

实验活动 2 有机化合物中常见官能团的检验

【实验目的】

1. 加深对有机化合物中常见官能团性质的认识。
2. 学习有机化合物中常见官能团的检验。

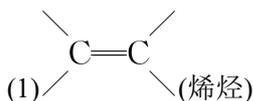
【实验用品】

试管、试管夹、胶头滴管、烧杯、研钵、酒精灯、三脚架、石棉网(或陶土网)、火柴。

1-己烯、1-溴丁烷、无水乙醇、苯酚溶液、乙醛溶液、苯、1-丙醇、2-氯丙烷、丙醛、四氯化碳、阿司匹林片、饱和溴水、酸性 KMnO_4 溶液、5% NaOH 溶液、10% NaOH 溶液、稀硝酸、稀硫酸、2% AgNO_3 溶液、5% CuSO_4 溶液、 FeCl_3 溶液、 NaHCO_3 溶液、石蕊溶液。

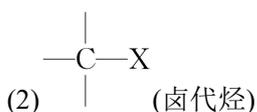
【实验步骤】

1. 几种常见官能团的检验



碳碳双键

	实验 1	实验 2
实验内容	向盛有少量 1-己烯的试管里滴加溴水，观察现象	向盛有少量 1-己烯的试管里滴加酸性 KMnO_4 溶液，观察现象
实验现象	溴水褪色，液体分层，下层为 <u>无色油状液体</u>	<u>KMnO_4 溶液褪色</u> ，有无色气泡冒出
化学方程式	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_4\text{H}_9 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCHBr}-\text{C}_4\text{H}_9$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_4\text{H}_9 + 2\text{KMnO}_4 + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{COOH} + \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}^+ + 2\text{Mn}^{2+}$



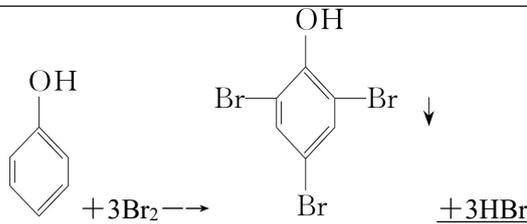
碳卤键

	实验
实验内容	向试管里加入几滴 1-溴丁烷，再加入 2 mL 5% NaOH 溶液，振荡后加热。反应一段时间后停止加热，静置。小心地取数滴水层液体置于另一支试管中，加入稀硝酸酸化，加入几滴 2% AgNO_3 溶液，观察现象
实验现象	①加热后液体不再分层； ②另一试管中有淡黄色沉淀生成

化学方程式	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$ $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr} \downarrow + \text{NaNO}_3$
-------	---

(3) —OH(酚)

羟基

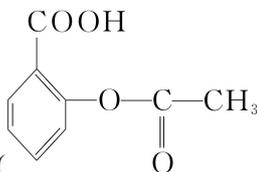
	实验 1	实验 2
实验内容	向盛有少量苯酚稀溶液的试管里滴加饱和溴水，观察现象	向盛有少量苯酚稀溶液的试管里滴加 FeCl ₃ 溶液，观察现象
实验现象	有白色沉淀生成	溶液显紫色
化学方程式		

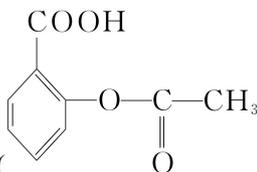
(4) —C—H(醛)

醛基

	实验
实验内容	在试管里加入 2 mL 10% NaOH 溶液，滴入几滴 5% CuSO ₄ 溶液，振荡。然后加入 0.5 mL 乙醛溶液，加热，观察现象
实验现象	有砖红色沉淀生成
化学方程式	$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

