

כימיה במנהרת הזמן (התפתחות הכימיה)

רחל ממלוק-נעמן, רות-בן-צבי, תמי לוי נחום, נאוה מילנר, דבורה קצביץ, דינה רפפורט, שרה שני

המחלקה להוראת המדעים

מכון ויצמן למדע

ב

תוכנית הלימודים "כימיה לחטיבה העליונה (רמת-בסיס) תש"ס, הוגדרה הקניית אוריינות מדעית לבוגרים כמטרה העיקרית בהוראת מדע בבית-הספר העל-יסודי. מכאן, שעל לימודי הכימיה בבית-הספר העל-יסודי להתרכז בהיבטים המיוחדים של האוריינות המדעית שמאפיינים את תחום הכימיה. האוריינות הכימית מתייחסת הן אל הכימאי, המדען, המפרש ומסביר את העולם והן אל האזרח הפשוט שחי בעולם טכנולוגי חדש, ממוכר ומאיים, אשר לגביו אוריינות כימית פירושה - להבין ולהתמודד, באופן אינטליגנטי, עם בעיות יום יומיות העומדות בפניו. אדם בעל אוריינות כימית יכיר את:

הכימיה כמדע ניסויי.

הכימיה כמרכיב במערכת המדעים השונים, המטפל בחומר ובמרכיביו.

הכימיה במערכת המדעים השונים המנסים למצוא הסברים ברמות שונות למתרחש סביבנו.

הכימיה ועיסוקיה הייחודיים.

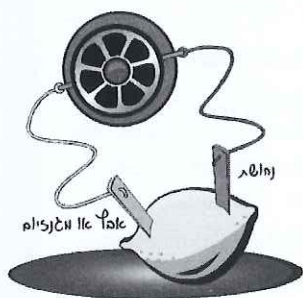
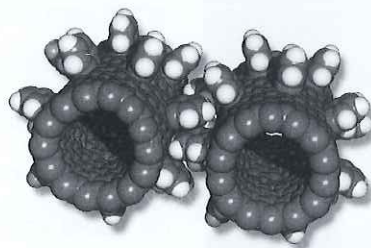
"כימיה במנהרת הזמן" היא תוכנית לימודים ברמת בסיס - מבנית גרעין.

הדרך בה בחרנו להקנות את העקרונות, היא דרך הגישה ההתפתחותית-היסטורית. אנחנו מאמינים, שגישה זו יכולה להוביל את התלמיד להבנה שהמדע בכלל והכימיה בפרט מהווים חלק חשוב של התבונה האנושית, ויש בהם מרכיבים חברתיים, תרבותיים ויישומיים. כמו כן אנחנו מניחים שההתפתחות המושגית של כל לומד מקבילה להתפתחות החשיבה האנושית. למידה בדרך זו תבטיח בניית מושגים שיטתית ומותאמת ליכולותיו של הלומד. הטבלה הבאה מציגה דוגמאות שונות.

מושגים	הקשרים
תוויות, השערות, מודלים, גילויים והמצאות לאורך הדורות, הקשר בין מדע לטכנולוגיה, שימושים לעומת מקום של רדיואקטיביות, הצורך בשימוש במקורות אנרגיה.	אטומים, חלקיקים תת-אטומיים, אלקטרונים, היערכות אלקטרונים, סימול כימי, מספר אטומי, מספר מסה, ערכיות, יוניים, איזוטופים, רדיואקטיביות, תגובות גרעיניות, תערובות, תרכובות, יסודות (מתכות ואל-מתכות), חומרים יוניים ומולקולריים, חוקי שימור, שינוי מצב צבירה לעומת תגובות, שינויים בחומר המלווים בשינויי אנרגיה, פירוק ויצירה של קשרים המלווים בשינויי אנרגיה, יצירת חומרים חדשים.

פרק המבוא עוסק ביישומים טכנולוגיים של מחקרים בכימיה הנמצאים היום בחזית המדע, ויכולים לשמש קרש קפיצה לעתיד, מדגים את אחת הדוגמות שהוצגה בספר "גילויים והמצאות לאורך הדורות"...תגליות מפתיעות, הנשמעות לעתים כדמיוניות, הופכות עד מהרה לחלק בלתי נפרד משגרת חיינו. לדוגמה, הידיעה הבאה, שהתפרסמה בעיתונות לפני כ-25 שנה, נשמעה אז דמיונית לחלוטין: "...בעתיד, במקום מטבעות ושטרות, יהיה כרטיס פלסטיק ממוחשב...". כיום השימוש בכרטיסים מגנטיים מובן מאליו".

