

על-כימיה

אב התשס"ג • אוגוסט 2003

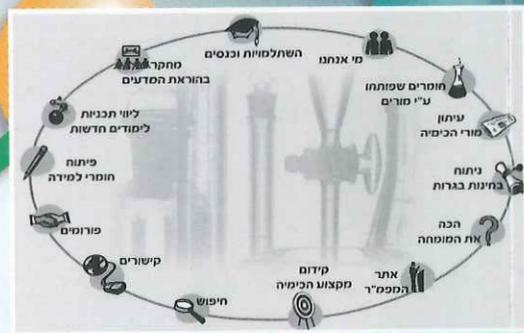
המרכז הארצי למורי הכימיה
המחלקה להוראת המדעים,
מכון ויצמן למדע

יוצא לאור במסגרת

המרכז הישראלי לחינוך מדעי
טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט

האגף לתיכנון ולפיתוח תוכניות לימודים,
המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

האוניברסיטה העברית בירושלים
- המרכז להוראת המדעים



3
גיליון מס'

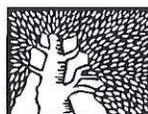
על-כימיה

עיתון למורי הכימיה
אב התשס"ג • אוגוסט 2003

המרכז הארצי למורי הכימיה



המחלקה להוראת המדעים
מכון ויצמן למדע,
רחובות



המרכז הישראלי לחינוך מדעי
טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט



האגף לתיכנון ולפיתוח תוכניות
לימודים, המזכירות הפדגוגית,
משרד החינוך



המרכז הישראלי להוראת המדעים
האוניברסיטה העברית,
ירושלים



עורכות אחראיות: **דפנה מדלר, דבורה קצביץ'**

עריכה לשונית: דניס בן דור

גרסת אינטרנט: דר' שלי ליבנה

מערכת:

פרופ' אבי הופשטיין-יז"ר
דר' ניצה ברנע - מפמ"ר כימיה
דר' רחל ממלוק-נעמן

מלב"ד:

גב' שושנה בן שהם

כתובת המערכת : המרכז להוראת המדעים
האוניברסיטה העברית, גבעת רם, ירושלים 91904
טלפון: 02-6585365, פקס: 02-6585708

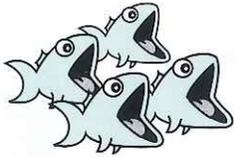
כתובות אתרי האינטרנט לגרסה האלקטרונית:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-Chem/center/center.html>

<http://sites.huji.ac.il/alchemia.html>

יוצא לאור - על ידי המרכז הארצי למורי הכימיה במכון ויצמן למדע בשיתוף עם המרכז
הישראלי להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, ירושלים

עמ'	המאמר	מדור
4	דבר המערכת	כללי
5	דבר המפמ"ר - הכימיה במערכת החינוך	כללי
6	כל מה שרצית לדעת על לוחמה כימית והעזת לשאול	
13	סוללות מחומרי הטבע - מוחמד חוגיראת	
19	כימה במנהרת הזמן	תוכניות לימודים
24	מקרה מוזר של טיסה מס' 1023 של חברת התעופה "המול"	פעילות
27	החמצה של מקורות המים על ידי גשם חומצי - ניסוי הדגמה	מעבדה
30	האם יש "פסנט" להשגת מצוינות בהוראה? - נירה חטיבה	מצויינות
39	פרסי החברה הישראלית לכימיה	
41	אתר אינטרנט חדש למרכז הארצי למורי הכימיה	תקשוב
	אתר האינטרנט הלימודי: "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם" שילוב למידה מתוקשבת בהוראת הכימיה -	תקשוב
42	מירי קסנר	
48	יום מתוקשב של תיכון גלילי - דורית בר	תקשוב
51	אגודת מורים - כיצד את/ה יכול/ה להשתמש בה?	תקשוב
56	כנס ארצי למורי הכימיה, חנוכה תשס"ג	ימי עיון



בפתח

מהי הפעולה הראשונה שאנו מבצעים כאשר אנו פותחים את הגיליון החדש של "על-כימיה"? האם תמיד אנו ניגשים למדור מסוים, כמו מדור ניסויים או מדור האינטרנט, או לחלופין מסתכלים תחילה על תוכן העניינים ורק אז בוחרים נושא מעניין או מחבר שמעניין אותנו במיוחד? שאלות אלו ואחרות עומדות בפנינו בזמן עריכת העיתון. המטרה היא שמאמרי העיתון יענו על תחומי התעניינות של קהל רחב ככל האפשר. הפעם בחרנו מאמרים שנוגעים לחידושים בתוכניות הלימודים ומאמרים שמטרתם לרענן את ההוראה שלנו. בגיליון זה מאמרים רבים הדנים בשילוב האינטרנט בהוראת הכימיה: האתר של המרכז הארצי של מורי הכימיה שנועד לספק מידע לכלל המורים; מאמרה של מירי קסנר בנושא מאגרי מידע באינטרנט וכיצד להשתמש בהם, ממחיש את יכולת המורים להרחיב את אמצעי ההוראה וגיוון ההוראה בכיתות; דוגמה נוספת הוא השימוש שנעשה בתיכון גלילי באינטרנט ככלי הוראה במסגרת יום מתוקשב, דורית בר מפרטת כיצד התלמידים מתבקשים לבצע פעילות לימודית הקשורה ישירות למידע המופיע ברשת. מדור תוכניות לימוד חדשות מציג הפעם את ספר הלימוד "כימיה במנהרת הזמן" השייך לתוכנית הלימודים החדשה בכימיה לכיתות י'. רבים בוודאי מכירים את יחידת הלימוד. המאמר של דר' רחל ממלוק-נעמן מדגיש כיצד ניתן להשתמש בתבונה בחומרי הלמידה.

בירחון "על הגובה" מצאנו מאמר שיכול לחדד את היכולות שלנו המורים לשפר את איכות ההוראה בכיתה. כותרתו מציגה את השאלה: "האם ניתן להשיג מצוינות בהוראה?" נושא זה מעסיק את כולנו: כיצד לשפר את ההוראה בכיתותינו ולהפוך את שיעורינו למעניינים עוד יותר? פרופ' נירה חטיבה מבית הספר לחינוך שבאוניברסיטת תל אביב מציגה מחקרים אחדים שבדקו את הדומה והשונה בין המרצים המצטיינים לגבי רמת השימוש שהם עושים באסטרטגיות ובטכניקות הוראה שנמצאו כתורמים ללמידה יעילה.

מלחמת המפרץ אמנם מאחורינו אך עדיין נושא הנשק הלא קונבנציונאלי מעסיק ראשי מדינות וקובעי מדיניות. בחרנו לתת תמונה עדכנית על הנשק הכימי תוך הסתכלות היסטורית. נושא הגרעין לא מפסיק לעניין את תלמידנו, אך גם הנשק הביולוגי והכימי, וביניהם מושגים כמו אנטרקס וגז חרדל. המאמר סוקר חומרים שונים, מחומרי הדברה ועד גזים שהוכנו במיוחד לפגוע בבני האדם, וכן את הסכנות והדרכים להתגונן בפניהם.

לא נוכל לסיים מבלי להזכיר שגיליון "על-כימיה" זה יוצא לאור לאחר תלאות וקשיים שעוברים על כל מערכת החינוך. חרב הקיצוצים לא פסחה גם עלינו ולכן תדירות והיקף העיתון התכווצו, ובכל זאת אנו משתדלים לשמור על הרמה המדעית והגיוון במאמרים של העיתון.

בברכת חופש נעים

המערכת

הכימיה במערכת החינוך 2003 - תמונת מצב

ניצה ברנע, מפקחת מרכזת על הוראת הכימיה, משרד החינוך והתרבות.



מקצוע הכימיה נלמד בכ-320 בתי ספר תיכוניים, בכל הארץ. התלמידים יכולים לבחור את לימודי הכימיה במסגרת לימוד מקצועות הבחירה, ברמה הגילה של 3 יחידות לימוד או ברמה מוגברת של 5 יחידות לימוד. במערכת החינוך פעילים כ-600 מורים המכשירים את התלמידים לעמוד בבחינות הבגרות. לאחר שבחמש השנים האחרונות חלה ירידה במספר לומדי הכימיה מ-8500 תלמידים שניגשו לבחינת בגרות ברמה של 3 יחידות לימוד בשנת תשנ"ח ועד ל-6500 בשנת תשס"א, השנה השתנתה המגמה וחלה עלייה במספר התלמידים שניגשו לבחינה. בשנת הלימודים תשס"ב נבחנו 7200 תלמידים ברמה של 3 יחידות לימוד ו-5600 נבחנו ב-2 יחידות לימוד נוספות והשלימו בכך ל-5 יחידות לימוד. אנחנו מקוים שהשינוי הזה אכן מצביע על שינוי מגמה וכי התופעה תגבר בשנים הקרובות.

חברי ועדת המקצוע והפיקוח על הוראת המקצוע שוקדים בימים אלו על כתיבת סילבוס חדש לרמה של 3 יחידות לימוד ו-2 יחידות לימוד נוספות. שתי תת-הוועדות סיימו את הדיונים ונמצאות כעת בשלב הניסוח הסופי של התוכניות המוצעות. המטרות שהוגדרו לחברי הוועדות היו להתאים את תוכנית הלימודים לתקופתנו, להפוך אותה לזוונטית יותר לתלמידים, ולשנות את דרכי ההערכה.

יחידות המעבדה שפותחו כדי שהתלמידים ייחשפו לשיטת המחקר המדעי, וירכשו מיומנויות חקר ומיומנות בעבודה מעבדתית, מגיעות למספר רב יותר של בתי-ספר. הדיווחים המגיעים מבתי-הספר שבהם מלמדים לפי התוכניות החדשות מצביעים על עניין והתלהבות הן בקרב המורים והן בקרב התלמידים, דבר שמעלה את מספר התלמידים הבוחרים במקצוע הכימיה בבתי-ספר אלו. התוכנית "הכימיה בגישה חוקרת" מופעלת השנה כבר בכ-60 בתי-ספר. התוכנית "מעבדת חקר ממוחשבת" מופעלת ב-20 בתי-ספר, ומספר התלמידים הנחשפים ליישומי המעבדה בכימיה בגישות החדשות ומוערכים על עבודתם במעבדה מתקרב כבר לאלף.

ממצאי בחינות הבגרות מעידים כי התלמידים, אשר לומדים בגישות החקר משפרים את ציוניהם ואת הישגיהם לא רק במרכיב של המעבדה, אלא גם במרכיב של הבחינה בכתב בשאלונים 37202 ו-37203. מחקרים שליוו את יישום המעבדה החוקרת והממוחשבת מצביעים על שיפור במיומנויות חשיבה ברמה גבוהה אצל התלמידים. במיוחד יצאו נשכרים מתוכניות אלו התלמידים הבינוניים, שעברו ממעמד של תלמידים בינוניים למעמד של תלמידים טובים ואף מצטיינים.

פרטים ועדכונים לגבי התוכניות החדשות ולגבי הסילבוס הקיים ניתן למצוא באתר מפמ"ר הכימיה במשרד החינוך, שעלה לאוויר בחודש אוגוסט השנה. באתר יש גם מספר פורומים שבהם דנים המורים בנושאים שונים.

כתובת האתר: <http://edusearch.education.gov.il/mivzakim/chemistry/index.html>

בעידן הקיצוצים, מנהלי בתי-ספר אינם מתאמצים ללמד כימיה עקב עלויות המקצוע הגבוהות ובשל התחרות עם מקצועות אחרים. לצערי, לא בכל בית-ספר נפתחות כיתות כימיה, ואין נכונות להשקיע בציוד ובמעבדות; אולם בבתי-ספר שבהם המורים משלבים את תוכניות המעבדה ואת שיטות ההוראה וההערכה החדשות יש עלייה במספר הלומדים. הפיקוח מקיים השתלמויות כימיה ברחבי הארץ, ורוב המורים מגלים רצון והתלהבות להתעדכן בתוכניות המעבדה החדשות.

צד האפל של הקידמה האנושית הוא כושרו המדהים של האדם לתכנן שיטות לקטילת בני אדם אחרים ולשכללן עוד ועוד. הפצצה האטומית אינה סוף פסוק בשכלול שיטות ההרג. עוד במלחמת העולם הראשונה החל השימוש בלוחמה הכימית והביולוגית כאמצעי כשר להשגת ניצחון במלחמה. במהלך המאה ה-20 חלה האצה בפיתוחם של כלי נשק כימיים וביולוגיים, כמו גם בפיתוח הנשק הגרעיני. נשק כימי ונשק ביולוגי קיבלו תנופה עצומה כתוצאה מהמאבק בין המעצמות. עד לפני זמן לא רב נתפסה הסכנה הגרעינית כחמורה מכולן, אולם מצב זה השתנה במהירות, ומלחמת אירן-עיראק המחישה את גודל הסכנות הכרוכות בשימוש בנשק כימי-ביולוגי.

על פיתוח נשק כימי מתחרות לפחות כ-20 מדינות. זהו נשק זול וקל יחסית להכנה ועל כן מצוי בהישג ידן של מדינות קטנות, אשר אמצעיהן המדעיים והתקציביים אינם מאפשרים להן לפתח נשק מותרות - הוא הנשק הגרעיני. יתר על כן, תוצאות ההפעלה של נשק כימי-ביולוגי יכולות להשתוות בעוצמתן לאלה של הנשק הגרעיני, ואף לעלות עליהן. במאמר זה נתמקד בנשק הכימי בלבד.

מהי לוחמה כימית?

נוסף על אמצעי הלוחמה הקונבנציונליים ניתן להשתמש בחומרים שונים כחומרי רעל. במקרים רבים עולה עוצמת השפעתם הקטלנית על השפעתם של כלי נשק מקובלים אחרים. ניתן להגדיר לוחמה כימית כשימוש מכוון בחומרים רעילים בעת מלחמה, לשם פגיעה בבני אדם, אם על-ידי גרימת מוות או על-ידי שלילת יכולת הפעולה של האויב. שלילת יכולת הפעולה נגרמת באמצעות חומרים שאינם קטלניים כשלעצמם, אך הם יוצרים תחום רחב של השפעות זמניות והפיכות כגון עיוורון, שיתוק או מבוכה ובלבול.

שימוש בלוחמה כימית בזמנים קדומים

שימוש בנשק כימי ידוע עוד בתקופות קדומות. שיר הודי משנת 2000 לפנה"ס לערך מזכיר שימוש בחומרים הגורמים לקהות-חושים ומאז ידועים מקרים רבים נוספים. שימוש מודרני ראשון בנשק כימי בקנה מידה גדול נעשה במלחמת העולם הראשונה. הצרפתים היו הראשונים להטיל רימונים המכילים גז מדמיע על הגרמנים (באוגוסט 1914). ובאפריל 1915, בעיצומה של המלחמה, פתחו חיילים גרמנים מצבורים של מכלי מתכת, באזור הקרבות איפרס שבבלגיה. מכלי מתכת אלה הכילו 168 טון של גז כלור דחוס, שהשתחרר באוויר. ענן הכלור גרם ל-15000 נפגעים ומהם 5000 שמתו מחנק. התוצאה הייתה התפוררות המערך הצרפתי-בריטי שהוצב מול הגרמנים. מאוחר יותר, בדצמבר 1915, הוכנס לקרב הגז פוסגן (COCl_2) - גז רעיל שמקורו בפסולת תעשייתית - אך המהלך הקטלני ביותר ננקט בידי הגרמנים ביולי 1917 כאשר הפעילו את גז החרדל. לקראת סוף המלחמה פיתחו האמריקאים חומרי לחימה כימיים בתגובה למתקפת הגזים של הגרמנים. בסיכומו של דבר, שני הצדדים השתמשו בכ-50 סוגים של חומרים כימיים רעילים וגרמו ל-1.3 מיליון נפגעים.

בשנת 1936 גילה הכימאי הגרמני שרדר תרכובת זרחן אורגנית בעלת רעילות גבוהה ליונקים - גז הטבון. בעקבותיו הוכן בשנת 1939 גז הסרין, וב-1944, לקראת סוף מלחמת העולם השנייה, הוכן בגרמניה הגז סומן. אך למרות זמינותם של חומרי הלוחמה הכימיים לא נעשה בהם שימוש אסטרטגי בזמן המלחמה.

לאחר הפוגה של כמה עשרות שנים, נעשה שימוש מסיבי בנשק כימי במהלך מלחמת אירן-עיראק, שהתרחשה בין השנים

1983 - 1988.

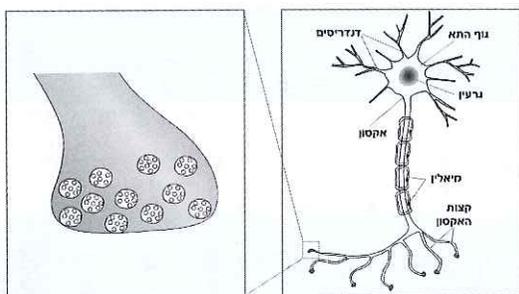
שם מקובל	סיווג	מבנה כימי	מבט פסיקולי	ריח	צורת פיזור	סימני הרעלה	זמן הופעת סימני ברעלה	בטיחות מ"ג - דקה/מטר	מדידה מפתחת או שימוש ראשון ברעל	הערות
פוספון	2	<chem>Cl-C(=O)-Cl</chem>	גז חסר צבע	ריח האזיר סרי קהבה טיפה מתכתי לעשן ספגן	גז	שיעול, הקאות, קצף בסף, יסחלון, חנקי, דלקת ראות, מוות	מתאחרת בדרך כלל לשעות אחדות	3200	גרמניה, 1915	אזרא ל-80% מכלל מקרי המוות עקב שימוש במים במלחמת העולם הראשונה
חומצה פוספית	3	<chem>PCl5</chem>	נוזל חסר צבע	שקדים מרים	אדים	סחרחורת, עיוותי איבוד ההכרה, חנקי, מוות	מיידית	5000	צרפת, 1865	מנא במלאי של אזרא ל מאז שנת 1942
חדלל חונוקן	4	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	ריח שום חלש	אדים, נוזל	דלקת עיניים, בעת אור, כיוב, עיוותי; גירוי עור	מאוחרת משעה עד 48 שעות	1000	גרמניה, 1917	המלאים המדלים ביותר של חומרים העלים במסן מלחמת העולם תהו על של מ זה
חדלל עילאי	5	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	מוצק	אין	תרכיבים נוזליים	אצטונות מוות, דומה לפוספן בפעולתו על ריאות;	מאוחרת	400	בריטניה, אזרא ל, לפי מלחמת העולם השנייה	בשימוש כשרטם מעורבבים עם חדלל
חדלל חנקני	6	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע נוזל חסר צבע	ריח חלש מן חוסכחה	אדים, נוזל	השפעות אחרות על מערכות הנפץ	מאוחרת	300	בריטניה, אזרא ל, לפי מלחמת העולם השנייה	ריחו חלש ולכן גם יותר בודרי הכיל 20% כלוח במול לשם פיזור בתרכיבים
סרין	7	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	חסר ריח	אדים, נוזל	עייפים; החמוצות אישונים, ראוה חסוששת מתעמעמת, פגיעות בגלגל מציין	מאוחרת	1000	בריטניה, אזרא ל, לפי מלחמת העולם השנייה	לגרמנים היה מלאי שהכיל כמויות גדולות מאוד של תוצרי תבניות של מ זה
סומן	8	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	ריח פיהות חלש עם ריח דומה לקמפור	אדים, נוזל	חזה, קשיים בנשימה מוות; חלת ריח, חזקה, בחילה, הקאות, הפסויות שרירים, רגונות, פרפורים, זעזועים סרואומיים, סחרחורת והמתנסות מוחשי ראש, מובנה, קהות חושים, איבוד הכרה, עיוותי חנקי.	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
CMPF	9	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	150	גרמניה, 1937	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
GE	10	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
BBC	11	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
קמיטי	12	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
CAP	13	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
אדומיטי	14	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
OCBM	15	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין
BZ	16	<chem>ClP(=O)(Cl)Cl</chem>	נוזל חסר צבע	נוזל חסר צבע	אדים, נוזל	תחושת צריבה בקרקורים	מאוחרת	70	גרמניה, 1938	קשה יותר לסיפול מאשר סרין

ניתן לסווג את גזי המלחמה לשני סוגים של לוחמה כימית. לסוג הראשון שייכים הזרחניים האורגניים ובתוכם גזי העצבים (זרחניים אורגניים משמשים אף כחומרי הדברה, לדוגמה הפרתיון). הסוג האחר כולל את קבוצת הוסיקנטים (גורמי שלפוחיות), שעליהם נמנה גם החרדל.

