**הופכים את האבנית ליתרון**

כולנו מכירים את האבנית המצטברת על גופי החימום של הקומקום החשמלי, ומשתמשים בכל האמצעים על מנת למגר ולהרחיק אותה. אבל האם עצרנו לחשוב מהי בעצם האבנית הזו שאנו מרחיקים בכול הכוח?

אבנית היא תרכובת הנקראת סידן פחמתי, CaCO3(s). איך היא נוצרת?

הכול מתחיל מהמים שמגיעים אלינו לברז. המים היורדים כמשקעים הם מעט חומציים עקב התמוססות פחמן דו חמצני מהאוויר ויצירת חומצה פחמתית.

CO2(g) + H2O(l) 🡪 H2CO3(aq)

H2CO3(aq) + H2O(l) 🡪H3O+(aq) + HCO3-(aq)

כאשר המשקעים מחלחלים דרך סלעים העשויים מאבן גיר, החומצה הפחמתית גורמת ל"המסת" סלעי הגיר והמלחים המומסים מחלחלים עד למי תהום ומשם למי השתייה שלנו:

CaCO3(s) + H3O+(aq) + HCO3-(aq)🡪 Ca2+(aq) + 2HCO3-(aq) + H2O(l)

אפשר לכתוב ניסוח אחד שכולל את שלושת התהליכים :

CaCO3(s) + CO2(g) + H2O(l) 🡪 Ca2+(aq) + 2HCO3-(aq)

כאשר מחממים את מי הברז, מתרחשת התגובה ההפוכה בה שוקעת אבנית CaCO3(s)

Ca2+(aq) + 2HCO3-(aq) 🡪 CO2(g) + H2O(l) + CaCO3(s)

אבנית (משקע גירי) מצטברת בצנרת, על גופי חימום שונים, בראשי המקלחת, בברזים ולמעשה בכל מקום שבהם יש זרימת מים (בעיקר חמים).

1. מים המכילים ריכוז גבוה של יוני סידן מכונים "מים קשים" ומידת הקשיות מבוטאת ב-ppm של סידן פחמתי. במקום מסוים נמדדה קשיות מים של 200ppm CaCO3.
2. בטאו את קשיות ביחידות של מג"ל.
3. חשבו את מספר המולים של יוני סידן בליטר מי שתייה.
4. אחת הדרכים הביתיות לניקוי אבנית מדפנות הקומקום החשמלי היא באמצעות "חומר מסיר אבנית". כאשר שופכים לקומקום את החומר הזה, נוצר קצף רב ונפלט הגז פחמן דו-חמצני. כעבור כמה דקות נעלמת האבנית. מה קרה לאבנית?

* התפרקה תוך כדי פליטת בועות גז התוצרים התמוססו במים.
* הותכה בחום והפכה לנוזל.
* התאדתה והפכה לבועות גז.
* התמוססה במים החמים.

1. סלע גיר מכיל ברובו מלח (תרכובת יונית) CaCO3.
2. מאילו יונים מורכב סלע גיר?
3. מבין היונים שציינת בסעיף א' לאיזה יון מתייחסים בקביעת קשיות המים?

האבנית שמצטברת מקטינה את קוטר מעבר המים בצנרת מה שעלול להוביל לסתימת הצנרת ולקיצור אורך חיי המכשיר. אבל הנזק של האבנית אינו מתמצה רק בצמצום הנפח של מעבר המים אלא גם בכך שבמקום לחמם את המים אנחנו מחממים את האבן ובכך מבזבזים מקורות אנרגיה וכסף.

1. לפניכם טבלה המציגה את בזבוז האנרגיה (באחוזים) כתלות בעובי האבנית שהצטברה בצנרת.

|  |  |
| --- | --- |
| עובי האבנית במ"מ | בזבוז האנרגיה באחוזים |
| 1 | 7 |
| 3 | 25 |
| 6 | 39 |
| 10 | 55 |
| 15 | 70 |

1. שרטטו גרף המתאר את הנתונים בטבלה הבאה.
2. איזה סוג גרף בחרתם? מדוע?
3. ציינו 2 נזקים הנגרמים כתוצאה מהצטברות של אבנית בצנרת המים.

