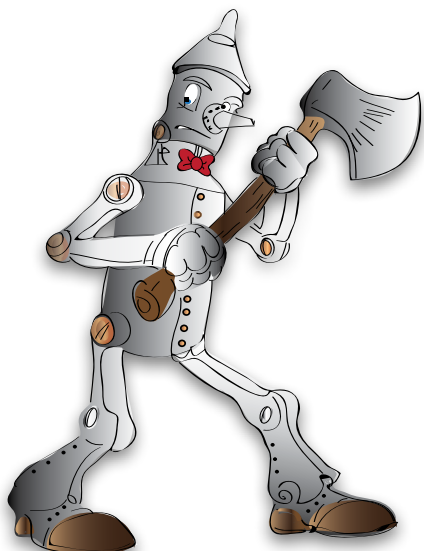


חמצון-חיזור וסטויכומטריה

נורית דקלו, מורה לכימיה, עמל ב', פתח תקווה¹

... דורותי הביטה באיש הפח שכל גופו עשוי ברזל. ראשו וזרועותיו היו מחוברים אל גופו בצירים. והוא ניצב כך בלי נוע, ליד עץ גדוע למחצה, נראה כאילו אינו מסוגל לזוז. טוטו פרץ בנביחות זעם וניסה לנשוך את רגלו. אולם התוצאה היחידה הייתה שהוא הכאיב לשיניו בעת שגרם לריקוע של הפח הקשה. במאמץ רב הניע איש הפח את פיו ואמר:



"אני כבר חלמד פה זמן רב, הציריב שלי כל כך חלודים עד שאיני יכול
לפניך אלגם חוד אפם ממש מגפוררים."

"מה אוכל לעשות אמענך?" שאלה דורותי.

"אג חייבג לעצור אג גפאך פקורוציפ".

"גפאך פמה?" שאלה.

"פפהחדפ, חמצון פברזל", השיב איש הפח שלמעשה עשוי מברזל.

"אג חייבג לעצור אי."

"איך?" שאלה דורותי.

איך ניתן לעזור לאיש הפח?

1 השאלה מבוססת על עיבוד של מלכה יאיון לסיפור "הקוסם מארץ עוץ" ועל בחינת בגרות תשע"א, שאלה 6.

1. קבעו עבור כל אחד מההיגדים i-iii שלפניכם אם הוא נכון או לא נכון. **תקנו קביעה לא נכונה.**

i הברזל (Fe) שממנו עשוי איש הפח קשה וחזק בזכות מבנה הסריג המתכתי שממנו עשוי ובו קשרים חזקים בין יונים חיוביים ליונים שליליים.

ii יכולת הריקוע של ברזל מוסברת על ידי תזוזה, על ידי הפעלת לחץ, של שכבות יונים חיוביים של סריג המתכת המסודר.

iii הברזל החלוד מתפורר משום שבתהליך ההחלדה נוצרת תרכובת בעלת מבנה גבישי תואם לזה של הברזל.

2. המרכיב העיקרי של חלודה הוא תחמוצת ברזל $Fe_2O_3(s)$.

החלודה נוצרת בתהליך חמצון-חיזור על פי התגובה הבאה: $2Fe_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ (1).

i מהי דרגת החמצון של הברזל בתחמוצת $Fe_2O_3(s)$?

ii מהי דרגת החמצון של החמצן בתחמוצת $Fe_2O_3(s)$?

iii האם הברזל בתגובה (1) הוא מחזר או מחמצן? נמקו תשובתכם.

3. לאחר שדורותי הסירה את החלודה מאיש הפח, הוא הבחין כי ירד במשקל... מסת הברזל $Fe_{(s)}$ שממנה היה עשוי פחתה ב-168 גרם כתוצאה מתהליך הקורוזיה.

i כמה מול ברזל הגיבו בתהליך הקורוזיה? פרטו חישוביכם.

ii מהו נפח החמצן שנדרש לתהליך? נפח מולארי של גז בתנאי התגובה שהתרחשה בסרט הוא 25 ליטר למול. פרטו חישוביכם.

iii כמה מול אלקטרונים עברו במהלך התגובה? פרטו חישוביכם.

ניתן להגן על ברזל מפני קורוזיה בשיטות שונות. אחת מהן היא על ידי חיבור לוח מתכת שונה מברזל ללוח הברזל.