כאמור, הסוג הראשון הן תרכובות אורגנו-זרחניות. תרכובות אלה התגלו לראשונה בשנת 1937. הגרמנים הצליחו לפתח שלושה חומרים רעילים השייכים לקבוצה זו והם טבון, סרין וסומן, שסומנו כ- GA, GB ו-GD (ראה איור 1). הטבון נכנס לייצור המוני ובתחום זה הובילו הגרמנים. הטבון הוא גז רב עוצמה הרעיל פי 20 מהפוסגן. יתרונו הוא בכך שקשה להבחין בו באמצעות החושים, בניגוד לגזים ששימשו בזמן מלחמת העולם הראשונה והדיפו ריח אופייני או שעוררו גירוי קל עם פיזורם. יתר על כן, את הטבון וגזים רבים נוספים, שפותחו לאחר מלחמת העולם השנייה, ניתן היה לפזר על פני שטחים נרחבים. עובדה זו הקנתה לגזים אלה תכונות של אמצעי לחימה אסטרטגי בניגוד לקודמים שהיו מוגבלים בשטח הפיזור. המגבלה העיקרית של הטבון היא האפשרות לבטל את פעולתו באמצעות מסכות הגז. אמנם גז זה פועל על כל מערכות הגוף על-ידי פגיעה במערכת העצבים וכן הוא תוקף את העור בדומה לגז החרדל, אולם בשל נדיפותו הגבוהה, אין הוא חודר דרך העור אלא דרך מערכת הנשימה.

עקב הכנסת מסכות הגז לשימוש המוני, התעורר הצורך בפיתוח חומרים עוקפים. הפתרון נמצא בשנת 1950 כאשר חוקרים אנגלים פיתחו סדרה חדשה של גזי עצבים המכונים גורמי V. גזים אלה הם בעלי חדירות גבוהה, במיוחד דרך העור. מספיקה טיפה זעירה של אחד החומרים המושמט על תנור האוּזן כדי לגרום למוות. חומרים אלה הם נוזלים בלתי נדיפים ואמצעי המיגון הוא לבישת בגד אטום.

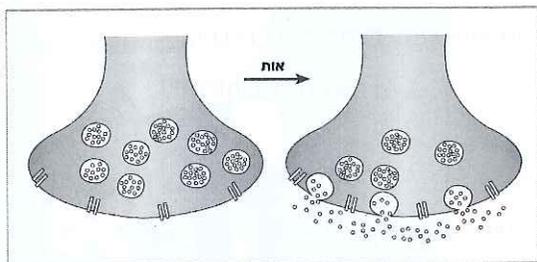
דרכי הפעלה של גזי המלחמה



איור 2 - מבנה תא העצב הניורון. (החלק המוגדל ממחיש את מבנה קצה האקסון)

מערכת העצבים מורכבת מביליוני תאים - ניורונים. הניורונים הם תאים מיוחדים, מוארכים המסוגלים להעביר אות חשמלי לאורכם (ראה איור 2). מהירות העברת האות העצבי יכולה להגיע ל-100 מטר/שנייה. האזור שבו ניורונים נפגשים, ובו מתרחש מעבר האות העצבי נקרא סינפסה. אתרי הפעולה של גזי העצבים למיניהם הם הסינפסות.

קצה הניורון הוא אזור דמוי פקעת המכיל, נוסף למרכיבי התא הרגילים, מעין שלפוחית דמוית שק (vesicle) המכילה ניורוטנסמיטורים (שליחים עצביים) כמו אצטיל כולין. בין הממברנה התוחמת את הניורון לבין הניורון הבא מרווח של 20 ננומטר (1 ננומטר = 10^{-9} מטר), הידוע בשם הפער הסינפטי. הממברנה שממנה נשלח האות נקראת ממברנה פרה-סינפטית וזו שאליה מועבר האות, נקראת ממברנה פוסט-סינפטית.



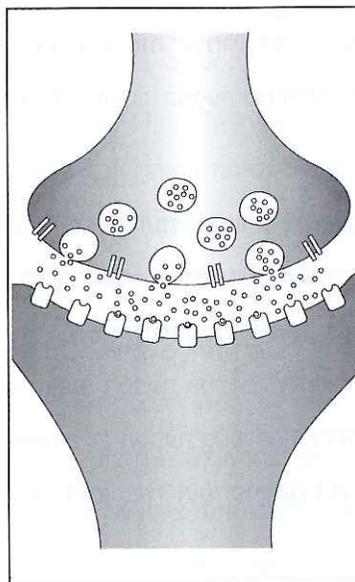
איור 3 - אור גורם לשחרור האצטיל כולין. באמצעות מעבר האצטיל כולין מועבר הגירוי העיצבי.

האות העצבי גורם לשחרור הניורטרנסמיטורים (אצטיל כולין) מהממברנה הפרה-סינפטית (ראה איור 3), אלה עוברים במהירות בדיפוזיה לממברנה הפוסט-סינפטית ויוזמים את התהליך היוצר את האות בבירון הבא (ראה איור 4). אצטיל כולין אחראי, בין השאר, להעברת פקודות עצביות לשרירים, כולל שריר הלב. אילו אצטיל כולין היה נשאר קשור לממברנה הפוסט-סינפטית, הוא היה ממשיך את הגירוי העצבי ללא הפסקה. התוצאה היא פגיעה במערכות גוף שונות.

כדי למנוע זאת, צמוד לקולטן של אצטיל כולין בממברנה אמים - אצטיל כולין אסטר - שתפקידו לפרק את האצטיל כולין מיד לאחר הגירוי. תוצרי הפירוק, כולין וחומצה אצטית, חוזרים אל התא הפרה-סינפטי ומסונתזים שוב לאצטיל כולין.

הרעלה מגז עצבים נובעת מהתקשרות ריכוזים גבוהים יחסית של אצטיל כולין לקולטנים מיוחדים הממוקמים במוח ובאזורים שונים בגוף. התקשרות זו גורמת להגברת פעולות ההפרשה ולהתכווצות של הבלוטות והשרירים. עם עליית ריכוז האצטיל כולין המתקשר לקולטנים, מופיעות תופעות הרעלה בחיבורים עצב שריר, שתחילתן התכווצויות מקומיות וסופן שיתוק עוויתי. בהתקשרות לקולטנים במוח נגרמות תופעות חיצוניות כמו סחרחורת, פחד ובחילה, והתוצאה הסופית היא דיכוי כללי, בעיקר באזור הנשימה.

החומרים המשתייכים לקבוצת הזרחניים האורגניים מתקשרים באופן בלתי הפיך לאזנים אצטיל כולין אסטר, ומעכבים את פעולתו. הקשר בין הזרחן האורגני והאמים הוא הפיך עד לשלב מסוים, ולאחר שלב זה חל תהליך כימי שאינו מאפשר הינתקות הקשר - מצב שבו אין כל אפשרות לשקם את פעולתו. בעקבות זאת נמנע פירוקו של אצטיל כולין, המצטבר בסינפסות ותורם לגירוי עצבי בלתי פוסק. פגיעה בתאי עצב רבים תפגע בתפקוד מערכת העצבים, כך ייפגעו מערכות שונות בגוף (הלב למשל) ועשוי אף להיגרם מוות.



איור 4 - המפגש בין שני תאי עצב, במפגש חל מעבר האותות העצביים בעזרת מתווכים עצביים.

סימני ההרעלה בגזי עצבים, זמן הופעת הפגיעה וחומרתה, תלויים בכמות הרעל שנספגת ובאתרי הספיגה. בחשיפה נשימתית, מופיעים הסימנים תוך דקות ספורות ומגיעים לשיאם תוך 15 עד 20 דקות. בחשיפה עורית התהליך איטי יותר ומגיע לשיאו כעבור 30 עד 45 דקות. דמעת עד בחילה והקאה. הנפגעים קשה אינם מסוגלים לנשום בכוחות עצמם, הם לוקים בפרוסים וברפיון שרירים עד לשיתוק. מוות יכול להתרחש כתוצאה מהפסקת נשימה, שעלולה להיגרם מסתימת קנה הנשימה בהפרשות או מהפסק פעולת שריר הנשימה בעקבות מגע ישיר עם אצטיל כולין, שפועל אף בדיכוי מרכז הנשימה.

מקור האטרופין בטבע הוא בצמח קטלני ממשפחת הסולניים (Atropa belladonna). ניתן גם לסנתז אטרופין במעבדה. הראשון שעשה זאת היה ריכארד וילשטאטר (Richard Willstätter) בשנת 1901. הוא אף זכה בפרס נובל על סינתזה של חומרי טבע.

הטיפול חייב להיות מיידי והוא מתרכז בהוצאת הנפגע מהשטח ובטיהור באמצעים מתאימים.

טיפול תרופתי

שלוש קבוצות תרופות משמשות לטיפול בנפגעי גז עצבים. קבוצה אחת פועלת בעיכוב הקולטנים לאצטיל כולין. לקבוצה זו משתייך האטרופין, הפועל על איברי מטרה מחוץ למוח. האטרופין מונע מאצטיל כולין ליצור את הגירוי העצבי בעת ההתקשרות עם האתר הפוסט-סינפטי - סינפטי. בכך נמנע מעבר האות. הזרקת האטרופין נחוצה בעת חשיפה לזרחנים אורגניים כדי למנוע את הגירוי הבלתי פוסק של מעבר האות העצבי.

על קבוצת התרופות השנייה נמנים האוקסימים, הפועלים בניתוק הקשר בין האנזים אצטיל כולין והזרחן האורגני הקשור אליו. כתוצאה מניתוק הקשר חל שפעול האנזים מחדש ופירוק אצטיל כולין. בקבוצה השלישית מצויות תרופות

הבאות למנוע את תופעת הפרכוסים. דוגמה לתרופות אלה היא הוואליום המוזרק ישירות לווריד.

גז חרדל

גז חרדל מוכר עוד ממלחמת העולם הראשונה. הוא שייך לקבוצת חומרים המכונה "חומרי הכווייה". חומרים אלה הם בעלי אופי נוזלי שמנוני, כמעט אינם מסיסים במים, וחודרים לגוף דרך הבגדים והעור. הפגיעה מגז חרדל מאוחרת יותר לעומת גז עצבים, ומופיעה לאחר כמה שעות מרגע החשיפה.

לגז חרדל מנגנוני פעולה תוך-תאיים המתבטאים בפגיעה בדנ"א ובחלבונים. הפגיעה העיקרית מתבטאת במערכות גוף המתאפיינות בחלוקות תאים רבות כמו ריריות, מערכת הנשימה, העיניים והעור. הסימנים הראשונים של חשיפה לגז חרדל מתבטאים ברוב מערכות הגוף: הפגיעה במערכת הנשימתית מתפתחת בהדרגה ומגיעה לשיאה כעבור ימים. הסימנים הם נזלת, צרידות, שיעול וקוצר נשימה. חומרתם תלויה בעוצמת החשיפה. הפגיעה במערכת הראייה חלה בשלב חשיפה מוקדם ומתבטאת בהרגשת צריבה, דמעת, כאב, הפרשות ושטטוש ראייה. הפגיעה במערכת העיכול מתבטאת בהקאה, והיא עלולה להחריף. כל הפגיעות בגז החרדל עלולות להחמיר עם הזמן. בשל אופי פגיעתם הם משמשים (במינונים נמוכים) כתרופות אנטי-סרטיניות.

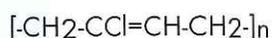
לגז חרדל אין טיפול תרופתי ייחודי, והטיפול הוא תסמיני, בדומה לטיפול בפגיעות דומות מגורמים אחרים. בראש ובראשונה יש להפסיק את המגע עם החומר, ובהמשך חייב להינתן טיפול מיידי. אבקת פולר המצויה בערכה האישית, מבצעת ספיחה מהירה של גז חרדל.



מסכות אב"כ (אטומי, ביולוגי, כימי) ואופן פעולתן

תפקידן של המסכות הוא להגן על העיניים ועל דרכי הנשימה. הן בנויות משני חלקים עיקריים: חלק גמיש העשוי מפולימרים אלסטיים, הנצמד לפנים, ומסנן אשר דרכו עובר האוויר הנכנס לדרכי הנשימה. החלק הגמיש חייב להיות בלתי חדיר לגזים מצד אחד אך בעל גמישות ויכולת מתיחה מצד שני.

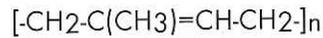
סוגי הגומי העיקריים המשמשים במסכות מגן הם הגומי הבוטילי, הפוליאיזופרן והניאופרן, הידועים כעמידים בממסים שונים, בלתי חדירים לגזים ועמידים לאורך זמן.



ניאופרן



גומי בוטילי



פוליאיזופרן

הסרונו של גומי מסוגים אלה הוא קשיחותו. גומי העשוי סיליקון מועדף בגלל גמישותו. הוא נעים למגע ולניקוי. הסרונו: הוא חדיר יותר למעבר גזים בערך פי 400 מהגומי הבוטילי לכן משתמשים בגומי העשוי סיליקון לייצור רצועות ההתאמה של המסכה לפנים ולחלקים פנימיים של המסכה.

המסנן

המסנן מנקה את האוויר ממהמים על-ידי סינון חלקיקים ותרסיסים באמצעות ספיגה כימית של מים רעילים. המסנן בנוי משלושה חלקים: מסנן התרסיסים, פחם פעיל נקי או עם תוספות ייחודיות, ומסנן למניעת כניסת אבק פחם לדרכי הנשימה (ראה איור). מסנן התרסיסים בנוי משכבה צפופה של סיבי זכוכית. עיקרון הסינון הוא התנגשות בין החלקיקים לבין סיבי הזכוכית, הגורמת לעצירתם. רוב החלקיקים (חידקים למיניהם) נעצרים בשכבה זו. סינון זה דומה למסכת מנתח בחדר ניתוח, או למסכה של פועל באתר בנייה.

סינון הגזים הרעילים מתבצע על-ידי השכבה הבנויה מפחם פעיל. הגזים הרעילים נספגים ונספחים על שטח הפנים העצום של הפחם הפעיל. פחם פעיל מופק מכבול, מפחם, מעץ, מקליפות קוקוס וממקורות נוספים. הכנתו כוללת חימום חומר הגלם לטמפרטורות של $800 - 1000^{\circ}C$ ללא נוכחות חמצן ובנוכחות קיטור. תהליך זה גורם להרחקת תרכובות אורגניות שונות וליצירת מבנה נקבובי מאוד שמאפיין את הפחם הפעיל. הנקבוביות מקנות לפחם הפעיל את שטח הפנים העצום, 300 - 2000 מ"ר ל-1 גרם פחם פעיל.

הספיחה מתבצעת על-ידי אטומי הפחמן הנמצאים בפני השטח ומסוגלים למשוך אליהם מולקולות שונות ובעיקר תרכובות פחמן. כיוון שהפעילות היא על פני שטח מסוים, למסנן יש יכולת ספיחה מוגבלת; לפיכך, בשלב מסוים יש להחליפו. גזי עצבים וגז חרדל נספחים היטב על פחם פעיל. (מסנני הבריטה פועלים על עיקרון דומה לזה שבמסנן מסכות הגז).

רעלים בעלי מסה מולרית נמוכה, ציאנידים למיניהם ופוסגן, שספיחתם לפחם פעיל מוגבלת, מורחקים על-ידי הוספה למסנן של נחושת המצנית, מלחי כסף או מלחי כרום שש ערכיים.

למסננים פתוחים, ללא נוכחות מזהמים, יש חיי מדף מוגבלים כי הם סופחים לחות ומזהמים רגילים הנמצאים באוויר.

לסיכום, חשוב מאוד לציין כי הצעדים העיקריים החייבים להינקט במצבי לוחמה כימית הם אמצעי מיגון כדוגמת מקלט אטום, המהווה מחסום ראשוני בפני גזים ואחרים (כמו חלקיקי אבק ומזהמים נוספים המצויים באוויר שמסביבנו). כאשר מתמגנים היטב, ניתן למנוע את רוב הפגיעות. שימוש נכון באמצעים יכול להציל חיי אדם.

כמו-כן, חשוב לציין שבשנת 1925 נוסחה ונחתמה אמנה לאיסור בשימוש של לוחמה כימית וביולוגית לסוגיה. עובדה מעניינת היא, שבמלחמת העולם השנייה, גם כאשר היה ברור לגרמנים שהם עומדים להפסיד במלחמה, הם לא השתמשו במאגר גזי המלחמה שלהם כנשק אסטרטגי, כלומר הם כיבדו את האמנה הבין-לאומית.

ההיבט הישראלי: גם במקרה זה - בדומה לקיים בלוחמה גרעינית - ישראל אינה חתומה על אמנה זו.



האיורים במאמר נלקחו מהספר "מוח, תרופות וסמים", דבורה כהן, מכון ויצמן למדע.

מקורות

האטרופין / כתבה שערכה נעמי חרמוני מתוך האתר :
- נטוכימיה - אתר המפמ"ר : אטרופין זה טוב או רע ?

השפעה של גזים רעילים על מערכת העצבים / כימיה, תיכון גלילי, כ"ס
<http://www.galili-ks.org.il/lesson/chem/nerve.htm>

כיצד פועלות מסכות אב"כ / דבורה קצביץ וד"ר שלי ליבנה
<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/center/abach.doc>

לוחמה כימית - עיבוד למאמר מאת ד"ר גיורא אגם / כרמית קנטור, ב"ס 'שיטים', ערבה
http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/center/homer_morin/chemwar.doc

לוחמה כימית / אנציקלופדיה בריטניקה, כרך 9

אמנת ז'נבה / Protocol for the prohibition of the use in war of asphx

<http://www.fas.harvard.edu/~hsp/1925.html>

תרומתה הרבה של הפעילות המדעית החוקרת מתבטאת בשלושה תחומים (1,2):

1. תחום החשיבה והלמידה:
פיתוח גישה חיובית למדע.
עידוד התלמיד להכיר ולחקור את הסביבה.
עידוד הסקרנות הטבעית והיזומה.
פיתוח חשיבה.
פיתוח מיומנויות וכלים לחקר:
בפעילויות חקר התלמיד לומד להשתמש במיומנויות כגון: התבוננות, שאילת שאלות, מיון, השוואה, העלאת השערות, איסוף נתונים, שימוש במדידה, תקשורת בדרכים שונות והסקת מסקנות.
רכישת מושגים ושימוש נכון ומדויק בהם.
2. התחום החברתי:
עידוד תהליכים חברתיים כגון: למידה שיתופית, דיון, עבודה בקבוצה וגיבוש חברתי.
3. התחום האישי:
חיזוק הביטחון העצמי והיכולת להתמודד עם מצבים חדשים, חיזוק הביטוי האישי.

