

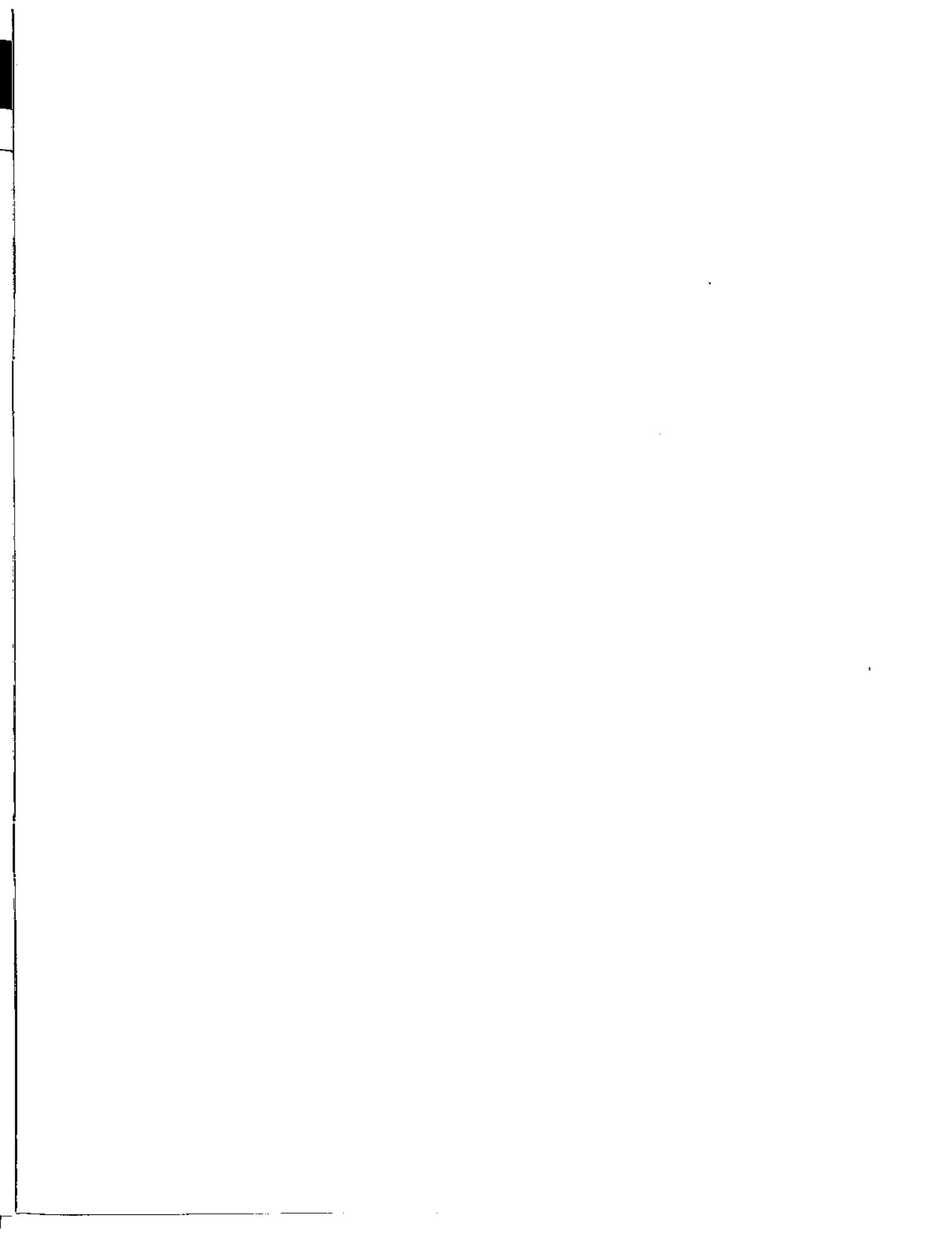
כימיה בישראל CHEMISTRY IN ISRAEL

bulletin of the Israel Chemical Society

מספר 7, אב התשס"א, אוגוסט 2001



A chiral image of the Linear Accelerator of the Weizmann Institute. Taken from a poster on a Symposium, chaired by Prof. David Milstein, on Asymmetric Catalysis and Chirality, celebrating the 2001 Wolf Prize Award in Chemistry, at the Weizmann Institute (see reports on meetings).



כימיה בישראל - נטאון החבורה הישראלית לכימיה

גלוון מס' 7, אב התשס"א, אוגוסט 2001

תוכן העניינים

דוח על כינוסים וארטיערים שהתקיימו לאחרונה בארץ	2
טימפוזין פרס וולף על "קטליזה אסימטרית וכירולית", מאי 2001, מכון ויצמן.....	25
פרס החברה הבינלאומית להנדסה פלסטיקת (SPE) לפרופ' משה נרקיס מהטכניון.....	25
פרופ' יצחק אפלוג, חבר הוועד הפועל של החברה, נכח ל נשיא הטכניון.....	25
כימי-ידה, תשס"א.....	26
כינוסים	
הכנס השנתי ה- 67 של החברה הישראלית לכימיה ינוואר 2002, ירושלים.....	27
הטימפוזין הראשון לטכנולוגיות קומבינטוריות בארץ אוקטובר 2001, מכון ויצמן.....	27
הטימפוזין הבינלאומי ה- 6 ליפולימרים בטכנולוגיות מתקדמות, ספטמבר 2001, אילת.....	27
מן הארכין	
המרטון בלודון, אוניברסיטת גראנווייז', ואורתור פוגל רוברט ינטוואג.....	28
תקצירים אונליין	31

דבר המערכת	2
מחברים למערכת: מה חשוב הצבור האמריקאי על כימיה, התעשייה הכימית, וכימיקלים.	
ארגוני שני, אוניברסיטה בן-גוריון.....	3
מאמרים מזמינים: שליטה קוורנטית בתהליכיים אוטומטיים, מולקולריים ואלקטרוניים. משה שפירא, מכון ויצמן.....	
פרס תחבורה הישראלית לכימיה 2000	4
שילוב נושא התעשייה הכימית בתוכנית הלימודים בכימיה בבתי ספר על-יסודיים בישראל - עבר הווה ועתיד	
מרי קשטר, מכון ויצמן.....	12
איך נוצרו החיכים? ומה נוצרו החיכים?	
עמי פרוס, אוניברסיטה בן-גוריון.....	19
דוחות בחברה הישראלית לכימיה	
אנדר טריינק, כימאי ומשורר, האוניברסיטה העברית, ירושלים.....	23

חברי המערכת:

משה לי עיל, מכון ויצמן למדע, טל 08-9342120
moshe.levy@weizmann.ac.il
טל 04-8292680
mailto:chmoris@techunix.technion.ac.il
Յովי ԶԿՈՒԹ, մարդ հանուն, տլ 02-6220220
dancon@moit.gov.il
מרי קשטר, מכון ויצמן למדע, טל 08-9343795
mrikesner@wis.weizmann.ac.il
אהרון שגי, אוניברסיטה בן-גוריון, טל. 08-6481196
ashani@bgu-mail.bgu.ac.il

חברי הוועד הפועל של החברה:

אהרון שגי-נשא, רשות טנא-נתם, חיים כהן - מופי, דוד אבנרי, מיכאל אורבן,
ישראל אפלוג, רות כויה, דב מושט, דוד לאעב, דן מאלישטיין, רומי מיטן,
בללה פשר.

חברי ועדת בקורת:

דן הופמן, חיים לבנון, אריה פרידמן.

⤴יינט גרפּי:

מזהב: נימקה, מכון ויצמן למדע, רחובות
www.weizmann.ac.il/graphics

ה"ידמות בחברה הישראלית לכימיה" בגלון זה הוא פרופ' אבנר טריינין מהאוניברסיטה העברית, איש אשכולות, שהוא גם משורר ידוע, שפרסם הרבה ספרי שירה, וגם כימי דגול. חלק משיריו כתבו בהשתראת הכימיה כמו השיר "אנטואן לורן לבואיה, איך הייתה נחשם בלעוזין", המובא במאמר.

מן הארכיו מוכא מאמרו של רוברט ויינטראוב מהמכלה הטכнологית בbara-שבע, שמתחליל בטפור מזהים על אבוי בן ה- 91, שהוא ז肯 המשתתפים, ומטים, אוג המרתון בלבונון, ומשיך בהיסטוריה של אוניברסיטת גניוזי, ובתולדותיו של ארטורו ווגל, היודיע לרוב הכימאים, מספרי היסוד שלו בכימיה אנליטית וכימיה אורגנית.

בתמונה השער האחורי מוכא עוד חלק מן הפוסטר על "כימיה בוביליס" זהה בול לאצרו של פרופ' אהרון קציז, מייסד האקדמיה הישראלית למדעים, והמחלקה לפולימרים במכון ויצמן.

לפסוף תופורת: הכינוס השנתי ה- 67 של החברה הישראלית לכימיה יתקיים ב- 29-30 בינואר 2002, במלון רמהה וננס בירושלים. יי"ר הכינוס הוא פרופ' חיים לבנון, מהאוניברסיטה העברית.

פרס וולף בכימיה, הוענק השנה לשש מודعين גדולים, שפיתחו את תחום הקטליזה האסימטרית וכייליות. פרופ' דוד מילשטיין ממכון ויצמן, ארגן סימפוזיון בנושא לכבוד זכי הפרס. ב포סטר שפורסם על הסימפוזיון, רואים ברקע את המבנה המעניין של מאי' החלקיקים הלינאריים שבמכון ואת תומנתו הcoilית. אויר זה מופיע על שער גלון זה של הבטאון.

המאמר הראשון נכתב ע"י פרופ' משה שפירא ממכון ויצמן, שזכה השנה בפרס החברה הישראלית לכימיה. הנושא הוא "שליטה קוורנטית בתהליכים אסומיים, מולקולריים ואלקטרוניים". במשפט הפותח נאמר "אתה שאלות המפתח של כל המדעים הפיזיקליים היא באיזו מידת נקבע העתיד ע"י החוויה". על מנת לקבל תשובה לשאלת זו תצטרכו לקרוא את המאמר, שיש בו רק משואה כימית אחת, אבל הרבה משאות מתמטיות.

המאמר השני יותר ידידותי, ונכתב ע"י ד"ר מيري קסנר ממכון ויצמן. עניינו שליבור נשאי התעשייה הכימית בתוכניות הלימודים. כאן ועשה ניסיון להראות שאפשר ללמוד כימיה בבתי ספר לצורך צו שהרלבנטיות לחיו הימים תהיה ניכרת ותעדוד יותר תלמידים לבחור במקצוע הכימיה בהמשך דרכם. בהקשר זהמה, במדור דוח על אירוויזיון, מוכא אמר קצר על "היכימי-זהה", תחרות ארצית בכימיה, המрутת זו השנה הרביעית, ומעוררת עניין רב בקרב תלמידי תיכון.

המאמר השלישי עוסק בשאלת איך נוצרו החיים. פרופ' עדי פרוס, מאוניברסיטת בן-גוריון, טוען שחווב גם לענות על השאלה למה נוצרו החיים, כדי להבין את הנושא בכללתו. לפי פרוס, רפליקציה אוטוקטולית של רקץיה ככימית ראשונית היא שנמצאת בסיס יצירת חיים על פני כדור הארץ. המאמר מוקדש לזכרו של שנייאור ליפסון שהיה מחלוצי המחק בשותה.

