

生应用所学化学知识解决问题是考题的命题趋势。上面两道例题避开常规的设问角度,刻意从能力的角度提升试题的教育功能。如问题中“用字母型进行讨论推断”是考查用讨论和推理方法解决化学问题的能力;“对多种酸的使用选择分析”是考查选择和评价方案的能力;“对反应体系的反应推断”是考查从题设情景用化学知识解决问题的能力;问题拓展中“掺杂④⑤不能发生的干扰反应式”是通过设置陷阱考查学生良好的心理素质和思维品质。

这种试题能使整体思维能力强、心理素质好的优秀学生在考试中脱颖而出,实现高考试题应该具有的选拔功能。

#### 参考文献:

- [1] 陈育德.2006年全国高中生化学竞赛试题例析及思考[J].化学教学,2007(2):59-64.  
[2] 2007年普通高等学校招生全国统一考试大纲(理科)[M].北京:高等教育出版社,2006:164-165.

## 肥皂制取实验的拓展

廖旭呆

(宁波市鄞州中学,浙江宁波 315101)

文章编号:1005-6629(2007)10-0078-03

中图分类号:G633.8

文献标识码:B

#### [问题的由来]

《肥皂的制取》实验是与生产实际相联系的有机制备实验,是学生们在学完油脂水解反应以后对所学知识的一次实际应用。笔者编拟了一道与肥皂的提取实验相关的实验题,以图帮助学生更好地把握实验原理,引领学生关注实验细节,掌握一些有机制备实验的一般规律。

#### [问题]

某学生用熟猪油、乙醇、NaOH、NaCl饱和溶液、蒸馏水为试剂,设计了如图所示的装置来制取肥皂。具体步骤如下:

①先称取5~7g熟猪油放入圆底烧瓶里,再加入10mL无水乙醇,先用微火加热,使油脂溶解(加热以增大油脂在酒精中的溶解度),再取6mL蒸馏水,3g氢氧化钠,在大试管中制成溶液一并加入圆底烧瓶中。配上带有长玻璃管的橡皮塞,塞紧瓶口,防止酒精挥发。然后小心加热,并不断摇动,让其充分混和均匀,煮沸15分钟后,皂化基本结束。

②经检验后,把皂化已完全的皂化液倒在盛有50mL饱和食盐水的烧杯中,并不断搅拌,肥皂即能浮在液面。收集起来,放在干净布上压干成块即为肥皂。

试回答下列问题:

(1)长玻璃导管的作用是\_\_\_\_\_。

(2)在提供的试剂中,加入乙醇的作用是\_\_\_\_\_;加入NaOH的作用是\_\_\_\_\_。

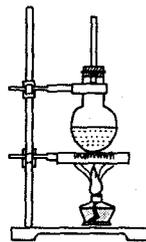
(3)本实验原理的化学方程式是(有机物用结构简式表示)\_\_\_\_\_。

(4)实验过程中,如何用简单方法判断皂化反应是否进行完全?\_\_\_\_\_。

(5)皂化完成后,加入饱和NaCl溶液的作用是\_\_\_\_\_,观察到的现象是\_\_\_\_\_。

#### [问题解析]

这是一道有关肥皂制取的实验题,内容涉及实验药品选用、原理表达、操作过程及要领。题目较长,应仔细阅读并审题,要求学生能在回忆的基础上具体分析,回答有关的原理和细节。有机物一般沸点较低,加热时为防止原料的损失,在反应器上装一个长的直导管可起到冷凝回流的作用。学生若能联想起溴苯、硝基苯、酚醛树脂的制备,应该不难回答长导管的作用,为进一步减少反应物的挥发,让水解始终保持在液体中进行,可将长直导管改成冷凝管,效果更好。油脂在碱性条件下进行皂化,加入乙醇是利用乙醇既能溶解氢氧化钠,又能溶解油脂的特性,从而使皂化反应在均匀的系统中进行并且速率加快;检验皂化是否完成,可观察反应混和物是否不再分层,或取出少量反应混和物滴

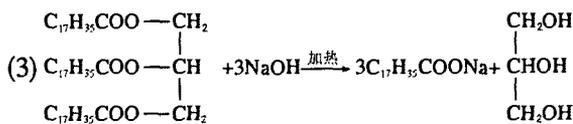


入水中,看是否完全溶解;油脂皂化反应前后溶液均呈碱性,故不可用红色石蕊试纸检验反应液能否使其变蓝来判断。皂化结束后加入NaCl可使肥皂从溶液中析出来。

参考答案:

