

עמוד הבית < טכנולוגיה ומוצרים < אלקטרוניקה וחשמל
עמוד הבית < מדעים < פיסיקה ומבנה החומר [כימיה] < חומרים: תכונות ותהליכים
עמוד הבית < מדעים < פיסיקה ומבנה החומר [כימיה] < חשמל ומגנטיות



כימיה מחושמלת
מחבר: ד"ר אמיר בן-שלום

חזרה

הדפס/ ללא תמונות

הדפס/

תגובות כימיות יכולות לחולל זרם חשמלי יכול לחולל שינוי כימי. גלגולים מסתוריים אלה המתרחשים בין אנרגיה חשמלית לאנרגיה כימית הקסימו מדענים במשך מאות שנים. ובכל זאת, רק בשתי המאות האחרונות הגיעו החוקרים להבנתם. אותנו, בסוף המאה העשרים, הקשר ההדוק הזה שבין כימיה לחשמל אינו מפתיע. הוא אפשרי בגלל אותם חלקיקים זעירים שמהווים חלק מכל אטום - האלקטרונים. כיום, כשידוע שהזרם החשמלי הוא בעצם, בדרך כלל, זרם של אלקטרונים, והכימיה עוסקת בעיקר ביחסי הגומלין שבין האלקטרונים של אטומים שונים, מתחזקת האמירה כי הכימיה היא חשמלית. אבל עוד זמן רב לפני גילוי האלקטרון בישרה עבודתם של ארבעה מדענים את המהפכה האלקטרוכימית. פורצי הדרך ומניחי היסודות היו, בזה אחר זה, לואיג'י גלווני ואלכסנדרו וולטה האיטלקים, והמפרי דיווי ומייקל פרדיי האנגלים.

לידת האלקטרוכימיה:

גלווני (Galvani) גורם לרגל של צפרדע להתכווץ

בשנת 1780, בבולוניה שבאיטליה, ניתן האות. יד המקרה ועירנותו של הרופא לואיג'י גלווני הובילו לגילוי תגלית מרעישת: חשמל זורם. גלווני עצמו כלל לא התייחס להיבט זה של החשמל. עניינו התמקד בחקר שרירי הצפרדע. במהלך ניתוח רגל הצפרדע נגעו בה באקראי שתי מתכות שונות שגם נגעו זו בזו. הרגל הזדעזעה בעויות פתאומית. גלווני המופתע נוכח לדעת כי התופעה עשויה להמשך זמן רב. הוא הניח כי גילה חשמל מיוחד, "חייתי", שזרם ברציפות ומיוצר ע"י בעלי החיים. לרוע מזלו היה פרושו מוטעה, אבל הוא הצית את דמיונם של חוקרים אחרים שבאו בעקבותיו.

וולטה (Volta) ממצא את הסוללה החשמלית

השנה: 1800. חדר רוח קרב יצא חוקר איטלקי אחר, אלכסנדרו וולטה, להוכיח כי טעות בידו של גלווני. לפי וולטה התוצאות של גלווני נבעו פשוט משימוש במוליך רטוב שנמצא בין שתי מתכות שונות. רגלי הצפרדע היו המוליך הרטוב הזה, וניתן להחליפן בכל מוליך רטוב אחר. וולטה ערם זה על גבי זה זוגות של דסקיות מתכת: אבץ וכסף לסרוגין, כשבניהן מוליך רטוב - פיסות קרטון טבולות במי מלח, ואכן הצליח להפיק זרם חשמלי רציף ללא כל בעל חיים. זו היתה הסוללה החשמלית הראשונה. "סוללות וולטה", או כפי שהן נקראות לעתים "תאים וולטאיים", קנו להן פרסום רב, ואף לאוזני נפוליאון הגיע שמען. אבל פרסומן של הסוללות הללו לא נעצר בגבולות צרפת.

דיווי (Davy) קושר חשמל וכימיה

במכון המלכותי בלונדון שבאנגליה זיהה החוקר סר המפרי דיווי את הפוטנציאל האדיר הגלום בתא הוולטאי ועשה בו שימוש נרחב. הוא בנה סוללה וולטאית ענקית בעלת 2000 לוחיות מתכת, באמצעותה הדגים בפני מדענים וקהל מתעניינים את נפלאות הזרם החשמלי. דיווי היה החוקר שהכניס את החשמל לחקר הכימיה. הוא השתמש בזרם שנוצר בתא וולטאי, העביר אותו בתמיסות של תרכובות ידועות והצליח לפרק את התרכובות בתהליך שנקרא אלקטרוליזה. תוך כך גילה יסודות חדשים שלא היו ידועים עד אז, כמו הנתרן - אותה מתכת רכה שאפשר לחתוך בסכין, וכשמשליכים פיסות קטנות שלה למים היא מרקדת, מציתה להבות קטנות ומשמיעה קולות משונים. תרומה חשובה למדע הכימיה ההולך ומתפתח.