דברים אלה מעדים, שוב ושוב, על הצורך הדוחף והחיוני בשינוי תעשיית ויצירות אוירה חיובית כלפי התעשייה הכימית בקרב הציבור כולו, ובעיקר בעניין הדור הנוכחי. תושר ירע, מחד גיסא, וחומר הבנה והכשרה, מאייך ניסא, הם הגורמים לעמדות רגינעה, חשש ודאגה. ואכן, רק 39% מתשאלים ציינו כי הם חשים שיש דוחת מכך על כימילים, התפתחות בתchrom והמצאות בכימיה; לעומת זאת, 39% ציינו כי הדוחות מועט, 18% כמעט ולא מקבלים דוחות, ו- 4% לא מקבלים כל דוחות.

גם היחס לכימילים אינו אחד, צפוי. בתשובה לשאלת - "האם כימילים משפרים את חייו יום-יום או מרים אותו?" - 27% ציינו כי השפעתם חיובית ביותר, 32% אמרו כי יש השפעה חיובית מעתה, 20% היו חסרי דעת, 14% תארו הרעה מסוימת, 6% הדגישו הרעה רבה ו- 1% לא ענו. נתונים אלה ניתן לפרש לפי עמדת הקורא - האם רואים אותו חייל כוס מלאה או את המחייב חיריקה?

אך לਮוחות מצאים פנוונם אלה נראה כי בתחום הכימיה, כמקצוע תעסוקה, זוכה למעמד גבורה. נקבעו 8 מקצועות בסקללה 1 - 10 (נמוך-גבוה) ומקצוע הרופא נקבע כטוב ביותר - 8.1 (מתוך 10), רוקח 7.4, כימאי 7.0, מדען סביבה 7.0, פיזיקאי 6.7, מתמטיקאי 6.5, פסיכולוג/פסיכיאטר 6.3, אסטרונום 6.1. ובתוך הכימיה - המחבר הבסיסי נշבע מיעדר בהשוואה לתעשייה הכימית. הסבוט לחעדפת מחקר בסיסי זה - שפער החיים למען האנושות וסייע לאחרדים, תחשות הנגלי והיכולת ללמידה ולדעת יתירה. הסבוט המעודדות תעסוקה בתעשייה הכימית - שכר גבוה יותר וספק רב יותר בשעה וביצור.

כמה זה בארץות-הברית; ומה אצלנו? נשמה לשמע דעתות ועמדות בנושא חיוני זה.

ארנון שני אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

מה חשוב הצבור האמריקאי על כימיה, התעשייה הכימית, וכימייקים.

במחצית השנייה של חודש Mai 2000 נערכ סקר דעת קהל בארה"ב (דונמה של 2,012 מבוגרים) מטעם החברה האמריקאית לכימיה (ראה תקציר בחוברת של C & E News מtarיך 9.10.2000 עמ' 61-60).

התקציר מציג תחושה חיובית-משמעות מהתשומות שהתקבלו, ומסכם - "בסק הכל הציבור בארה"ב יש לו רושם חיובי מהכימיה והכימאים". החיבת החינוך מותירה לתרומת הרים למצוות תרומות וס�� דעה לבני כימילים - כל עוד גען הדבד לביריאות ונקיון. החיבת השלילי בא לידי ביטוי ביחס לתעשייה הכימית. בנוסף, למרות שלציבור הנשאלים יש דעה חיובית לבני תומנת בכלל, ובכימיה, בפרט, לרבים מהם יש דעה חיובית לבני תומנת הכימיה לחברת האנושית.

כלל, והכימאים נאים באור חיובי למדעי והתקנות המובילות המיחושות לבני מקצוע זהן - דמיון, חישנות והנטה לשימוש. מקצוע הכימיה זוכה לחיש חיובי, אך פחות מתחומים יותר חיוניים, לדעתו: כאשר נשאלו המרואינים על המושג "מדוע" והאושענאה לתהום מסויים, התברר כי הקרכוב למדעי החים והבריאות היא הקובעת. התפלגות התשומות הראתה כי 21% מהתשומות התיחסו לרופאה, 20% לביולוגיה, אסטרונומיה 14%, כימיה 11%, חקר החלל 7%, פיזיקה 6%, אחרים 1-13% לא חשבו.

כאמור לעיל, היחס לתעשייה הכימית הוא שלילי, ואכן בדורג תשויות בסקללה 1 - 10 (נמוך-גבוה) קבלה התעשייה הכימית את הציון הנמוך ביותר: רופאה 8.3 (מתוך 10), חקלאות 8.0, מחשבים 7.6, מדעי חסיבה 7.3, תרופות 7.3, מכונות 7.2, תקשורת 6.7, ביוטכנולוגיה 6.1, גנטיקה 6.1, כימיה 5.5. בשאלות عمדה נמצאו כישלוש מהמשיבים היו בעמדה חיובית כלפי התעשייה הכימית ורק רב היו בעמדה שלילית. عمדה זו דומה במידה מסוימת לממצאים בריטניה ואירופה.

אوتם שהתייחסו לתעשייה הכימית באור חיובי ציינו כי הסבה לעמדה זו נבעת מתרומות הכימילים לשיפור רמת החיים, בין השאר - מסייע לבריאות (25%), נקיון והגינה (20%), שימוש יומיומי בדרכים שונים (16%), תרומה בחקלאות (15%), שימוש במוצרים שונים (9%), שיפור כללי באיכות החיים (5%), סבותונות (10%). לעומת זאת, אלה שעמדו הינה שלילית ציינו כי היבטים סביבתיים, סכנה לבריאות ובתיותם הם הגורמים העיקריים העיקריים לגישתם, וכן יחש צבור גורעים של התעשייה הכימית.

1. הקדמה

אחד משאלות המפתח של כל המדעים הפיזיקליים היא באיזו מידה נקבע העתיד על ידי ההווה. מכנית הקואנטית, למורת היוותה תורה הסתברותית ונתנת תשובה דטרמיניסטית לשאלה זו: בהינתן פונקציית הגל של מערכת מבודדת בהווה, יקבעו ערכיה בעתיד חלוטין.

גוזאה זו נובעת ישירות מכך ששימושת שרדינגר היא משואה דיפרנציאלית מסדר ראשון בלבד.

כן, באם נרצה לנכון את הסתברות ארווי העתיד, כל שעליינו לעשות הוא לפתור (נומרי, אם צריך) את משוואת שרדינגר התלויה בזמן, בהתקדמוני מהווה לעתיד. למורות הקשיים הממשיים הכרוכים בכצעוע תכנית זו למערכות רב-גופיות, אין כל סבה עקרונית המונעת מתאננו בצעע פתרון נומרי זהה. ואכן, פותחו שיטות פתריה נומריות של משוואת שרדינגר עבור הרובם מערכות תלת-גופיות וגם מערכות ארבע-גופיות.

בסתמוך על כך שפתרון משוואת שרדינגר אכן אפשרי, ולכן בהינתן ההווה ביכולתו לקבוע את העתיד. נתן לשאול שאלת מרחיקת לכת יouter: בהינתן פונקציית הגל בהווה, איך דינמיקה (זהיינו איזה המילוטוניון) נבחר כדי להבטיח תוצאה רצiosa ("מטרה") בעתידי? שאלת זו מתמצחת את מהותו של השטח הקרוי "שליטה קואנטית".

באופן מעשי, נתן לשנות את המילוטוניון על ידי הכנסת שדות חיצוניים (למשל שדות ליזר). נתן במקרה זה לענות על השאלה לעיל בשיטת "יסוי וטיעיה": ננחש המילוטוניון, נקסם פתרון מהווה לעתיד תחת פועלתו של המילוטוניון זה, נשווה את התוצאה המתבקשת עם המטרה הרצiosa ונתקן את המילוטוניון כדי לקבל תוצאה קרובה יותר, וחזור חלילה עד קבלת התאמת משבעה רצון עם המטרה. אכן, דרך שיטות לבצע מתכנן זה קוריה "שליטה אופטימלית".

שיטת היסוי והטיעיה הינה צורבת ומושב רב בהיותה בעינה על פתריה של משוואת שרדינגר פשוטים רגילים. בנוסך לכך, מעצם טיבם, שיטה זו נעדרת כל תובנה פיסיקלית. לעומת זאת, במקרים רבים, קיימת שיטה אלגנטית יותר להשגת מטרות אלה, הקרויה "שליטה קוורנטית" (Brumer & Shapiro 1986). שיטה זו דורשת פתרון משוואת שרדינגר שאינה תלויה בזמן פעמיים אחד בלבד. יתרה מכך, שיטה זו מאפשרת תקירותם של כל האירועים האפשריים (ולא רק אורך מטרה רצוי) הנזבקים מהכנות שונות של מצב המוצא. השיטה מאפשרת תוכנה פיסיקלית באשר לסיבת קבלת פתרון נתון, ולעתים גם נסחאות אנלטיות להן שימוש רב בתוכנן סיועות. שיטות השליטה קוורנטית היא נשא סקירה זו.

2. הכמה ודינמיקה של מצב רצף

רצונו לשלוט על תהליכיים טבאים מתקבל חישיבות רבה במיוחד במקרה שבו תהליכיים מסוימים לשוני תמידי במערכת. מושות בלתי קבועות בזמן, אשר אף אם נגע אליהן ותתקיינה רק בנסיבות זמניות קצריות וחולפיים, הן בעלות ענן מעשי מועט בלבד. לכן סוגים המ/topics שנדרן בהן כאן תהיינה אלה הרכבות אזורים, כגון שבירת קרשים (פירוק), עונייה, או שחלהן חלקיקים. עקרים של אזורים אלה קורה בתחום מצומצם של מרחקים בין-אטומיים ("אזור האינטראקציה"). כשהמערכת עוצבת אזור זה מתנתקים מרכיביה בהדרגה האחד מן השני וمضיקים להשתנות לאחר זמן מה.

בנסיבות אלה علينا לדון בתהום הספקטורי הרציף. מצבים בדים נוכעים מוחזרות קשר תמידי בין מרכיבי המערכת. התוצאה היא שמרכיבי המערכת אינם יכולים להתפרק זה מהו. לעומת זאת קיומם מצבים מבטיה שמרכיבי המערכת יכולים להנתק זה מהו. שיטות השליטה קוורנטית מצליחות פתרונות הרצף של משוואת שרדינגר. כדי להבין כיצד לתרגם תכונות אלה, לצורך שליטה על מצב המערכת בעתידי, נסקור לראשונה כיצד ניתן להציג (באופן קוורנטי) מצב נתון המורכב מחבילת מצב רצף בלבד.

נתחיל טיפול זה על ידי כתיבת חיבורו כו קומבינציה לינארית של מצב רצף עצמים של H_A - המילוטוניון המערכת בלבד (לא השוואת החיצוניים), אותן נסמן כ- $\langle E, m^{\pm} \rangle$.

$$1. [E - H_M] |E, m^{\pm} \rangle = 0,$$

$$2. \langle E, m^{\pm} |E, n^{\pm} \rangle = \delta(E - E') \delta_{mn}$$

מצבים אלה מנורמלים כדלהלן

E מטען אנרגיה, ו- m מציין את שאר המספרים הקואנטיטים הרלבנטיים, כגון, סוג התוצרים, והמצבים הקואנטיטים הפנימיים (יבריצה רותציה וכו') של תוצרים אלה. הסמן \pm מבדל בין תנאי שפה של גלים יוצאים (+) וגליים נכנסים (-) כמפורט בפירוש להלן.

