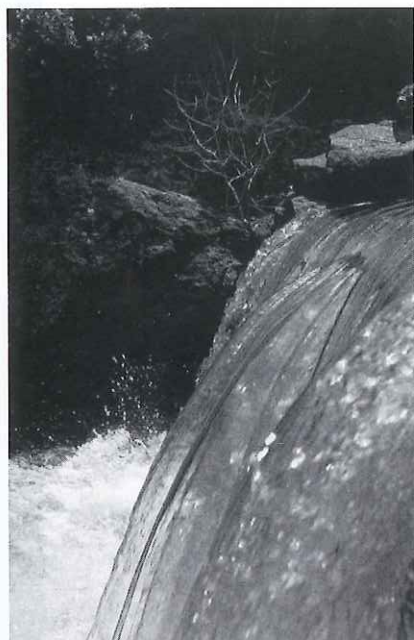




החמצה של מקורות המים על-ידי גשם חומצי - ניסוי הדגמה



אמנם החורף מאחורינו אך תוצאותיו ילוו אותנו גם בעונות השנה הבאות. אחת הבעיות הסביבתיות הקשות של כדור-הארץ המתועש היא תופעת הגשם החומצי. נושא זה עולה פעמים רבות בדיונים כיתתיים בפרק חומצות ובסיסים. הדגמות רבות, המחקות את תופעת הגשם החומצי פורסמו רבות בעבר. ייחודה של הדגמה זו הוא הדגמת ההתמוססות של תחמוצות חומציות בטיפות מים בדומה למתרחש בהתמוססות בטיפות המים בעננים באטמוספירה. הגשם החומצי נוצר בעיקר מהתמוססות תחמוצות חנקן ותחמוצות גופרית במי הגשמים. מקור תחמוצות החנקן באטמוספירה הוא משריפת דלקים במכוניות ומשריפת דלקים נוזליים במפעלי תעשייה. מקור תחמוצות הגופרית באטמוספירה הוא מתחנות כוח המבוססות על פחם ומתהליך קליית מסגי מתכות בכורים להפקת מתכות. החמצה של מקווי מים יכולה להיגרם כאשר משקעים חומציים אלה יורדים על מקווי מים, שאין להם יכולת לווסת את החומציות באופן טבעי (buffer capacity).

אגם המוקף סלעי גיר יהיה עמיד להחמצה וזאת הודות למרכיב העיקרי שממנו בנוי הסלע - מלח סידן פחמתי, CaCO_3 , שלו היכולת לווסת ירידה בחומציות. לעומת זאת אגם המוקף בסלע גרניט לא יוכל לווסת את החומציות. הסיבה לכך היא שגרניט מורכבת בעיקר ממלחים סיליקאטים שהם חסרי יכולת ויסות.

האגמים המוחמצים לא חייבים להיות קרובים גיאוגרפית למקור הזיהום, כי לאחר התמוססות התחמוצות בטיפות המים בעננים, העננים נישאים ברוח.

בהדגמה זו נמחיש את התופעה של גשם חומצי על שני מקווי מים. האחד מייצג מקווה מים המוקף באבן גיר והאחר מוקף באבן גרניט. ההדגמות מבוצעות במשורות. גשם מבקבוק התזה פשוט לוכד את תחמוצת הגופרית ונושא אותו אל מקווה המים.

ה-pH של גשם לא מזוהם (גשם אשר אינו מכיל תחמוצות גופרית ותחמוצות חנקן), הוא 5.6 בקירוב. pH זה נובע מקיומו של שיווי המשקל הבא באטמוספירה:



האינדיקטור שנבחר להדגמה הוא ברומו קרחול ירוק. שינוי הצבע שלו מצהוב (בתחום החומצי מאוד) לכחול מתרחש בסביבות ה-pH המבדיל בין גשם מזוהם לגשם שאינו מזוהם.

בהדגמה זו מכינים גופרית דו חמצנית בתמיסה על פי התגובה:



הכנה

את תחמוצת הגופרית יש להכין מראש במדף.

הכנס 5 גר' NaHSO_3 לתוך משורה בנפח של 1000 מ"ל.

הוסף 10 מ"ל של תמיסת H_2SO_4 בריכוז 6M.

הנח לתמיסה לעמוד כשהיא מכוסה בזכוכית שעון, עד שהתסיסה נגמרת.