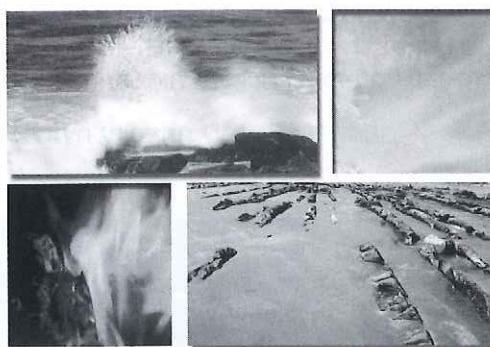
הדוגמה שהובאה לעיל היא דוגמה לסיפור פשוט, מוכר, מחיי היום-יום. במהלך הלימוד מתודעים התלמידים לתחומי מחקר רבים אחרים הנמצאים בחזית המדע כמו: ננו-טכנולוגיה, הכימיה שבלב, שילוב הכימיה בחקר החלל, פיתוח חומרים חדשים ולא מוכרים, בניית מכונות ומכשירים מיקרוסקופיים.



מטרה נוספת שעמדה בפני המפתחים של "כימיה במנהרת הזמן" הייתה פיתוח מיומנויות למידה וחשיבה. פיתוח מיומנויות אלו מושג בעזרת הפעלת התלמיד בפעילויות מגוונות המשרתות מטרה זו: הפנייה לאתרי אינטרנט ולתקליטור המלווה את הלומדה; ניסויים והדגמות; צפייה מונחית בסרטים, ופעילויות קבוצתיות, ובהן עבודה עם מאמרים.

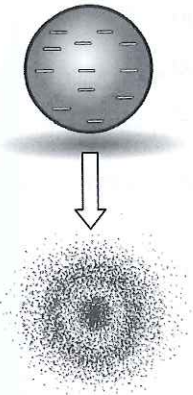
פרק הראשון "כימיה סביבנו", מבחר של ניסויים וניסויי חקר. הפרק מציג את הכימיה כרלבנטית לחיי היום יום של התלמידים.

הפרק השני, "איך כל זה התחיל?" משתלב עם התפיסה ההתפתחותית של התוכנית. בפרק עוקבים אחר התפתחות החשיבה המדעית בכלל והתפתחות הכימיה בפרט. הפרק מבוסס על עבודה עם הלומדה "מחפשי הזהב" שפותחה על-ידי ד"ר רות בן-צבי. הלומדה האינטראקטיבית מפעילה את התלמיד במטרה להכיר את תפיסת העולם מתקופת הפילוסופים היוונים ועד תקופתו של דלטון, לגבי השאלה "האם ניתן להפוך מתכות פשוטות לזהב?"



הפרק השלישי, "מודל האטום במנהרת הזמן", המהווה פרק מרכזי, מוצג כ"מסע אל תוך האטום", מגילוי האלקטרון ועד למודל המקובל בימינו. הפרק מהווה דוגמה להתפתחות מודל מדעי.

הפרק מתפתח בארבעה צעדים:



1. מודל "עוגת בצימוקים" של תומסון.
2. מודל "האטום הגרעיני" של רתפורד.
3. מודל "המסלולים" של בוהר.
4. מודל האטום המקובל כיום.

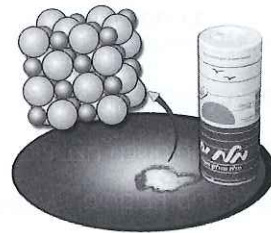
פרק זה מלווה בלומדה אינטראקטיבית העוסקת בהתפתחות מודל האטום.

שלושה הפרקים הנוספים בספר - "המערכה המחזורית במנהרת הזמן", "חומרים במנהרת הזמן" ופרק ההרחבה בנושא הרדיואקטיביות, מדגישים את אחד הקווים העיקריים שהנחו את כתיבת הספר: העיקרון שהמדע מהווה חלק מהתרבות האנושית, ויש בו מרכיבים חברתיים, תרבותיים ואנושיים. המטרות המרכזיות אשר הנחו את כותבי הספר לגבי הפרק "חומרים במנהרת הזמן" היו לגרום לתלמידים להבין:

1. שהמגוון העצום של החומרים הבונים את עולם החי, הצומח והדומם מורכב ממאה סוגי אטומים בלבד, היוצרים ביניהם קשרים כימיים.
2. שיצירה ושבירה של קשרים בין אטומים הם הבסיס לכל התגובות הכימיות המתרחשות ללא הרף בגופנו ובעולם הסובב אותנו.
3. שיצירה ושבירה של קשרים בין אטומים מלווה בשינויי אנרגיה.
4. שהכימאים מחלקים את החומרים לקבוצות לפי סוגי הקשרים השונים.