2. 阿司匹林片有效成分中羧基和酯基官能团的检验



阿司匹林片的有效成分是乙酰水杨酸()。乙酰水杨酸中有羧基，具有羧酸的性质；同时还有酯基，在酸性或碱性条件下能发生水解。可以通过实验检验乙酰水杨酸中的羧基和酯基。

(1) 样品处理

将一片阿司匹林片研碎后放入适量水中，振荡后静置，取用上层清液。

- A. 苯酚能和溴水迅速反应
- B. 苯酚具有酸性
- C. 室温时苯酚不易溶解于水
- D. 液态苯酚能与钠反应放出氢气

答案 B

解析 A项是羟基使苯环上羟基邻、对位的氢原子变得活泼；C项是苯酚的物理性质；D项只要是羟基均可以与钠反应，不具有影响性；B项醇中羟基为中性，但酚中羟基却呈酸性，显然是受苯环的影响，符合题意。

3. 在足球比赛场上，当运动员受伤时，队医常常在碰撞受伤处喷洒一些液体，已知该液体是一种卤代烃(RX)。

试回答下列问题：

(1)为了证明该卤代烃(R—X)是氯代烃还是溴代烃，可设计如下实验：

- a. 取一支试管，滴入 10~15 滴 R—X；
- b. 再加入 1 mL 5%的 NaOH 溶液，充分振荡；
- c. 加热，反应一段时间后，取溶液少许，冷却；
- d. 再加入 5 mL 稀 HNO₃ 溶液酸化；
- e. 最后加入 AgNO₃ 溶液，若出现_____沉淀，则证明该卤代烃(R—X)是氯代烃，若出现_____沉淀，则证明该卤代烃(R—X)是溴代烃。

①写出步骤 c 中发生反应的化学方程式：_____。

②有同学认为步骤 d 操作可省略。你认为该同学说法_____ (填“正确”或“不正确”)，请简要说明理由：_____。

(2)从环境保护角度看，能否大量使用该卤代烃？为什么？_____。

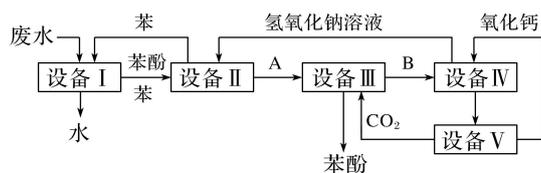
答案 (1)白色 浅黄色 ① $\text{RX} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}} \text{ROH} + \text{NaX}$ ②不正确 在步骤 b 中 NaOH 是过量的，若没有步骤 d，直接加入 AgNO₃ 溶液，将会产生褐色沉淀，干扰观察沉淀颜色，无法证明是 Cl⁻ 还是 Br⁻

(2)不能，因为卤代烃有毒，挥发到空气中，会污染环境

解析 (1)根据出现沉淀的颜色，可知卤素原子种类，在加 AgNO₃ 之前，必须加入稀 HNO₃ 酸化，因为过量的 NaOH 能与 AgNO₃ 反应，生成 AgOH，AgOH 不稳定，立即分解为褐色 Ag₂O 沉淀，干扰对卤素原子种类的检验。

(2)有毒的卤代烃挥发到空气中，会污染环境。

4. 含苯酚的工业废水处理的流程图如下：



- (1)上述流程里,设备 I 中进行的是_____操作(填写操作名称)。实验室里这一步操作可以用_____进行(填写仪器名称)。
- (2)由设备 II 进入设备 III 的物质 A 是_____ (填化学式,下同)。由设备 III 进入设备 IV 的物质 B 是_____。
- (3)在设备 III 中发生反应的化学方程式为_____。
- (4)在设备 IV 中,物质 B 的水溶液和 CaO 反应后,产物是 NaOH、H₂O 和_____。通过_____操作(填写操作名称),可以使产物相互分离。
- (5)上图中,能循环使用的物质是 C₆H₆、CaO、_____、_____。

答案 (1)萃取(或萃取、分液) 分液漏斗

(2)C₆H₅ONa NaHCO₃

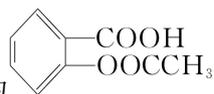
(3) $C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_5OH + NaHCO_3$