אופן העבודה בביצוע הפעילויות

- 1 הפעלות בקבוצות קטנות ובזוגות.
- 2 עריכת ניסויים פשוטים תוך שימוש בחומרים מוכרים.
- 3 רוב הניסויים יבוצעו על-ידי התלמידים. מיעוטם יודגמו על-ידי המורה/המדריך.
- 4 ניסוח בעיות-חקר על-ידי התלמידים, ביצוע הניסוי ולאחר מכן דיון בתוצאות ובמסקנות העולות ממנו.
- 5 משחקים שונים לצורך לימוד, חזרה ושינון החומר הנלמד.

*מוחמד חוגיראת, סלמאן עליאן וסובחי בשיר

המכללה האקדמית הערבית לחינוך בישראל - חיפה

רח' החשמל 22, ת.ד. 8349, מיקוד 33145

טל' 04-8322344, פקס' 04-83233517

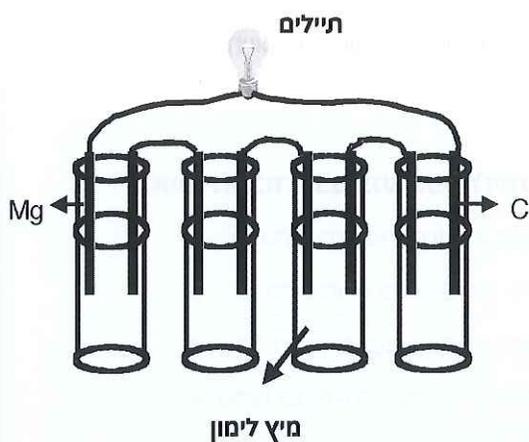
e-mail: mhugerat@hotmail.com

במאמר זה אנו מציגים מספר פעילויות מדעיות-טכנולוגיות לביצוע בבית-הספר היסודי. בהסתמך על ביצוע הפעילויות בכיתה או במעבדה, הפעילויות הללו מסייעות לתלמידים בבואם להסביר תופעות טבע שונות ובניסיונם להבין את סביבתם הטבעית הקרובה.

1. חומרי טבע כתאים חשמליים במעגלים חשמליים

חומרי טבע אלה מכילים תרכובות שונות העשויות להגיב עם מתכות מסוימות, כאשר הן באות איתן במגע. בדרך כלל, סוללות בנויות משתי אלקטרודות שונות. הסוללה המקובלת ביותר מורכבת מאבץ ואלקטרודות גרפיט, טבולים בתוך דבק כימי. תהליך דומה יקרה בסוללה הבנויה מחומרי טבע בגלל התגובה הכימית שנוצרת בין המתכות ובין התמיסות שביקורות ובפירות, היכולות ליצור זרם חשמלי (3-7). אחת הסוללות הידועות מזה זמן היא סוללת הלימון כאשר שתי המתכות (האלקטרודות) נעוצות בתוך הלימון וחומצת הלימון משמשת כאלקטרוליט. כתוצאה מהריאקציה הכימית בין המתכות לבין החומצה אשר בלימון, ייווצר זרם חשמלי במעגל הסגור (4).

בניסוי פשוט מאד טבולים את שתי האלקטרודות באחד מהירקות, מחברים למד-מתח ומוודים את המתח. אפשר לחבר את האלקטרודות גם לדיודה ולבדוק את עוצמת האור. לאחר קבלת נתונים פיסיקליים מהניסויים במעבדה ולאחר החישובים הכימיים, בנינו שורה אלקטרו-כימית ובדקנו את האפשרות לבנות סוללות מסוגים שונים של מתכות. מבדיקת ציורפים שונים של מתכות שונות, כגון $Mg-C$, $Cu-Fe$, $Mg-Cu$, $Zn-Cu$, הצירוף $Mg-C$ מייצר את הסוללה בעלת המתח הגבוה ביותר. בניסוי אחר ניתן להשתמש במיץ של ירקות ופירות שונים כאלקטרוליט (ראה הניסוי המוצג בציור 1).



איור 1 - מעגל חשמלי הבנוי ממספר של תאים אלקטרו-כימיים כאשר תמיסת האלקטרוליט היא מיץ לימון והאלקטרודות הן סרט מגנזיום ומוט גרפיט.

2. גוף האדם כחלק ממעגל חשמלי

יד האדם יכולה, בעזרת מתג, לנתק או להדליק חשמל. בעזרת יד האדם ניתן גם לבדוק את ההולכה של כמה חומרים. כאשר אתה מניח את ידיך על שני לוחות של מתכות שונות, אתה בונה סוללה, כאשר אתה - דרך שכבת העור - הוא אחד ממרכיביה (5-7).

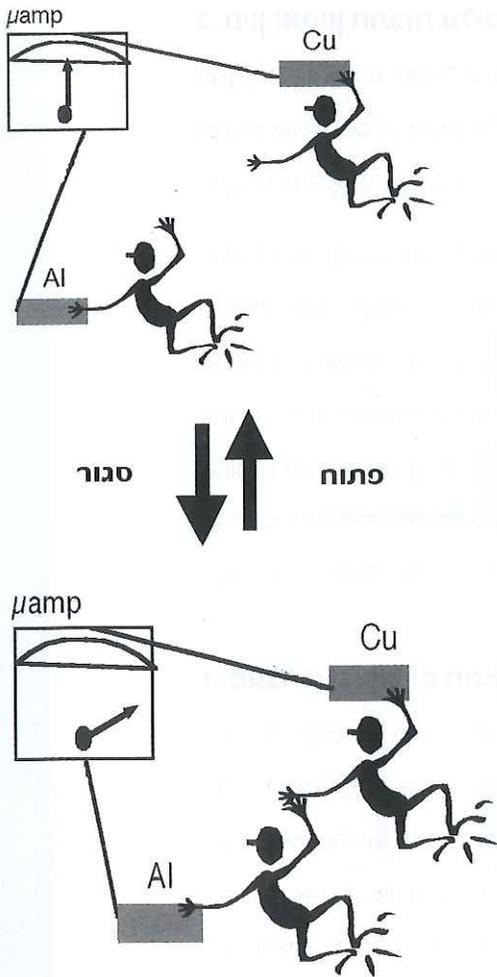
חומרים:

מיקרו אמפר אנלוגי.

לוח אלומיניום ולוח נחושת, בגדלים המתאימים למידת היד שלך.

2 חוטי חשמל עם מהדקי תנין בכל קצה.

לבחירה: מד-מתח שיכול למדוד מעל 2volt, חתיכת עץ או חומר מבודד אחר (קל-קר, לדוגמה).



ציור 2.1 - "מתג חשמלי"

חבר את החוטים כפי שמתואר בציור 2.1 ואחר-כך החזק לוח אחד של מתכת בכל יד. (לחיבור כזה יש יתרון - הוא מאפשר לך להחליף בקלות את הנחושת או האלומיניום במתכות אחרות). בנקודה זאת אין משמעות לאיזו מתכת מחוברת לאיזה הדק של המיקרואמפרמטר.

הנח יד אחת על כל לוח, ושים לב למחוג של מד-הזרם. אם המחוג לא זז מנקודת האפס, יש לבדוק את החיבורים והחוטים; אם עדיין המכשיר לא מראה זרם, יש לנקות את הלוחות, ללחוץ עליהם או לגעת בהם בידיים רטובות. אפשר לחזור על הניסוי עם מתכות שונות, כדי למצוא את צמד המתכות המתאים ליצירת הזרם הגבוה ביותר.

כמו-כן, ניתן לבצע את הניסוי גם במערכת מקובעת, שבה שני לוחות המתכות מחוברים (בלי מגע ביניהם) ללוח העץ.

אפשר לבצע את הניסוי גם בעזרת מד-מתח, מקום מד-הזרם. מחברים את המתכות, בעזרת החוטים והתנינים, למד-המתח. ידו של תלמיד אחד מחזיקה את לוח הנחושת וידו של תלמיד שני מחזיקה את לוח האלומיניום. לאחר מכן

מתבקשים התלמידים ללחוץ את ידיהם החופשיות זו לזו (ראה ציור 2.1).

בצורה כזו נוצר "מתג חשמלי" מגוף האדם.

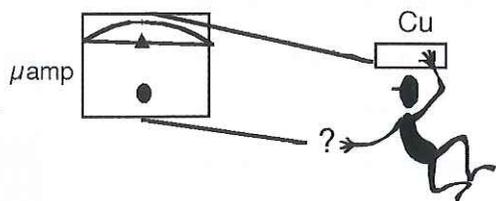
מה קורה במעגל?

מהמתכת אלומיניום נעים אלקטרונים דרך חוטי החשמל אל המתכת השנייה - נחושת. על לוח האלומיניום נשארים מטענים חיוביים, שאינם יכולים לנוע. לוח הנחושת נטען במטען שלילי - האלקטרונים שהגיעו דרך החוטים.

כאשר אנחנו נוגעים בשני לוחות המתכת, פועלת הזיעה שעל ידינו כאלקטרוליט כמו חומצה בסוללה, או כמו מיצים של פירות וירקות שנבדקו קודם. יונים שליליים נעים אל האלומיניום (הטעון חיובית) ויונים חיוביים נעים אל הנחושת (הטעונה שלילית).

הזרם של האלקטרונים הוא הזרם החשמלי, המוצג על מסך המיקרו-אמפרמטר.

3. מיין ואפיין מתכות על-פי המוליכות



Cu <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	Pb <input type="checkbox"/>
Al <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	Sn <input type="checkbox"/>
Fe <input type="checkbox"/>	Glass <input type="checkbox"/>	PVC <input type="checkbox"/>
Zn <input type="checkbox"/>	Wood <input type="checkbox"/>	... <input type="checkbox"/>

ציור מס' 2.2: מיין חומרים לפי המוליכות החשמלית

ניתן לבנות מעגלים חשמליים בשימוש בזוגות אחרים של מתכות שונות בעלות פוטנציאל חשמלי שונה, ולבדוק איזו מהן גורמת לקריאה הכי גבוהה של זרם.

בציור 2.2 אנו מציגים ניסוי פשוט מאוד שמטרתו למיין את החומרים לשתי קטגוריות - מוליך ולא מוליך, כאשר אחת המתכות (נחושת באיור) קבועה והלוח השני עשוי חומרים אחרים. כאשר יש תזוזה במחוג של המיקרו-אמפרמטר אזי החומר השני הוא מוליך; אם המחוג נשאר במקומו ומצביע על אפס אזי החומר אינו מוליך. מגודל התזוזה של המחוג ניתן לדעת איזה צירוף מתכות הוא היעיל ביותר להפקת הסוללה הטובה ביותר מגוף האדם (5-7).

הטובה ביותר מגוף האדם (5-7).

4. מעגלים חשמליים מתאים פוטוולטאים

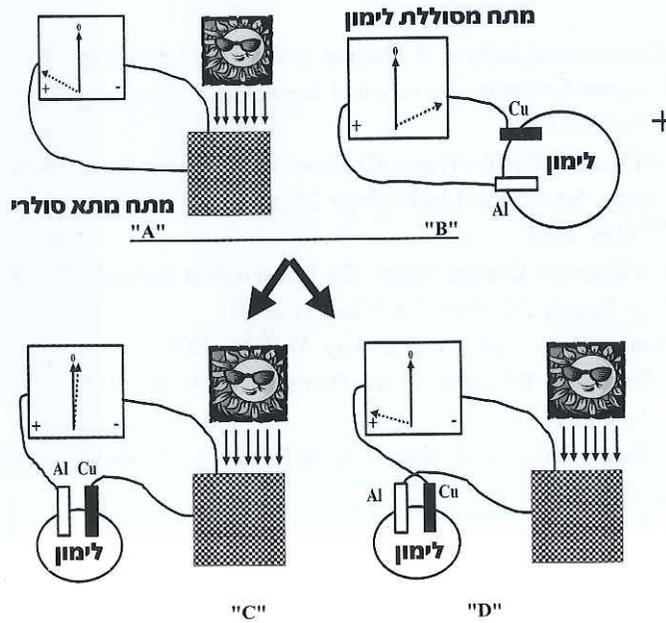
אחד הפירושים של מושג האנרגיה הוא היכולת לייצר עבודה. מאז שהזדקקנו לדלק ממקורות פוסייליים (מאובנים) היה הכרח למצוא מקור אנרגיה חלופי. אחד המקורות החלופיים הוא האנרגיה שמקורה מהשמש - אנרגיה סולרית. תאים פוטוולטאים יכולים לייצר חשמל כמו סוללות. תאים פוטוולטאים עשויים משכבות דקות מאוד של סיליקון, אשר בהן הופכת האנרגיה של האור ישירות לאנרגיה של חשמל, היכולה להפעיל מנוע חשמלי ומכשירים אלקטרוניים אחרים. הטכנולוגיה של תא פוטוולטאי היא אחת מהטכנולוגיות החדשות המלהיבות, שאינה מלווה בפליטה מזהמת או דורשת שטחים רחבים ומים להפעלתה (8-10).

הבעיה בטכנולוגיה זו היא שתא פוטוולטאי מייצר כמות קטנה של אנרגיה, לכן דרושים הרבה תאים כדי לספק את האנרגיה הדרושה למתקנים או תהליכים כימיים שונים.

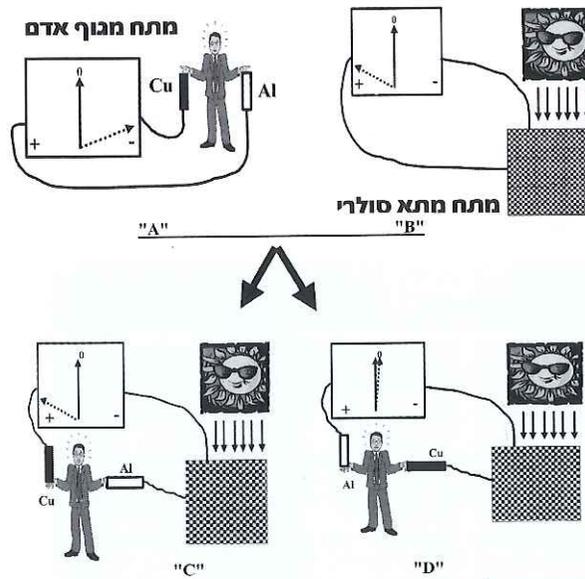
ניתן להשתמש במערכת של תאים פוטוולטאים להפעלת מתקנים וציוד. בעתיד, נוכל להשתמש במימן בתעשיית הדלק לתחבורה. המימן הוא חומר דלק שאינו מזהם וניתן להפיק אותו בתהליך האלקטרוליזה. אחד הניסויים המוצעים כאן הוא ביצוע אלקטרוליזה של מים בעזרת אנרגיית השמש, תהליך חשוב מאוד מבחינה מדעית ליצירת מימן.

בשני הציורים 3 ו-4 אנו מציגים מעגלים חשמליים שונים, כאשר תאים פוטוולטאים מהווים חלק מהמעגל החשמלי השלם. בציור 3 אנו מציגים מעגל חשמלי כאשר מחברים תא פוטוולטאי וסוללה של לימון, שבו שתי האלקטרודות הן המתכות נחושת ואלומיניום. בציור A3 המייצג מעגל חשמלי עם תא פוטוולטאי, המחוג של המיקרו-אמפרמטר זז בכיוון החיובי (+). ב ציור B3 המייצג מעגל חשמלי עם חתיכת לימון, המחוג זז בכיוון השלילי (-). יש שתי אפשרויות לחיבור בין תא פוטו-וולטאי וסוללת הלימון במעגל:

1. כאשר מחברים את שני המעגלים יחד, כפי שמוצג בציור C3, אזי הזרם הכולל יהיה אפס כיוון שמחברים שתי סוללות בכיוונים מנוגדים - שתי הסוללות מזרימות זרם, כל אחת בכיוון מנוגד לשנייה.
 2. כאשר מבצעים חילוף בחיבור המתכות הנעוצות בחתיכת הלימון (ציור D3) מקבלים זרם חזק בכיוון החיובי, וזה משום שמחברים שתי סוללות בסדר - שתי הסוללות מזרימות זרם באותו כיוון (8-10).
- ציור 4 מייצג את אותו התהליך המתואר בציור 3, אלא שבמקום סוללת הלימון משתמשים ב"סוללה מגוף האדם".



ציור 3 - מעגל המורכב מתא פוטוולטאי וסוללת לימון.



ציור 4 - מעגל חשמלי המורכב מתא פוטוולטאי וגוף האדם.

1. Stavy, R.: Learning Science in the Schools: Research Informing Practice, Lawrence Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1991, pp. 117-147.
2. Louters L., L., and Huisman R., D.: Promoting Chemistry at the Elementary Level. Journal of Chemical Education. 1999, 76, 196-198.
3. Stroebel G., G., and Myers S., A.: Introductory Electrochemistry for Kids- Food for Thought, and Human Potential. Journal of Chemical Education. 1999, 75, pp. 178-180.
4. Daniel J. Swartling and Charlotte Morgan, " Lemon Cells - The Lemon - Powered Calculator " J. Chem. Educ. 75, 181, 1998.
5. Muhamad Hugerat et al. " Non-Conventional Battery - A Method in Chemical Education ", 3rd IOSTE Symposium for central and East European Countries - Science and Technology Education in New Millennium, Prague, Czech Republic, 15-18 June 2000.
6. Muhamad Hugerat et al. " Natural Electrical Circuits; Hand - On Science And Technology Activities", 1st IOSTE Symposium in Southern Europe - Science and Technology Education: Preparing Future Citizens, Paralimni, Cyprus, 29th April - 2nd May 2001.
7. Muhamad Hugerat et al. " Natural Electrical Circuits; Hand - On Science And Technology Activities", The 66th Meeting of Israel Chemical Society, Tel - Aviv, 5-6 February 2001.
8. Clark, W.D.K., and Eckert, J.A., Photogalvanic Cells, Solar Energy, 17,1975, 147.
9. Muhamad Hugerat et al. " Solar Energy For Education In The Elementary Schools", 10th sede Boqer Symp. On Solar Elect. Production. February 2001.
10. Muhamad Hugerat et al. " Solar Village - Educational Initiative In The Elementary Schools", 6. European conference of Chemistry Teachers, Vienna, 18-21 April 2001.

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.

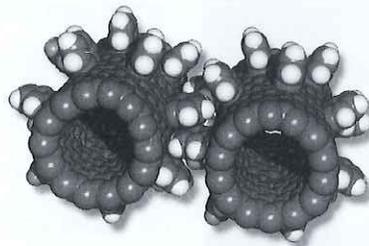
"כימיה במנהרת הזמן" היא תוכנית לימודים ברמת בסיס - מבנית גרעין.

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".