האם יש מן המשותף בין מלח בישול, זהב, וחד תחמוצת הנחנק? בטח יש, אבל ב"כימיה במנהרת הזמן", כל אחד מהם מייצג משפחה גדולה של חומרים.

סיפורו של מלח הבישול פותח את נושא החומרים היוניים, תוך הדגשת חשיבותו של חומר זה (מלח הרי מוסיף פלפל לחיים, לא כן?). מלח הוא אחד החומרים החיוניים ביותר לתהליכי החיים. ידוע כי בני האדם ובעלי החיים יכולים לשרוד עשרות ימים ללא מזון, אך אין הם יכולים להתקיים זמן כה רב ללא מים ומלח, שכן שניהם חיוניים

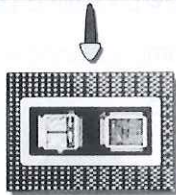
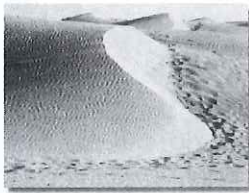


לפעולתם התקינה של כל תאי הגוף. בהקשר לכך, לומדים התלמידים על מלחים בגופנו ומלחים בשירות האדם, מלחים במים ובקרקע ומלחים בשירות החקלאות.

הזהב מובא כדוגמה למתכת, נדירה אמנם, אך מן המתכות המוכרות והמרתקות ביותר לאדם:

"עדויות רבות מצביעות על כך, שזהב היא המתכת הראשונה שהאדם הכיר. מאז ימי קדם ועד ימינו הזהב הינו גורם משיכה ועניין ומהווה סמל לפאר ולנושר. גם בתנ"ך מוזכרת מתכת זו מספר רב של פעמים. הרבה נכתב על הרעיונות והניסיונות לייצור זהב מחומרים שונים בימי קדם. בניסויים אלה עסקו אנשי דת, אנשי מדע והגות, וגם פשוטי העם, והאלכימאים אשר קיוו למצוא את "אבן החכמים" אשר תעזור להם בעבודתם.

חנקן חד-חמצני מהווה מעין תחנה ראשונה ב"מסע" לחומרים המולקולריים. כיוון שאחת המטרות של תוכנית הלימודים בכיתה י' היא הקניית אוריינות כימית, לומדים התלמידים על חשיבותו העצומה של חנקן חד-חמצני, למרות העובדה, שאין דנים במבנהו. הקשרים הקוולנטיים מודגמים במולקולות כמו: מימן, חנקן, חמצן, מים או פחמן דו-חמצני.



חנקן חד-חמצני הוא חומר הפוגע בשכבת האוזון, אשר היה מוכר במשך שנים כמפגע אקולוגי. חומר זה הפך בשנת 2000 לחומר הנחקר ביותר במערכות ביולוגיות ונדון במחקרים מדעיים רבים. המדענים הגיעו להכרה כי למולקולת NO יש חשיבות ביולוגית עצומה ומעורבות בתהליכים המתרחשים כמעט בכל רקמה חיה.

הסיליקון - הפך מ"סתם יסוד" המרכיב את החול למרכיב החשוב ביותר בתעשיית ההיי-טק. דרך הסיליקון לומדים על חומרים אטומריים ועל צורת אלטרופיות שונות של הפחמן-היהלום, הגרפיט והפולרנים.

הפרק "חומרים במנהרת הזמן" מלווה על-ידי הלומדה המציגה אנימציות ממוחשבות המדגימות תהליכי המסה, היתוך ואלקטרוליזה.

מספר אסטרוטגיות הוראה - למידה בהן השתמשנו מובאות להלן.

שילוב ניסויים לקראת למידת חקר

הניסויים המשולבים בספר מלווים בשאלות לדין המכינות את התלמידים לחשיבת חקר, ובחלקם עוסקים בכימיה סביבנו. לדוגמה: קביעת אחוז השומן במרגרינה - ניסוי מלווה לפרק א כימיה סביבנו

בעשורים האחרונים קיימת מודעות לכמות השומנים שאנחנו צורכים במזוננו. החוק ברוב ארצות המערב, כולל ישראל, מחייב את יצרני המזון לציין בצורה ברורה על אריזות המזון את אחוז השומן ואת ההרכב. מטרת הניסוי: לקבוע את אחוז השומן במרגרינה מסוגים שונים. שאלות לדין:

1. הסבירו את תצפיותיכם.
2. האם יש התאמה בין סוג המרגרינה לבין התוצאות שקבלתם?
3. אלו שאלות מתעוררות בעקבות הניסוי?
4. בחרו אחת מהשאלות ונסחו השערה מתאימה.

