车下滑中所受的合外力大小为 $F_{\text{合}} =$ _____ (用题中相关字母表示)。

(3) 该实验 _____ (填“需要”或“不需要”) $m \ll M$; 斜面摩擦力对实验系统误差 _____ (填“有”或“无”) 影响。

(4) 多次实验获得多组数据后, 为了直观简洁地分析问题, 该同学以钩码个数 n 为横坐标, 作出的 $\left[\left(\frac{1}{t_B} \right)^2 - \left(\frac{1}{t_A} \right)^2 \right] - n$ 图线如图 (c) 所示, 分析可知图线的斜率 $k =$ _____ (用 M 、 m 、 L 、 d 、 g 表示)。

23. (9分)

(1) 0.730 (1分)

$\frac{d}{t_B}$ (2分)

(2) nmg (2分)

(3) 不需要 (1分)

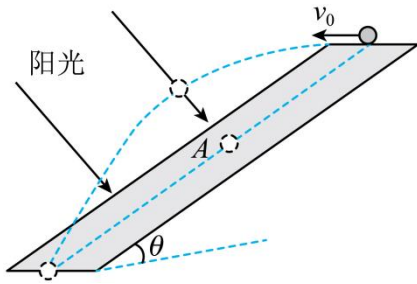
无 (1分)

(4) $\frac{2mgL}{Md^2}$ (2分)

24.(12分) 阳光明媚的中午, 小明同学把一块长木板放在院子里, 调整倾斜角度, 使阳光刚好和木板垂直。在斜面顶端固定一个弹射装置, 把一个质量为 0.1kg 的小球水平弹射出来做平抛运动。调整初速度大小, 使小球刚好落在木板底端。然后使用手机连续拍照功能, 拍出多张照片记录小球运动过程。通过分析照片, 小明得出: 小球的飞行时间为 0.4s ; 小球与其影子距离最大时, 影子 A 距木板顶端和底端的距离之比约为 $7:9$, 如图所示。取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求飞行过程中, 重力对小球做的功;

(2) 木板长度。



【答案】(1) 0.8J；(2) 见解析；(3) 1.6m

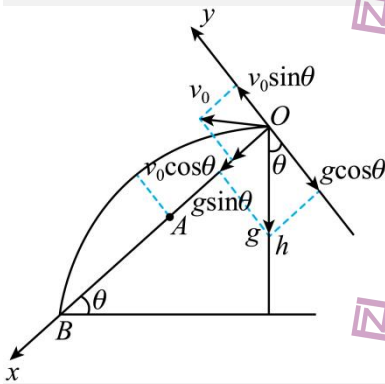
【详解】(1) 小球做平抛运动，竖直方向做自由落体运动，根据匀变速直线运动位移时间公式，可得

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.4^2 \text{ m} = 0.8\text{m}$$

根据功的公式，可得飞行过程中，重力对小球做的功为

$$W_G = mgh = 0.1 \times 10 \times 0.8\text{J} = 0.8\text{J}$$

(2) 如图所示建立直角坐标系



由题意可知

$$OA : AB = 7 : 9$$

则有

$$OA : OB = 7 : 16$$

可得

$$OA = v_0 \cos \theta t_1 + \frac{1}{2}g \sin \theta t_1^2$$

$$OB = v_0 \cos \theta t + \frac{1}{2}g \sin \theta t^2$$

又

$$v_y = v_0 \sin \theta - g \cos \theta t$$

y 方向速度减为零需要的时间为

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \theta}{g \cos \theta}$$

$$t = 2t_1$$

联立可得

$$OA = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g} \left(1 + \frac{1}{2} \tan^2 \theta\right)$$

$$OB = \frac{2v_0^2 \sin^2 \theta}{g} (1 + \tan^2 \theta)$$

可得

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

取 $\theta = 30^\circ$ ，则木板的长度为

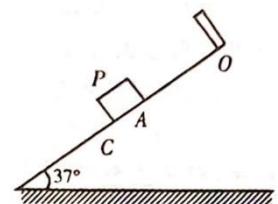
$$OB = \frac{h}{\sin \theta} = 1.6\text{m}$$

25. (20分) 如图所示, 一个固定的绝缘斜面, 倾角 $\alpha = 37^\circ$, 斜面顶端固定一绝缘的垂直挡板, 斜面上 A 点之下是光滑的, A 点之上是粗糙的, 动摩擦因数 $\mu = 0.25$. 现将一质量 m 为 1g 、带电量 q 为 $+2.4 \times 10^{-7}\text{C}$ 的物体 P (可看成质点) 从 A 点由静止释放, 经过一段时间, 下滑了 $L_1 = 0.1\text{m}$ 到达 C 点时加上一个平行斜面向上的匀强电场, 又经过相同的时间 P 恰好回到了 A 点, 之后 P 继续向上滑动并与挡板发生碰撞, 设碰撞中没有能量损失, P 所带的电量不发生变化. AO 之间的距离 $L_2 = 0.3\text{m}$ 求: (g 取 10m/s , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

(1) 所加电场的场强大小.