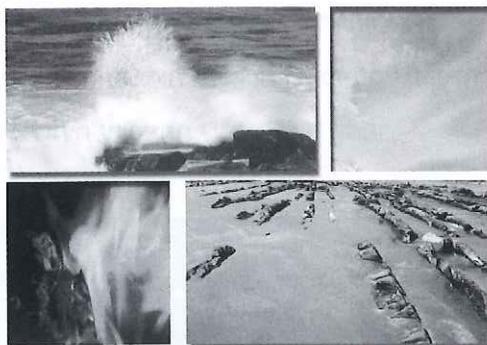
הדוגמה שהובאה לעיל היא דוגמה לסיפור פשוט, מוכר, מחיי היום-יום. במהלך הלימוד מתוודעים התלמידים לתחומי מחקר רבים אחרים הנמצאים בחזית המדע כמו: ננו-טכנולוגיה, הכימיה שבלב, שילוב הכימיה בחקר החלל, פיתוח חומרים חדשים ולא מוכרים, בניית מכונות ומכשירים מיקרוסקופיים.



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.

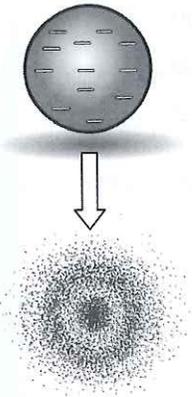
פרק הראשון "כימיה סביבנו", מבחר של ניסויים וניסויי חקר. הפרק מציג את הכימיה כרלבנטית לחיי היום יום של התלמידים.

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.

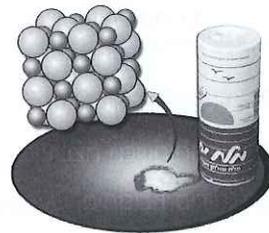
פרק זה מלווה בלומדה אינטראקטיבית העוסקת בהתפתחות מודל האטום.

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

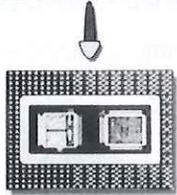
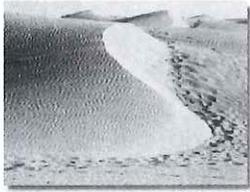


לפעולתם התקינה של כל תאי הגוף. בהקשר לכך, לומדים התלמידים על מלחים בגופנו ומלחים בשירות האדם, מלחים במים ובקרקע ומלחים בשירות החקלאות.

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

"עדידות 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.



מקרה מוזר של טיסה מס' 1023 של חברת-התעופה 'המול'



פניכם חידה בלשית ובמרכזת נושא המול. החידה עוסקת בהתרסקות מטוס, שבעקבותיה נוצר צורך בזיהוי הקורבנות על-פי חומרים הנמצאים על גופותיהם ובסביבתם. עליכם לעבד את הנתונים, לזהות את האנשים ולפתור תעלומת רצח!!!

זירת ההתרסקות

בשעה 6:02 בבוקר אתם וצוותכם, הכולל מומחים רפואיים, נקראים לזירת התרסקות המטוס. בבואכם לזירה אתם מוצאים עדויות להתפוצצות שקדמה להתרסקות:

בזירת ההתרסקות נמצא חומר שהאנליזה הכימית שלו הראתה את היחסים הבאים:

C 37.01% H 2.22%

N 18.5% O 42.27%

השימת הנוסעים נמצאה בזירת ההתרסקות. זיהוי על פי מראה הקורבנות או רישומי השיניים של הנוסעים וחברי הצוות לא היה אפשרי. לכן, הזיהוי חייב להיעשות על-פי חומרים שנמצאו בין הפציהם או על גופם. מחקירה מאומצת נוספת נמצא שקיים חשד, שאחד הנוסעים נרצח לפני ההתרסקות. זמן המוות נקבע כשעה, בקירוב, לפני ההתרסקות. בטבלה הבאה מוחזרות תוצאות האנליזות הכימיות (באחוזים) של החומרים שנמצאו ונבדקו:

מיקום מציאת החומר	אנליזה כימית של החומר				נוסע
	C	H	N	O	
בדם	67.31	6.98	4.62	21.10	1.
בפנים	63.15	5.30	---	31.55	2.
בקביה	46.66	4.48	31.1	17.76	3.
בכיסים	72.15	7.08	4.68	16.03	3.
בדם ובכיסים	15.87	2.22	18.15	63.41	4.
בדם	75.42	6.63	8.38	9.57	5.
בכיסים	37.01	2.22	18.5	42.27	5.
בכיסים	57.14	6.16	9.52	27.18	6.
בכיסים	80.48	7.45	9.39	2.68	7.
בכיסים	81.58	8.90	9.52	---	7.
בכיסים	60.00	4.48	---	35.53	8.
בכיס	63.56	6.00	9.27	21.17	8.

טבלה 1. מידע על הרכב החומרים שנמצאו על גופות הנוסעים או בבגדיהם.

בטבלה הבאה מידע על חומרים אפשריים, נוסחותיהם המולקולריות והערות לגבי החומרים הנ"ל:

זרות החומר	נוסחה מולקולרית	הערות
קודאין	$C_{18}H_{21}NO_3$	משכך כאבים, ניתן עם מרשם רופא
קוקאין	$C_{17}H_{21}NO_4$	סם אסור בשימוש
אספירין	$C_9H_8O_4$	משכך כאבים
אספרטאם	$C_{14}H_{18}N_2O_5$	ממתיק מלאכותי
וניל	$C_8H_8O_3$	חומר טעם
טריניטרו טולואן	$C_7H_5N_3O_6$	חומר נפץ (TNT - דינמיט)
ניטרו גליצרין	$C_3H_5N_3O_9$	חומר נפץ, תרופה לחולי לב
קוראייר	$C_{40}H_{44}N_4O$	רעל
תיבורמין	$C_7H_8N_4O_2$	שוקולד (חומר טעם)
סטריכנין	$C_{21}H_{22}N_2O_2$	חומר רעל לחולדות
דימטאקרין	$C_{10}H_{13}N$	ניתן עם מרשם רופא כתרופה נגד דיכאון
אצטאמינופן	$C_8H_9NO_2$	משכך כאבים (טיילנול)

טבלה 2. נוסחאות חומרים אפשריים

בטבלה הבאה מידע לגבי הנוסעים ואנשי הצוות:

הנוסעים והצוות	הערות
1. משה סלומון	חולה לב
2. יוספה מור	רוקחת
3. אלדד יפה	אופה
4. אהוד כוכבי	מורה, מכור למשקאות דיאטטיים
5. יובל בן	ספורטאי מקצועי, לאחרונה הושעה בגלל שימוש בממריצים
6. יעל שביט	מהנדסת סביבתית, נמצאת בדיכאון עמוק
7. ירדן מאירי	נחשד בסחר תרופות לא חוקי
8. אלישע מנדלבאום	חשוד כמנהיג של ארגון טרור

טבלה 3. מידע על הנוסעים ואנשי הצוות

המשימה

1. היעזרו בנתונים בטבלה 1. כדי לקבוע את הנוסחאות המולקולריות של החומרים שנמצאו על גופות הנוסעים או בסביבתם. התאימו את הנוסחאות שמצאתם לחומרים בטבלה 2.
2. היעזרו במידע על אודות הנוסעים, הניתן בטבלה 3 כדי לנסות ולזהות כל נוסע. רישמו את הזיהוי בדף העבודה. פתרון התעלומה הוא תוצאה של התאמה הגיונית בין אנליזת החומרים והמידע הניתן על אודות הנוסע.
3. השתמשו בדף העבודה כדי לנסות ולשער מיהו הנרצח ומי יכול להיות הרצח האפשרי.

נוסע מספר	הזהות האפשרית
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

נרצח על-ידי _____

נרשם על ידי _____ תאריך _____

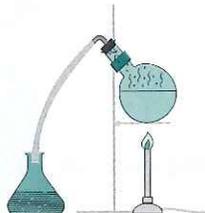
דף עבודה

פתרון

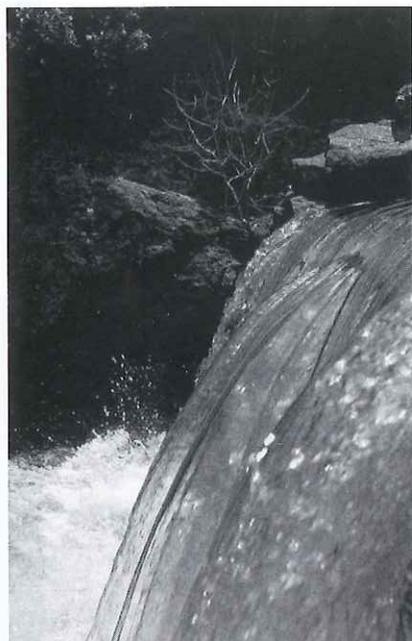
1. יובל בשן
 2. אלדד יפה
 3. ירדן מאירי
 4. משה סלומון
 5. אלישע מנדלבאום
 6. אהוד כוכבי
 7. יעל שביט
 8. יוספה מור
- אלישע מנדלבאום נרצח על ידי יעל שביט

מקורות

Jones, Karl F, "The Strange Case of Mole Airlines Flight 1023" *Journal of Chemical Education* 80, 407, 2003.



החמצה של מקורות המים על-ידי גשם חומצי - ניסוי הדגמה



אמנם החורף מאחורינו אך תוצאותיו ילוו אותנו גם בעונות השנה הבאות. אחת הבעיות הסביבתיות הקשות של כדור-הארץ המתועש היא תופעת הגשם החומצי. נושא זה עולה פעמים רבות בדיונים כיתתיים בפרק חומצות ובסיסים. הדגמות רבות, המחקות את תופעת הגשם החומצי פורסמו רבות בעבר. ייחודה של הדגמה זו הוא הדגמת ההתמוססות של תחמוצות חומציות בטיפות מים בדומה למתרחש בהתמוססות בטיפות המים בעננים באטמוספירה. הגשם החומצי נוצר בעיקר מהתמוססות תחמוצות חנקן ותחמוצות גופרית במי הגשמים. מקור תחמוצות החנקן באטמוספירה הוא משריפת דלקים במכוניות ומשריפת דלקים נוזליים במפעלי תעשייה. מקור תחמוצות הגופרית באטמוספירה הוא מתחנות כוח המבוססות על פחם ומתהליך קליית מסגי מתכות בכורים להפקת מתכות. החמצה של מקווי מים יכולה להיגרם כאשר משקעים חומציים אלה יורדים על מקווי מים, שאין להם יכולת לווסת את החומציות באופן טבעי (buffer capacity).

אגם המוקף סלעי גיר יהיה עמיד להחמצה וזאת הודות למרכיב העיקרי שממנו בנוי הסלע - מלח סידן פחמתי, CaCO_3 , שלו היכולת לווסת ירידה בחומציות. לעומת זאת אגם המוקף בסלע גרניט לא יוכל לווסת את החומציות. הסיבה לכך היא שגרניט מורכבת בעיקר ממלחים סיליקאטים שהם חסרי יכולת ויסות.

האגמים המוחמצים לא חייבים להיות קרובים גיאוגרפית למקור הזיהום, כי לאחר התמוססות התחמוצות בטיפות המים בעננים, העננים נושאים ברוח.

בהדגמה זו נמחיש את התופעה של גשם חומצי על שני מקווי מים. האחד מייצג מקווה מים המוקף באבן גיר והאחר מוקף באבן גרניט. ההדגמות מבוצעות במשורות. גשם מבקבוק התזה פשוט לוכד את תחמוצת הגופרית ונושא אותו אל מקווה המים.

ה-pH של גשם לא מזוהם (גשם אשר אינו מכיל תחמוצות גופרית ותחמוצות חנקן), הוא 5.6 בקירוב. pH זה נובע מקיומו של שיווי המשקל הבא באטמוספירה:



האינדיקטור שנבחר להדגמה הוא ברומו קרחול ירוק. שינוי הצבע שלו מצהוב (בתחום החומצי מאוד) לכחול מתרחש בסביבות ה-pH המבדיל בין גשם מזוהם לגשם שאינו מזוהם.

בהדגמה זו מכינים גופרית דו חמצנית בתמיסה על פי התגובה:



הכנה

את תחמוצת הגופרית יש להכין מראש במנדף.

הכנס 5 גר' NaHSO_3 לתוך משורה בנפח של 1000 מ"ל.

הוסף 10 מ"ל של תמיסת H_2SO_4 בריכוז 6M.

הנח לתמיסה לעמוד כשהיא מכוסה בזכוכית שעון, עד שהתסיסה נגמרת.

(דרך נוספת להכנת הגז SO_2 היא על-ידי ערבוב תמיסת NaHSO_3 בריכוז 0.5M עם 4 מ"ל תמיסת H_2SO_4 בריכוז

3M. ניתן להשתמש בתהליך האחרון במידה שלא ניתן להכין את הגז SO_2 מראש ובמנדף. כמות הגז הנוצרת בתהליך

האחרון פחותה בהשוואה לתהליך הראשון.)

ההדמיה של שני מקווי המים מתבצעת בתוך שתי משורות זכוכית בנפח של 2000 מ"ל כל אחת.

הדמיית מקווה מים מוקף גרניט (הזכוכית, הבנויה גם היא מסיליקטים מייצגת את הגרניט): הכנס 200 מ"ל מים ו-1 מ"ל

תמיסת אינדיקטור ברומו קרזול ירוק בריכוז $1 \cdot 10^{-3} \text{M}$ וערבב היטב.

הדמיית מקווה המים המוקף אבן גיר: מקווה זה דורש הכנה זהירה יותר. הכנס 200 מ"ל מים ו-1 מ"ל אינדיקטור ברומו

קרזול ירוק לתוך המשורה השנייה וערבב. הוסף למשורה זו 0.2 גר' CaCO_3 אך אל תערבב את התמיסה. הנח למוצק

לשקוע לתחתית המכל. אם חלקיקי מוצק נותרים בתרחיף על שטח פני הנוזל, בחש בעדינות.

ההדגמה

א. היכרות עם שינוי צבעי האינדיקטור: הכנס 150 מ"ל מים לכל אחד משני ארלנמיירים בנפח 250 מ"ל והוסף 5

טיפות ברומו קרזול ירוק לכל אחד מהארלנמיירים. לארלנמייר הראשון הוסף 2 מ"ל של תמיסת H_2SO_4 בריכוז

3M ובחש היטב. התוצאה היא שבארלנמייר ללא החומצה יישמר הצבע הכחול האופייני לתמיסה בסיסית, ואילו

בארלנמייר השני יופיע הצבע הצהוב האופייני לתמיסה חומצית.

ב. כדי להדגים את תהליך ההחמצה של מקווה המים, התחל למזוג את הגז SO_2 ממכל ההכנה לתוך המשורה

המדמה את מקווה המים המוקף גרניט. יש לנהוג בזהירות ולא לשפוך מנוזלי התמיסה המכילה לתוך משורת

"מקווה המים" משום שהתוצאה תהיה החמצה מיידית של "מקווה המים" המוקף גרניט. מזיגה של חמש עד עשר

שניות מניבה תוצאה מספקת. לאחר שהגז הוסף למשורת מקווה המים, רסס כ-10 מ"ל מים לתוך המשורה

באמצעות בקבוק תרסיס, -20 לחיצות במרסס. פעולה זו תגרום להחדרת הגז SO_2 ישירות לתוך תמיסת מקווה

המים. התוצאה תיראה לעין, צבע תמיסת האגם יתפוך לצהוב. לאחר שמי הריסוס התערבבו עם התמיסה,

והתמיסה החלה לשנות את צבעה, ערבב בעדינות.

ג. חזור על התהליך עם משורת "אבן הגיר". צבע תמיסת "מקווה המים" ישתנה בתחילה לצהוב כאשר הגז SO_2 יתמוסס על פני שטח המשורה. אך לאחר ערבוב התמיסה, צבעה יחזור לכחול.

הוראות זהירות וניקיון בתום ההדגמה

הכנת הגז SO_2 חייבת להיעשות עם כפפות ומשקפי מגן במנדף. שמור על מכל ההכנה של הגז מכוסה במנדף מלבד בזמן המזיגה. שמור על מכלי "מקווי המים" מכוסים לאחר הריסוס. הנח למשורות לעמוד מכוסות לפחות 15 דקות לאחר ההדגמה במטרה להמיס את כל הגז לפני הניקוי. ניתן לנטרל את כל התמיסות ואז לשפוך אותן לכיור ולשטוף במים רבים.

מקורות

L. M. Goss, "A Demonstration of Acid Rain and Lake Acidification: Wet Deposition of Sulfur Dioxide",
Journal of Chemical Education 80, 1, 2003, pp. 39-40

<http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/>

<http://www.ec.gc.ca/acidrain/>

<http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/Environmental/acidrain/acidrain.html>

<http://royal.okanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html>

http://www.policyalmanac.org/environment/archive/acid_rain.shtml

האם יש "פטנט" להשגת מצוינות בהוראה?*

** נירה חטיבה, אוניברסיטת תל אביב

תקציר

מאמר זה מציג אינטגרציה של ארבעה מחקרים שנעשו על-ידי חוקרים שונים בשיטות מחקר שונות, במוסדות שונים, ועל אוכלוסיות שונות של מורים. מחקרים אלה הגיעו למסקנות דומות לגבי ממדי על, לגבי טכניקות ואסטרטגיות של הוראה יעילה באוניברסיטה, וגם לגבי המאפיינים של מורים מצטיינים. סיכום המאמר מציג רשימת ממדים ואסטרטגיות של הוראה יעילה ושל אופן השימוש בהם על-ידי מורים מצטיינים.

מאות מחקרים נערכו על המורה המצטיין באוניברסיטה במטרה ללמוד מה "עושה" הוראה טובה. מרבית המחקרים זיהו רשימת ממדים ואסטרטגיות/טכניקות הקשורים בהוראה מצטיינת. נשאלת השאלה כיצד מתפקדים מורים מצטיינים ביחס לרשימה זו, האם כולם משתמשים באותן טכניקות מצליחות? האם יש "פטנט" או "תפריט" להוראה מצטיינת המורכב מרשימת טכניקות ואסטרטגיות? אציג כאן¹ מחקרים אחדים שבדקו את הדומה ואת השונה בין המרצים המצטיינים לגבי רמת השימוש שהם עושים בממדים ובאסטרטגיות/טכניקות של הוראה, שנמצאו כתורמים ללמידה יעילה. כל המחקרים פרט לאחרון, עוסקים במרצה המצטיין בקורסים באופן כללי, ללא הגבלה לתחום תוכן מסוים, לרמת התואר או לגודל הכיתה².

מחקרים א'-ב'. התכונות המאפיינות מרצים מצטיינים

Joseph Lowman, The University of North Carolina, Chapel Hill³

מחקר א' נערך לגבי 30 מרצים מדיסציפלינות שונות במכללות ובאוניברסיטאות אחדות. בכל מוסד אקדמי נבחרו בין ארבעה לשישה מרצים מן המצטיינים ביותר. המרצים שנבחרו למחקר זהו כמצטיינים באופן יוצא דופן על סמך הצלבת המלצות שניתנו על-ידי סטודנטים, אנשי סגל ואנשי מנהלה. מורים מצטיינים אלה רואינים ונערכו עליהם תצפיות בכיתותיהם. על בסיס ניתוח הריאיונות והתצפיות, בנה ג'וזף לומן מודל תיאורטי של מורים מצטיינים באוניברסיטה. מודל זה כלל שני ממדי-על של המורה המצטיין: ממד 1: "היכולת לעורר התלהבות אינטלקטואלית אצל הסטודנטים", שמשמעותה לפי לומן היא יישום כללי תקשורת טובים - בהירות, עניין וגירוי החשיבה. ממד 2: "היכולת ליצור קשר בין-אישי עם הסטודנטים", כלומר, הפגנת אכפתיות ורגשות חיוביים כלפי הסטודנטים

* המאמר פורסם לראשונה ב"על הגובה" כתב עת לעיני הוראה בחינוך הגבוה, גיליון 2 מרץ 2003, ומפרסם כאן באישור.