(1) 冷凝回流;

(2) 乙醇既能溶解碱,又能溶解油脂,使皂化反应在均匀的液体中进行,并且加快反应速率;NaOH使油脂在碱性条件下水解,以制取肥皂。



(4) 取少许皂化液,加入适量蒸馏水,用力振荡,如完全溶解,无油滴出现,说明皂化已完全;如仍有油滴出现,则表示皂化尚未完全。过几分钟后,再取样检查,直到皂化反应完全为止。

(5) 使高级脂肪酸钠发生盐析;固体浮在表面。

[问题拓展]

围绕肥皂制取实验可设计后续问题如下(分别从历史上的去污现象、肥皂成分定性分析、皂化反应定量计算、从肥皂到洗涤剂四个方面加以拓展):

1.公元前,古埃及国王胡夫的一位厨师不小心把刚熬好的羊油碰翻在灶炕旁,与草木灰混合在一起,当他将羊油和草木灰捧出去后,洗手时发现洗得特别干净,其原因是什么?

分析:本题要求用化学知识解释生活中的化学现象。草木灰中含有碳酸钾,水解产生的氢氧化钾能与羊油发生皂化反应。

答案:草木灰中 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 发生水解: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ,生成的KOH又使油脂水解,生成易溶于水的甘油和具有去污能力的高级脂肪酸钾,故手洗得特别干净。

2.将澄清的肥皂液分装两支试管中,往第一支试管中加入稀硫酸,产生的现象是\_\_\_\_\_,反应的离子方程式是\_\_\_\_\_;

往第二支试管中加入 $\text{CaCl}_2$ 溶液,产生现象是\_\_\_\_\_,有关反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

分析:肥皂液的主要成分是硬脂酸钠,加入强酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 后可制得弱酸硬脂酸,而硬脂酸是不溶于水的白色固体,故可看到的现象是产生白色浑浊(沉淀)。肥皂水中加入钙盐后,因生成的硬脂酸钙难溶于水,也会产生白色沉淀。

答案:产生白色浑浊,  $\text{H}^+ + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- =$

$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} \downarrow$ ;

产生白色沉淀,  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- = (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca} \downarrow$

3.某饱和一元脂肪酸和甘油形成的酯3.56g,以浓度为0.5mol/L的NaOH溶液50mL来水解,反应完成后剩余的NaOH溶液恰好被1mol/L的盐酸13mL所中和,则该饱和一元脂肪酸的分子中碳原子个数为( )

- A.18 B.17 C.16 D.15

分析:参加酯的水解反应的NaOH的物质的量=  $0.5\text{mol/L} \times 0.05\text{L} - 1\text{mol/L} \times 0.013\text{L} = 0.012\text{mol}$ ;酯的物质的量=  $0.012\text{mol} / 3 = 0.004\text{mol}$ ,所以该酯的式量=  $3.56 / 0.004 = 890$ ,  $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5 = 890$   $n = 17$ 。该饱和一元脂肪酸的分子中碳原子个数=  $(17+1) = 18$ 个。

此题易误选B而导致功亏一篑,其原因在于只注意到脂肪酸中的烃基部分碳原子数而忽略了羧基中还有一个碳原子。

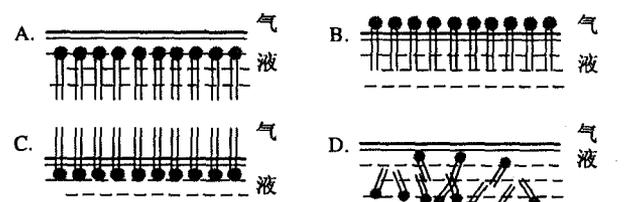
答案:A。

4.在第一次世界大战期间,德国就开始制造烷基苯磺酸盐以代替肥皂。1930年,美国National Aniline公司正式将烷基苯磺酸钠作为廉价的合成洗涤剂销售。这种产品,在第二次世界大战后的1945-1950年间迅速普及。在日本,利用硬性型ABS(带支链的烷基苯磺酸盐)的合成洗涤剂的产量,在1963年已超过肥皂。但是随着合成洗涤剂消费量的增加,引起了河川发生泡沫等污染水质的问题。因而改用对微生物降解性良好的软性型LAS(直链烷基苯磺酸盐)。