דיווי היה הראשון שהבין כי החשמל המופק בתא הוולטאי הוא בעצם תוצר של תגובה כימית. אבל ככימאי עשה צעד נוסף קדימה. לדעתו, אם זרם חשמלי יכול להתגבר על הכוח שמלכד יסודות לכלל תרכובות, הכוח הזה חייב להיות בעל אופי חשמלי. זה היה חידוש אמיתי. התקדמות של ממש בהבנת מהותו של הקשר הכימי.

פרדיי (Faraday), חשמל-מגנטי וחוקי האלקטרוכימיה

באותם ימים, ימי ראשית המאה שעברה, בפרוור עני של לונדון, עבד הנער מייקל פרדיי בכריכה כדי לעזור לפרנסת משפחתו. הצעיר הסקרן שלא זכה להשכלה מסודרת, הרבה לקרוא בספרים שכתב. כך נתקל בערך "חשמל" באנציקלופדיה בריטניקה. מייקל הצעיר נלכד. הוא החל להתעניין במדע ולמרות הקשיים נסע באדיקות ללונדון להרצאות שנשא חוקרים חשובים במכון המלכותי האנגלי. בין המרצים שהרשימו אותו עמוקות היה הכימאי סר המפרי דיווי, שהדגים להטוטי חשמל בעזרת הסוללה הענקית שבנה, והציג את היסודות החדשים שבדד זה מקרוב. פרדיי הנלהב הציע עצמו לעבודה כשוליה והתקבל כעוזר במעבדתו של דיווי. שם, כתלמידו וממשיכו של דיווי, פיתח קריירה מדעית מזהירה. הוא חקר נושא שריתק אותו: הקשר שבין חשמל למגנטיות. במהלך מחקרו המציא את המנוע החשמלי הראשון (ב-1821) ואת הדינמו הראשון (ב-1831), שני מתקנים המבוססים על האלקטרומגנטיות.

ומה היתה תרומתו לכימיה? הישגו האלקטרוכימי העיקרי של פרדיי היה כשהצליח להראות כי לחשמל המופק באמצעים מגנטיים אותה השפעה על חומרים ועל תגובות כימיות כמו לחשמל שהופק בדרכים אחרות. הוא אף נתן לתופעות הקושרות כימיה וחשמל היבט כמותי: בעזרת החוקים שניסח אפשר לחשב ולנבא איזו כמות תוצר תתקבל כאשר זרם חשמלי יעבור דרך תרכובת כימית או תמיסה שלה. חוקים אלה תקפים עד היום.

תאים חשמליים - תא אלקטרוכימי ותא אלקטרוליטי - שני הפכים

שתי פניה המנוגדות של האלקטרוכימיה - אותו תחום מדעי-טכנולוגי בו נחקר ומיושם הקשר בין שינוי חשמלי לשינוי כימי - נחשפו כבר בראשית ימיה. כבר אז, לפני כ-200 שנה, במעבדתם של דיווי ופרדיי בלונדון, אפשר היה לראות את שני סוגי התאים החשמליים המציגים את שני צדדיה של האלקטרוכימיה - "התא האלקטרוכימי" ו"התא האלקטרוליטי".

ב"תא האלקטרוכימי", שהוא למעשה ה"תא הוולטאי" הוותיק וגלגוליו המאוחרים, מתרחשת תגובה כימית מעצמה ומייצרת זרם חשמלי. הסוללה הענקית שבנה דיווי והסוללות המוכרות לנו מחיי היומיום הן תאים אלקטרוכימיים. התא האלקטרוכימי הפשוט ביותר מורכב משתי לוחיות מתכת שונות שנקראות אלקטרודות, המחוברות זו לזו ע"י תיל מוליך וטבולות באלקטרוליט - תמיסה (או תרכובת במצב צבירה נוזל) המוליכה זרם חשמלי.

ה"תא האלקטרוליטי", לעומת זאת, הוא המתקן בו זרם חשמלי גורם לתגובות כימיות להתרחש. בתא כזה, שגם הוא מורכב משתי אלקטרודות שביניהן אלקטרוליט, האלקטרודות אינן מחוברות זו לזו, אלא למקור זרם חיצוני. ומה עושים בתא אלקטרוליטי? אפשר להפריד תרכובות ליסודות כמו שעשה דיווי כשגילה יסודות חדשים, או כפי שעושים עד היום כשמפרידים מים לחמצן ומימן, אבל השימוש העיקרי הוא ציפויי זהב, כסף ומתכות אחרות.

סוללות ומצברים

כשאומרים תאים אלקטרוכימיים מתכוונים בעצם לסוללות. וכשאומרים סוללות? כאן אנחנו במגרש הביתי. אנחנו הרי מוקפים סוללות מכל עבר. ובכל זאת, למה מתכוונים כשאומרים סוללות אלקליות, סוללות ליתיום, סוללות ניקל-קדמיום? הביבלוב גדול... רגע, המצבר שבמכונית - גם הוא סוללה? לא ברור? אז כדאי לעשות קצת סדר בבלגן.