דורותי רצתה לעזור לאיש הפח ולהגן עליו מפני המשך תהליך הקורוזיה על ידי חיבור לוח מתכת. לרשותה עמדו שתי מתכות: אלומיניום $Al_{(s)}$ ו- נחושת $Cu_{(s)}$.

ידוע כי ניתן לאחסן תמיסה של יוני ברזל Fe^{3+} בכלי עשוי נחושת $Cu_{(s)}$, אך לא ניתן לאחסנם בכלי עשוי אלומיניום $Al_{(s)}$.

4. i דרגו את המתכות אלומיניום $Al_{(s)}$, נחושת $Cu_{(s)}$ וברזל $Fe_{(s)}$ על פי כושרן היחסי לחזר.

ii באיזו מתכת - אלומיניום $Al_{(s)}$ או נחושת $Cu_{(s)}$ על דורותי להשתמש כדי להגן על איש הפח?

iii הציעו שיטת הגנה נוספת שבעזרתה ניתן להגן על איש הפח מפני קורוזיה של הברזל שממנו הוא עשוי. הסבירו כיצד השיטה שהצעתם מונעת את הקורוזיה של הברזל.

תשובה לשאלה חמצון-חיזור וסטיכומטריה

- i.1 לא נכון. הברזל הוא סריג מתכתי ובו יונים חיוביים של ברזל Fe^{3+} וביניהם אלקטרונים בלתי מאותרים (או "ים אלקטרונים").
- ii נכון. ריקוע הסריג המתכתי מתאפשר הודות לשינוי בסידור היונים החיוביים של המתכת המאורגנים בסריג בשכבות, בלי ליצור דחייה חשמלית עקב כך, כתוצאה מהפעלת לחץ.
- iii לא נכון. החלודה הנוצרת שונה במבנה המיקרוסקופי משכבת הברזל, ולכן היא מתפוררת. כאשר נוצרת שכבה הדומה במבנה המיקרוסקופי למתכת, נוצרת שכבה המגנה בפני המשך הקורוזיה, והמתכת אינה מתפוררת.
- i.2 דרגת החמצון של הברזל ב- $Fe_2O_3(s)$ היא +3
- ii דרגת החמצון של החמצן ב היא 2
- iii דרגת החמצון של הברזל עולה מדרגת חמצון 0 לדרגת חמצון +3, ולכן הוא מחזר.

3. חישובים:

	$2Fe_{(s)}$	$1.5O_{2(g)}$	$Fe_2O_{3(s)}$
m	168gram		
Mw	56gr/mol		
n	$n=m/Mw=168/56=3$ mole	2.25 mole	
V_m		25 liter/mole	
V		$v = n \times V_M = 2.25 \times 25 = 56.25$ liter	

בתגובה הגיבו 3 מול ברזל.

נדרשו לתהליך 56.25 ליטר חמצן.

בתהליך $2Fe_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ עוברים 6 מול אלקטרונים. לכן בתגובה של 3 מול ברזל (2.25 מול חמצן) יעברו 9 מול אלקטרונים.

i.4 ניתוח תוצאות הניסויים: $Al_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \Rightarrow Al > Fe$

$Cu_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow$ אין תגובה $\Rightarrow Fe > Cu$

על פי תוצאות הניסוי, כושרן היחסי של המתכות לחזר הוא: $Al_{(s)} > Fe_{(s)} > Cu_{(s)}$

ii יש להשתמש באלומיניום. על פי הדרוג הני"ל, האלומיניום מחזר טוב יותר מהברזל, ולכן הוא יעבור חמצון במקום הברזל.

iii ניתן להגן על הברזל בשיטות האלה:

- ציפוי הברזל בשכבה של צבע (או קרמיקה או פולימר או מתכת שהיא מחזר גרוע) המבודדת את הברזל מהסביבה ומונעת מגע עם חמצן ומים.
- טיפול בסביבה - ייבוש האוויר שמונע מגע של ברזל עם המים.
- ציפוי הברזל בשכבה של אבץ (גלון, ובעברית "איבויץ"). שכבת האבץ מבודדת את הברזל מהסביבה (וגם מגנה עליו).
- יצירת סגסוגת (פלדה) על ידי הוספת מתכות כמו כרום וניקל. הסגסוגת מתכסה בשכבת התחמוצת $Cr_2O_3(s)$ שמונעת מגע של הסגסוגת עם חמצן ומים.