שיטות הכנה ספציפיות נבחר בעורו של מצב הקשור התחלתי $|E\rangle$ על ידי דופק (פולס) לייזר מהצורה

$$3. \quad \hat{\epsilon}(t) = \hat{e}\hat{\epsilon}(t) = \hat{e} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \bar{\epsilon}(\omega) \exp(-i\omega t)$$

כאשר (\hat{e}) הוא וקטורי השדה החשמלי של דופק האור, \hat{e} הוא כוון הקיטוב של וקטור זה, $\bar{\epsilon}(\omega)$ הוא פונספורט-פורייה של $\epsilon(t)$ בתקופת ω , דהיינו המשרעת הספקטרלית של הדופק. בראצנו לפרט את משואת שרדינגר התלולה בזמן

$$4. \quad i\hbar \frac{d\Psi}{dt} = H\Psi$$

כאשר H הוא המילטוניאן הכללי, המכיל בתוכו את המילטוניאן המערכת H_M ואת הפעעת שדה הליאור החיצוני,

$$5. \quad H = H_M - \mathbf{d} \cdot \hat{\epsilon}\hat{\epsilon}(t)$$

הו דיפול המעבר $-\hat{e} \cdot \mathbf{d}$ הוא השלבו על כוון קיטוב האור.

בנונה שהמצבים החשובים של H הם המצב התחלתי $|E, \mathbf{m}^\pm\rangle$ וקבוצת מעבי הרץ $\langle E, \mathbf{m}^\pm |$, נתנו לפתח את פונקציית הגל שבסיס המצבים הבלתי מופרעים האלה ולכתוב

$$6. \quad |\Psi(t)\rangle = b_1(t)|E_1\rangle \exp(-iE_1 t / \hbar) + \sum_{n=1}^N \int dE b_{E,n}(t) |E, \mathbf{n}^\pm\rangle = \\ b_1(t)|E_1\rangle \exp(-iE_1 t / \hbar) + |\Psi_e(t)\rangle.$$

כאשר $(\hat{e})|\Psi_e(t)\rangle$ המוגדרת על ידי מש. (6) מייצגת חבילת גלים המעוררת על ידי דופק הליאור. כדי לחשב את b_1 ו- $b_{E,n}$ נציב את מש. (6) במש. (4) ונקבל כי

$$7. \quad \frac{db_1(t)}{dt} = (i/\hbar) \sum_n \int dE b_{E,n}(t) \exp(-i\omega_{E,1} t) \epsilon(t) \langle E, \mathbf{m}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\epsilon} | E, \mathbf{n}^\pm \rangle \\ \frac{db_{E,n}(t)}{dt} = (i/\hbar) b_1(t) \exp(i\omega_{E,1} t) \epsilon(t) \langle E, \mathbf{m}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\epsilon} | E_1 \rangle,$$

כאשר $\omega_{E,1} = (E - E_1)/\hbar$. בנסיבות הפרעות מסדר ראשון ולהגיה כי $b_1(0) = 1$, על כן ניתן $b_{E,n}$ בסוף דופק האור

$$8. \quad b_{E,n} = (2\pi i/\hbar) \bar{\epsilon}(\omega_{E,1}) \langle E, \mathbf{n}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\epsilon} | E_1 \rangle$$

לכן בתום הדופק תנתן חבילת הגלים המעוררת על ידי הנוסחה,

$$9. \quad \Psi_e(t) = (2\pi i/\hbar) \sum_n \int dE \bar{\epsilon}(\omega_{E,1}) \langle E, \mathbf{n}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\epsilon} | E_1 \rangle \langle E, \mathbf{n}^\pm | \exp(-i\frac{Et}{\hbar}).$$

ברצנו עתה לחקור את התנוגות המערכת בעתיד הרחוק (זהיינו לאחר התיצבותו השני המתמיד). לשם כך עלינו ליחס את המצבים העצמיים של H למצבים המתארים את תנועת מרכבי המערכת לאחר התונתקותם זה מזה בסוף התחלה. כדוגמה עיין במלוקולה תלת-אטומית ABC הנשברת בסוף התחילן לשני סוגים תזורות שישו מיניהם במספר קואנטי q . סוג תזורות אחד (A+BC) יטומן במספר קואנטי $q=1$ וтворצ שני (C+AB) יטומן במספר קואנטי $q=2$. נתרכז ב- $q=1$. כתיבת הנוסחה עבור תזורת $q=2$ נתונה להעשות בזורה דומה. כתוב את המילטוניאן H_M כטורב משלשה חלקים

$$10. \quad H_M = K_R + K_r + W(R, r).$$

kan R מצין את וקטור המרחק היחסי בין A ובין מרכז המשה של מולקולת C-B-C, r מצין את וקטור המרחק היחסי בין B ו-C והוא האנרגיה הפוטנציאלית של שלושת האטומים. כמו כן,

$$11. \quad K_R = \frac{-\hbar^2}{2\mu} \nabla_R^2, \quad K_r = \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla_r^2$$

הם אופרטורי האנרגיה הקינטית בקואורדינטות R ו- r בהתאם.

12. $\mu = m_A(m_B + m_C)/(m_A + m_B + m_C)$, $m = m_B m_C / (m_B + m_C)$
מצין כ- (צ) את גבולת האסימפטוטי של פונקציית הפוטנציאלי $W(R, r)$ כאשר A מתרחק מ- B-C.

$$13. \quad v(r) = \lim_{R \rightarrow \infty} W(R, r),$$

ברור כי פוטנציאל האינטראקציה בין A ו- BC המוגדר כ-

15. $h_r \equiv K_r + v(r)$ שואף לאפס כאשר $\infty \rightarrow R$. על ידי הגדרת המילוטניין מולקולת ה- BC כ-

16. $H_M = K_R + h_r + V(R, r)$ נוכל לכתוב את המילוטניין המולקולת התלת-אטומית כ-

או רואים כי פוטנציאל האינטראקציה $V(R, r)$ זה המצדד את האטום A עם המולקולת BC. כאמור לעיל יתנווקו שני חלקים אלה

זה מזה כאשר $\infty \rightarrow R$, היות ו- $0 = \lim_{R \rightarrow \infty} V(R, r)$ בהעדר פוטנציאל אינטראקציה זה יתנווקו שני המרכיבים A ו- BC על ידי

17. $H_0 = K_R + h_r$ המילוטניין "חופשי" הנתן על ידי
וינו באורה בלתי תלי זזה מזה. מכיוון ש- H_0 הוא סכום של שני אברים בלתי תלויים ניתן ליצג את המצבים העצמיים שלו כ-

$$18. \quad |E - H_0| |E, m; 0\rangle = 0$$

19. $|E, n; 0\rangle = |e_n\rangle |k_n\rangle$ כמכפלה,

20. $|E, n; 0\rangle = |e_n - h_r\rangle |e_n\rangle$ כאשר $|e_n - h_r\rangle$ - המצבים העצמיים של המילוטניין H_0 .

מייצגים מצבים פנימיים (אלקטرونיים, ויברציוניים או רוטציוניים) של מולקולת BC, ו- $|k_n\rangle$, המckiימים את המשוואה הבאה,

$$21. \quad |E - e_n - K_R| |k_n\rangle = 0$$

מתארים את התנועה החפשית של A ביחס ל- BC. בהצאת הקואורדינטות נקבל כי

$$22. \quad \left[E - e_m + \frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla_R^2 \right] \langle R | k_m \rangle = 0$$

זההינו, $\langle R | k_m \rangle$ מחווים גל מישורי בעל אנרגיה קינטית $E - e_m$,

$$23. \quad \langle R | k_m \rangle = \left[\frac{mk_m}{\hbar^2 (2\pi)^3} \right]^{1/2} \exp(i \mathbf{k}_m \cdot \mathbf{R})$$

כאשר $k_m = \{2\mu(E - e_m)\}^{1/2} / \hbar$

הוא וקטורי-הgel של תנועת A ביחס למרכו המשה של BC. מכיוון שלפתרונות החפשיים אותוו ספקטורום אנרגיה רציף של הפטרונות המלאים $\langle E, m; 0 | E, n; 0 \rangle = \delta(E - E') \delta_{mn}$ על הבעה התלת-אטומית הם מקיימים תנאי נורמליזציה דומים

$$25. \quad \langle E', m; 0 | E, n; 0 \rangle = \delta(E - E') \delta_{mn}$$

קשר הפורמלי בין הפטרונות החפשיים והפטרונות המלאים של הבעה נתן באמצעות משוואת Lippmann-Schwinger

$$26. \quad \langle E, n^\pm \rangle = |E, n; 0\rangle + \lim_{\epsilon \rightarrow 0} [E \pm i\epsilon - H_0]^{-1} V |E, n^\pm \rangle$$

לפנינו שני פטרונות בלתי תלויים. הפטרון + מייצג גלים ייצאים והפטרון - מייצג גלים נכנסים.

עתה ניתן להשתמש במשוואת Lippmann-Schwinger לחקרת התנועות של חבילת הגלים המשוררת $\langle \Psi_e | \Psi_e \rangle$ בזמנים ארוכים לאחר חתמקותו המוחלט של אטום A מ מולקולת BC. ניתן להשתמש בפטרונות היוצאים או הנכנסים כבסיס לפתוח חבילת גל זו. להלן נראה

כִּי בהסתכוותנו על העמיד עדי להשתמש בפתרונות במצבים נכנים (מצבי -), بعد שmbט על העבר נעשה פשוט יותר בשימוש במצבים היוציאים (מצבי +). זאת נעשה על ידי הצבת מש. (26) במש. (9) הנתנת

$$27. \quad |\Psi_e(t)\rangle = \frac{2\pi i}{\hbar} \sum_n \int dE \exp(-iEt/\hbar) \bar{\epsilon}(\omega_{E_1}) \langle E, \mathbf{n}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle$$

$$\langle [E, \mathbf{n}; 0] + [E \pm i\varepsilon - H_0]^{-1} V | E, \mathbf{n}^\pm \rangle \}$$

נקבל ממש. (27) כי אמפליטודות ההסתברות למצוא מצב חופשי $|E', \mathbf{m}; 0\rangle$ בזמן t נתנת על ידי

$$28. \quad \langle E', \mathbf{m}; 0 | \Psi_e(t) \rangle = \frac{2\pi i}{\hbar} \sum_n \int dE \exp(-iEt/\hbar) \bar{\epsilon}(\omega_{E_1}) \langle E, \mathbf{n}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle.$$

$$\langle \langle E', \mathbf{m}; 0 | E, \mathbf{n}; 0 \rangle + [E \pm i\varepsilon - E']^{-1} \langle E', \mathbf{m}; 0 | V | E, \mathbf{n}^\pm \rangle \rangle$$

בשימוש ב-normalיזציה של הממצבים החפשיים (מש. (25)) נקבל כי

$$29. \quad \langle E', \mathbf{m}; 0 | \Psi_e(t) \rangle = \frac{2\pi i}{\hbar} \int dE \exp(-iEt/\hbar) \bar{\epsilon}(\omega_{E_1}) \langle E', \mathbf{m}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle$$

$$+ \sum_n \int dE \exp(-iEt/\hbar) \bar{\epsilon}(\omega_{E_1}) \langle E, \mathbf{n}^\pm | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle [E \pm i\varepsilon - E']^{-1} \langle E', \mathbf{m}; 0 | V | E, \mathbf{n}^\pm \rangle \}$$

בHASHAPT $\rightarrow t$ ניתן להראות כי האינטגרל על E מתאפשר כאשר בוחרים בפתרונות הנכנים (פתרונות ה (-)). לחילופין, בהשאפת $\infty \rightarrow t$ תဏפס אינטגרל זה כאשר בוחרים בפתרונות היוציאים (פתרונות ה (+)). מכיוון שהוא מעוניינים בפתרונות העתידיים ($\infty \rightarrow t$) נבחר בפתרונות ה (-) ונתקבב כי,

$$30. \quad \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \langle E', \mathbf{m}; 0 | \Psi_e(t) \rangle = \frac{2\pi}{\hbar} \bar{\epsilon}(\omega_{E_1}) \exp(-iE't/\hbar) \langle E', \mathbf{m}^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle$$

עננה את יודיעים מהי גורלה של חבילת הגלים המעווררת תחת פועלתו של דזוק לייזר על מצב התחלתי בודד $|E_1\rangle$.
בפרק הבא נלמד כיצד לשימוש בוגדר ובה.