(2) 物体 P 第一次回到 A 点时的动能.

(3) 从物体 P 第一次回到 A 点开始直到最后停下来的过程中所经过的路程.



(1) 在 P 从 A 到 C 的过程中, 经历时间为 t , 则

$$L_1 = \frac{1}{2} g \sin \alpha \cdot t^2 \text{ 和 } v_c = g \sin \alpha \cdot t, \text{ 加电场后, } P \text{ 第一次}$$

回到 A 的相等时间内, P 做加速度大小为 a 的匀变速

$$\text{运动: } -L_1 = v_c t - \frac{1}{2} a t^2$$

由以上可得: $a = 3g \sin \alpha$

又由 $qE - mg \sin \alpha = m \cdot 3g \sin \alpha$ 得 $E = 1 \times 10^5 \text{ V/m}$

(2) 对 P 从 A 出发到第一次回到 A 的全过程, 由动能定理: $-\mu mg \cos \alpha \cdot 2L_2 = E'_{KA} - E_{KA}$

$$\text{得 } E'_{KA} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ J} = \frac{1}{2} E_{KA}$$

由此可知 P 将继续下滑 S , 再由动能定理

$$mgs_1 \sin \alpha - qEs_1 = -E'_{KA}$$

$$\text{得 } S_1 = \frac{2}{30} \text{ m} = 0.067 \text{ m}$$

因 $E'_{KA} = \frac{1}{2} E_{KA}$, 所以 P 再一次滑动到顶端与板碰

后再将返回时恰好能到达 A 点, 不会再滑到 A 点之下, 且以后一直在 AO 之间往返, 最后停在挡板处, 这一过程的路程为 S_2 , 则

$$-mgL_2 \sin \alpha - \mu mg S_2 \cos \alpha + qEL_2 = -E'_{KA}$$

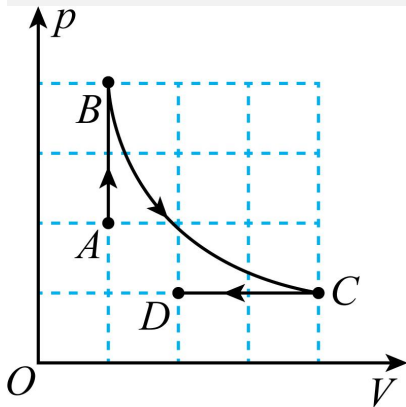
$$\text{得 } S_2 = 3.3 \text{ m}$$

$$\text{总路程: } S = S_2 + 2L_2 + 2S_1 = 3.3 + 2 \times 0.3 + 2 \times 0.067 \text{ m} = 4.034 \text{ m}$$

33. [物理——选修 3-3]

(1) (5分) 封闭在汽缸内的一定质量的理想气体由状态 A 到状态 D , 其压强 p 与体积 V 的关系如图所示, 其中状态 B 到状态 C 为等温变化, 由状态 A 到状态 B 的过程, 气体

_____ (填“吸收”或“放出”) 热量; 气体在状态 D 时单位时间内与器壁单位面积碰撞的分子数比状态 A _____ (填“多”或“少”)。



【答案】 吸收 少

【详解】 [1]由状态 A 到状态 B 的过程，气体的体积不变，根据理想气体状态方程，气体的温度升高，内能增大，由于气体的体积不变，气体不对外做功，外界也不对气体做功，根据热力学第一定律，气体吸收热量；

[2]根据理想气体状态方程得

$$\frac{p_D V_D}{T_D} = \frac{p_A V_A}{T_A}$$

根据图像得

$$p_D V_D = p_A V_A$$

解得

$$T_D = T_A$$

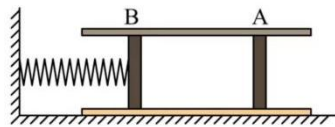
气体在状态 D 时与气体在状态 A 时的温度相同，气体分子的平均动能相同，平均速率相同；根据图像，气体在状态 D 时比气体在状态 A 时的体积大，压强小，所以气体在状态 D 时单位时间内与器壁单位面积碰撞的分子数比状态 A 少。

(2) (10分) 如图所示，内壁光滑的圆筒固定在水平地面上，用横截面积 $S=0.01 \text{ m}^2$ 的活塞 A、B 封闭一定质量的理想气体，其中活塞 B 与一端固定在竖直墙上、劲度系数 $k=1000 \text{ N/m}$ 的轻质弹簧相连，平衡时两活塞相距 $l_0=0.6 \text{ m}$ 。已知外界大气压强 $p_0=1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，圆筒内气体温度为 $t_0=27 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(i) 若将两活塞锁定，然后将圆筒内气体温度升到 $t=227 \text{ }^\circ\text{C}$ ，求此时圆筒内封闭气体的压强；