(דרך נוספת להכנת הגז SO_2 היא על-ידי ערבוב תמיסת NaHSO_3 בריכוז 0.5M עם 4 מ"ל תמיסת H_2SO_4 בריכוז

3M. ניתן להשתמש בתהליך האחרון במידה שלא ניתן להכין את הגז SO_2 מראש ובמדף. כמות הגז הנוצרת בתהליך

האחרון פחותה בהשוואה לתהליך הראשון.)

ההדמיה של שני מקווי המים מתבצעת בתוך שתי משורות זכוכית בנפח של 2000 מ"ל כל אחת.

הדמיית מקווה מים מוקף גרניט (הזכוכית, הבנויה גם היא מסיליקטים מייצגת את הגרניט): הכנס 200 מ"ל מים ו-1 מ"ל

תמיסת אינדיקטור ברומו קרזול ירוק בריכוז $1 \cdot 10^{-3} \text{M}$ וערבב היטב.

הדמיית מקווה המים המוקף אבן גיר: מקווה זה דורש הכנה זהירה יותר. הכנס 200 מ"ל מים ו-1 מ"ל אינדיקטור ברומו

קרזול ירוק לתוך המשורה השנייה וערבב. הוסף למשורה זו 0.2 גר' CaCO_3 אך אל תערבב את התמיסה. הנח למוצק

לשקוע לתחתית המכל. אם חלקיקי מוצק נותרים בתרחיף על שטח פני הנוזל, בחש בעדינות.

ההדגמה

א. היכרות עם שינוי צבעי האינדיקטור: הכנס 150 מ"ל מים לכל אחד משני ארלנמיירים בנפח 250 מ"ל והוסף 5

טיפות ברומו קרזול ירוק לכל אחד מהארלנמיירים. לארלנמייר הראשון הוסף 2 מ"ל של תמיסת H_2SO_4 בריכוז

3M ובחש היטב. התוצאה היא שבארלנמייר ללא החומצה יישמר הצבע הכחול האופייני לתמיסה בסיסית, ואילו

בארלנמייר השני יופיע הצבע הצהוב האופייני לתמיסה חומצית.

ב. כדי להדגים את תהליך ההחמצה של מקווה המים, התחל למזוג את הגז SO_2 ממכל ההכנה לתוך המשורה

המדמה את מקווה המים המוקף גרניט. יש לנהוג בזהירות ולא לשפוך מנוזלי התמיסה המכילה לתוך משורת

"מקווה המים" משום שהתוצאה תהיה החמצה מיידית של "מקווה המים" המוקף גרניט. מזיגה של חמש עד עשר

שניות מניבה תוצאה מספקת. לאחר שהגז הוסף למשורת מקווה המים, רסס כ-10 מ"ל מים לתוך המשורה

באמצעות בקבוק תרסיס, -20 לחיצות במרסס. פעולה זו תגרום להחדרת הגז SO_2 ישירות לתוך תמיסת מקווה

המים. התוצאה תיראה לעין, צבע תמיסת האגם יתפוך לצהוב. לאחר שמי הריסוס התערבבו עם התמיסה,

והתמיסה החלה לשנות את צבעה, ערבב בעדינות.

ג. חזור על התהליך עם משורת "אבן הגיר". צבע תמיסת "מקווה המים" ישתנה בתחילה לצהוב כאשר הגז SO_2 יתמוסס על פני שטח המשורה. אך לאחר ערבוב התמיסה, צבעה יחזור לכחול.

הוראות זהירות וניקיון בתום ההדגמה

הכנת הגז SO_2 חייבת להיעשות עם כפפות ומשקפי מגן במנדף. שמור על מכל ההכנה של הגז מכוסה במנדף מלבד בזמן המזיגה. שמור על מכלי "מקווי המים" מכוסים לאחר הריסוס. הנח למשורות לעמוד מכוסות לפחות 15 דקות לאחר ההדגמה במטרה להמיס את כל הגז לפני הניקוי. ניתן לנטרל את כל התמיסות ואז לשפוך אותן לכיור ולשטוף במים רבים.

מקורות

L. M. Goss, "A Demonstration of Acid Rain and Lake Acidification: Wet Deposition of Sulfur Dioxide",
Journal of Chemical Education 80, 1, 2003, pp. 39-40

<http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/>

<http://www.ec.gc.ca/acidrain/>

<http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/Environmental/acidrain/acidrain.html>

<http://royal.okanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html>

http://www.policyalmanac.org/environment/archive/acid_rain.shtml