3. שיטה קוורנטית Bi-נוומתית

מ妖תנו עתה היא לראות כיצד ניתן לשנות תוצאותינו של תהליך פירוק מולקולרי על ידי אוו. כפי שראינו לעיל, הסיכוי לאכלס מצב חופשי $|k_m\rangle$ בכל זמן נתון הוא,

$$31. \quad P_{E,m}(E) = |\langle e_m | k_m | \psi(t) \rangle|^2 = |b_{E,m}(t)|^2$$

תוצאה זו נconaה לכל סדר בתורת הפרעות. משוראה (7) נובע כי

$$32. \quad b_{E,m}(t) = \frac{i}{\hbar} \langle E, \mathbf{m}^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle \int_{-\infty}^t \varepsilon(t') e^{-i\omega_{E_1} t'} b_1(t')$$

מכאן נובע כי היחס בין הסיכויים לאכלס מצבים חופשיים שונים נתן על ידי

$$33. \quad P_{E,n}(t) / P_{E,m}(t) = |b_{E,n}(t) / b_{E,m}(t)|^2 = \left| \langle E, \mathbf{n}^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle / \langle E, \mathbf{m}^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \rangle \right|^2$$

אנו רואים כי **היחס** בין האכלוסים למצבים החפשיים השונים אינו משתנה עם הזמן ואינו תלוי כלל כפרמטרי השדה. בנוסף לכך תוצאה זו זהה לתוצאה המתתקבלת מתורת הפרעות בסדר ראשון לפי מש. (30).

נסכם אפואו שלא ניתן לשימוש בתוצאה הסופית של אروع מסוים כל עוד התחנו עם מצב עצמי בודד $|E_1\rangle$ של המערכת הכלתית מושפעת.

כדי להשפיע על התוצאות אנו חייבים להרטיב את הרכהה מעבר למצב עצמי בלתי מופיע בודד. למשל במקרה מוקומבייציה לינאריתן

$$34. \quad \phi(t) = b_1 |E_1\rangle \exp(-iE_1 t/\hbar) + b_2 |E_2\rangle \exp(-iE_2 t/\hbar)$$

של שני מצבים בלתי מופיעים

נקבל כי

$$35. \quad b_{E,n}(t) = \frac{i}{\hbar} \left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \right\rangle \int_{-\infty}^t dt' \mathcal{E}(t') \exp(-i\omega_{E1} t') b_1(t') +$$

$$\left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_2 \right\rangle \int_{-\infty}^t dt' \mathcal{E}(t') \exp(-i\omega_{E2} t') b_2(t') \}$$

בהתורת הפרעות מסדר ראשון (t) $b_1(t) = b_2(t)$ מעתה אך מעט מאד. על כן, בדומה למכב התחלתי בזוז, נניח כי $b_1(t) = b_2(t)$ כאשר b_1 ו- b_2 הם הקבועים בתחילת התהילן. בהשאיפנו את $\infty \rightarrow t$ נקבל כי

$$36. \quad b_{E,n}(t \rightarrow \infty) \equiv \frac{2\pi i}{\hbar} \left\{ \left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E1}) b_1 + \left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_2 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E2}) b_2 \right\}$$

בהתוחשב בכך ש- $\bar{\mathcal{E}}(\omega)$, המרכיב הספקטורי של השדה בתדר ω , עשוי להיות מספר מרוכב חנוכגב -

$$37. \quad \bar{\mathcal{E}}(\omega_{Ej}) = |\bar{\mathcal{E}}(\omega_{Ej})| e^{-i\theta(\omega_{Ej})}, \quad j=1,2$$

ונכל לכתוב את הסכוי לאקלס מצב חופשי מסוים לפי מש. (31) כ-

$$38. \quad P_{E,n} \equiv P_{E,n}(\infty) = \frac{4\pi^2}{\hbar^2} \left| \left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E1}) b_1 + \left\langle E, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_2 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E2}) b_2 \right|^2$$

אננו רואים שלא ניתן יותר להפריד בין פרטורי הדופק ופרטורי המערכת המולקולרית, וההשלכות שביניהם היא שתקבע את ערך הסכוי לאקלוס רמה מסוימת.

בשימושים מעשיים עיקר עניינו יהיה באקלוס ותמי-מרחבי שלמים ולא רמה בודדת אחת. כך בדוגמה של פירוק מולקולה תלת אטומית ABC. עיקר עניינו הוא בשילוט על סוג התוצריים שיוצרים בתהליך הפירוק: האם יהיו אלה התוצריים A+BC שסומנו $\text{q}=1$ הנוגעים לשברות קשר B-A, או התוצריים C+AB שסומנו $\text{q}=2$ הנוגעים לשברות קשר B-C

בדי לענות על שאלה זו ניחד את המטפר הקואנטי q מכל שאור המטפרים הקואנטיים שעלייהם נסכים. ונכל לכתוב כי

$$39. \quad P^{(q)}(E) \equiv \sum_n P_{E,n}^{(q)} =$$

$$\sum_n \frac{4\pi^2}{\hbar^2} \left| \left\langle E, q, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_1 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E1}) b_1 + \left\langle E, q, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_2 \right\rangle \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E2}) b_2 \right|^2, \quad (\text{q}=1,2)$$

$$40. \quad P^{(q)}(E) = P_{11}^{(q)}(E) + P_{22}^{(q)}(E) + P_{12}^{(q)}(E)$$

ולכן

$$41. \quad (\text{j}=1,2) P_{jj}^{(q)}(E) = \frac{4\pi^2}{\hbar^2} \mu_{jj}^{(q)} |\bar{\mathcal{E}}(\omega_{Ej}) b_j|^2,$$

כאשר

$$P_{12}^{(q)}(E) = \frac{8\pi^2}{\hbar^2} |\bar{\mathcal{E}}(\omega_{E1}) \bar{\mathcal{E}}(\omega_{E2}) | R_e \{ \mu_{12}^{(q)} e^{-i\theta_{12}} b_1^* b_2 \}$$

$$42. \quad \mu_B^{(q)} \equiv \sum_n \left| \left\langle E, q, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_j \right\rangle \right|^2, \quad j=1,2$$

וכאשר

$$\mu_{12}^{(q)} = \sum_n \left\langle E_1 | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E, q, n^- \right\rangle \left\langle E, q, n^- | \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} | E_2 \right\rangle$$

$$43. \quad \theta_{12} \equiv \theta(\omega_{E2}) - \theta(\omega_{E1}).$$

כאשר הפואה היחסית נתנת על ידי

האברים $P_{11}^{(q)}(E)$ ו- $P_{22}^{(q)}(E)$ מייצגים את הסיכויים הבלוניים תלויים לפירוקן של רמתה $\langle E_1 |$ ורמתה $\langle E_2 |$. האבר $P_{12}^{(q)}(E)$ מייצג את האבר התאבכות, הוא האבר הייחודי בביטוי המשפע מהפואה היחסית θ_{12} בין התדר ω_1 והתדר ω_2 אשר בזופק האור.

כדי להבהיר יותר את הבטווי להסתברות נכתב את האמפליטודה המורכבת $\mu_{12}^{(q)}$ כ-

$$44. \quad \mu_{12}^{(q)} = |\mu_{12}^{(q)}| e^{i\phi_{12}^{(q)}} \quad \text{כאשר } \phi_{12}^{(q)} \text{ נתן לקרוואו "הפואה המולקולרית", וכן נגדיר את פאות ה качנה}_{12} \alpha \text{ על ידי השווון}$$

באמצעות הנדרות אלה נתן לכתב את אבר התאבכות במש. (41) כ-

$$45. \quad P_{12}^{(q)}(E) = \frac{8\pi^2}{\hbar^2} |\bar{\epsilon}(\omega_{E1}) \bar{\epsilon}(\omega_{E2}) \mu_{12}^{(q)} b_1 b_2| \cos[\phi_{12}^{(q)} - \alpha_{12} - \theta_{12}]$$

בגלל תלותה של הפואה המולקולרית $\phi_{12}^{(q)}$ יהיה אבר זה תלוי במצבי סופי ψ . אנו רואים שעיל ידי כוונון של הפאות החיצונית θ_{12} ו- α_{12} יוכל לגרום לכך שאבר התאבכות יהיה חיובי (התאבכות פונה) עבור $1=q$, ושלילי (התאבכות הורשת) עבור $2=q$, ולהפך, על ידי כך נוכל לשנות בתחליך ולכונן את תוצר הריאקציה כרצוננו. יש לציין שהפאות הריאקציוניות כשלעצמם אידישות למצב הקואנטי ψ . ורק הוזות לנוכחות הפואה המולקולרית $\phi_{12}^{(q)}$ יש לפאות החיצונית השפעה על אכטוס המצב הקואנטי ψ .

כדי להגדיל את ההפרדה בין שני תוצרי הריאקציה בכל שעתן יש לארום לכך שאבר התאבכות יהיה גדול ככל האפשר. זאת נעשו על ידי בחירת הפאות כך שעבור מצב קואנטי ψ מסויים יתקיים

$$46. \quad \phi_{12}^{(q)} - \alpha_{12} - \theta_{12} = \pi$$

במקרה זה $\cos[\phi_{12}^{(q)} - \alpha_{12} - \theta_{12}] = -1$ הבטווי הכלול להסתברות יראה כ-

$$47. \quad P^{(q)}(E) = \frac{4\pi^2}{\hbar^2} |\bar{\epsilon}(\omega_{E1}) b_1|^2 \{ \mu_{11}^{(q)} + x^2 \mu_{22}^{(q)} - 2x |\mu_{12}^{(q)}| \}$$

$$48. \quad x = \frac{\bar{\epsilon}(\omega_{E,2}) b_2}{\bar{\epsilon}(\omega_{E,1}) b_1} \quad \text{כאשר}$$

הבטוי להסתברות יכול להתאפשר אם ווקם אם הדיסקרימיננטה של הבטווי הדובעי תתאפשר, דהיינו במקרה זה ינתן הפתרון על ידי בחירת

$$49. \quad x = |\mu_{12}^{(q)}| / |\mu_{22}^{(q)}$$

$$50. \quad |\mu_{12}^{(q)}|^2 = \mu_{11}^{(q)} \mu_{22}^{(q)} \quad \text{או}$$

אנו רואים כי בהתאפשר הדיסקרימיננטה נתן להגעה לשילוט מוחלטת בתוצרים היות והסתברות לאכטוס מצב ψ מסויים מתאפשרת.

סתוצאה לכך ההסתברות לאכטוס המצב الآخر $\neq \psi$ חייבת להיות 1. שאלת השאלה, מתי, ואם בכלל, נתן לצפות להתאפשרות הדיסקרימיננטה, דהיינו למליו התנאי במש. (50). כדי לענות על שאלה זו נכתב

$$51. \quad \mu_{ij}^{(q)} = \langle E_i \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} P | P \mathbf{d} \cdot \hat{\mathbf{e}} E_j \rangle, (i,j=1,2)$$

$$52. \quad P \equiv \sum_n |E, q, \mathbf{n}^- \rangle \langle E, q, \mathbf{n}^-| \quad \text{כאשר } P \text{ אופרטור ההשך מוגדר}$$

והשתמשנו בעובדה שאופרטורו השך ממלא את השוויון $PP=P$.

