

آزمایش ۱۲ دستورالعملی، کتاب آزمایشگاه علوم تجربی (۲)، پایه یازدهم، درصد خلوص کانسنگ مس

ایمنی و هشدار

- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- از تماس با سولفوریک اسید خودداری کنید.
- مس (II) کربنات برای محیط زیست مضر است.

آزمایش را مطابق دستور کتاب انجام دهید. فقط در دستور کار به اشتباه محلول مس (II) سولفات ۰/۵ مولار نوشته شده در حالی که در قسمت ابزار و مواد ۲۵ میلی لیتر محلول ۱ مولار مس (II) سولفات قید شده است. در این آزمایش از محلول ۱ مولار مس (II) سولفات استفاده شد. برای تهیه ۲۵ میلی لیتر محلول ۱ مولار مس (II) سولفات لازم است مطابق رابطه ی زیر ۶/۲۴ گرم مس (II) سولفات آبدار را در بالن حجمی ۲۵ میلی لیتری به حجم برسانید.

$$? \text{ g} = 25 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{249.68}{1 \text{ mol}} = 6.24 \text{ (g)}$$

برای تهیه ۵۰ میلی لیتر سولفوریک اسید ۲ مولار مطابق رابطه ی زیر لازم است ۵/۵ میلی لیتر از محلول غلیظ سولفوریک اسید موجود در آزمایشگاه (۹۵٪-۹۸٪، ۹۶٪ معادل ۱۸/۱ مولار) را در بالن حجمی ۵۰ میلی لیتری به حجم برسانید. برای محاسبه غلظت محلول غلیظ سولفوریک اسید موجود در آزمایشگاه (۹۵٪-۹۸٪) بهتر است از رابطه ی زیر استفاده کنید. در این رابطه C_M غلظت محلول بر حسب مول بر لیتر، a درصد خلوص سولفوریک اسید (۹۶/۵)، d چگالی محلول غلیظ سولفوریک اسید (۱/۸۴) کیلوگرم بر لیتر و M جرم مولی (۹۸/۰۸) گرم بر مول آن می باشد.

$$C_M = \frac{10 \cdot a \cdot d}{M}$$

$$C_M = \frac{10 \times 96.5 \times 1.84}{98.08} = 18.1 \text{ mol/L}$$

$$18.1 \times V = 50 \times 2 \rightarrow V = 5.52 \text{ mL}$$

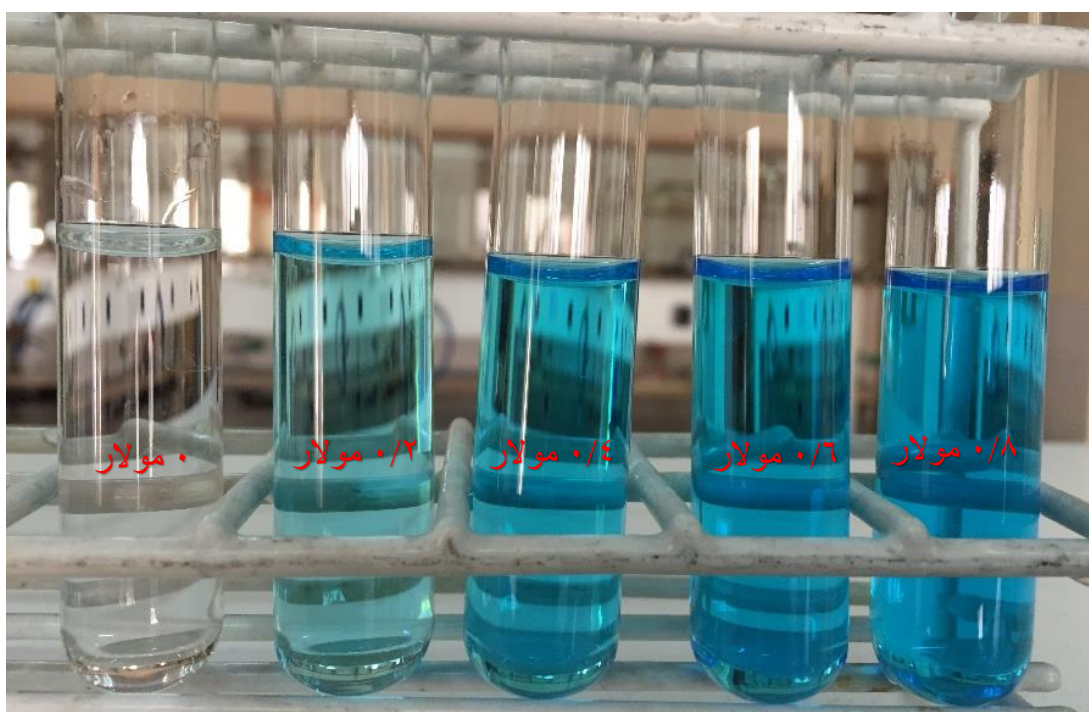
اگر کانی مالاکیت در اختیار ندارید لازم است سنگ معدن پودری شبیه سازی شده را تهیه کنید. فرض کنید می خواهید ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۴ مولار مس (II) کربنات به عنوان نمونه شبیه سازی شده تهیه کنید. برای تهیه ی این نمونه لازم است مطابق رابطه ی زیر حدود ۵ گرم مس (II) کربنات را در بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری به حجم برسانید.

$$? \text{ g} = 100 \text{ mL} \times \frac{0.4 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{123 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 4.92 \text{ (g)}$$

حال مطابق جدول زیر ۵ نمونه حاوی غلظت‌های مشخصی از یون مس با استفاده از محلول ۱ مولار مس (II) سولفات آبدار تهیه می‌شود.