** פרופ' נירה חטיבה, ראש החוג לתכנון לימודים והוראה, ראש המרכז האוניברסיטאי לפיתוח סגל בחינוך, בית ספר לחינוך, אוניברסיטה ת"א.

¹ אני מביאה בתמציתיות את עיקרי הדברים, ללא פירוט של השיטות והממצאים. הקורא המעוניין בפרטים נוספים מוזמן לעיין במקור. את מעט הפרטים על שליטות המחקר או הסטטיסטיקות שבכל זאת הבאתי כאן למתעניינים, כללתי בסוגריים מרובעים [...] וניתן לדלג עליהם.

² כל המחקרים המוצגים כללו פרטי מחקר נוספים שאינם מדווחים כאן. המחקרים הללו התמקדו בהתנהגות המורה בכיתה. אציין שיש היבטים חשובים אחרים של עבודת המורה שלא באו כאן לידי ביטוי, כמו מתן מסלות וביקורת, עריכת מבחנים והערכתם, תכנון השיעורים - מה, כמה ואיך למדו הסטודנטים ועוד. מבחינת העמיתים, היבט חשוב מאוד הוא עד כמה החומר המוצג הוא עדכני וברמה מדעית גבוהה.

³ המחבר זכה בפרס הגבוה ביותר שניתן למרצה המצטיין לשנת 1995 באוניברסיטה זו.

⁴ Lowman, J. (1995). *Mastering the techniques of teaching*. (Second ed.) San Francisco: Jossey-Bass

ומתן תמיכה בתהליכי הלמידה שלהם. מניתוח ההתנהגות בכיתה של 30 המרצים המצטיינים, שבשיעוריהם ערך לומן תצפיות, זוהו ההבדלים הבאים בהתנהגויות המורים בהקשר לשני ממדי-העל: רק שני מרצים הצטיינו בשני הממדים, וכל השאר הצטיינו בממד אחד בלבד מבין השניים בעוד שבשני הם הוערכו רק באופן בינוני.

במחקר ב⁶ אסף לומן במשך שלוש שנים את כל מכתבי ההמלצה (500) שנכתבו על-ידי אנשי סגל וסטודנטים על מרצים באוניברסיטה שלו, שהוצעו כמועמדים לוועדה הממונה על הענקת פרסים על הוראה מצטיינת. מרצים אלה נמנו על פקולטות ומחלקות שונות ולימדו במגוון רב של קורסים וברמות שונות של הוראה - לתואר ראשון או לתארים גבוהים יותר. במכתבים⁷ אלה מתארים הממליצים את תכונות המועמד שלהם, שהודות להן הוא ראוי לתואר "מרצה מצטיין". לומן ערך ניתוח תוכן של המכתבים וזיהה בכל אחד מהם את התכונות שצוינו על-ידי הממליץ כאלה שתרמו למצוינותו של המועמד בהוראה. התיאורים של מאות רבות של תכונות שזוהו כך, קובצו למספר קטן יותר, בעיקר על-ידי איחוד מילים נרדפות. בסיכום התהליך, נערכה רשימה של 39 מאפיינים שכל אחד מהם הופיע לפחות עשר פעמים במכתבים. מאפיינים אלה מיונו לחמש קטגוריות: שלוש מהן הן ממדי-העל של המודל ממחקר א, עם פיצול לשניים של ממד-העל השני. הקטגוריה הרביעית היא חדשה, והחמישית היא מעין פריט גלובלי האומר שהמרצה הוא מצטיין אך במילים אחרות, אולם אינו מוסף מאפיינים של התנהגויות מורה. התוצאות מסוכמות להלן:

קטגוריה א' (ממד 1) - התלהבות אינטלקטואלית/כישורי תקשורת טובים: 16 מאפיינים. אלה המופיעים בשכיחות גבוהה (מעל 25 פעמים) הם: מתלהב, בעל ידע, מעורר השראה, משתמש בהומור, מעניין, בהיר. בשכיחות נמוכה יותר: מאורגן, מלהיב, מרתק, מוכן, אנרגטי, משעשע, מעורר, יצירתי, מרצה טוב, מתקשר היטב.

קטגוריה ב' (ממד 2) - יצירת קשר בין-אישי עם הסטודנטים/דאגה ואכפתיות: תשעה מאפיינים. אלה המופיעים בשכיחות גבוהה (כנ"ל) הם: מתעניין, אכפתי, נגיש, פנוי לתלמידים. בשכיחות נמוכה יותר: ידידותי, מעוניין, מכבד, מבין, אנושי.

קטגוריה ג' (ממד 3) - יצירת קשר בין-אישי עם הסטודנטים/קידום המוטיבציה: שבעה מאפיינים. בשכיחות גבוהה הם: עוזר, מעודד, מאתגר. בשכיחות נמוכה יותר: הוגן, דורש, סבלני, מקדם מוטיבציה.

קטגוריה ד' - מחויבות להוראה: שני מאפיינים. בשכיחות גבוהה הם: מקדיש מעצמו. בשכיחות נמוכה יותר: מחויב.

⁶ Lowman, J (1996). Characteristics of exemplary teachers. *New Directions for Teaching and Learning*, 65, 33-47(6),

⁷ ראה הסבר בהערת שוליים 15 בהמשך.

קטגוריה ה' - מאפיינים כלליים חיוביים: ארבעה מאפיינים, וכולם מופיעים בשכיחות נמוכה (פחות משמונה פעמים) והם:

יעיל, מצוין, יוצא דופן/בלתי רגיל, גדול.

קטגוריה ה' אינה תורמת מאפיינים חדשים להצטיינות המרצה ולכן אינה מהווה ממד חדש. כך גם קטגוריה ד'. מספר המאפיינים של קטגוריה זו ושכיחותם זניח יחסית לאלה של שלוש הקטגוריות הראשונות ולכן ניתן לראותה כזניחה יחסית לממדי-העל 1 ו-2. באופן זה מחזק הניתוח את מודל שני הממדים של לומן ממחקר א'.

תוצאה חשובה נוספת היא זיהוי רשימת תכונות מגוונות המאפיינות מרצים מצטיינים. התכונות אובחנו הן על-ידי סטודנטים והן על-ידי אנשי סגל, עמיתיהם של המועמדים לפרסי ההצטיינות בהוראה. המסקנה שוב היא שמרצים משיגים את מצוינותם בדרכים שונות והודות לתכונות מגוונות, ואין דרך אחת להשגת מצוינות בהוראה.

מחקר ג': פרופילים של מרצים הנחשבים ליעילים בהוראה באוניברסיטה ובמכללה.⁷

Suzanne Young, University of Wyoming

Dale Shaw, University of Northern Colorado, Greeley

מחקר זה נערך באוניברסיטה שבה לומדים כ-11,000 סטודנטים. מרצים המלמדים ב-31 קורסים בפקולטות שונות, שאליהם פנו החוקרים, הסכימו לביצוע תהליך המחקר בכיתותיהם. כל 91 הסטודנטים שהיו נוכחים בשיעורים, שבמהלכם הועבר השאלון הסכימו למלאו. שני שלישים מביניהם היו נשים, 60% למדו לתואר ראשון, 23% לתואר שני ו-17% לתואר שלישי.

הסטודנטים התבקשו לחשוב על מרצה באוניברסיטה המלמד באחד הקורסים שבו השתתפו לאחרונה ואשר את אופן ההוראה שלו הם יכולים לזכור די בפירוט. הסטודנטים קיבלו שאלון הכולל פריטי דירוג לגבי יעילות דרכי הוראתו של המרצה. לפני העברת השאלון בכיתה הוקדש זמן לאימון הסטודנטים שנועד לצמצם את האי-דיוקים בדירוגים ובכך להגביר את מהימנות הדירוג. האימון כלל הצגת דברים (בהרצאה) קצרה שלווה בדיון ובסיכום מודפס, ואשר תיארה את העיוותים שעשויים להטות את הדירוגים, ובעיקר הללו של הדירוג המקל - המומם לטובה (lenient evaluation) ואפקט ההילה (Halo Effect)⁸ והוסבר לסטודנטים שהדירוג הוא השוואתי, כלומר כשהם בוחרים במרצה כיעיל ביותר או כבלתי יעיל ביותר, הבחירה צריכה להיעשות תוך שיקולי השוואה עם מכלול המרצים האחרים שלימדו אותם באותה אוניברסיטה. לאחר מכן, נערך דיון קצר עם הסטודנטים לגבי הפרשנות של כל פריט בשאלון. מהדיון ומשאלות הסטודנטים נראה היה שהם הפנימו את ההבנה שהם אינם מעריכים בטופס רק את דרך ההוראה של המרצה המסוים שנבחר, אלא בעיקר את ההיבטים התורמים ליעילות ההוראה באופן כללי. כמו כן הפנימו שעליהם להקדיש מחשבה בעת דירוגו של כל פריט כדי להימנע מטעויות והטיות בהערכה וכדי לאפיין את המרצה המדורג באופן המדויק ביותר, לפי הבנתם.

⁷Young, S & Shaw, D. G. (1999). Profiles of effective college and university teachers. The Journal of Higher Education, 670-687

⁸עקרונית, אפקט זה מצוין שהורשם הכללי של אדם לגבי מטרה מסוימת מעוות את התפיסה של אותו אדם לגבי ממדים ספציפיים של מטרה זו. המשמעות לגבי דירוג המרצים היא שאם סטודנט מרוצה מהמרצה, הוא מדרג אותו גבוה על כל הפריטים ללא קשר לביצועי המרצה של פריטים אלה, ולהפך, אם הסטודנט אינו מרוצה מההוראה הוא מדרג את המרצה נמוך על כל הפריטים.

עשרים וחמישה מפריטי השאלון נלקחו מספרות המחקר העוסקת בממדים ובאסטרטגיות של יעילות ההוראה, והם מתארים את התכונות החשובות ביותר של הוראה יעילה אשר זוהו. סולם הדירוג היה מ-1 ועד 9 (9 הרמה הגבוהה ביותר). כמו כן כלל השאלון פריט גלובלי של "הערכה כוללת של יעילות ההוראה של המרצה".

התוצאות:

בסך הכול העריכו הסטודנטים 912 מורים שלימדו קורסים ב-152 תחומים אקדמיים שונים, בכיתות שחציון מספר התלמידים בהן היה 26. 59% מהמורים היו גברים ו-41% נשים.

בניתוח הראשון⁹ נמצא שמבין 25 הפריטים, כמעט כל התרומה לפריט "יעילות ההוראה" בוטאה על-ידי שישה פריטים המסוכמים בטבלה 1:

טבלה 1

ערך R^2	הפריט
0.690	1. ערך הקורס (value of the course)
0.796	2. קידום המוטיבציה של הסטודנטים לעשות את מיטבם
0.852	3. יצירת אווירת כיתה המקדמת למידה
0.861	4. ארגון הקורס
0.863	5. תקשורת יעילה
0.869	6. אכפתיות כלפי למידת הסטודנטים

כלומר, ששת הפריטים האלה השפיעו כמעט באופן בלעדי על גובה דירוג המורה על הפריט הגלובלי של יעילות הוראתו. כל שאר 19 הפריטים כמעט ולא תרמו לכך.

בניתוח השני חולקו המורים על-פי דירוגם על הפריט הגלובלי של יעילות ההוראה לשתי קבוצות "הקצה": 589 מורים שדורגו על יעילות ההוראה ברמות 7, 8, או 9 הוגדרו כמורים יעילים, בעוד ש-149 מורים שדורגו 1, 2, או 3 הוגדרו כמורים בלתי יעילים¹⁰. נראה שהסטודנטים נטו יותר לבחור מורים טובים מאשר מורים לא טובים לדירוג במחקר זה. כתוצאה מהניתוח זוהו חמישה פריטים כמפרידים באופן מובהק בין שתי קבוצות המורים, כלומר לגבי פריטים אלה מורים יעילים מדורגים באופן מובהק גבוה יותר מאשר מורים בלתי יעילים. הפריטים הם (המספור מרשימת הפריטים הקודמת נשמר גם כאן):

⁹התיאור הטכני: ניתוח רגרסיה עם תהליך של maximum multiple correlation נועד לזהות פריטים שכקבוצה יצרו את הקולציה המרובה הגבוהה ביותר עם הפריט הגלובלי "הוראה יעילה". שישה פריטים זהו כמסבירים 87% מהשונות בקריטריון של יעילות ההוראה. הוספת 19 הפריטים האחרים למודל העלתה את השונות המוסברת רק ב-1%.

¹⁰התיאור הטכני: נערך ניתוח של discriminant analysis לגבי 25 מהפריטים המקוריים כדי לזהות את המשתנים המבחינים בהצלחה בין מרצים יעילים ובין מרצים בלתי יעילים.

הפריט	מורים יעילים (n=598) ממוצע ס"ת		מורים בלתי יעילים (n=149) ממוצע ס"ת	
	1. ערך הקורס	1.96	2.93	1.14
2. קידום המוטיבציה של הסטודנטים	1.59	2.77	1.37	7.65
4. ארגון הקורס	2.36	3.47	1.33	7.85
5. תקשורת יעילה	1.93	3.98	1.10	7.99
7. הפגנת כבוד כלפי הסטודנטים	2.43	64.1	1.37	7.94

אם נשלב את תוצאות שני הניתוחים, נראה ששבעה פריטים זוהו כבעלי השפעה על יעילות ההוראה לפחות באחד משני הניתוחים. מבין שבעת הפריטים, ארבעת הפריטים האלה: ערך הקורס, הגברת המוטיבציה, ארגון הקורס ותקשורת יעילה זוהו כבעלי השפעה בשני הניתוחים ושלושה זוהו רק בניתוח אחד והם: 'יצירת אווירת כיתה המקדמת למידה, הפגנת אכפתיות כלפי למידת הסטודנטים והפגנת כבוד כלפי הסטודנטים. מסקנה מעניינת שעלתה מן המחקר הייתה שהגורם הקשור באופן החזק ביותר ביעילות ההוראה היה "ערך הקורס בעבור הסטודנטים", ואולי ניתן לומר שככל שהמורה מלמד טוב יותר לפי תפיסת הסטודנטים, כך הוא מעלה את ערך הקורס בעיניהם.

ניתוח שלישי התמקד ב-246 המרצים המצטיינים ביותר שדורגו ברמה הגבוהה ביותר (9) בפריט הגלובלי "יעילות ההוראה"¹¹. בניתוח קובצו מורים לחמש קבוצות פרופיל כך שכל מורה היה בקבוצה יחידה.

פרופיל מספר	מס' מרצים	מס' פריטים שהצטיינו בהם	דירוג ממוצע בכל פריט	כל הפריטים פרט ל:
1	107	7	8.84	
2	26	6	7.52	5. תקשורת יעילה
3	26	6	7.04	4. ארגון הקורס
4	19	6	6.58	2. קידום המוטיבציה
5	17	6	6.82	3. אווירת כיתה
				המקדמת למידה
"יחודי"	55	לפחות 2 דורגו 9		

הטבלה מראה ש-107 מורים הצטיינו בכל שבעת הפריטים, ללא יוצא מן הכלל, ו-88 מרצים הצטיינו בכל הפריטים למעט

¹¹התאיור הסכני: הופעלו שיטות סטטיסטיות של divisive & hierarchical clustering על דירוגי מורים אלה בשבעת הפריטים בעלי ההשפעה.

בפריט אחד שהיה שונה ביחס לארבע קבוצות של מורים. הממצא המעניין ביותר הראה שבנוסף לחמש קבוצות הפרופיל, לכל אחד מ-55 מורים מצטיינים אחרים היה פרופיל ייחודי שכלל היעדר הצטיינות לפחות בשני פריטים מבין השבעה, ובאותו זמן גם הצטיינות בלפחות שני פריטים. היו אחדים מביניהם שדורגו נמוך או נמוך מאוד (אפילו הנמוך ביותר- 1) על אחד עד שלושה פריטים מבין השבעה אך באותה העת הם גם דורגו 9 על לפחות שני פריטים אחרים.

ניתוח זה מראה שמגוון גורמים תורם לתפיסת המרצים כמרצים מצטיינים. מרצים יעילים לא בהכרח מדורגים גבוה במשתנים שנחשבים חשובים. הם יכולים להיות מדורגים בינוני ואפילו נמוך על אחדים מבין הפריטים שנמצאו כתורמים להוראה יעילה ובייחוד על כל אחד מאלה: תקשורת יעילה, ארגון הקורס, העלאת המוטיבציה של הסטודנטים ויצירת אווירת כיתה המקדמת למידה. יחד עם זאת, הכרחי שהם ידורגו גבוה מאוד באחדים מן הפריטים האחרים. כלומר, מורים יכולים לפצות על חוסר יכולת וביצוע לקוי בשטח אחד או בשניים על-ידי הדגמת כישורים מצטיינים בשטחים אחרים, ועדיין להיחשב על-ידי הסטודנטים כמורים מצטיינים.

מחקר ד'. מורים מצטיינים באוניברסיטה: ידע ופרקטיקה של התנהגויות הוראה יעילות¹²

ויישומן בהוראה

נירה חטיבה, רחל ברק, אתי שימחי¹³ אוניברסיטת תל אביב.

מחקר זה נערך באוניברסיטת תל אביב במחלקות לספרות עברית ולפסיכולוגיה הודות לרקע של שתיים מן החוקרות. בסקירת דירוגי המרצים על-ידי הסטודנטים שלהם בקורסים גדולים לתואר ראשון (למעלה מ-50 תלמידים), בחרנו בשני מרצים מצטיינים מכל מחלקה לפי התהליך הבא: ערכנו את רשימת כל המרצים שדורגו גבוה (מעל 3.9 על סולם דירוג מ-1 עד 5) בפריט הגלובלי "הערכה כוללת של ההוראה", בכל אחת משלוש השנים שקדמו למחקר. מרשימת השמות שקיבלנו, בחרנו את אלה שנועדו ללמד קורס גדול לתואר ראשון באותו סמסטר שבו נערך המחקר. בדרך זו קיבלנו במחלקה אחת רשימה של שלושה מרצים ובשנייה רשימה של ארבעה. בתהליך של דגימה אקראית בחרנו בשני מרצים מכל מחלקה מרשימות אלו. נושאי המחקר היו שני גברים ושתי נשים בגילאים החל משנות ה-30 המאוחרות ועד שנות ה-50 המאוחרות, החל מתשע שנות ניסיון בהוראה ועד למעלה מ-20 שנה. הקורסים לתואר ראשון שנבחרו למחקר, אחד לכל מרצה, היו בחלקם קורסי חובה ובחלקם קורסי בחירה, כשמספר התלמידים בקורס נע בין 55 ל-125. בריאיון שנערך לפני תחילת הסמסטר, כל אחד מהמרצים זיהה, לבקשתנו, בתוכנית הקורס יחידת הוראה של שלושה עד חמישה שיעורים הכוללת נושא מוגדר ובה התרכזו במחקר. בכל קורס, כל השיעורים השייכים ליחידת ההוראה שנבחרה צולמו בוודאוו. עם תום הוראת היחידה העברנו בזמן השיעור "שאלון יעילות ההוראה" לתלמידי הקורס. בנוסף ראיינו עשרה תלמידים בכל קורס שנבחרו באקראי, בנושא השימוש שעושה המרצה שלהם בטכניקות ובאסטרטגיות מסוימות של

¹²Hativa, N., Barak, R., & Simhi, E. (2001). Expert university teachers: Thinking, knowledge and practice regarding effective teaching behaviors. *The Journal of Higher Education*.

