

התמרה במצולות הים הבלטי*



| דבורה יעקובי** |

דף עבודה



שם התלמיד: _____

בית הספר: _____

תאריך: _____

1. מדוע נזרקו חביות המכילות גז עצבים וגז חרדל לים הצפוני?
2. מדוע מהוות חביות אלה איום על איכות הסביבה? התייחס לעובדה שחביות אלה עשויות מברזל.
3. מהם חילוקי הדיעות בנוגע לפתרון הבעיה של חביות אלה?
4. צייר נוסחת מבנה שלדית של גז החרדל.
5. התבונן בתגובה הכימית שעובר גז החרדל במעמקי הים. כנה תגובה זו בשם.
6. רשום לפניך את התגובה הנ"ל.
7. גז החרדל רעיל למערכת העצבים ואילו הדייג שנפגע - נצרב בעור ידיו. ממה, לדעתך, נפגעו ידיו של הדייג שנגע בחבית? התייחס בתשובתך לארבע רמות ההבנה בכימיה.
8. התייחס לתשובתך לשאלה 6 והחלט האם תהליך ההתמרה בים, המתרחש מעצמו, יכול להוות פתרון לבעיה, או אולי, לפחות, הקלה מסוימת של הבעיה. התייחס לרמות ההבנה בכימיה, אולם גם מעבר להן.
9. בים הבלטי מגיב גז החרדל עם H_2O . האם יכול גז החרדל להגיב במעבדה עם HBr ? אם לא - הסבר מדוע. אם כן - נסח את התגובה.

* דף עבודה זה מתאים לנושא הבחירה כימיה אורגנית מתקדמת. הדף חובר על ידי דבורה יעקבי שהייתה מורה נסיינית של הספר "מולקולות במסע - התחנות שבדרך". דף העבודה מתייחס לסיפור מקרה המופיע בספר בעמ' 69-70.

** ד"ר דבורה יעקבי, רכזת כימיה בחמד"ע - המרכז לחינוך מדעי בתל אביב.

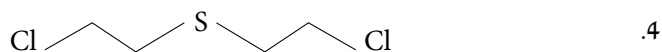


תשובות

1. זריקת חביות לים הייתה הדרך של שני הצדדים שהשתתפו במלחמת העולם השנייה, גרמניה ובעלות הברית, להיפטר מאמצעי לחימה שנתרו אחרי המלחמה.

2. ברזל עובר שיתוך, תגובה עם חמצן. שיתוך זה, המתבצע באמצעות החמצן המומס במי הים, מזורז בנוכחות אלקטרוליטים המצויים בשפע במי הים. החביות מגיבות עם החמצן, מתמוססות באופן חלקי, נסדקות ותוכנן הרעיל מתפזר בתוך מי הים.

3. יש הטוענים כי הסכנה בנוכחות החביות במי הים היא זניחה בשל מספר סיבות: החביות יתכסו מעצמן וייקברו בחול במשך הזמן. גם אם גז החרדל יזלוג לתוך מי הים הוא יעבור תגובת התמרה עם מי הים ובכך תנוטרל רעילות החומר. בנוסף לכך, עצם פעולת הוצאת החביות מסוכנת שכן הן עלולות להתבקע תוך כדי פעולה זו. לעומתם יש הטוענים כי רעילות החומר מסוכנת לא רק לעולם החי והצומח בים אלא גם לדייגים, שכן החביות נמצאות בעומק נמוך, בשל רדידותו של הים באזור שבו הושלכו החביות.



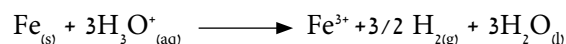
5. תגובת התמרה נוקליאופילית. התגובה מתרחשת פעמיים ובכל פעם מולקולת מים היא נוקליאופיל ויון כלור הוא הקבוצה העוזבת.



7. ידיו של הדייג שנגע בחביות נצרבו והופיעו עליהן שלפוחיות. בעת תגובת ההתמרה בין מולקולת גז החרדל לבין מולקולות המים הנוקליאופיליות, נפלטים יוני כלור, אבל נפלטים גם יוני הידרוניום, חומצה, הפוגעים בעור, על פי הניסוח הבא:



8. בים מתחולל תהליך התמרה, שבו מותמרים אטומי הכלור שבגז החרדל לקבוצות הידרוקסיל (ראה ניסוח בתשובה 6 ובתשובה 7) מבטל אמנם את רעילותו של גז החרדל, אולם יחד עם זאת הוא פולט חומצה חזקה לים. חומצה זו – לא רק שהיא רעילה בפני עצמה (שכן מערכות חיות, ובייחוד חד תאיים המהווים את בסיס שרשרת המזון, רגישים מאוד לרמת ה-pH) אלא גם מזרזת את שיתוכן של החביות, כאשר הברזל, כמו רוב המתכות, מגיב עם החומצה.



תגובה זו גורמת לסדקים נוספים בחביות ולזליגה מוגברת של גז החרדל למי הים. התוצאה מכך היא שתהליך ההתמרה אינו פתרון לבעיה ואף לא הקלה. אנו חוזרים לדילמה המתוארת בתשובה לשאלה 1. מה יותר מסוכן ומה יותר יקר: להשאיר את החביות בים או להוציא אותן?

9. גז החרדל יכול להגיב עם HBr שכן Br^- הוא נוקליאופיל טוב.