או רואים ש- $\mu_{ij}^{(g)}$ מוחים השולץ של מצב $(\hat{E} \cdot \hat{d}) | E_1 \rangle$ על מצב $(\hat{E} \cdot \hat{d}) | E_2 \rangle$. ידוע מאי שוויון Schwarz כי

$$55. |\langle E_1 \hat{d} \cdot \hat{E} P | P \hat{d} \cdot \hat{E} E_2 \rangle|^2 \leq \langle E_1 \hat{d} \cdot \hat{E} P | P \hat{d} \cdot \hat{E} E_1 \rangle \cdot \langle E_2 \hat{d} \cdot \hat{E} P | P \hat{d} \cdot \hat{E} E_2 \rangle$$

כשהשוויון מתקיים רק כאשר שני מצבים אלה "מקבילים" האחד לשני. מצב זה קורה בהעדר סכימה על המספרים הקואנטיים הנוספים במשום שבמקרה זה מתקיים באופן טריויאלי.

$$56. |\langle E_1 | d \cdot \hat{e} | E, q^- \rangle \langle E, q^- | d \cdot \hat{e} | E_2 \rangle|^2 = |\langle E_1 | d \cdot \hat{e} | E, q^- \rangle|^2 |\langle E_2 | d \cdot \hat{e} | E, q^- \rangle|^2$$

מצב מעין זה קורה למשל בפרק של מולקולה תלת אטומית למבוקשה במצב היסוד ולמולקולה זו אוטומטית במצב היסוד שלה. בכל המקרים בהם יש למוצאים מצבים פנימיים והסתכמה על מילולית יותר מערך אחד, מתקיים הא-שוויון, דהיינו הדיסקרימיננטה קטנה מאפס ופרטונו מלא למשואה $=0$ אינו קיים. במקרים אלה עולה לתשס מיינימים ל- $\langle \hat{P} \rangle$. הפתורנות המתקבלת הם הפתורנות האופטימליים, דהיינו הפתרונות הטובים ביותר ביחס לאפשריים.

לשם דוגמה, נחקר את פירוקו של מולקולה $I_3 CH_3$ על ידי אור בתחום ה- UV הקרוב. בהכרנה באורך גל בסביבות $\lambda=266$ ננ' קיבל שני תהליכיים מתחומים



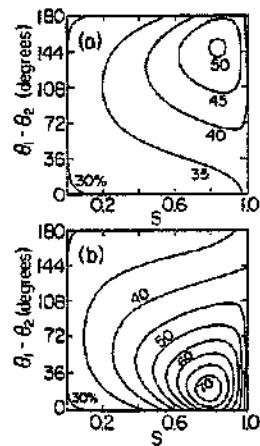
כאשר v מצין ויברציות פנימיות של הרדייקל המתיל (בערך ויברצית המטריה) ו- j מצין את המספר הקואנטי הרוטציוני של רדייקל המתיל. אטום הידן יכול להזעך בשני מצבים - במצב היסוד $(^2P_{3/2})$ ובסביבה המעוור (I^*) . מודתנו היא לשנות באמצעות יצירת אטום הידן במצב האלקטרוני המעוור. ידוע כי בפרק טבוי קרוב ל- 70% מהארועים מסתיימים ביצירת אטום יוד במצב המעוור. תהליך זה מהוות בסיס ללייר הפוטוכימי הראשון.

מן לפניו במדוקיק את אלמנטי המטריצה $\langle E, q, n^- | d \cdot \hat{e} | E_i \rangle$ עבור מודל של מולקולה $I_3 CH_3$ מסתובבת באטום הידן, אטום הפחמן ומרכז המשנה של שלושת אטומי המימן מוחים על קו שער. במקרה זה המספר הקואנטי טו ויברצית המטריה של רדייקלה CH_3 .

ציר מס. 1 מראה את אחוז התוצאות (v, J) $+ CH_3^*$ בהם אטום הידן מעורר אלקטרונית כפונקציה של θ_{12} ו- ω . השרטוט מתיחס ל- $I_3 CH_3$ המקורי בקומבינציה לנארית של מצב $(v=0, J=2)$ ומצב $(v=1, J=2)$. J מצין את המספר הקואנטי של סבוב מולקולת ה- $I_3 CH_3$ במרחב. v מצין את ויברציות המטריה של רדייקלה CH_3 בתוך מולקולה $I_3 CH_3$. נוצר עrhoור בשתי תנזריות שונות, $\omega=39,639 \text{ cm}^{-1}$ ו- $\omega=42,367 \text{ cm}^{-1}$. בכל החישובים מוצע על המקבינים המגנטיים $\langle M |$ המונונים. כפי שניתן לראות בכיוון השילטה היא טובת ביותר. נתן על ידי שינוי הפרמטרים החיצוניים θ_{12} ו- S לשנות את אחוז הידן המעוור המתתקבל מ- 30% ל- 80%.

קוים שוי-גובה המתארים את נזולות אטום I (באחוזים) בפרק $I_3 CH_3$ בשימוש בקומבינציה לנארית של (a) מצב היסוד ומצב המטריה הראשון של קשר I-C. (b) מצב היסוד ומצב המטריה השני של קשר I-C. ציר ה- X מוגאר את החזק היחסי של עצמת שדה בתדר ω ביחס לחזק שני

$$\text{השdots} S = \frac{|\epsilon_2|^2}{|\epsilon_1|^2 + |\epsilon_2|^2} \quad \text{ו-} \quad \text{ציר ה- Y מוגאר את הפזה החישית } \theta_2 \text{ במעלות.}$$



4. סכום

במשך השנים הוצעו מספר רב של תסרים לפיהם ניתן לבצע שליטה קוורנטית על תהליכיים רבים. חלק מטסרים אלה אומת נסיניות. ברורו שהזוגמה שהובאה כאן של שליטה קוורנטית בי-קרומטי אינה הזוגמה היחידה המאפשרת שליטה. זוגמה זו מהווה שום אחד של עיקנון כללי לפיו כדי לשלוט באופן "פועל" בתהליכי אקלס מצב סופי נתון תוך שימוש במספר מסללים קוורנטיים שונים. חשוב לציין שליטה המבוססת על התארכות קואנטית קורית רק בין מצבים סופיים בעלי אנרגיה זהה. זוגמה שהבאנו המצביעים השונים היו מצבים שטומנו - (E_i , E_f) אשר לכולם אותה אנרגיה E . התארכות בין מצבים בעלי אנרגיות שונות E_i ו- E_f כורכת בהכרח הופעת אבר מסג $[h(E_f-E_i)]^n \exp$ בנתוי המתאר את התארכות. כל מצוע בכך פסק זמן ארך מ-

$$\frac{h}{E-E_i}$$

התארכות זה.

עלוקנון שליטה הקוורנטית אנלוגית בזרה להתארכות גלי אוור, למשל גל אוור העובר דרך שני חריצים. במקרה זה גורמת ההתארכות להופעת מדגמים מרוחביים הנובעים מהగברה או החלה של עצמת האוור והנפלת על משך או על כל אמצעי מדידה אחר. במקרה של שליטה קוורנטית, התארכות קורית בין גלי החומר. השילוח "פעילה" המתבלט בסומו של המצב הקואנטי החומריאי ושל הליזר היא המאפשרת הגברה או החלשה של הסיכויים לקבלת תוצר מסוים. שליטה "פעילה" המתבלט בסומו של דבר הודות לכך שהאור הקוורנטי מעניק פאה מוגדרת היטב לגלי החומר.

הקדשה

ברצוני להקדיש מאמר זה ליידי מזה שנים - פאול ברומר מאוניברסיטת טורונטו, ממנו למזה רבות.

משה שפירא

הוא בוגר האוניברסיטה העברית בירושלים, שם גם עשה את עבודת המスター והדוקטורט שלו. לאחר מכן נסע לפוסט-דוקטורט באוניברסיטת הווארד אצל פרופ' מרטין קרפלוס. בשנת 1972 הגיע לחולקה לפיסיקה כימית במכון ויצמן למדע. בשנת 1983 הועלה לרגת פרופסור מן המניין, ובשנים 1983-1987 היה ראש המחלקה לפיסיקה כימית.

פרופ' שפירא היה פרופסור אורח באוניברסיטת אוקספורד, אוניברסיטת פריז, אוניברסיטת ברקלי, מרצה השנה במרכז הליזרים של אונטריו, קנדה, וכן זכה במלגת אלכסנדר פון-הומבולט למחקר, גרמניה. פרופ' שפירא זכה בפרס קולטהוף, מטעם הטכניון, פרס ויצמן, מטעם עיריית תל-אביב, ופרס החברה הישראלית לכימיה לשנת 2000.



**שילוב נושא התעשייה הכימית
בתוכנית הלימודים בכימיה בכתבי ספר
על-יסודיים בישראל- עבר הווה ועתיד**

מירי כסנר

המחלקה להוראת המדעים,
מכון ויצמן למדע.

מכוון:

שילוב נושא התעשייה הכימית בהוראת הכימיה בעולם

מהחליל שנות השבעים החלה מגמה, בהוראת המדעים בכלל ובהוראת הכימיה בפרט, להציג את הפן היישומי של התיאוריות, העקרונות והמושגים הנלמדים לסייעת הטכנולוגיה וההתעשייתית המקיפה אותנו. המטרה היא להראות את הרולונטיות של הדעת הנראש לחיו היוםום של התלמיד ולסבבתו הקורובה ולקשר את הוראות תחום התיכון עם המדע השימושי והיישומים המעשיים (Robinson, 1976).

אין מלמדים את המדעים והשנים רק כדי להקנות ידע מדעי ולהזכיר את התלמידים לקרוא למודים גבוהים גובהים או קריירה בתחום המדע, אלא גם כדי להזכיר את התלמיד מלהיות אזרח בר-אורין בחברה המודרנית המתבססת על ידע טכנולוגי ומדעי. בין מטרות ההוראה החשובות שוטחו בשנים אלו הושם דגש על פיתוח חשיבה מדעית רב תחומיות, פיתוח יכולת לקבלת החלטות על בסיס רכישת ידע טכנולוגי ומדעי ושלוב היבטים מוסריים ואתיים (Kempa, 1983). באופן טبعי מילאו נושא התעשייה כימית תפקידו הוראה נושאים אלו הם שימושיים ורב תחומיים מובהקים ומשלבים בתוכם בנוסף להיבטים המדעיים והטכנולוגיים גם



היבטים שונים הקשורים בחברה, בסביבה, בכלכלת, ובמדיניות. כמו בהוראת מדעים אחרים שולבו היישומים לאורך למדוי המדוע בהנאות. בתחילת עשה שימוש חם היישומי בלימודי המדע על ידי דונגאות שינורעו לאורך פרקי הלימוד (Holman, 1985). כך גם עשה בספריו הלימוד המתורתיים בכימיה בחט שולבו דוגמאות מהתעשייה הכימית במהלך הפרקים השונים במטרה להציג על החששות המשעשיות והיישומיות של התיאוריות והעקרונות הכלליים שנלמדו. ניתן לתאר מודל זה (science first) (science first) :

באמצעות הסכמה הבאה :



עקרונות ומושגים כלליים בכימיה-רצף פרקי הכימיה

שורוטט סכמטי מס' 1



בכל פרקי הכימיה השונים ולפרקיו היוגה ייחידת לימוד זו מעין ייחידת לימוד זו והסיפה את הפן היישומי, הקנה מושגים בסיסיים ועקרונות בעולם התעשייתי הכימי וшибלה היבטים טכטולוגיים, חבורתיים וטביותניים שלא ניתן להם דש במהלך הפרקים הקודמים.

נשיים ייחודת הלמוד נבחרו על פי הקריירוניים הבאים:
התעשייה מתאימות מבחינתי הנושאים בתוכן עוסקות לתיכנים הנלמדים על פי תוכנית הלומדים בכימיה.
התעשייה חנוך מרכזיות וחשובות בכלכלת המדינה.
המפעלים מוכנים לשעת פעולה ורואים חשיבות בפרויקט חינוכי זה.