שילוב מחשב בתהליך ההוראה-למידה

שילוב המחשב והאינטרנט בתהליך הלמידה מהווה אחת ממטרות ההוראה בימינו. הדבר בא לידי ביטוי בפעילויות בספר. בנוסף לעבודה עם הלומדות בתקליטור "כימיה במנהרת הזמן" מופנים התלמידים לפעילויות באתרי אינטרנט מרתקים: באתר "כימיה במנהרת הזמן" המלווה את הספר וברשת כולה. התלמידים נדרשים לאתר מידע ברשת, לעבד אותו ולהציגו במליאת הכיתה.

למידה עצמית מונחית

כבר בפרק המבוא מתבקש כל תלמיד לבחור בתחום מחקר בו הוא מתעניין, ובאמצעות מידע אותו ישאב ממקורות שונים ילמד ויצג תחום זה בפני התלמידים האחרים. פעילות זו, כמו גם פעילויות אחרות, ניתנת לגיוון בדרכים שונות, וההערכה תעשה בנישה של "חלופות בדרכי הערכה", ותהווה חלק מהערכת התלמיד בסיום התוכנית. פעילות זו מעודדת סקרנות, מקוריות, חשיבה עצמאית ומפתחת את מיומנות ההבעה בעל-פה.

עבודה עם מפות מושגים

מפת מושגים היא אחת מהדרכים להביע רעיון מדעי בעזרת המושגים שקשורים אליו. כמו כן, בעזרת מפת המושגים ניתן להעמיק ולהעריך הבנה של הרעיון המדעי הנלמד. לדוגמה בניית מפת מושגים העוסקת בחקר מבנה האטום ובהתפתחות מודל האטום.

פעילויות המכוונות לדיונים ערכיים בסוגיות מדעיות

תוך כדי צפייה מונחית בסרטים וקריאה מודרכת של מאמרים נדרשים התלמידים לדון בקבוצות בסוגיות ערכיות. לדוגמה, בעקבות צפייה בסרט "האטום המחשמל" מתוך הסדרה "חומר למחשבה", מתבקשים התלמידים להתייחס לשאלה: "מה תסיק לגבי הקשר בין מדע וטכנולוגיה?"

בפרק הרחבה בנושא רדיואקטיביות מוצעות פעילויות הדנות בתהליכים גרעיניים בשרות האדם - לתועלת או להרס? בתשס"ב הוחל בניסוי תוכנית לימודים זו במספר מצומצם של בתי-ספר לקראת הפעלת התוכנית בהיקף ארצי. בחופשות הקיץ, הוזמנו מורים להיכרות עם חומרי הלימוד. המורים שיכתבו את החומר הכתוב, חיברו חומרי למידה, תרגילים, דפי עבודה ופעילויות שונות נוספות. חלק מהמורים הפכו להיות שותפים לשכתוב חומרי הלימוד. התחלנו בהפעלת מהדורת הניסוי בתשס"ג. כיום, נלמדת התוכנית בכ-80 כיתות. אנחנו ממשיכים בהשתלמויות מורים במרכזים שונים ברחבי הארץ (המחלקה להוראת המדעים בטכניון בחיפה, המחלקה להוראת המדעים בתל-אביב, מכון דוידזון, מרכז ההדרכה בירושלים, המרכז הפדגוגי בבאר-שבע, מרכזי המורים בבקעה אל-גרביה ובשפרעם). ההשתלמויות מיועדות הן למורים אשר אינם מכירים תוכנית זו, והן למורים המלמדים אותה. המורים המלמדים נמצאים אתנו בקשר מתמיד, שולחים הערות והצעות ופונים לעזרה כשמתעוררות בעיות כלשהן בהוראה.

בד בבד עם הפעלת התוכנית, ההשתלמויות והתמיכה במורים המלמדים, פתחנו אתר מלווה לספר, שכתובות:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/chemtime/home.html>

האתר כולל קישורים לאתרי אינטרנט רלוונטיים לנושאים השונים, לקט פעילויות אשר הוצעו על-ידי המורים ומדריך למורה ובו הצעות לרצפי שיעורים ולהערכה. המדריך למורה ופעילויות המורים לוקטו והודפסו כספר אשר יצא לאור.