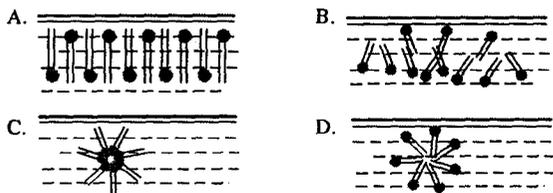
(1) 软性型LAS最常见的是直链十二烷基苯磺酸钠:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$ , 其结构中

与肥皂( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ )的憎水基团— $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ 相当的基团为\_\_\_\_\_,同浓度的直链十二烷基苯磺酸钠与肥皂溶液的pH相比,较大的是\_\_\_\_\_。

(2) 若用  $\bullet$  来表示十二烷基苯磺酸钠的结构,左端为链烃基,右端为极性基。则该物质分子在其水溶液表面分布的结构示意图,应是下列各图中的\_\_\_\_\_图(填写序号)。理由是\_\_\_\_\_。



(3) 进入介质(水)内部的该物质的分子,可能会以下列结构形式图中的\_\_\_\_结构形式(填写序号)存在。理由是\_\_\_\_\_。



(4) 烷基苯磺酸钠用作洗涤剂时,需配加三聚磷酸钠、硅酸钠等助洗剂。当洗涤用水硬度(含有较多的Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)较大时,洗涤剂与肥皂相比,\_\_\_\_\_洗涤效果较好,原因是肥皂\_\_\_\_\_。

(5) ①近年来,内陆很多河流湖泊出现水华,蓝藻、水葫芦等疯长,给内河航运和淡水养殖带来诸多损失;某些近海地区也开始频繁地出现赤潮,试解释出现水华和赤潮的可能的原因是\_\_\_\_\_。

②针对上述情况,我们应该采取哪些措施?\_\_\_\_\_。

分析:可借助“相似相溶”原理来理解洗涤剂的去污原理,链烃基—R不能溶于水,属于憎水基,—SO<sub>3</sub>Na可溶于水,属于亲水基。分子的排列要以体系能量处于最低为原则。

答案: (1) CH3(CH2)11CH2SO3Na, 肥皂溶液。

(2) C链烃基在液面之上,极性基在液面之下与水相亲,可使能量最低;

(3) A和D极性基和链烃基交错排列,可减小分子之间斥力;链烃基向内,极性基向外的结构,在一定程度上使憎水基团链烃基脱离与水接触,使体系能量最低。

(4) 洗涤剂,肥皂中的硬脂酸钠会与硬水中的Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>等生成沉淀使肥皂耗用量较多也不易洗净。

(5) ①生活污水、工业污水、农业用水的任意排放,使内陆部分淡水水域以及近海的水中含磷、氮量升高,从而导致水质富营养化,致使低等植物藻类疯长。

②关闭或限制工业污水的排放,禁止使用含磷洗衣粉,降低生活污水中的磷和有机营养成分,防止水藻过度生长,破坏水域环境。

[教育价值]

本题取材于教材中的肥皂制取学生实验,但作了改进。设计这样一则实验习题旨在巩固油脂的水解知识,考察物质的分离和提纯技能。问题设计的出发点是引领学生把握实验原理,关注实验细节,反思实验过程,手脑并用,实践创新。同时结合问题拓展部分内容,使学生对肥皂、洗涤剂等日化用品的制取和去污原理有个基本的了解,从而培养化学兴趣,巩固基础知识。

参考文献:

[1] 史定海.新课程·新精编丛书(高中化学第二册) [M].杭州:浙江教育出版社,2004年:279.  
[2] 史定海.随堂纠错超级练丛书(化学高二全) [M].杭州:浙江教育出版社,2006年:231.

第七届《化学教学》编委会名单

名誉主编:金利通

主编:叶建农

副主编:徐承天、徐承波、戴立益(按姓氏笔划排序)

编委:王运生、王祖浩、王清江、王程杰、王麟生、叶建农、包霞、孙元清、朱民、朱绮琴、汤杰、陈基福、吴俊明、麦禄根、张长江、范杰、杨帆、杨卫国、施其康、钮泽富、胡一毅、高剑南、徐睿、徐承天、徐承波、解守宗、鲜跃仲、戴立益(按姓氏笔划排序)

编辑部主任:徐承波