(ii) 若保持圆筒内气体温度 $t_0=27 \text{ }^\circ\text{C}$ 不变，然后对 A 施加一水平推力 $F=500 \text{ N}$ ，使其缓慢向左移动一段距离后再

次平衡，求此过程中封闭气体的压强及活塞 A 移动的距离。（假设活塞 B 左端的圆筒足够长，弹簧始终在弹性限度内）



(2) . (10 分) **答案:**(1) $1.67 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 0.7 m

解析:(1)设此时气体压强为 P ，由查理定律可得 $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$ (2 分)

$T_0 = (273 + t_0) \text{ K} = 300 \text{ K}$ ， $T = (273 + t) \text{ K} = 500 \text{ K}$

代入数据可得 $P = 1.67 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。(2 分)

(2)设再次平衡时封闭气体压强为 P' ，活塞 A、B 向左移动的距离分别为 x 、 x' ，由于气体温度始终不变，由玻意耳定律可得 $P_0 l_0 S = P'(l_0 + x' - x)S$ (2 分)

由平衡条件可知，对活塞 A 有 $P'S = P_0 S + F$ (1 分) $P' = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

对活塞 B 有 $P_0 S + kx' = P'S$ (1 分) 联立解得 $x = 0.7 \text{ m}$ 。(2 分)

34. [物理——选修 3-4]

(1) (5 分). 下列说法正确的是 ()

- A. 简谐运动的质点经过平衡位置时所受合外力不一定为 0
- B. 当驱动力的频率越接近物体的固有频率时，物体受迫振动的振幅越大
- C. 只有超声波才能发生多普勒效应
- D. 光导纤维的内芯的折射率大于外套的折射率
- E. 利用激光测量地球到月亮的距离，准确度可以达到厘米级别，说明激光具有高度的相干性的特点

【答案】 ABD

【详解】A. 做简谐运动的物体经过平衡位置时的回复力一定为 0，但所受合外力不一定为零，如振幅很小得单摆运动得最低点受到的合外力就不等于 0，故 A 正确；

B. 当驱动力的频率等于物体的固有频率时，物体发生共振，振幅最大。故物体在做受迫振动时，当驱动力的频率越接近物体的固有频率，受迫振动振幅越大，故 B 正确；

C. 多普勒效应不仅仅适用于声波，它也适用于所有类型的波，故 C 错误；

D. 光导纤维内芯的折射率大于外套的折射率，故 D 正确；

E. 利用激光测量地球到月亮的距离，准确度可以达到厘米级别，说明激光具有高度的平行性的特点，故 E 错误。

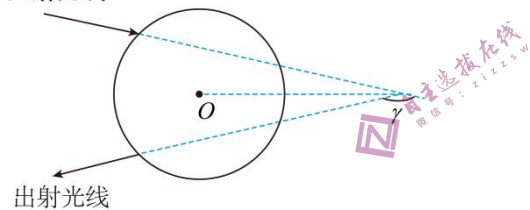
故选 ABD。

(2) (10 分) 入射光线与射出光线之间的夹角 γ 称为偏向角。如图所示，一条光线以 45° 的入射角射入空气中的球状透明液珠，在液珠内表面反射后又穿出液珠。已知透明液珠的半径 $R = \sqrt{6} \text{m}$ ，偏向角 $\gamma = 150^\circ$ ，光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ 。试求：

(i) 透明液珠的折射率 n ；

(ii) 光在透明液珠内传播的时间。

入射光线



出射光线

【答案】(1) $n = \sqrt{2}$ ；(2) $t = 4 \times 10^{-8} \text{s}$

【详解】(1) 如图所示， $\alpha = 45^\circ$ ，由几何关系得

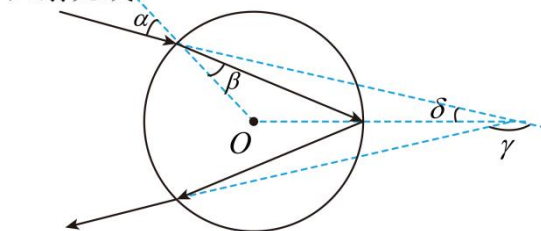
$$\delta = 15^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

所以

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{2}$$

入射光线



出射光线

(2) 光在透明液珠内传播的速度

$$v = \frac{c}{n}$$

光在透明液珠内传播的距离

$$s = 4R \cos 30^\circ$$

光在透明液珠内传播的时间

$$t = \frac{s}{v}$$

带入数据可得

$$t = 4 \times 10^{-8} \text{ s}$$