המפעלים ממוקמים באזוריים שונים בארץ.
ייחידת לימוד אחדות פותחה בשושא תעשיית הדשנים (קסנו, 1988) והשניה בנושא תעשיית הבורים ותרכובותיו (קסנו, 1990).
במקביל כדי לסייע ביישום ייחידת הלימוד בשיטה ולאפשר שילוב מוצלח של נושאי התעשייה הכימית בהוראת הכימיה בבית הספר התיכון נערך השתלמויות מוריס רבתות בכל רחבי הארץ וכן נערך בשנת 1991 בסיוו של האגף לכימיה ופרמצטטיקה הוקם בחתאחדות התעשיינים חיל כימייקלים לישראל בע"מ מרכז לקשר בין התעשייה הכימית ומערכת החינוך במחלקה להוראת המדעים במגן וצמן למדע. מטרותיו ופועלתו של מרכז זה יloorו בהמשך המאמר.

מאז 1992 הפק נושא התעשייה הכימית לפרק חובה לתלמידים המתמחים בכימיה (5 ו'ח"ל), להזיאת תלמידים המתמחים בתוכניות ייחודיות. במסגרת זו התלמידים למדו אחד משני הנושאים לעיל ואף נבחנים עליו בבחינות הבגרות.

תהליך שילוב הנושאים התעשייניים בתוכנית הלימודים כלל לכל אורך הדורך תמיינה והזרכה מקיפה למורים, על ידי ייעץ פרטני, השתלמויות, סדנאות, פיתוח חומר עוזר ללמידה ולהוראה, מחקרים והועבה.

בסוף שנות התשעים וכתבו מהדורות מעודכנות ליהדות הלימוד התעשייתית (קסנו, 1998 ו- קסנו, 2000), המבאותו הן את המגוון החדשנות והשינויים שהחלו בתעשיות חכמיות והן את ההתקנות והשינויים שהחלו בסוגיות הלמידה ובתפישות ההוראה.

השני הבולט ביותר בתוכנים הוא שילוב רחב של נושאים סביבתיים והדגשת חשיבות השמורה על איכות הטבעה והבטיחות. השני הבולט ביותר בסגנון הלמידה הוא פיתוח הלימוד העצמאי, פיתוח חשיבה ביקורתית (למשל על ידי חתיכחות לכתבות עיתונות ולארועים אמיטיים), פיתוח חשיבה רב-משתנית (למשל שילוב שיקולים מתוחמי מדע, טכנולוגיה,

邏輯ית שונות השמונה הchallenge להשתתפה מגמה שונה שהתקבלה בשילוב פרקי לימוד שלמים המבוססים על אירועים תעשייתיים (case studies). הנושאים שנבחרו היו רלוונטיים וمتאימים לאוכלוסיות השונות והדגישו את הקשר בין המדע לטכנולוגיה ולחברה. תוך כדי שימוש באירוע התעשייתי התלמיד לומד עקרונות ומושגים כליליים בכימיה (Holman, 1985). במסגרת זו פותחו נושאים שונים באנגליה, אירלנד, ודרום אפריקה Brand, 1991, Cane 1984, 1985, Swinfen 1984, 1985 ועוד.

ניתן לתאר מודל זה (application first) באמצעות הסכמה הבאה:

עקרונות ומושגים כליליים בכימיה



שרוטוט סכמטי מס' 2

שילוב הוראת נושא התעשייה הכימית בישראל

סקירה כללית

תהליכיים מקבילים התרחשו בהוראת הכימיה בארץ, כאשר בתילה שולבו זוגמאות מעולם התעשייה הכימית בפרקים העוסקים בעקרונות הכימיים (נצר 1960, נצר 1975). בשלב מאוחר יותר נקבעה ייחידת לימוד קצהה בנושא החדשנים (הופשטיין, 1977), שהינה במשך שנים רבות חלק בלתי נפרד מתוכנית הלימודים של כל תלמידי הכימיה (ברמת 3 י"ח). לאחר מכן נקבעה (נאה, 1982) ייחידת בחירה לתלמידים המתמחים בכימיה (5 י"ח), המחייבת בקצחה שלושה מפעלים תעשייתיים הנוגעים לתחומיים שונים של התעשייה הכימית בארץ.

בסוף שנות השמונים, יחד עם עליית התפיסה לגמ"ס ספרי הלימוד בכימיה ושינויים שעשו בתוכנית הלימודים כדי להתאים למוגמות ולעניטויים שהתרחשו בעולם, הוחל בפייטהו ייחידת לימוד חדשנית לתלמידים המתמחים בכימיה (5 י"ח). ייחידת לימוד אלו התרקדו בנושאים תעשייתיים ובمפעלים מוגדרים (case studies), תוך התבוסה על רצינואל המנסה לחתיג דרכן סיפורה של העקרונות עליהם מבוססת התעשייה הכימית.

תוך כדי לימוד הנושא יישמו התלמידים עקרונות ומושגים שנלמדו

ותנאי תנובה), מסירות ותמיון, תגבות חמצון-חיזור, תגבות חמצחה-בסיס, חישובים כמותיים, שווי משקל כימי, אנרגיה כימית, טרמודינמיקה, מהירות תנובה, זרים.

היבטים טכנולוגיים

תומרי גלם, תוצרת, מוצריו לוואי, מחקר ופיתוח, התהליך ייצור תעשייתי, תפוקה, המורה וניצול, מיחזור והשבה, מקורות אנרגיה ושיקולי אנרגיה, תרשימים זרימה, גימלון, מתקנן תצי'רושטי, התהליך מניע ורצין, חומריו מבנה, שיטון, שיטות הפרדה, טיפול בפסולת תעשייתית, מתקני ייצור וחידות פעולה, אמצעי הובלה, אמצעי אחסון, פיתוח טכנולוגיות יהודיות ליצור, טכנולוגיות שימוש.

היבטים אקולוגיים

כימיה י록ה, סכנות וסיכון, רעליות חומרים, רישום ורישוי חומרים, פסולת רעליה, טיפול בפסולת תעשייתית, מניעת תאונות, חוקים ותקנים לשימירה על איכות הסביבה, כללי בטיחות, ציוד בטיחות, הובלה בטיחותית, אחסון בטיחותי, זיהום אויר, זיהום מקורות מים, זיהום קרקע, מיחזור פסולות תעשייתית.

היבטים אוחרים (חברתיים, כלכליים ועוד)

מקומות מפעלים, היבטים כלכליים (היעץ, ביקוש, רווחית, תשומות, עליות ייצור...), חיסכון בתשומות (מים, אנרגיה...), שיקוליrah לאדם, בעלי מקצועות שונים, ביקורת טיב, הבתוות איות, שיווק ומכירות, פרסום, פטנטים, היבטים מדיניים ופוליטיים. ניצין שוגם בתוכניות אשר נכתבו עבור תלמידי מوطיב ותלמידי חטיבת הביניים יש התיחסות לארכעת העשאים הכלליים הללו, אלא שבהיקף וברמת העמeka מצומצמים יותר.

לימוד הנושאים התעשייתיים מאפשר לתלמידים להכיר תחומיים שונים ומגוונים בתחום המדע השימושי והטכנולוגיה, מגיש אתם עם הרשכבות החברתיות והטכניות שלם ומקנה להם ידע כללי בנושאים רבים שלא היו נחשים אליהם אילמלא העיסוק בנושא התעשייה הכימית:

- השפה הבסיסית על עולם התעשייה הכימית
- שיקולים מרכזים בעולם התעשייה הכימית
- ההבדלים בין התהליך המעבדתי והתהליך התעשייתי
- האופי הדינמי של התפתחות התעשייה הכלכלית ומוסדרה
- הקשר והשפעה שבין התעשייה הכלכלית וה下さいיה הכלכלית בפרט לבין תחומיים אחרים בתעשייה כמו איכות סביבה, כלכלת, פוליטיקה
- הקשר בין מדע וטכנולוגיה בין התעשייה הכימית.
- בעלי מקצועות שונים בעולם התעשייה הכימית.

בספרים sollen תבניות כללוות ודריכים הוואדיות, שמטרתן להראות את העקרונות המשותפים לתהליכיים שונים ואת השיקולים הדומים שחייב לעשות בעת דין בעיות שונות. כל זאת כדי לעזרה לתלמידים לפתח תוכנה כללית ולא להישאר

כלכלת וסבביה לצורך פתרון בעיות) ויכולת להתמודד עם בעיות הדורשות חשיבה ברמה גבוהה וידע מתחומים שונים (למשל משימות תכנון, דין בעיות אתיות ומוסריות).

החל משנת הלימודים תשנ"ט החלו בשילוב הורוגטי של יחידת לימוד ראשונה (שני, 1999) העוסקת בנושא תעשייתי מיועדת לאוכלוסייה התלמידים שבחרו לא להתמחות במידה. תלמידים אלו למדו מודע במסגרת תוכניות "מדע וטכנולוגיה בחברה" (מוסט"ב). יחידת לימוד זו מתמקדת בנפט ובתעשייה הפטרווכימית. אלו מכוונים בעתיד להרחיב את הפעולות בקרב אוכלוסייה תלמידים זו.

כמו כן הינו שותפים בהכנות תוכנית בנושא תעשיית הצבעים (שער וקסטר, 2000) עברו תלמידי חטיבת הביניים (מטמן- מדע וטכнологיה, מכון ויצמן). באופן זה נוצר קשר בין התעשייה הימית לבין אוכלוסיות גדולות יותר של "אזור הארץ", שיבורה המהוות קהל יעד מרכז להמצאת ומומחה של התעשייה, שיבורה ותרומתה לחברת ולכלכלה המדינה זהו המאגר האנושי ממנו יצא דור העתיד של מקבלי החלטות בתחום הכלכליים, המדיניים, החברתיים והכלכליים.

חשוב להזכיר, כי לכל ארון הדרך לא ניתן היה לפתח את חומריו הלימידה ולשלב אותם בצורה מוצלחת בתוכניות הלימודים ללא שיתוף הפעולה עם מפעלי התעשייה הכימית שהוו את מקור הידע העיקרי, ולא הסיעו והעידו שניתן על ידי כימיקלים לישראל בע"מ והאגף לכימיה ופרמצבטיקה בהתקשרות התשעינים. כל אלו ראו את חשיבות הנושא ותרמו להוראת הכימיה ולעיזוז לימודי הכימיה.

מודול ועקרונות לפיתוח ייחודת הלימוד התעשייתית

המודול על פי כתבו ייחודת הלימוד בנושא התעשייה דמה לסכימה מס' 2. כאשר ההבדל העיקרי הוא בגישה האומرت לא ללמד את העקרונות והמושגים במדרך תוך כדי שימוש בפרקם הקודמים התעשייתי, אלא לבסס את העקרונות שנלמדו בפרקם הקודמים ולהראות כיצד הם מיושמים הולכה למעשה בנסיבות התעשייתית במפעלי הייצור ובחיי היום-יום (כאשר נעשה שימוש במוצרים השונים). שתי ייחודות הלימוד פותחו על פי אותן מטרות הוראותיו ואוטם קווים מנחים וכללו מרכיבים דומים (Kesner, 1997a). המטרה הייתה לתת לתלמידים הזדמנות לראות את הקשר והשפעה הדידית בין מדע, טכנולוגיה, סביבה וחברה. להלן דוגמאות למושגים ונוסחים מתחומי המדע, הטכנולוגיה, הסביבה והחברה, המשולבים ביחסות הלימוד התעשייתית לתלמידים המתמורים בכימיה (5 חיל):

היבטים פימיים
מבנה וקיור, תכונות כימיות, תגבה כימיות (מגיבים, תוצרים

תכנן ותאר על ידי תרשימים זרימה את השלבים הנדרשים, לדעתי, כדי ליצור תמיסה מימית נקייה של מימן ברומי ממין וברום בחומר גלם.