¹³שתי הכתובות האחרונות השתתפו במחקר במסגרת עבודתן לתואר שני. לאחת יש תואר ראשון בספרות עברית והשנייה למדה במסגרת לימודיה לתואר ראשון בקורסים רבים בפסיכולוגיה.

הוראה. גם המרצה חוייב שנית והתבקש להעיר בחשיבה רפלקטיבית על התנהגותו בכיתה, על הטכניקות ועל האסטרטגיות שבהן השתמש, על מידת השגתן של מטרותיו בהוראת היחידה הלימודית ועל בעיות או על מאורעות בלתי צפויים שאירעו לו בהוראה.

"שאלון יעילות ההוראה" נבנה על בסיס מודל של ממדים ואסטרטגיות הוראה שפותח במחקרים קודמים¹⁴. השאלון עבר שלבים אחדים של בדיקה על קבוצות של סטודנטים כדי לבדוק מהימנותו. גרסתו הסופית כללה פריט גלובלי אחד של "הערכה כוללת של המרצה", ארבעה פריטים המייצגים את ממדי העל של הוראה יעילה שלפי אותו מודל הם: ארגון, בהירות, יצירת עניין ויצירת אווירת כיתה המקדמת למידה, ועוד 25 פריטים המציינים התנהגויות מורה בכיתה (טכניקות ואסטרטגיות) התורמות לארבעת ממדי-העל בהתאמה.

לכל אחד מפריטי השאלון חושבו ממוצעים וסטיות תקן וגם מהימנויות של כל סולם פנימי (ממד העל והפריטים התורמים לו). השיעורים המצולמים בווידיאו והריאיונות נותחו בשיטת "ניתוח תוכן"¹⁵.

התוצאות מצביעות על התאמה גבוהה בין דירוגי הסטודנטים בשאלון לבין התנהגויות המרצים בשיעורים כפי שהוערכו על-ידי השופטים, ולכן אדווח על תוצאות שתי שיטות המדידה יחד.

ביחס לארבעת ממדי-העל: כל המרצים שיקפו רמה אחידה של בהירות שהייתה גבוהה אך לא גבוהה מאוד (מצטיינת). כולם גם הראו רמה אחידה - מצטיינת - של יצירת אווירת כיתה המקדמת למידה. שני מרצים הצטיינו בארגון אך רמת העניין בשיעוריהם הייתה בתחום הבינוני, ואילו שניים אחרים הצטיינו ביצירת עניין בשיעור וריתוק תשומת-לב התלמידים, אולם דירוגם היה נמוך בממד הארגון. המסקנה היא זו: כדי להיחשב על-ידי הסטודנטים כמורה מצטיין, המורה אינו חייב להצטיין בכל ארבעת ממדי ההוראה היעילה. די אם יצטיין בשניים מהם (התוצאות מציעות שיצירת אווירת כיתה המקדמת למידה צריכה להיות אחת מהן ושבהירות ההוראה צריכה להיות ברמה טובה לפחות), ועליו להיות טוב או לפחות בינוני בשניים האחרים.

ביחס לפריטים של התנהגויות המורה בכיתה נמצא שרק מעט מן האסטרטגיות והטכניקות היו משותפות לכל או לרוב המרצים, כמו מתן דוגמאות, רהיטות ובהירות הדיבור, פישוט ההסברים והימנעות משגיאות בכיתה. בדרך כלל הייתה שונות גדולה בין ארבעת המרצים באסטרטגיות שבהן השתמשו להשגת כל אחד מממדי-העל: ארגון, בהירות, עניין ואווירת כיתה המקדמת למידה.

¹⁴Hativa, N. (1999). Towards a conceptual framework of dimensions of effective instruction: The role of high-intermediate and low-inference teaching behaviors. *Instructional Evaluation and Faculty Development*, 18(2), 3-10.

¹⁵התיאור הטכני: בניתוח תוכן משתמשים ברשימת קטגוריות מוכנה מראש ותוך כדי מחזורים אחדים של עבודה עם השיעורים והריאיונות מעבדים ומעדנים רשימה זו, מבטלים את הקטגוריות שאינן באות לידי ביטוי בשיעורים ומוסיפים אחרות. לאחר שרשימת הקטגוריות הסופית הוכנה, העריכו שני "שופטים" באופן בלתי תלוי לכל שיעור או ריאיון את שכיחות או איכות הביצוע של המרצה לבני הקטגוריות הללו (בסולם מ-1 עד 5), ונמדדה מידת ההתאמה בין דירוגי שני השופטים. כתוצאה, נערך תהליך של התאמה בין דירוגי השופטים. קריטריונים שביחס לדירוגים שלהם נמצאו הבדלים משמעותיים לא נכללו בתוצאות הסופיות. לכל מורה נערך ממוצע בדירוג כל קריטריון על כל השיעורים שצולמו.

הממצאים מצביעים על כך שמורים יכולים להצטיין מבלי להשתמש כלל בהתנהגויות כיתה הנחשבות כחשובות להוראה יעילה, כמו השימוש בעזרי הוראה, כתיבת תוכנית השיעור על הלוח, סיכום השיעור, או שימוש בהומור.

המסקנה המרכזית היא שאין דרך אחת או מערכת של טכניקות ואסטרטגיות מסוימת שהיא הכרחית כדי להיות מורה יעיל בעיני הסטודנטים. מעבר לאוסף קטן של אסטרטגיות/טכניקות הוראה, לכל מרצה מצטיין יש פרופיל משלו של ממדי-על והתנהגויות כיתה שבהן הוא מצטיין ושל ממדים והתנהגויות שהוא משתמש בהן ברמה טובה או אפילו בינונית.

אינטגרציה של תוצאות ארבעת המחקרים

על-אף השונות הגדולה בשיטות המחקר ובמקום עריכת המחקר, בסוג המוסד שבו נערך המחקר, במספר המורים שהשתתפו ועוד, מצביעים ארבעת המחקרים על אותם ממצאים.

ראשית, נמצא דימיון רב בין ממדי-העל הדרושים להוראה טובה שזוהו בכלום (מחקר ד' השתמש במודל שפותח במחקרים קודמים). קיבלנו מודל אחיד לממדי העל של הוראה יעילה שזוהה על-ידי חוקרים שונים בשיטות מחקר מגוונות, במוסדות שונים של החינוך הגבוה בארצות שונות, עם מגוון של מערכי הוראה: סטודנטים, אנשי סגל עמיתים, תצפיתנים וחוקרים בלתי תלויים. אחדות זו נותנת תוקף למודל זה. המודל מצביע על כך שממדי העל של ההוראה הנתפסת כמצטיינת הם:

א. כישורים בתקשורת יעילה:

- בהירות בהוראה
- הוראה מעניינת ומעוררת חשיבה
- ארגון הקורס והשיעור
- הגברת המוטיבציה של הסטודנטים להשקיע בלמידה

ב. יצירת אווירת כיתה המקדמת למידה:

- יצירת קשר בין-אישי עם הסטודנטים
- הפגנת אכפתיות ורגשות חיוביים אחדים כלפי הסטודנטים ולמידתם
- הפגנת כבוד כלפי הסטודנטים

התוצאה המרכזית, שאף היא עולה מארבעת המחקרים, עוסקת בממדים, באסטרטגיות ובטכניקות להשגת הצטיינות בהוראה כפי שאלה נתפסים על-ידי הסטודנטים, אנשי הסגל והחוקרים. המסקנות הן אלה:

א. מרצים מגיעים להצטיינותם בדרכים שונות והודות לתכונות מגוונות שיש להם, ואין דרך אחת להשגת מצוינות בהוראה.

ב. הכרחי להצטיין בחלק מממדי ההוראה שזוהו כחשובים בהוראה טובה, ולהיות לפחות ברמה טובה מאוד ב"יצירת אווירת כיתה המקדמת למידה" וב"בהירות בהוראה", אולם אין זה הכרחי להצטיין בכל ממד של ההוראה הטובה. כלומר, מרצים יכולים לפצות על חוסר יכולת וביצוע לקוי בשטח אחד או שניים על-ידי הדגמת כישורים מצטיינים בשטחים אחרים ועדיין להיחשב בעיני הסטודנטים כמורים מצטיינים.

ג. הכרחי להצטיין בחלק מהטכניקות ומהאסטרטגיות שזוהו כמקדמות את ממדי ההוראה הטובה, אלו התורמות לקידום הארגון, הבהירות, העניין ואווירת כיתה המקדמת למידה. כמו-כן נראה שצריך להשתמש ברמה טובה מאוד בטכניקות ההוראה: מתן דוגמאות, ראיטות ובהירות הדיבור, פישוט ההסברים וההימנעות מעשיית שגיאות בכיתה. לגבי כל השאר, בדרך כלל קיימת שונות רבה בין ארבעת המרצים בטכניקות ובאסטרטגיות שבהן השתמשו.

לסיכום, לכל מרצה מצטיין יש פרופיל משלו של ממדי-על והתנהגויות כיתה שבהם הוא מצטיין ושל ממדים והתנהגויות שהם ברמה פחות טובה או בשכיחות נמוכה יותר, אם כי נראה שיש גוף קטן של ממדים ושל טכניקות שנראים כהכרחיים להוראה מצטיינת.

ניתן להסיק מכל זאת, כי אי אפשר ללמוד להיות מורה מצטיין רק על-ידי חיקוי הטכניקות בשיעורי מורים מצטיינים. האסטרטגיות והטכניקות המשמשות את המורה חייבות להתאים לאופיו ולנסיבות הקורס ומטרותיו, לאופיו ולאופיים של הסטודנטים. אולם כל מורה צריך להכיר מבחר גדול של טכניקות ואסטרטגיות לשימוש בשיעורים ולדעת כיצד לבחור מביניהן את אלה המתאימות לו ולמצב הנתון, כיצד להפעיל אותן ומתי.



פרסי החברה הישראלית לכימיה

למורה מצטיין בבתי-הספר התיכוניים לשנת תשס"ב (2002)

לעבודות גמר של תלמידי כימיה

גב' אילנה זוהר

הגב' אילנה זוהר זכתה בפרס המורה המצטיין מטעם החברה הישראלית לכימיה לשנת תשס"ב. מנהיגותה יוצאת הדופן בקרב קהיליית המורים לכימיה בארץ, חדשנותה בהוראת הכימיה והישינה הייחודיים בהנחלת אהבת המקצוע בקרב דורות של תלמידים ובקרב עמיתיה המורים, הם אלה שהביאו לזכייתה בפרס.

אילנה זוהר מלמדת זה 25 שנים בבית-הספר התיכון ע"ש בויאר בירושלים. במהלך שנים אלה בלטה בהשפעתה על הוראת הכימיה בעזרת תרומתה האישית, בארגון, ובהאצלה על מורים עמיתים. מנהיגותה המרשימה צוינה בכל ההמלצות של תומכיה הנלהבים, אשר מספרם הרב עונה על ההגדרה "קול המון כקול שדי".

גב' זוהר פיתחה חומרי למידה ייחודיים בשני תחומים:

- א. שילוב מחשב בהוראה בעזרת מצגות של POWER POINT בנושאים שונים, גרפים וכיו"ב לשימוש בהוראה שוטפת. באמצעות אתר אינטרנט, שאותו הקימה ובעזרת השתלמויות שארגנה, העמידה אילנה את החומר לרשות המורים ברמה כלל ארצית.
- ב. פיתוח והוראת תוכניות לימודים חדשניות במתכונת הניסויית ("כימיה בגישה חוקרת"), וארגון השתלמויות למורים, העוסקות באופן שבו ניתן להפוך את המעבדה לזמינה יותר.

גב' זוהר מעורבת מזה שנים מספר בהעלאת קרנה של הכימיה בקרב הנוער והמורים, במתכונת הבאה:

- א. יזום תוכנית הרצאות של מרצים מקרב האקדמיה לתלמידי כימיה בירושלים, בשיתוף עם פרוץ דני מנדלר מהאוניברסיטה העברית.
- ב. ייעוץ ושיתוף-פעולה בפיתוח מעבדות לתלמידים במעבדות לנוער שוחר מדע.
- ג. הוראת כימיה בקורסי הסבה של מורים להוראת מדעים. הדרכה בהשתלמות ללבורנטים. מפגשי מורים להיכרות עם פרקי לימוד חדשים בכימיה ועוד.

פעילות מגוונת זאת מציינת את אהבתה הגדולה לנושא הכימיה ואת נכונותה לחלוק את הידע השופע שלה עם תלמידיה וחבריה המורים. מאפייניה אלה מהווים תרומה ייחודית להוראת הכימיה בבתי-הספר התיכוניים ברמה כלל ארצית ואשר על כן, ממליצה הוועדה להעניק לה את פרס החברה הישראלית לכימיה למורה מצטיין לשנת תשס"ב (2002).

עבודות גמר של תלמידי כימיה

שם העבודה: השפעת המבנה הגבישי בפולימר פוליפרופילן על תכונותיו המכניות

שם התלמידה: הדיל פאנוס, בי"ס אורתודוקסי, רמלה

מורה מנחה: מר מומר זבאנה

מנחה: ד"ר חגי כהן, המחלקה לכימיה מכון ויצמן למדע

העבודה מתמקדת בנושא הפולימרים ויש לה השלכות לתעשייה ולשימושים מגוונים של הפולימר פוליפרופילן. העבודה מהווה הרחבה והעמקה של נושא הפולימרים, הנלמד בבית-הספר במסגרת יחידת בחירה חמישית לבגרות. עבודת הגמר כוללת עבודה מעשית מקיפה הבוחנת דוגמאות שונות של גיבוש הפולימרים. שלבי המחקר נבנו באופן לוגי במהלך העבודה תוך שימוש במכשור מתקדם ושיטות מדידה מורכבות. שיטות אלו הוסברו היטב בעבודה תוך פירוט הרקע התיאורטי הרלוונטי, וניכר כי הובנו כהלכה ועוררו עניין רב אצל התלמידה. כתיבת העבודה מאורגנת ומסודרת. התוצאות הוצגו באמצעות טבלאות, גרפים ותמונות, אשר בדומה למסקנות שהתקבלו, הוסברו ונוסחו היטב.

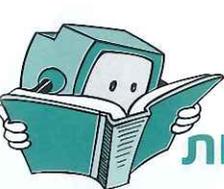
שם העבודה: אפיון ספיחת מולקולות אורגניות על גבי GaAs

שם התלמידה: מלינה והאב, בי"ס אורתודוקסי, רמלה

מורה מנחה: מר מומר זבאנה

מנחה: ד"ר חגי כהן, המחלקה לכימיה מכון ויצמן למדע

העבודה מתמקדת בנושא כימי הקשור בספיחה של מולקולות על פני שטח של מוצקים והינו בעל השלכות יישומיות רבות. הנושא לא נלמד במסגרת בית-הספר. הרקע לעבודה כלל לימוד תכנים מדעיים כגון מוליכים למחצה ותהליכי ספיחה וכן הכרת דרכי עבודה עם מכשור מתקדם ושיטות מדידה מורכבות. מהלך המחקר נבנה בצורה לוגית תוך שינויים ועדכונים בהתאם לניתוח תוצאות הביניים, ולווה בתיאור מפורט ובאיוורים מתאימים. התוצאות הוצגו באמצעות טבלאות וגרפים, ונותחו בצורה מפורטת ומאורגנת. המסקנות הוסקו בהתאם. העבודה כתובה וערוכה באופן מסודר, וניכר כי הנושא הובן היטב ועורר עניין רב אצל התלמידה.



אתר האינטרנט הלימודי "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם" שילוב למידה מתוקשבת בהוראת הכימיה

ד"ר מירי קסנר ומרסל פרייליך, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

מבוא

המחשב והאינטרנט מהווים כיום חלק בלתי נפרד מאורח החיים שלנו ושל רבים מתלמידינו. האינטרנט הוכח ככלי רב עוצמה בתחומים רבים, הן להפצת מידע ואיתורו, והן לתקשורת באמצעות דואר אלקטרוני, קבוצות דיון וכד'. השימוש באינטרנט קנה לו שימוש רב בתחומי התעשייה, המסחר, הממשל והאקדמיה. אין ספק שהשימוש באינטרנט ילך ויתרחב גם במערכת החינוך, בקרב מורים ותלמידים כאחד, ככלי חשוב



להוראה ולמידה. לטכנולוגיה זו יש פוטנציאל יישומי משמעותי ביותר בתחומים חינוכיים רבים, ובכלל זה גם בהוראת המדעים. בלימודי הכימיה בארץ לא נעשה בו שימוש רחב ורב, והוא עדיין אינו מנוצל במלוא עוצמתו.

על-ידי פיתוח מאגרים של חומרי הוראה/למידה מתאימים, ושימוש מושכל ברשת, האינטרנט יכול להפוך לחלק בלתי נפרד מ"תרבות" כיתת הכימיה. התלמידים יוכלו לספק את סקרנותם, להעשיר את ידיעותיהם, ליהנות מאמצעי המחשה והפעלה, ולזכות בלימוד חווייתי, מגוון ופעיל. מאגרים כאלה של חומרי הוראה/למידה יכולים להוות כלי חשוב בכיתות הטרוגניות ולתת מענה לכל קשת התלמידים, החל מתלמידים מצטיינים ועד לתלמידים בעלי צרכים מיוחדים.

לעומתם, המורים יוכלו ליהנות מאוסף רחב של פעילויות מגוונות וחומרי המחשה והעשרה, שיסייעו להם בתכנון ההוראה ויתרמו לבניית שיעורים מגוונים, עדכניים ומעוררי עניין. במקביל יכול אתר הלימודי לתרום לתהליך ההתפתחות המקצועית של קהילת מורים משתפת ידע בכך שמורים ידונו בסוגיות הפעלה, יספרו על דרך ההטמעה, וישלחו לאתר פעילויות שפיתחו/התאימו בעצמם.

יתרונם של מאגרי מידע אינטרנטיים:

יכולתם להכיל היקפים גדולים ומגוונים של תכנים (כולל אמצעי מולטימדיה),
קלות הכנסת שינויים ועדכון.
זמינות השימוש (ללא מגבלה של מספר משתמשים, מקום וזמן).
פשטות החיפוש ואיתור המידע.
יכולת לשלב ממדים של אינטראקטיביות.

כל אלו היוו את הבסיס הרעיוני להקמת אתר האינטרנט הלימודי: "כימיה ותעשייה כימית בשיחות האדם", במחלקה להוראת המדעים, במכון ויצמן למדע.

האתר פותח על-ידי צוות מהמחלקה להוראת המדעים, בשיתוף עם מורים מהשטח (שתי סדנאות פיתוח - תשס"א, תשס"ב) ובנה על-ידי חברת ING (פרטים ניתן לראות בדף הבית).

