

# טורקיז זה הצבע שלי

## תגובת חמצון-חיזור אקסותרמית

### הוראות בטיחות:

- יש לעבוד עם חלוק, נעליים סגורות, כפפות ומשקפי מגן.
- יש לכתוב על כל בקבוק מה הוא מכיל בתחילת ההכנה.

### ציוד/כלים דרושים:

- בקבוק מדידה 100 מ"ל
- ספטולה/כפית
- מאזניים
- קעריות שקילה
- כוס כימית בנפח 100 מ"ל
- מבחנה 10 מ"ל מזכוכית
- מכסה מתאים לכוס כימית ובו חור למבחנה ולמד הטמפרטורה. אפשר להשתמש במכסה של כוס קפה חד-פעמית או צלחת פטרי פלסטיק שחוררנו בה חורים בעזרת מסמר או מברג מחומם. ראו תמונה.
- משורה 50 מ"ל
- משורה 10 מ"ל
- 2 מדי טמפרטורה דיגיטליים
- בוחש מגנטי ומגנטים
- מעמד

• 2 צבתות למעמד

• קיסם עץ

## חומרים דרושים:

• 50 מ"ל תמיסת נחושת כלורית  $\text{CuCl}_2$  1M

• חתיכת אלומיניום (כ-10×4 ס"מ , כ-0.25 גרם)

• בקבוק מים מזוקקים

## מהלך ההכנה:

הכנת 100 מ"ל תמיסת נחושת כלורית  $\text{CuCl}_2$  1M:

1. שקלו 13.4 גר' נחושת כלורית הידראט ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) והעבירו לבקבוק מדידה של 100 מ"ל.
2. הוסיפו מים מזוקקים כמעט עד לקו ה-100 מ"ל.
3. הוסיפו מגנט וערבבו על גבי בוחש מגנטי עד להמסה מלאה.
4. הוציאו את המגנט בעזרת שולה מגנטים, והשלימו עם טפי של מים מזוקקים את נפח התמיסה ל-100 מ"ל.
5. החזירו את המגנט לערבוב נוסף על גבי הבוחש המגנטי.
6. העבירו את התמיסה לבקבוק אחסון כהה.

## מהלך הדגמה/ניסוי:

1. מדדו 50 מ"ל תמיסת נחושת כלורית למשורה ומזגו לכוס כימית של 100 מ"ל.
2. הוסיפו מגנט והניחו את הכוס על הבוחש המגנטי.
3. מדדו 5 מ"ל מים מזוקקים במשורה ומזגו למבחנה.
4. הניחו את המכסה על הכוס.
5. הכניסו את המבחנה דרך החור במכסה לתוך התמיסה.
6. הכניסו את מד הטמפרטורה לתמיסה דרך חור המכסה, וקבעו אותו למעמד בעזרת צבת.
7. כתבו את הטמפרטורה ההתחלתית של התמיסה.
8. הכניסו למבחנה מד טמפרטורה נוסף דרך חור המכסה, וקבעו אותו למעמד בעזרת צבת.
9. כתבו את הטמפרטורה ההתחלתית של המים במבחנה.
10. סדרו את המערכת כך שמדי הטמפרטורה לא ייגעו בקרקעית או זה בזה, ויהיו קבועים במקומם על ידי צבתות (ראו תמונה).
11. הכניסו את רדיד האלומיניום לתמיסה. במידה והרדיד צף, השקיעו אותו בעזרת קיסם עץ.
12. הפעילו את המערבל בקצב איטי.
13. מדדו כל 15 שניות את הטמפרטורה של התמיסה בכוס ושל המים במבחנה למשך שלוש דקות בערך.



## תוצאות צפויות:

- רדיד האלומיניום מתפרק ו"נעלם".
- התמיסה הופכת להיות עכורה.
- הטמפרטורה עולה בכוס ובמבחנה.

## הסבר מדעי:

התגובה המתרחשת היא תגובת חמצון-חיזור, שבה יוני הנחושת שבתמיסה לוקחים אלקטרונים מאטומים האלומיניום ברדיד האלומיניום. לאורך זמן הניסוי יוני הנחושת שוקעים על רדיד האלומיניום כנחושת מוצקה ורדיד האלומיניום מתפרק. תהליך זה מלווה בשינוי צבע התמיסה מכחול לטורקיז-ירוק, עקב ירידת ריכוז יוני הנחושת, והופעה של עכירות עקב שיקוע יוני הנחושת והתפרקות רדיד האלומיניום (המכיל לרוב גם שכבה פלסטית בנוסף לשכבה המתכתית). הוספת עוד נייר אלומיניום תגרום לתמיסה להפוך לחסרת צבע לחלוטין. תגובה זו היא תגובה אקסותרמית, כלומר תגובה פולטת אנרגיה. אנרגיה הנפלטת ממערכת התגובה עוברת לסביבת התגובה – במקרה זה המים של תמיסת הנחושת הכלורית. קליטת האנרגיה מתבטאת בעליית טמפרטורת המים בכוס. המים בכוס מחמים את המים הנתונים במבחנה הקטנה, בהתאם לחוק השני של התרמודינמיקה הקובע כי זרימה ספונטנית של חום תמיד תתרחש מגוף חם יותר לגוף קר יותר.

## טיפים:

- להדגמת התופעה בלבד, אפשר לעשות את הניסוי עם מד טמפרטורה אחד בכוס עצמה.
- בעריכת הניסוי בחטיבת הביניים יש לעבוד עם ריכוז תמיסת נחושת כלורית של 0.5M.
- בהכנת התמיסה אנו משתמשים בהידראט של נחושת כלורית המכיל שתי מולקולות מים. אפשר להשתמש גם בנחושת כלורית יבשה ללא מים (אנהידרוס) או בהידראט אחר המכיל מספר שונה של מולקולות מים. במקרים אלו יש לחשב את המסה הנדרשת לשקילה בהתאם למסה המולרית של החומר.
- הניסוי המתואר הוא ניסוי חקר בנושא קיבול והולכת חום. ניתן להוסיף כמויות שונות וגדלים שונים של נייר אלומיניום, או לעבוד עם ריכוזים שונים של תמיסת נחושת כלורית.

## פינוי חומרים:

- מצורף קישור מתוך אתר משרד החינוך: [הבטחת הבטיחות במעבדות סעיף 2.9.6](#).