דוגמאות אלו ממחישות את הפענה שתחום התעשייה דורש מה תלמידים להתמודד עם דרכי חשיבה מגוונות ומיוחדות: חשיבה רב תחומיות-היבטים ואוזיות שונות לכל בעיה-חשיבה רבת משתנים - הפתרונות מבוססים על מספר רב של משתנים חשיבה ברמה קוגניטיבית גבוהה-דורשת השוואה והערכתה של אפשרויות שונות לפתרון חשיבה מעשית וишומית-דורשת לעתים קרובות פתרונות של פשרה.

כל אלה התלמידים לא מודלים בדרך כלל במתוך לימודם שליהם, שכן לרוב הם עוסקים בעיטה בעלות פתרון אחד מוגדר.

המרכז לקשר בין התעשייה הכימית ומערכת החינוך- מודול ועקרונות

המרכז לקשר בין התעשייה הכימית למערכת החינוך" הוקם במחלקה להוראת המדעים במקון ויצמן למדע, בשותות האגף לכימיה ולפרמצטטיקה בתאגדות התעשייה הכימית בישראל וכייקלים לישראל בע"מ. המרכז החל בפועלתו בראשית תשכיב (1991) והוא מהוות מוקד ארצי לקשר בין התעשייה הכימית לבין מורי הכימיה בתנאי הספר התקיומיים בארץ. מצד אחד נבע הצורך במרכז מכך שנושא התעשייה הכימית הפך למרכיב חשוב ביותר בתוכנית הלימודים. מצד שני היו גורמים שונים בתעשייה הכימית שראו פנוייה אל אוכלוסייה תלמידית תעסוקה מטריה חשובה ומורכזת, הן כדי לעודד את לימודי הכימיה וכן כדי לתמוך לחינוך אורח העתיד.

בהתחלת פעולתו של המרכז הוא נועד לשרת אוכלוסייה מוגדרת של תלמידים המתמחים בכימיה ומוריה (5 ייחדות לימוד). כיים אוכלוסיות העיד אליה מכובשת פעולות המרכז היא רחבה. ביותר וכולה את כל לימודי הכימיה, מתמחים ולא מתמחים. אוכלוסייה זו מהוות מקור עיקרי לבוגרים שיוכלו להשתלב בעתיד לימודי הכימיה, ההנדסה הכימית ומקצועות מדעיים אחרים בהם נדרש ידע בכימיה.

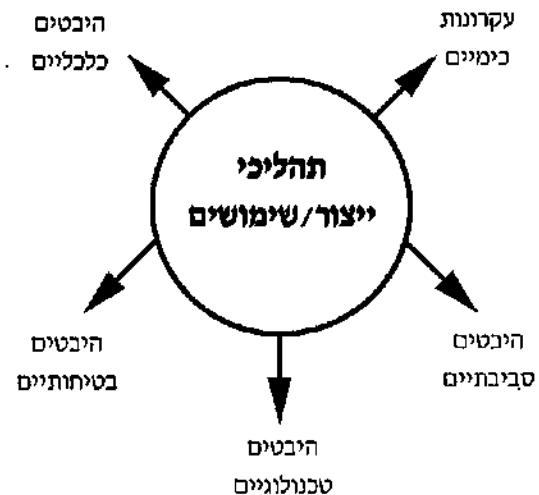
חפטורות עיקריות של המרכז הן:

1. לספק מידע מעודכן למורים על התעשייה הכימית בישראל.
2. ליעץ למורים ולתמונה בהם בכל התחומים הקשורים להוראת טשיי התעשייה הכימית.
3. לקשר בין מורי הכימיה לבין מפעלי התעשייה הכימית לצורכי

ברמת המקדים הפרטיים והמידע הספציפי.

להלן מספר דוגמאות:

הסכמה הדנה בשיקולים שונים המהווים בסיס לתכנון תהליכי הייצור וכך כמו כן לדין בשימוש במוצרים:



שאלות המבוקשות הצהה של דרכי הפעדה שונות:

תהליך הייצור והשלבים השונים, החומר המופרד והרכיב התערובת ממנו הוא מופרד, שיטות הפעדה, העקרונות עליהם מבוססת שיטת הפעודה.

שאלות המבוקשות התאמת בין המוצר לשיטת האחסון ולהומר המבנה כמוו עשוי מילך האחסון: החומר המאוחסן, אופן האחסון, חומר המבנה, השיקולים המשפיעים על בחרת חומר המבנה.

שאלות המבוקשות חשיבה ביקורתית ויכולת הסקת מסקנות: יכולתי הוכחשה של אשגן חנקתי לפני זהרגמו למשיקן הגירעון עשה על ידי המשט האשגן החנקתי בימי. מהי הסכמת הכרוכה בניקוי באמצעות שטיפה במים? מהו סדר הפעולות על פיו יש לבצע את השטיפה במים כדי למנע סכנות אלו?

שאלות המבוקשות דין בנושא אני מוסרי: מדעה מפותחת נבחנת, בן השאר, על הדריכים בכך היא מפותחת בפסולת מסוכנת. הסבר.

מהם השקלים بعد ונגד הוצאה מגיל ברומי משימוש?

מטרות תכנון בצוותים וניתוח השוואתי של תוכניות הוצאותים השונות:

תורמים רבת לطلמידים וממחישים להם את מינדיות האמיטיים של התעשייה הכימית ואת חשיבותה לכלכלת המדינה. ה苍רים מצינים כי הספר תורם להמחשת הנושאים הנלמדים בכיתה, ולהיכרותם עם המפעלים הכימיים.

סיכום והערכה:

את שלבי ההטמעה הראשונים של נושא התעשייה הכימית בתוכנית הלימודים (1994-1989) ליווה מחקר מקיף, שעסק בו במורים המיישמים תוכניות אלו בשיטת זהן בתלמידים, שהם מעשה קהל הידע (קסנר, 1995). כמו כן במהלך כל חמש שנים שמר קשר עם מורים רבים לקבלת משובם הן בנוגע לתוכניהם והן בנוגע לדרכי ההוראה.

משמעות

כאמור, הבשת המורים היא חלק בלתי נפרד מתהליכי ההטמעה בשיטת. נבחנו היבטים שונים ברקע ובعمודות של המורים בהקשר לנושאי התעשייה הכימית ונבנו מודלים להשתקפותו, אשר שופרו במהלך השנים. מאות מורים השתתפו בהשתלמותו, אשר שקבעו בהם רקע כללי והעשרה בנושא וכליים בסיסיים להוראה בכיתה. כמו כן נערכו סדנאות רבות למורים, שכבר הונכו בהוראות הנושאים, ורצו לגונן ולשפר את דרכי ההוראה.

התלמידים

מחקר מקיף במיוחד עשה במהלך שתי שנות לימוד (תשנ"ב-תשנ"ג) בקרב אוכלוסיות רחבות של תלמידי כיתות י"ב (כ-500 תלמידים בכל שנה) מבתי ספר שונים (כ-20 בתים ספר בכל שנה) מכל רחבי הארץ. נבדקו (Kesner, 1997b) חן ההישגים בתוכני התוכן (מושגים ועקרונות כליליים בנושאי התעשייה הכימית) וכן העמדות כלפי לימודי הכימיה ואוריינות הלימודים בכיתה (Fraser, 1986).

בחשווות העמדות כלפי לימודי הכימיה ואוריינות הלימודים בכיתה בין תלמידים שלא למדו נושא התעשייה הכימית לבין אלו שלא למדו את נושא התעשייה הכימית (שני הנושאים) נתקבלו תוצאות עיקריות הבאות:

תלמידים שלא למדו נושא תעשייה כימית רואו את לימודי הכימיה שלהם **במחות ולוותיות וייעומיות** בהשוואה לאלו

שלמדו נושא תעשייה כימית.

בקרב התלמידים שלמדו נושא תעשייה כימית השפיע גיון דרבי ההוראה בכיתה על עמדות התלמידים. תלמידים שמרו להם שילבו פעילותות שונות (כמו סיור במפעל, קרייאת כתבות מהעיתונות, דיוונים בסוגיות עסקוחיות) וגונן את שיטות ההוראה (זהוראה בקבוצות, דיוונים כתמיים, פרויקטים אישיים וכו').

ראו את לימודיים כיוון מונחים, רלוונטיים, ישומים ו邏輯יים

אוותם להיות אורחי העתיד.

ארונו סיורים לימודים (כ-3500 תלמידים וכ-100 מורים מסיירים ב-20 מפעלים בכל רחבי הארץ מדי שנה).

4.קשר בין מורי הכימיה לבין מפעלי התעשייה הכימית כדי להפעיל פרוייקט בו אנשי תעשייה נוטים הרצאות בתבי הספר.

5. לפתח פרסומים מתאימים, חומר למידה וערוי הוראה, אשר יציגו בפני אוכלוסיות המורים וה苍רים נשאים מגוונים הקשורים בתעשייה הכימית.

6. לא רק השתלמויות מורים, סדנאות וימי עיון בנושאי התעשייה הכימית.

7. לצור מטרת מתאימה למורים בשטנון אשר ירצה להשתלם בנושא תעשייה הכימית, להכירה מקרוב ולעבדה בה.

8. להקים ולתוחק בנק מידע על התעשייה הכימית אשר יהיה זמין לבני הספר.

9. להקים ספריות השאלת ספרות מקצועית בנושאי התעשייה הכימית ולעוררים או-קוליים, סרטיים וכו'.

זוגמאות לחומר שפותחו על ידי המחבר

1. מוצאים של התעשייה הכימית בישראל - ספר רקע למורה ולתלמיד.

2. מפעל תעשייה כימית בישראל - ספר רקע למורה ולתלמיד.

3. הכימיה ואיכות הסביבה - לקט מאמרים.

4. ערכות הרזאה (שקייפים ודפי אוור לרצאה) על 7 מפעלים.

5. הטיפול בפסולת תעשייתית מסוכנת - ספר העשרה למורה ולתלמיד.

6. ים המלח מקור חיים - ספר לימוד.

7. תעשיית הדשנים בישראל - ספר לימוד.

8. הבורות ותרכובותיו - אוסף טרנסניט לסטודנטים ניסויים מוסדרים וסדרוני תודמיות.

9. סיור לימודי במפעל - חוברות הדרכה לתלמיד: מפעלי ים המלח, נילית, בית הייזוק, רותם אמרט נוב, תדיiran.

10. עיתון למורי הכימיה - "קשר לתעשייה הכימית".

טיורי תלמידים ומורים במפעלי התעשייה הכימית:

במשך השנים הלאן והתפתחו תחום סיורי התלמידים והמורים במפעלי התעשייה הכימית. יצרו קשר עם כ- 20 מפעלים בכל רחבי הארץ, תכננו יחד עם נציגי המפעלים מערבי סיורים הכללים הרצאות, סיור במתקנים וביקור במפעלים. נכתבו דפי הדריכה למורים להכנות התלמידים לשירות ובניהת תרצף הלימודי (מלולת, 1989, שן, 1995) ועבור מספר מפעלים אף כתבעו חוברות עמלה לתלמידי. מכמה מאות תלמידים וכמה שורות מורים שסייעו באירועים מרכזיים מדי שנה בשנים הראשונות, הגיעו יותר מ- 3000 תלמידים ומאה מורים לשנה בשנים האחרונות. מתגובה המורים שסייעו עם תלמידיהם אלו למדים כי סיורים אלה

בעורcht המשך הקשר ושיטור הפעולה עם מפעלי התעשייה הכימית בארץ.