(4)CaCO₃ 过滤

(5)NaOH 溶液 CO₂

解析 由流程图和每一步新加的试剂进行分析可知:用苯萃取出设备 I 中的苯酚进入设备 II,然后用 NaOH 溶液将设备 II 中的苯酚转化为苯酚钠而进入设备 III,向设备 III 中通入 CO₂ 将苯酚钠转化为苯酚,同时生成 NaHCO₃ 而进入设备 IV,向设备 IV 中加入 CaO 时,生成 CaCO₃ 进入设备 V,NaOH 溶液进入设备 II 循环使用,据此回答。(1)根据上述分析,设备 I 中进行的是萃取、分液,实验室里这一步操作可以用分液漏斗进行。(2)根据上述分析,由设备 II 进入设备 III 的物质 A 是苯酚钠,由设备 III 进入设备 IV 的物质 B 是 NaHCO₃。(3)根据上述分析,在设备 III 中发生反应的化学方程式为 $C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_5OH + NaHCO_3$ 。(4)在设备 IV 中,物质 B 的水溶液和 CaO 反应后,产物是 NaOH、H₂O 和 CaCO₃,CaCO₃ 难溶于水,通过过滤,可以使产物相互分离。(5)上图中,能循环使用的物质是 C₆H₆、CaO、NaOH 溶液、CO₂。

5. 阿司匹林被誉为“百年新药”,阿司匹林药片的有效成分是乙酰水杨酸,它是一种白色晶体,微溶于水。其结构简式为



(相对分子质量为 180)。

已知:①阿司匹林药片中一般添加少量的辅料(都不溶于水,也不与 NaOH 反应);②酚类物质与 FeCl₃ 溶液在弱酸性条件下能发生显色反应。

某课外学习小组为检验阿司匹林有效成分中的官能团并测定乙酰水杨酸在药片中的含量,进行了如下实验:

I. 验证乙酰水杨酸中具有羧基和酯的结构(—COOR)。

①将一片阿司匹林研碎后溶于水，静置，各取上清液 2 mL 于两支洁净的试管中；②向一支试管中加入_____，若观察到_____，即证明乙酰水杨酸中有羧基；③向另一支试管中加入适量 NaOH 溶液，加热几分钟，冷却后逐滴滴入稀 H₂SO₄，再向其中滴入 FeCl₃ 溶液，边加边振荡，若观察到溶液逐渐变为_____色，即证明乙酰水杨酸中具有酯的结构。

回答下列问题：

(1)将上述三处空白处补充完整。

(2)实验中滴加稀 H₂SO₄ 的作用是_____。

II.该学习小组设计了如下实验方案测定乙酰水杨酸在药片中的含量：

①称取阿司匹林样品 m g；②将样品研碎，溶于 V_1 mL a mol·L⁻¹ NaOH 溶液(过量)并加热，除去辅料等不溶物，将所得溶液移入锥形瓶；③向锥形瓶中滴加几滴指示剂，用浓度为 b mol·L⁻¹ 的标准盐酸反滴未反应的 NaOH，消耗盐酸的体积为 V_2 mL。

回答下列问题：

(1)阿司匹林中加入过量的 NaOH 溶液并加热，发生反应的化学方程式为_____；

其中，加热的目的是_____。

(2)不能将阿司匹林溶解于水后直接用 NaOH 溶液进行滴定的原因是_____。

(3)根据实验中记录的数据，阿司匹林药片中乙酰水杨酸质量分数的表达式为_____。

答案 I.(1)紫色石蕊溶液 溶液变为红色 紫

(2)中和 NaOH 调节溶液为弱酸性

II.(1) $+ 3\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_6\text{H}_4(\text{COONa})(\text{ONa}) + \text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O}$ 使乙酰水杨酸快速反应 (2) 乙酰水杨酸微溶，与 NaOH 反应缓慢，导致不能完全反应

(3) $\frac{(aV_1 - bV_2) \times 10^{-3} \times 60}{m} \times 100\%$