מטרות הקמת האתר

המטרה הראשונית של הקמת האתר היא העשרת תוכנית הלימודים בכימיה לכל אורכה, בהיבטים תעשייתיים מגוונים, תוך כדי הבלטת היישומיות של העקרונות והמושגים הנלמדים בתוכנית הלימודים ותוך כדי הדגשת הרלבנטיות של הכימיה ותרומתה לחיי היומיום.

מטרות מרכזיות נוספות:

1. הגברת העניין והעלאת המוטיבציה בקרב כלל אוכלוסיית לומדי הכימיה
2. פיתוח מקורות העשרה לתלמידים מתעניינים ומצטיינים בכימיה
3. הרחבה והעשרה של נושאי התעשייה הכימית בהקשרים של תעשיות מגוונות ומתוחכמות, תוך כדי הדגשת השלכותיהן על חיי היומיום
4. יצירת סביבת לימודים ממוחשבת ומתוקשבת ככלי עזר למורה בשיעורי הכימיה
5. שימוש במשאבי הרשת להמחשה ולהעמקת ההבנה של תופעות מופשטות באמצעות יישומים שונים, כגון: מודלים ממוחשבים, אנימציות, תמונות, סרטונים, ואפלטים (applets).
6. מתן חופש פעולה למורה לארגון הלמידה ולהתאמת הפעילויות לאוכלוסית היעד ולצרכים הייחודיים (מרבית דפי הפעילות הם מסמכי WORD הניתנים להורדה ושינויים בצורה מיידית וקלה).
7. גיוון הפדגוגיה על ידי שילוב פעילויות מגוונות, בהיקפים שונים העושות שימוש בדרכי הוראה מגוונות ותוך כדי חשיפה לאסטרטגיות הוראה שונות.
8. שילוב ממדים של אינטראקטיביות (על ידי שילוב פעילויות המבוססות על משחקים לימודיים, לומדות ואפלטים מצד אחד, ותקשורת על ידי דוא"ל, פורומים לדיון ושאלות למומחים, מצד שני).

תוכן האתר

מי שנכנס לדף הבית של האתר, שכתובתו

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/learnchem/>

יכול לראות בתפריט העליון:

מילון מושגים - מילון מונחים כימיים ותעשייתיים (מסודר לפי א-ב) הכולל גם תרגום של המושג לאנגלית (מסודר לפי A-B).

פורומים - פורומים לדיון למורים לתלמידים בנושאי הלימוד וההוראה הקשורים לנושאי האתר הלימודי. ניתן לבקש לפתוח פורום במקרים בהם לא קיימת אפשרות לניהול דיון בפורום מתוקשב במסגרת אתר האינטרנט של בית הספר.

צור קשר - אפשרות לשלוח דוא"ל עם הערות שאלות וכד' למנהלי האתר.

התפריט הראשי נמצא בצד ימין של דף הבית. לאחר עיון בנושאים הראשיים תוכלו לגלוש בכל נושא לתפריטים המשניים. בגלל קוצר היריעה נפרט כאן רק מספר נושאים מרכזיים. חשוב שתגלוש ותגלו אפשרויות ונושאים רבים נוספים המצויים באתר.

להלן פירוט נושאים המופיעים בתפריט הראשי:

המרכז לקשר בין התעשייה הכימית ומערכת החינוך - פרסומים, פעילויות, דפי סיור, חוברות הדרכה לסיור ועוד.

קשר לתוכנית הלימודים - אוסף פעילויות ממוינות לפי נושאי לימוד בתוכנית הלימודים. ברוב הפעילויות מודגשים היישומים בתעשייה וההשלכות לחיי היומיום. הפעילויות כוללות: דפי עבודה לתלמיד, דפי הדרכה למורה, הצעות להפעלות בכיתה, ניסויים, חומרי העשרה, המלצות לגיוון ההוראה, קישור למשחקים וללומדות ועוד.

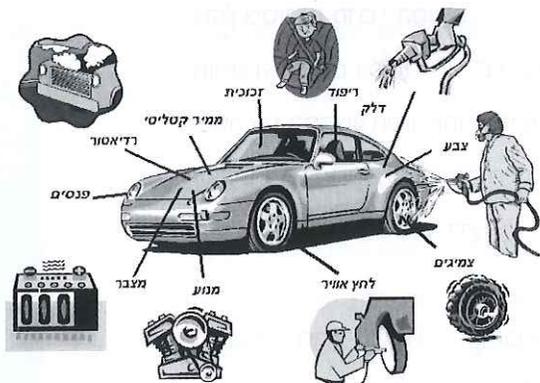
אתרים קשורים - החברה הישראלית לכימיה, פקולטות לכימיה, מוסדות מחקר, מוזיאוני מדע, מאגרי מידע, משרדי ממשלה, מילונים ואנציקלופדיות ועוד.

גלריות - מאמרים ממוינים לפי נושאי לימוד, ממוינים לפי מפעלי תעשייה, בנושאים מחיי היומיום, ומחזית המחקר, תמונות ממוינות לפי מפעלים, מצגות, תרשימי זרימה וסרטוני וידאו.

תעשייה כימית בישראל:

מאגר חומרים: מאגר מידע על חומרים שונים המיוצרים בארץ (כ-100 חומרים). לכל חומר יש "כרטיס" ובו מפורטים: מסה מולרית, מבנה, תכונות (נק' היתוך ורתיחה, צפיפות, מסיסות, דליקות, רעילות), תגובות אופייניות, הפקה (המפעל המייצר, חומרי גלם, תהליך הייצור, תאור המוצר) שימושים וקישורים לאתרי אינטרנט רלוונטיים. כמו כן מודלים תלת ממדיים ממוחשבים להמחשת צורת המולקולה (בחומרים מולקולריים) ולהבנת מבנה הסריג (בחומרים יוניים ואטומריים). בנוסף יש הצעות למורה באילו נושאי לימוד ניתן לשלב חומרים אלה.

מאגר מפעלים: מאגר מידע על מפעלים כימיים בארץ (כ-30 מפעלים). לכל מפעל הוכן דף מידע שמכיל: מידע כללי,



מפת מיקום, מוצרים ותהליכים, נושאים באיכות הסביבה, הצעות לשילוב בתוכנית הלימודים, מידע על חומרי למידה, קישור לאתרי אינטרנט רלוונטיים.

אנשים מאחורי הכימיה - מידע אודות מדענים אשר תרמו להתפתחות הכימיה, כימאים שקבלו פרס נובל ועוד.
הפינה לתלמיד - כוללת בין השאר משחקים ולומדות, מדוע כימיה? ועוד.

חדשות מהעיתונות - הפנייה לכתבות אקטואליות ולפעילויות בעקבותיהן.

דף החודש - הצעות לפעילויות ייחודיות באמצעותן יחקרו התלמידים את הקשר בין נושא נבחר בסביבה הטבעית של התלמיד לבין הכימיה (כימיה של המכונות, כימיה על שפת הים ועוד).

המיזם התעשייתי - על התוכנית החדשה במסגרת בחינת הברגות בכימיה ברמת 5 יח"ל, הצעות לרצפי הוראה, הצעות לפעילויות, אוסף מחוונים להערכה ועוד.

נושאים נבחרים בכימיה של חיי היומיום - מגוון נושאים ופעילויות המציגים את תרומתה של הכימיה ומהקשר שלה לחיי היומיום.

חוברות הדרכה למורה ולתלמיד - החוברת מציגה באופן מפורט את תכולת האתר, דרכים לשימוש באתר, דוגמאות לפעילויות שונות והצעות לשימוש בהוראת הכימיה, וכמו כן מדריך קצר לשימוש באינטרנט הכולל הדרכה במיומנויות חשובות.

חיפוש באתר - מנועי חיפוש באמצעותם ניתן לבצע באתר כולו, במאגר חומרים, במאגר מפעלים. ניתן לערוך חיפוש באמצעות מילות מפתח.

הערה: האתר נמצא בתהליכי בנייה מתמידים ולכן יש נושאים בהם עדיין אין תכנים רבים.

הטמעה בשטח ושילוב האתר בתוכנית הלימודים

במהלך שנת הלימודים תשס"ג החל תהליך הטמעה בשטח המלווה בהדרכה פדגוגית ובמעקב אחר קב' ניסוי המורכבת מכיתות י', י"א וי"ב. כמו כן נעשה שימוש חופשי באתר שאינו מלווה במחקר. קיים משוב על ידי חוות דעת והתרשמויות הנשלחות מדי פעם על ידי המורים, ההדים חיוביים ביותר, הן מצד המורים והן מצד התלמידים. המורים הנסיינים רואים את האתר בעיקר ככלי להעצמת ההוראה והלמידה. חלק מהם משתמשים באתר הלימודי והפעילויות שבו גם לכיתות שאינן משתתפות בניסוי. על פי דיווחיהם התלמידים נהנים ומבקשים לבצע פעילויות נוספות מהאתר. לדעת המורים יש לעשות שימוש באתר בכל הזדמנות שהוא יכול לתרום ולהוסיף על חומרי הלימוד האחרים.

להלן ציטוטים מדברי המורים:

מורים המלמדים בכיתה י"ב: "בהתחלה התלמידים היו ציניים. אחר כך גילו שזה נחמד...מגוון, רלוונטי, פחות משעמם, עושה את המקצוע חשוב יותר...אני נהנית והתלמידים נהנים...כיף שיש אתר כזה עם מגוון פעילויות"; "התלמידים מגיבים יפה, נהנים לעבוד במחשב. הם חיים את זה, מכירים כלי זה ומצילים את החיבור לעשות עוד דברים...אני נהנית לעבוד עם האינטרנט...זה חשוב מאד לדעתי".

מורים המלמדים בכיתות י': "התוכנית חשובה מאוד, מעשירה מאוד, נותנת לתלמידים מוטיבציה ללמוד, התוכנית משלבת את הכימיה בחיי היומיום וזה מאוד חשוב להם. אני סבור שהם מבינים טוב יותר את החומר כתוצאה מהעבודה עם האתר"; "אני מתלהבת מהאתר, לראשונה למדתי לגלוש באינטרנט כאן בזכות תוכנית הניסוי הזו... היום אני אומרת שזה ערך מוסף עבורי וכל הזמן גולשת ומחפשת חומרים שונים ומאוד נהנית...האתר מאוד נחמד וכדאי להשתמש בו מדי פעם, גם ככלי לאורך השנה... נניח לצפות באנימציה או סרטון קצר, או מילון מונחים... מאוד משמח אותי שיש אתר שקשור כל כך לתוכנית הלימודים".

המלצות חשובות

אין לנו ספק בכך שכדי להטמיע באופן מושכל את השימוש באתר הלימודי בהוראת הכימיה נדרשת הדרכה פדגוגית וטכנית, הן למורים והן לתלמידים. מסיבה זו אנו מתכננים לבצע השתלמויות וסדנאות באזורים השונים בארץ. תלמידים זקוקים להדרכה ולכן אנו ממליצים למורים לבדוק כל פעילות לפני שמטמיעים אותה בכיתה ולא לשלוח תלמידים לאתר ולבצע משימות ללא הכוונה והדרכה.

להלן פרוט של מספר משתנים שיש לתת עליהם את הדעת בשילוב למידה מתוקשבת בכלל ושילוב האתר הלימודי במסגרת לימודי הכימיה בפרט: סביבת הלמידה: מספר המחשבים, צפיפות העמדות בחדר מחשבים, ומספר התלמידים לעמדה.

טכנולוגיה מתאימה ותמיכה טכנית: תקינות המחשבים ומהירות החיבור לאינטרנט (רוחב הפס), תמיכה טכנית טובה, מחשבים עם חיבור לאינטרנט בבתי התלמידים או חדר מחשבים זמין בבית הספר לפעילות שהיא גם מעבר למסגרת השיעורים.

תכנון היישום ברצף ההוראה/למידה: הפעילות במחשב צריכה להיות חלק בלתי נפרד מתהליכי הלמידה וההערכה (מומלץ לשלב הערכה חלופית למשימות). חלק מהפעילויות יכולות לשמש תחליף לשיעורי בית ויש בהן מרכיבים של תרגול, חזרה ויישום, העמקת הידע והעשרתו.

תרבות הדיון בפורומים: הדיון בפורום מתקשב הוא התנסות חדשה בהוראת הכימיה. למורים חשוב לרכוש את הפדגוגיה הכרוכה בשימוש בדרך הוראה/ למידה זו. חשיבות עליונה להדרכת התלמידים כיצד מנהלים דיון בפורום מתקשב, מהם כללי ההתנהגות וכיצד ניתן לשמור על תרבות הדיון.

בעיית המינון: כמו בכל דבר אחר חשוב לא להמים! לא כל המרבה זה משובח. יש חשיבות רבה לשימוש מושכל בכלי תוך כדי שילוב דרכי הוראה מגוונות אחרות.

לסיכום: חשוב שהפעילויות יהוו השלמה לחומר הנלמד בכתה ויתרמו לתלמיד להבנת החומר, להעשרה, להדגשת יישום העקרונות הנלמדים והרלוונטיות להיי היומיום. אין מקום לביצוע פעילויות באופן מאולץ, אלא בהקשר לימודי, ובוודאי לא לתת לתלמידים פעילות ללא הדרכה, והסבר. אם הפעילות מהווה חלק מהערכת התלמיד יש לתת לו מחוון מתאים. האתר אינו מיועד להחליף את המורה, למורה תפקיד חשוב ביותר כמנחה, מלווה, מסביר ומעודד.

הכנס השנתי של מורי הכימיה תשס"ד

הכנס השלישי של "כימיה עם מורים", חנוכה תשנ"ד, יתקיים ביום א' 21.2.03, כ"ו בכסלו תשס"ד (ב' חנוכה) במכון דוידסון, מכון ויצמן למדע.

הכנס יתקיים במתכונת משולבת של הרצאות מליאה ומושבים מקבילים של סדנאות והרצאות עמיתים, אשר במסגרתן יוכלו מורים להציג פרוייקטים ורעיונות בכימיה, אשר פותחו על ידם ונסו בכיתותיהם או בבית ספרם.

קול קורא מופיע באתר האינטרנט של המרכז הארצי למורי הכימיה:

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

כמו כן, נשלחו לכל מורי הכימיה הודעות בדואר.

נודה לכם על שיתוף הפעולה בהקדם האפשרי.

סדנאות שנתיות במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה

במהלך שנת הלימודים תשס"ד תתקיימה שתי סדנאות חדשות למורים מובילים:

1. סדנא להכשרת מומחי תוכן - מובילים לתוכנית הלימודים החדשה בכימיה (3 ו-5 יח"ל).

2. סדנא להטמעת נושא מיומנויות המעבדה בכימיה, כחלק מתוכנית הלימודים החדשה.

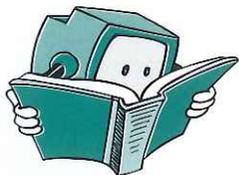
הסדנאות תתקיימנה בימי ד' בתדירות של אחת לשבועיים לכל סדנא. ניתן להוריד את טפסי הרשמה

מאתר המרכז הארצי למורי הכימיה:

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

כמו כן, נשלחו לכל מורי הכימיה הודעות בדואר.

נודה לכם על הרשמתיכם לסדנאות בהקדם האפשרי.



פעילות מתוקשבת בתיכון גלילי בכפר-סבא

דורית בר - רכזת מגמת הכימיה

בבית-ספרנו, תיכון גלילי בכפר-סבא, נערך יום מתוקשב זו השנה השנייה ברציפות. השנה נקבע הנושא: "מדינה בתנופה". כל צוות הכין מטלה בתחום התוכן שלו. צוות הכימיה בחר לפתח מטלה העוסקת במפעלים כימיים, ואשר משקפת את התפתחות הכימיה במדינתנו הקטנטונת.

כהכנה ליום המתוקשב, נפתח קורס בבית-ספרנו במטרה להכשיר את צוות המורים בהכנת מטלה מתוקשבת. בקורס השתתפו מורים ממגוון מקצועות, לחלקם ניסיון רב בעבודה עם מחשב וחלקם ללא ידע מינימלי בתחום זה. הרציונל בקורס היה, כי כל מורה מומחה בתחום התוכן שלו; ולפיכך, מורים המיומנים בעבודה עם מחשב יסייעו לאחרים בהיבטים טכנולוגיים. ראוי לציין, כי מורים, שבתחילה נרתעו מעבודה עם מחשב, הכינו מטלות יפהפיות.

ביום המתוקשב, התלמידים לא הגיעו לבית-הספר, ונדרשו לבצע שלוש מטלות בתחומי תוכן שונים. לתלמידים אשר בביתם אין מחשב או חיבור לאינטרנט, הייתה גישה לשלושת חדרי המחשב שבבית-הספר, וכן אפשרות לפנות למורים המיומנים בתחום. כל מטלה קושרה לפורום מתאים, שאליו הפנו תלמידים שאלות והערות המיועדות למורים.

כאשר פורסם כי יתקיים יום מתוקשב, הביעו התלמידים דעה חיובית וציפו לו. במהלך היום, מרבית התלמידים עבדו בצורה רצינית והגישו עבודות יפות. משוב שהועבר בהמשך, גילה כי לא כל התלמידים היו מרוצים. חלקם טענו כי המטלות היו ארוכות מדי, קשות, וכי נדרש זמן רב לענות עליהן.

לסיכום:

1. בניית מטלה מתוקשבת הינה מיומנות נרכשת.
2. מומלץ להכין מטלה פשוטה, ברורה וקצרה: עבודת מחקר ראוי לבצע באוניברסיטה.
3. כדאי לאפשר לתלמידים **לבחור** נושא הקרוב ללבם.
4. יש לבדוק את הקישורים היטב ולבדוק שהם אכן מובילים לדף הרצוי בצורה ברורה.

דוגמה לדף עבודה המלווה הפעילות ניתן לראות בעמודים הבאים:



דף תרגילים המלווה את הפעילות מפעלים כימיים

בישראל הפעילות נמצאת באתר ביה"ס גלילי בכתובת: www.galili-ks.org/limud/chem/chem.html

ע

ליכם לענות על שש שאלות: שאלות 1 ו-2 הן חובה ובנוסף ארבע מתוך שאלות 3-8. עליכם להדפיס את התשובות בקובץ זה, לשמור את הקובץ ולמסור אותו למורה המלמד אותך. מטלה זו מהווה 10% מהציון במחצית השניה. ניתן לבצע את המטלה בזוגות או ביחידים. ועדת שיפוט תבחר שלוש עבודות, שהושקעו בהכנתן עבודה רבה, כותבי העבודות יזכו בפרס - גלידה!!! עבודה מהנה!

תעשייה כימית - כללי.

18% שאלה מספר 1.

היכנסו לאתר בו קיים מידע על מפעלים כימיים גדולים בארץ ובחרו שני מפעלים כרצונכם (מלבד מפעל טבע ומפעלי הברום)

עבור שני המפעלים שבחרתם, ענו על השאלות הבאות:

- א. באיזה אזור בארץ נמצא המפעל?
- ב. מה מייצרים במפעל?
- ג. העתיקו תמונה של המפעל לעבודה שלכם.

10% שאלה מספר 2.