רטוב ויבש

סוללות בנות ימינו הן קטנות, נוחות ובעיקר סגורות ויבשות. זה נשמע מובן מאליו, אבל לא תמיד היה הדבר כך. בהתחלה הן היו רטובות ומסורבלות: בדרך כלל היו אלה מיכלי זכוכית פתוחים עם אלקטרוליט שהיה צריך להחליפו לעתים תכופות. הן דרשו טיפול מתמיד ולא התאימו לשימוש יומיומי. החידושים שהפכו את הסוללות לידידותיות היו פשוטים אך גאוניים: ראשית, האלקטרודות קבלו תפקיד נוסף והפכו בעצמן למיכל. מוט גרפיט (פחם מוליך חשמל) במרכז וגליל אבץ מסביב הם ה"קופסה" והם האלקטרודות. שנית, במקום האלקטרוליט הנוזלי, ממלא אלקטרוליט דמוי משחה את החלל שבתוך ה"קופסה". כך בנויות רוב הסוללות הביתיות של ימינו, ולא קשה לנחש למה הן נקראות "תאים יבשים". כאשר האלקטרוליט דמוי המשחה עשוי מחומר שנקרא אשלגן הידרוקסיד, תפקוד הסוללה משתפר מאוד. היות שאשלגן הוא יסוד השייך למשפחת ה"יסודות האלקאליים" (יחד עם נתרן, ליתיום ואחרים), נקראת גם סוללה מסוג זה סוללה האלקאלית (או בלועזית alkaline).

סוללה מצילת חיים

אנשים רבים ברחבי העולם חייבים את חייהם לסוללה מסוג אחר - סוללת הליתיום. כשהומצאו קוצבי הלב הראשונים עלה הצורך בסוללות מסוג חדש - סוללות זעירות שדרגת אמינותן גבוהה במיוחד. וכפי שקורה במקרים רבים, עקשנותו של אדם אחד, שלא הרפה עד שמצא אוזן קשבת אצל יצרן סוללות, הובילה לפיתוח סוללה כזו. סוללת הליתיום הזעירה, בה דיסקית עשויה ליתיום שתפקדה כאלקטרודה, ענתה על הדרישות. הליתיום עצמו הוא מתכת קלה המוליכה היטב חשמל, אבל גם תוקפנית ופעילה ולכן מסוכנת ולא נוחה לעבודה. מרגע שנמצאו הפתרונות הטכנולוגיים (וזה לא היה פשוט), ויוצרו תאי הכפתור הקטנטנים, הלך השימוש בהם והתרחב. כיום זוהי משפחת סוללות בגדלים והרכבים שונים שהמוכרות שבהן הן סוללות הכפתור הזעירות שבשעוני היד.

טוענים שוב ושוב

חסרון העיקרי של הסוללות הוא חד-פעמיותן. כשאינן יכולות להמשיך ולספק אנרגיה הן פשוט מושלכות. ב-1866 הופיעה בצרפת המצאה חדשה: המצבר - סוללה אוגרת אנרגיה המתאימה לשימוש חוזר. זהו שילוב של תא אלקטרוכימי ואלקטרוליטי הפועל לכל דבר כסוללה, אבל אפשר לטעון אותו מחדש ולחדש את מאגר האנרגיה שבתוכו. המצברים הראשונים, הנפוצים עד היום, היו מצברי עופרת שבהם האלקטרוליט הוא חומצה. כיום הם משמשים להתנעת מכוניות.

בתחילת המאה שילב אדיסון את תכונותיהם של מצבר העופרת והתא האלקלי. הוא החליף את האלקטרודות והאלקטרוליט, ארגן הכל במיכל קטן וסגור, ויצר את "סוללות" הניקל-קדמיום הנטענות מחדש. אבל ה"סוללות" האלה מתעתעות בנו. בעצם הן מצברים לכל דבר.

והעתיד? תאי דלק כבר נושפים בעורפם של הסוללות והמצברים ועוד היד נטויה.

ביבליוגרפיה:

כותר:	כימיה מחושמלת
שם הפרסום מקורי:	לאור החשמל
מחבר:	בן-שלום, אמיר (ד"ר)
תאריך:	2001
הוצאה לאור:	מוזיאון המדע החדש ע"ש בלומפילד
הערות:	1. המאמרים נכתבו לכבוד התערוכה "לאור החשמל", אותה אצר ד"ר אמיר בן-שלום.
הערות לפריט זה:	

 הדפס/י
 הדפס/י
 ללא תמונות
 חזרה 3

החומר במאגר זה הינו לשימוש פרטי ולשימושם של מורים ותלמידים לצרכים לימודיים בלבד. אין להפיץ, להעתיק, לשדר או לפרסם חומר כלשהו מתוך המאגר, ללא הסכמה מראש ובכתב של בעלי זכויות היוצרים השונים, המצויינים בתחתית כל פריט.