האם האבנית באמת כל כך מזיקה לנו? מים בהם עשויה להיווצר אבנית נקראים "[מים קשים](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%99%D7%9D_%D7%A7%D7%A9%D7%99%D7%9D)", והם מכילים לרוב יוני [סידן](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A1%D7%99%D7%93%D7%9F), [מגנזיום](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%96%D7%99%D7%95%D7%9D), ויון [מימן פחמתי (ביקרבונט)](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%91%D7%99%D7%A7%D7%A8%D7%91%D7%95%D7%A0%D7%98), ששקעו בצורה של אבן. אנו מעוניינים שמי השתייה יכילו יוני סידן ומגנזיום החיוניים לבריאותנו, אז איך נשמור על יוני הסידן ויוני המגנזיום במים וגם נשמור על המכשירים והצנרת?



סלמנדר של חברת תמהיל

ה"סלמנדר" של חברת "תמהיל" הופך את האבנית ליתרון בכך שהוא גורם לה להתגבש בצורה פריכה ושבירה – יוני הסידן נשארים במים אבל בלי הנזקים שיוצרת האבנית.

ה"סלמנדר" הוא בעצם תא אלקטרוליטי המורכב מאלקטרודת נחושת (קתודה) ואלקטרודת אבץ (אנודה).

בתא האלקטרוליטי מתרחש תהליך חמצון חיזור:

באלקטרודה של האבץ (האנודה). מתרחש התהליך הבא:

Zn(s) 🡪 Zn 2+(aq) +2e

באלקטרודה של הנחושת (הקתודה). מתרחש התהליך הבא:

2H2O(l) +2e 🡪 2OH -(aq) + H2 (g)

הנוכחות הרצופה של יוני אבץ מתערבת בתהליך של שיקוע האבנית- CaCO3(s) ובמקום לקבל גבישים ריבועיים (קוביים) של אבן קשה (קלציט) הסידן הפחמתי שוקע במבנה של מחטים שבירות ופריכות (ארגוניט) כפי שניתן לראות בצילום.

כשהאבנית בעלת מבנה פריך (ארגוניט) היא כבר לא סותמת את הצינורות ויוני הסידן החשובים לבריאות, נשארים במים.

בכל מקום בו המים עומדים, אמנם נוצרת שכבת אבנית דקה קשה של קלציט אך נוכחות הסלמנדר גורמת לכך שרוב האבנית מתגבשת כארגוניט (תצורה של מחטים) וכתוצאה מכך לא מצטברת לשכבה עבה אלא מופיעה כתרחיף פריך ושביר בקומקום, או כקליפות וחתיכות בדוד, הניתנים לניקוי פשוט על ידי מי ברז. בנוסף, שכבת הקלציט הדקה מגינה על הצנרת המתכתית מפני חלודה (קורוזיה).



מתוך: <http://www.tamhil.com/Data/UploadedFiles/tahalich_elektroliti2.pdf>

כך נחסוך כסף, אנרגיה וגזי חממה בעלויות חימום ואחזקה, נשמור על אורך חיי מוצרי החשמל, ונהנה ממים בריאים.

1. הסלמנדר הוא תא אלקטרוליטי(סוג של תא אלקטרוכימי) המתרחש בו תהליך חמצון חיזור.
2. רשמו דרגות חמצון בתהליך הבא:

2H2O(l) + 2e 🡪 2OH -(aq) + H2 (g)

1. סמנו את התשובה הנכונה:  
   בקתודה של התא מתרחשת תגובת החיזור/החמצון ואילו באנודה מתרחשת תגובת החיזור/החמצון.
2. מנו יתרון של הסלמנדר כמסיר אבנית על פני שימוש במחליף קטיונים (מסנן שמסיר את יוני הסידן מהמים) להסרת אבנית?