היעזרו באתר של "כוכבי יופי":

- א. הסבירו במשפט אחד מהם כוכבי יופי?
- ב. כמה מפעלים כימיים זכו בחמישה כוכבי יופי?
- ג. רשמו שמות של שני מפעלים, שזכו בכוכבי יופי, ושמתם עליהם בעבר.

"מפעלי טבע"

8% שאלה מספר 3.

- א. פיתחו את ארון התרופות בביתכם, ורשמו שתי תרופות לפחות המיוצרות על-ידי "טבע".
- ב. אילו סוגי תרופות מייצרת חברת "טבע" (היעזרו במידע הנמצא באתר של טבע)?
- ג. רשמו שני יתרונות לתרופות המיוצרות על-ידי "טבע".
- ד. רשמו שתי מחלות ש"טבע" מייצרת תרופות כדי לרפאן.

18% שאלה מספר 4.

- א. מהי טרשת נפוצה?
- ב. כיצד עוזרת תרופת הקופקסון למחלת הטרשת הנפוצה?

תעשיית הברום

18% שאלה מספר 5.

- א. היכן התפתחו מפעלי ים המלח? מה היו השיקולים בבחירת מיקום המפעלים?
מנו שלושה שיקולים.
- ב. מנו 3 תרכובות ו-3 יסודות שאותם מפיקים מים המלח.
- ג. קיים דגש רב במפעלי ים המלח על איכות הסביבה. הסבירו.

18% שאלה מספר 6.

- א. נסחו את תהליך יצירת הברום.
- ב. מנו חמש תרכובות של ברום, וציינו לגבי כל אחת את שימושיה.

גלידה

18% שאלה מספר 7.

- א. היעזרו באתרים המציעים מתכונים שונים (גלידת שושנים, או גלידת ריבת חלב עם שוקולד), וענו על הסעיפים הבאים:
- האם במהלך הכנת הגלידה נוצרים חומרים חדשים או החומרים רק מתערבבים?
 - תנו דוגמא לגלידה שהיא תערובת הומוגנית, וגלידה שניה שהיא תערובת הטרוגנית (ניתן להיעזר במתכונים הנתונים למעלה או בידע אישי). הסבירו מדוע בחרתם בדוגמאות אלה.

- ב. באתרים הבאים יש נוסחה כימית של השומן בגלידה, באתר האחרון הנוסחה הכימית של השומן נמצאת בעמוד השני, מעל הכיתוב

Typical molecule of butterfat, a triglyceride, found in ice cream.

(הפעילות כפי שהיא מופיעה באינטרנט כוללת קישורים לאתרים)

התבוננו בנוסחה הכימית של השומן וענו:

- כמה אטומים, מכל סוג, יש במולקולה אחת של שומן? כמה אטומי פחמן במולקולה אחת? כמה אטומי חמצן ב-1,000 מולקולות?
- כידוע, שומן אינו מתמוסס במים, H_2O . היעזרו בהגיון והציעו הסבר מדוע מים לא ממיסים שומן?

18% שאלה מספר 8.

- א. במהלך הכנת הגלידה, מקררים אותה. היעזרו באתר גלידה על קצה הכפית, ותארו בקצרה כיצד מכינים גלידה בתהליך קיחור.
- ב. האם ראיתם מוכרי ארטיקים בים, הצועקים בקולי קולות "ארטיק קרטיב!!!"? ובכן, הם שומרים על הקור בחום הקיץ, בעזרת קרח יבש.
- מהי הנוסחה הכימית של קרח יבש? מהי נקודת הרתיחה שלו?
 - מדוע CO_2 נקרא קרח יבש? מה ההבדל בין קרח יבש לבין קרח רגיל? רשמו שני הבדלים לפחות.
- "במאכלים קפואים (כמן גלידה, עוגות גלידה, ארטיקים וכו') אין קלוריות כי הקלוריות הן יחידות של חום".
מה דעתכם?

בתום העבודה - שילחו אותה למורה המלמד אותכם.

עבודה נעימה!!!

אגודת המורים - כיצד את/ה יכול/ה להשתמש בה?*

ב

חרנו להביא הפעם דוגמה הממחישה כיצד מפיקים החברים באגודת המורים לכימיה תועלת מהשתייכותם לאגודה. חברי האגודה מתכתבים ביניהם, מציגים שאלות, ומסייעים האחד לשני. בנוסף, ההתכתבות בקרב חברי האגודה ממחישה את גודל הבלבול שעלול להיגרם בניסיון להסביר תהליך פשוט יחסית, ומדגישה עד כמה צריך להיזהר מהסברים המופיעים באינטרנט.

למאמר זה צורף טופס הצטרפות לאגודה, לטובת אלה שטרם נרשמו.

משה טנא כתב:

מה קורה מבחינה כימית בניסוי הבא?

ממיסים כפית אבקת סודה לשתייה בכוס מים רותחים.

את התמיסה יוצקים לקערה שתחתיתה מכוסה בנייר אלומיניום. מניחים בקערה תכשיט כסף מושחר.

מה מקור הריח החריף? האם זה גופרית?

האם ייווצר משקע?

מדוע התכשיט הלבין?

האם יש גירעון באטומי כסף- יוני כסף מהתכשיט?

מהו התהליך של חמצון חיזור כאן?

חשבתי (יהושע סיוון) שתשובות לשאלות הנ"ל נמצאות באתר:

<http://www.faqs.org/faqs/sci/chem-faq/part7/preamble.html>

רינה ברנסבורג ושרה אקר תרגמו את התשובה, אבל תוך כדי עיון בה, גיליתי שיש בה טעויות רבות. מבחינה דידיקטית, ייתכן שמורים ירצו לדון על אותן הטעויות עם תלמידיהם.

איך אסלק השחרה של כלי כסף?

שיטה נפוצה לסילוק הכתמה שחורה של כלי כסף (כסף גופרי) כרוכה ביישום השורה האלקטרו כימית בתא

אלקטרו כימי. באלקטרודה אחת מתרחש חמצון, ובאחרת - חיזור. מגע חשמלי בין שתי מתכות מספק את

* תודה לד"ר יהושע סיוון על עזרתו בהבאת תכתובת זו לפועל

המסלול למעבר אלקטרונים מהאנודה לקתודה, וכאשר הן טבולות באלקטרוליט, המטען מאוזן על-ידי מעבר יוני גופרית.

פוטנציאל החיזור התקני לחיזור יוני כסף הוא



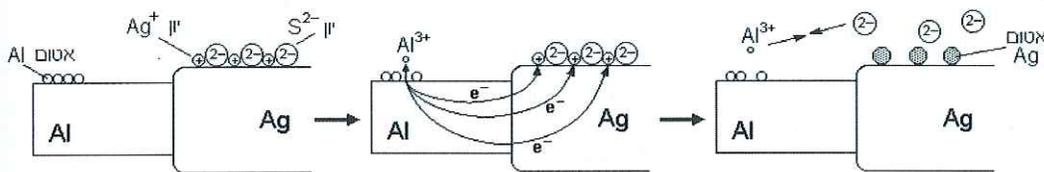
יש לציין שמדובר ביון בתמיסה מימית, כאשר במציאות היון בתוך מוצק, ולכן הערך של E יהיה שונה! ואם המתכת האחרת היא אנודית ביחס לכסף, יוני הכסף שקשורים לגופרית בקתודה מקבלים אלקטרונים ועוברים חיזור לכסף מתכתי. המתכת שבאנודה עוברת חמצון על-ידי מסירת אלקטרונים. יוני הסולפיד ויונים שליליים אחרים נודדים לאנודה דרך האלקטרוליט.

השורה האלקטרו-כימית מאשרת שזה פועל עם מתכות זמינות וזולות כמו ברזל, אבץ, אלומיניום ומגנזיום. רייד אלומיניום

הוא זול, ופוטנציאל החיזור לצמד $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}/\text{Al}_{(\text{s})}$ הוא:



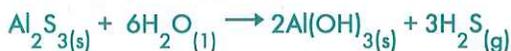
התהליך כפי שמתואר במאמר עד כאן:



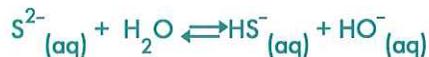
כאשר אלומיניום הוא האנודה ומים הם האלקטרוליט, נוצר ציפוי של אלומיניום גופרתי והתהליך נעשה איטי מאוד:



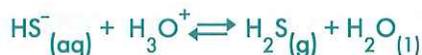
הסבר זה כלל לא מתקבל על הדעת, היות ש- Al_2S_3 אינו יציב במים, ומתפרק מיד!



בכלל, יוני $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$ מגיבים עם מים לייצור $\text{HS}^-_{(\text{aq})}$:

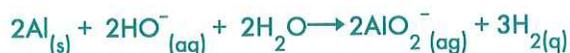


בסביבה חומצית תהליך זה ילך לכיוון התוצרים, וגם ייווצר מימון גופרתי:



כאשר המ בורח מהתמיסה, שוב יש הפרת שיווי המשקל לטובת התוצרים. זה מסביר את הריח של H_2S בהמסת Na_2S במים, היות שישנם יוני H_3O^+ במים עצמם.

הוספת נתרן מימן פחמתי (סודה לשתייה NaHCO_3) או נתרן פחמתי (סודה לכביסה Na_2CO_3) מסייעת לתהליך על-ידי שחרור מימן כאשר יוני הכסף מחוזרים:



המימן מתרכב עם יוני הגופרית ליצירת מימן גופרי שמשחרר כמ בעל ריח אופייני של ביצה מקולקלת. האלומיניום באנודה הופך לאלומיניום חמצני.

לא ברור כיצד מימן מגיב עם יוני גופרית, ליצור H_2S ! הרי מימן צריך לעבור חמצון, והגופרית כבר מחוזר!

אלומיניום עובר חמצון במגע עם אוויר ויוצר שכבת בידוד של תחמוצת על שטח הפנים של רידיים, סירים וצלחות אלומיניום חד-פעמיות המשמשים להסרת ההשחרה של כלי כסף. שכבה זו היא פריכה ושבירה במים חמים, וטמפרטורה גבוהה אף מזרזת את קצב תגובת החימום.

מרשמי ניקוי יכולים לכלול גם נתרן כלורי, בורקס או חומצה בורית. יש לציין שהתהליך לא הופך את הכסף חזרה למשטח קשה ומבריק אלא לאבקה לבנבנה עדינה שניתן לסלקה על-ידי שפשוף עדין (ניגוב). התרכובת כסף גופרי גרמה ליציאת יוני כסף ממקומם בכסף המוצק המקורי וטיפול הניקוי לא ישיבם למקומם אלא יסלק את השכבה השחורה (של הכסף הגופרי).

נכון שנוצרה "אבקה לבנבנה עדינה", אבל אבקת כסף היא שחורה. לי נראה שהאבקה היא אולי אלומיניום חמצני (ראו בהמשך).

תהליך אופייני הוא השטחת רדיד אלומיניום בכלי פיירקס כך שהצד המבריק שלו פונה לתמיסה. הוסף ליטר מים וחמם כמעט עד רתיחה. הוסף כף נתרן כלורי וכף נתרן מימן פחמתי ובחש עד להמסה. דאג לשטיפה מוקדמת של כלי הכסף עם דטרגנט כלים במים חמימים ושטוף היטב את הדטרגנט ואת שיירי כתמי הלכלוך והשומן מהכלי עם מים חמים לפני הטיפול.

כל ההכנות הנ"ל מיותרות (ראו הוראותיו של משה טנא למעלה). ממילא הסודה לשתייה תוריד את שכבת השומן.

הכנס בעדינות את כלי הכסף לכלי הפיירקס כך שהכסף יהיה במגע עם רדיד האלומיניום והשאר עד שהציפוי השחור על הכסף ייעלם.

ההשחרה עלולה להופיע מחדש במהירות כאשר לא מספקים שכבת הגנה לכלי הכסף.

רינה מוסיפה: מצאתי ניסוח כולל לתהליך המתואר (שכולל חמצון אלומיניום וחזור מים בסביבה בסיסית):

<http://educ.queensu.ca/~science/main/concept/chem/c03/C03DEEA1.htm>

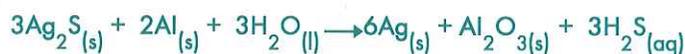
מקור זה מספק הוראות ביצוע וגם נקודות דידקטיות למורה:

שאלות לפני הניסוי:

1. מדוע כסף משחיר?
2. מי בכיתה ניקה כסף בעבר, וכיצד?
3. מה העיקרון של שיטת הניקוי שבה השתמשו? וכו' וכו'.

בהמשך, הדיון דומה לני"ל, אך בכמה הבדלים:

1. סיכום התגובה הוא:



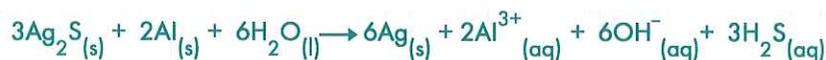
2. היא טוענת שתפקיד הסודה לשתייה הוא לנטרל את המימן הגופרי:



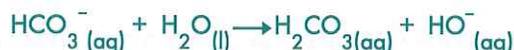
לכן מבחינים בבועות פחמן דו-חמצני דווקא במקומות השחורים ביותר על פני הכסף.

מקור אחר מוסיף מספר נקודות: <http://www.cs.pdn.ac.lk/chem/Wab/exp16g.htm>

1. שלא נוצר אלומיניום חמצני, אלא אלומיניום הידרוקסיד:



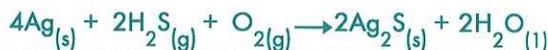
2. שתפקיד הסודה לשתייה הוא לפרק את שכבת התחמוצת מפני האלומיניום:



התפקיד הראשוני של סודה לשתייה הוא לשמש כאלקטרוליט. התמיסה שבה נמצאות שתי המתכות - אלומיניום וכסף

- חייבת להיות מוליכה, כדי לאפשר לתהליך האלקטרה-כימי להתרחש.

פרידה הזנברג הוסיפה הסבר היווצרות השכבה השחורה:



אגודת מורים לכימיה ומדעים בישראל (ע"ר)

מספר עמותה: 58-029-6-491

רח' אנילביץ 5, צפת 13400

טל': 6970318-04 פקס: 6999258-04 דוא"ל: ysivan@hotmail.com

אתר: <http://www.tcz.co.il/tcz.co.il/chimnew1/>

ב"ה אדר ב' תשס"ג - מרץ 2003

למורים לכימיה ברחבי הארץ:

אגודתנו קיימת זה 4 שנים. בסוף 2002 מספר החברים היה 287, עליה ניכרת בהשוואה ל-2001 (205), ל-2000 (82), ול-1999 (49). עליה זו מעידה על כך שצבור גדול מרגיש את חיוניותה של האגודה. עשרות אגודות דומות קיימות ברחבי העולם: http://icase.unl.edu/i_region.htm

אין ספק שהשיא של הפעילות בשנה שעברה היה הכנס ביוני, בתל אביב, שעשה רושם אדיר על המשתתפים בו. אבל מעבר לכך היינו פעילים, בעיקר בדוא"ל, בנושאים אחרים ואנו נחשבים כתובת להתייעצויות (רעיונות לניסויים ולהדגמות ולפעילויות אחרות), שאלות וכו' הן ממורים ומתלמידיהם, הן מלברנטיים, הן מגורמים אחרים. **לא לחינם רב החברים מחדשים את חברותם כל שנה!**

אנו פועלים בשיתוף מלא עם המפמ"רים, ד"ר חנה ויניק וד"ר ניצה ברנע, וכן עם ד"ר רחל ממלוק-נעמן מנהלת המרכז הארצי למורי הכימיה במכון ויצמן למדע, בכל נושא שיכול לקדם את הוראת הכימיה, הן בחטה"ב, הן בחטה"נ. יש לציין שרב רובם של המורים הפעילים בפורום למורים לכימיה הם כבר חברי האגודה.

http://education.forums.walla.co.il/ts.cgi?fscript=f/index&forum_id=2102&cat_id=13

אז אנו מזמינים אותך וחברייך בצוות המורים להצטרף אלינו! נא להשתמש בטופס המצ"ב.

בברכה,

חברי הועד:

רינה ברנסבורג

מרדכי ליבנה

יהושע סיון

דליה עובדיהו

יהודית פלדמן

אגודת מורים לכימיה ומדעים בישראל (ע"ר)

رابطة معلمي الكيمياء والعلوم في اسرائيل

אנו מזמינים אותך להצטרף לאגודה או לחדש את חברותך בה, לשנת 2003.

דמי חבר (בא לסמן קבוצת השייכות): מורה 30 ש"ח גימלאי / לברנט / סטודנט 20 ש"ח

נא לשלוח את הטופס עם דמי החבר אל: ד"ר יהושע סיון, רח' אנילביץ 5, צפת 13400

שם משפחה: _____ שם פרטי: _____

כתובת: _____ מיקוד: _____

שם וכתובת בית ספר / מוסד: _____

טל' (בית ספר): _____ פקס: _____ טל' (בית): _____

כתובת e-mail: _____ @ _____

אני לא זקוק/ה לקבלה (או שתאשר ב-e-mail) אני מבקש/ת קבלה



כנס ארצי למורי הכימיה, חנוכה תשס"ג כימיה ובריאות

המרכז הארצי למורי הכימיה, בראשותה של דר' רחל ממלוק-נעמן, מקיים, אחת לשנה, כנס שבו משתתפים מדענים המרצים על נושאים בחזית המחקר, ובו מוצגות עבודותיהם של מורים. בשנת תשס"ג נערך הכנס בחנוכה ביום ב', כז' בכסלו, 02.12.02 במכון ויצמן למדע.

כנס זה אורגן על-ידי דר' רחל ממלוק-נעמן ודר' אושרית נבון מהמחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע. בכנס השתתפו שלושה מרצים: פרופ' עדה יונת ממכון ויצמן למדע, פרופ' דן זילברשטיין מהטכניון ודר' ליאת הירדני ממפעל טבע.

נושאי ההרצאות היו:

1. פרופ' עדה יונת

הרצאתה התמקדה בחקר מבנה הריבוזום. הוסברו מבנים מסובכים של סוגי אנטיביוטיקה הכוללים חלקים ריבוזומלים, הוסברה הפעילות, המבנה המרחבי והמולקולרי כפי שהתקבל באמצעות מחקר ואנליזה של קרני x (גבישים בודדים). האינטראקציות הפנימיות והשיירים המולקולרים הומחשו באמצעות סרטים ומבנים תלת-ממדיים בתנועה.

2. פרופ' דן זילברשטיין

בהרצאתו הסביר פרופ' דן זילברשטיין מושגים בסיסיים הקשורים למחלות לספילים ולמחלת "לישמניה" בפרט. הוסבר המחקר הבסיסי העוסק כבר מספר שנים במחלה זו ובתנאים הכימיים שבהם הטפיל יכול לפעול ולגרום למחלה.

3. דר' ליאת הירדני

בהרצאתה סקרה דר' הירדני את תהליך פיתוח התרופה קופקסון למחלה טרשת נפוצה. התהליך החל בפיתוח במכון ויצמן למדע בראשותם של פרופ' חת ארנון ופרופ' מיכאל סלע. לאחר מכן, רכשה חברת 'טבע' את הזכויות, והחלה במחקרים הקליניים ובייצור החומר עצמו. בהרצאה הוצגו הקשיים הכלכליים הרבים שעמם מתמודדת חברה במהלך הפיתוח הארוך והיקר של תרופה חדשה.