۵	۴	۳	۲	۱	شماره لوله آزمایش
۰	۲	۴	۶	۸	حجم محلول مس (II) سولفات (mL) ۱ مولار
۱۰	۸	۶	۴	۲	حجم آب خالص (mL)
۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	غلظت یون مس Cu^{2+} (مول بر لیتر)
۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	جرم ترکیب در ۱۰ گرم کانی

تصویر زیر لوله‌های آزمایش ۱ تا ۵ را نشان می‌دهد که غلظت یون مس در آنها از راست به چپ به ترتیب ۰/۸، ۰/۶، ۰/۴، ۰/۲ و ۰ مول بر لیتر می‌باشد.



لوله‌های آزمایش ۱ تا ۵ که غلظت یون مس در آنها از راست به چپ به ترتیب ۰/۸، ۰/۶، ۰/۴، ۰/۲ و ۰ مول بر لیتر می‌باشد.

پس از تهیه‌ی محلول‌های استاندارد، محلول ۰/۴ مولار مس (II) کربنات را که به عنوان نمونه شبیه سازی شده تهیه کرده‌اید در بشر ریخته و به تدریج به آن ۴۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار سولفوریک اضافه کنید اگر همزمان با افزایش سولفوریک اسید تولید حباب‌های گاز به پایان رسید یعنی واکنش به طور کامل انجام شده است ولی اگر با افزایش سولفوریک اسید همچنان گاز تولید می‌شود افزایش اسید را تا جایی ادامه دهید که تولید حباب متوقف شود. حباب‌های گاز کربن دی اکسید مطابق واکنش زیر تولید می‌شوند:



پس از اطمینان از پایان واکنش مطابق شکل زیر مخلوط را با استفاده از کاغذ صافی در بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف کنید و با آب مقطر آن را شستشو داده و سپس به حجم برسانید.

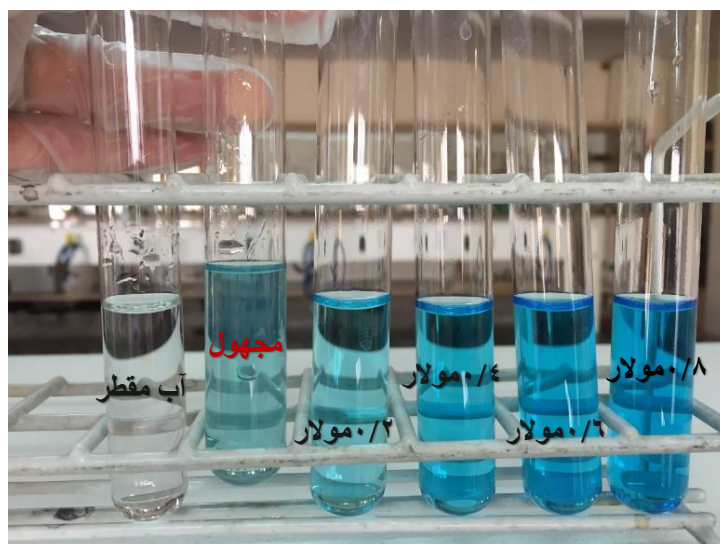


صاف کردن محلول مس (II) سولفات حاصل از افزایش سولفوریک اسید به مس (II) کربنات

در ادامه مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول مس (II) سولفات حاصل از افزایش سولفوریک اسید به مس (II) کربنات را در یک لوله آزمایش بریزید. رنگ محلول موجود در این لوله را با ۵ لوله‌ی دیگر مقایسه کنید. همان گونه که مشاهده می‌کنید رنگ نمونه مالاکیت شبیه سازی شده به نمونه‌ای با غلظت ۰/۲ مولار شبیه است.



مقایسه‌ی رنگ نمونه‌ی مالاکیت شبیه‌سازی شده (مجهول) با محلول‌های استاندارد



شباهت رنگ نمونه‌ی مالاکیت شبیه‌سازی شده (مجهول) با نمونه‌ای با غلظت ۰/۲ مولار

مطالعات نشان می‌دهد که مس (II) کربنات به صورت آزاد در طبیعت وجود ندارد و معمولاً به صورت مس (II) کربنات هیدروکسید با فرمول مولکولی $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ یافت می‌شود به همین دلیل است که غلظت نمونه با خطا به دست می‌آید. در واقع از ۵ گرم از نمونه $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ استفاده شده است که مطابق رابطه‌ی زیر معادل غلظت ۰/۲ مولار است و با نتایج تجربی مطابقت دارد.

$$? \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 5 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{221 \text{ g}} \times \frac{1}{0.1 \text{ L}} = 0.2 \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)$$

پاسخ پرسش‌ها

۱. از مقایسه‌ی لوله آزمایش حاوی مالاکیت شبیه‌سازی شده با نمونه‌های استاندارد می‌توان نتیجه گرفت از آنجا که شدت رنگ آن با شدت رنگ لوله آزمایش حاوی غلظت ۰/۲ مولار Cu^{2+} برابر است بنابراین مطابق روش رنگ‌سنجی غلظت آنها هم برابر است.

۲. غلظت مولی یون مس در این لوله ۰/۲ مولار است.

۳. چون جرم ترکیب در لوله آزمایش شماره ۴ با غلظت ۰/۲ مولار، ۲/۵ گرم است پس درصد خلوص فلز مس مطابق رابطه زیر ۲۵٪ است.

$$\frac{2/5}{10} \times 100 = 25\%$$