סיכום

בימים אלה נערכים בוועדת המקצוע (הממונה מטעם משרד החינוך) דיונים לככיבת תוכנית ללימודים חדש בכימיה. במסגרת זו הוחלט לשלב את פרקי התעשייה הכימית כנושאי בחירה למתמחים.

כמו כן קיימת מחשכה לשלב נושאים נוספים בתעשייה כמצוות, מיקרופרוסטרומים, מזון, קוסמטיקה וכו'. זאת, כדי להגדיל את מגוון התהווות המוצגים לתלמידים ולהציג לצורה זו את הרלוונטיות לחיו היומיום אצל אוכלוסיית תלמידים גדולות יותר. כמו כן יש כוונה לחושף את התלמיד ליותר מתחום תעשייתי אחד במחלק לימודי ולאפשר שילוב חידושים קשטים יותר ואורוועים תעשייטיים שונים ומגוונים בהקשרים רלוונטיים ויישומיים לאורך תוכנית הלימודים כולה.

בموhn מסויים זהה תורח למודול המתואר בסכימה מספר 1. במקביל תהיה קיימת גם האפשרות להתמקד בנושא תעשייתי ספציפי כמפורט בסכימה מספר 2.

שילוב נושא התעשייה הכימית נועד חזדמנויות רבות לגיון דרכי ההוראה וההapticת לימודי הכימיה לרלוונטיים וישומיים. שילוב נושא התעשייה הכימית הפך לחלק בלתי נפרד מההוראה הכימיה בתיכון בעידן המודרני. זה תחום שאין להתעלם ממנו ויש לו תרומה חשובה ביותר, הן לחינוך התלמידים שיפנו לתהומי המדע והטכנולוגיה והן לחינוך כל אוכלוסיית התלמידים使之יהו אוריינות העתיד ושותפים לקבالت החלטות תברתיות, מדיניות, כלכליות ותעשייתיות. גם אם ילבש טשה זה צורה אחרת או יעבור שינויים כלשהם, אין להתעלם מחשיבותו ומהמקומ שהוא מופס בהוראת הכימיה בארץ ובעולם.

ג'יבילוגרפיה

בעמיה

הופstein א, 1977. התעשייה הכימית בישראל, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

מלך ר, 1986. מדריך לסייע בתעשייה הכימית. פבוסס על סיור במפעל תרכובות ברום, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

נאה ג, 1982. מפעלים כימיים בישראל, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

נצר ז, 1960. כימיה כללית, הוצאת הקיבוץ המאוחד, תל אביב.
נצר ז, 1975. כימיה כללית, הוצאת הקיבוץ המאוחד, תל אביב.
קסנר מר, 1988. סיירוח של מפעל חיפה כימייקלט, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

חשיבות ציון כי לא נמצא הבדלים מובהקים בהישגים ובمعدات: בין תלמידים שלמדו נושא תעשייה כימית שווים (ברום ודשנים). בין ניס ובנית בכל קבוצות המתקר (תלמידים הלומדים תעשייה כימית, תלמידים שאינם לומדים תעשייה כימית, תלמידים הלומדים נושא תעשייה כימית שונות).

משמעות ותוכניות לעתיד- פרויקט מאגר פעילותות ומידעה שיעולה על הרשות.

לאחרונה החלו בפרויקט של בניית מאגר גדול של פעילותות למוחזות בנושאי התעשייה הכימית והיישומים בחיי היום-יום, שיעלה על רשות האינטרנט ויהיה זמין לכל מורה ותלמיד. פעילותות אלו יתוכננו כך שנitin יהיה להשתמש ולשלב אותן בהתאם לאורך כל תוכנית הלימודים.

פרויקט זה יש שתி מטרות עיקריות:
1. הרחבת והעשרה של פרקי התעשייה הכימית הקיימים על ידי הצעת פעילותות מגוונות נוספת. הרחבת מגוון התעשיות תוך כדי הכללתן של השלבותיהן על חיי היום-יום והקנית אוריינות רחבה בתחום.

2. העשרה תוכנית הלימודים בכימיה ברמת 3 (חידות למד לכל אורך בהיבטים תעשייתיים מגוונים, רלוונטיים ויישומיים להקניית אוריינות מדעית וטכנולוגית של אורתוי העתיד ולהגנתה הענין והומוטיבציה ללמידה נושאים אלו).

כדי ל"תרגס" ויעונות אלו הlected למשנה נפתח חומר ללמידה ממוחשבים ואינטראקטיביים שיעסקו בנושאי התעשייה השונים וישומיהם בהרואה וההapticת לסטודנטים והتلמידים לאורך כל לימודיהם ולכל אוכלוסיות התלמידים.

חומרו הלמידה שיפורתו יהיו מתוכננים כך שיכל נושא המופיע בתכנית הלימודים יהיו דוגמאות מתאימות מתחומי התעשייה הכימית השונים. התלמיד יוכל להיחשף להומרי למידה אלו בرمמות שונות של העמלה, החל מהিירות כללית ועד חקירה מעמיקה יותר על ידי הפנייה לפעילויות מעשה גם מאגר מידע על התעשייה השונים ועוד. לאחר זה שהיוהה למשנה מוקorth מידע על התעשייה הכימית יותר על ידי הפנייה לפעילויות מעשה מוקorth מידע על התעשייה הימית וധומי, והוא יכול להשתמש מוקorth מכך. פרויקט זה שכולל בתוכו הרבה מאד עבודה פיתוחה אמרו להיות דינמי ומתמשך ויאפשר שילוב מתמיד של החדשושים בתחום התעשייה הכימית וישומיה, וכך כן לכלול איסטרטגיות ההוראה מגוונות העשויות שימוש בטכנולוגיות החדשנות ביתר של העולם המומחה בכך לדוגמא נוכל לשלב ראיונות עם בעלי מקצועות והתחומיות שונות, ולהראותם במקרים עובדותם, על ידי סרטונים קצרים. יוכל לשלב צילומים ומחשות של מתקנים תעשייטיים, תהליכיים ועוד. כמובן שכל התוכניות הללו תוכלנה להתכנס רק

- on Chemistry, Education, and Society, A. Ramobaud and H. W. Heikkinen (Eds.). (pp. 34-42).
- Kesner, M., Hofstein, A. and Ben-Zvi, R. (1997a). The development and implementation of two industrial chemistry case studies for the high school chemistry curriculum. *International Journal of Science Education*, 19, 9, 565-576.
- Kesner, M., Hofstein, A. and Ben-Zvi, R. (1997b). Student and teacher perceptions of industrial chemistry case studies. *International Journal of Science Education*, 19, 6, 725-738.
- Nae N., Hofstein A. and Samuel D. (1980) Chemical industry, a new interdisciplinary course for secondary school. *Journal of Chemical education*, 57, 366-368.
- Robinson F. A. (1976). Chemistry and the new industrial revolution. A paper prepared for the Science in Society project, based on the Presidential Address to the British Chemical Society.
- Swinfen T. C. (1984). The Production of Chlorine and Sodium Hydroxide-Which Process?. An advanced curriculum package, University of York, U.K.
- Swinfen T. C. (1985). Methanol and Gas Synthesis-Factors in Industrial Chemical Decision Making. An advanced curriculum package, University of York, U.K.



מִרִי קְסֶנֶר

בוגרת תואר ראשון בביומינריסטית תל-אביב, תואר שני שלישי בהוראת המדעים במכון ויצמן למדע ובקביל עסקה בתעשייה הכימית במכון ויצמן למדע ובקביל ההוראה בכימיה במכון ויצמן למדע ובקביל עסקה בתעשייה התענוגית: פיתוח חומרי למידה לחטיבה העליונה ולחטיבות הביניים, הפעלה בשטח ובכלל זה העברת השתלמויות והדרכות מורים, מחקר והערכה בהוראת הכימיה.

- קסנר מ., 1990. הכרום ותרוכנותו, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- קסנר מ., 1990. ספוח של מפעל חיפה כימיים, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- קסנר מ., 1995, פיתוח, הפעלה והערכה של גישות שונות להוראת נושאים פן התעשייה הכימית בבית הספר התיכון, עבודת דוקטורט, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- קסנר מ., 1998. לא על הדשן לבדו, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- קסנר מ., 2000. לא על הכרום לבדוק-מים המלא למשרים בשירות האדים, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- שניש, 1995, מפעלים כימיים בישראל-חוbertה הדרכה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- שניש, 1999. הזוב השחור, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
- שר ל. וקסנר מ., 2000. דרך העיבר-מערכות בתעשייה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

באנגלית

- Brand M., Gerrans G., McCarogher K., and Pool C. (1991). Zinc today and through the ages. *Spectrum*, 29, 17-20.
- Cane M. C. V. (1984). Ammonia and protein-Why use fertilizers? An advanced-level Curriculum package, University of York , U.K.
- Cane M. C. V. (1985). Aluminium production and use. An advanced-level Curriculum package, University of York, U.K.
- Fraser B. J. (1986). Classroom learning environment (London: Croom Helm).
- Hofstein A. and Yager R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the 80's. *School Science and Mathematics*, 82, 539-547.
- Holman J. S. (1987). Contrasting Approaches to the Introduction of Industry and Technology into the Secondary Science Curriculum. In *Education, Industry & Technology. Proceedings of the Bangalore conference on Science and Technology Education and Future Human Needs*, D. J. Waddington (Ed.). ICSU Press, by Pergamon press. (pp. 31-37).
- Kempa R. F. (1983). Developing new perspectives in chemical education. In *Proceedings of the seventh International Conference*

Ben-Gurion University, Beer Sheva.

* Dedicated to the memory of Shneior Lifson whose seminal work in this area showed the way forward.

The question of how life emerged on the primitive earth remains one of the most challenging scientific riddles of all time. I began to take a serious interest in this subject some two years ago and to my surprise found an area in disarray. I found that the various theories that had been proposed over recent years to account for the transformation from inanimate to animate were often strikingly different, contradictory in some key elements, and frequently based on quite different premises. Where on the planet did life emerge - on the earth's surface under the action of solar radiation, or in hydrothermal vents under the seas? Or did early life arrive here from some extraterrestrial source? What was the composition of the early atmosphere that led to life's emergence - a reducing atmosphere of methane, hydrogen, ammonia and water, or a neutral one containing mainly carbon dioxide, nitrogen and water? And given that life systems are primarily characterized by a metabolism and the ability to reproduce, which came first - metabolism or reproduction? What is the source of the complexity associated with all living beings, even the simplest ones? Is life's emergence due primarily to laws of complex systems that have yet to be defined, as advocated by some? Or is the emergence of complex biological systems explicable in terms of established physical and chemical principles? Even a sense that the many different theories were showing some signs of convergence toward a more broadly defined general theory seemed to be lacking. Thus, beyond the wide agreement that life is no more than the manifestation of a physico-chemical process, the general questions of where life originated, by what mechanism, and even by what general principles remains an open one.

Given that the solution to the problem of how life on earth emerged is not just chemical but also historical in nature, one might legitimately ask if the answer will ever be known. There is a considerable difference between asking how life actually did emerge and how

HOW DID LIFE BEGIN? WHY DID LIFE BEGIN? *

life could have emerged. In fact given Popper's ideas on scientific methodology, there is concern that detailed theories on the specific mechanisms that led to the emergence of life are problematical if they are not, at least in principle, falsifiable. So where does one proceed from this confusing starting point? What questions regarding life's emergence can we legitimately ask in the present state of knowledge? What general conclusions do the existing theories allow us to reach, when we consider the various points of disagreement? My current research interest is to address aspects of these fundamental questions, and by taking a different methodological approach, to propose some tentative steps that may aid in their resolution.

The Nature of Causation

In my view a useful starting point requires us to address more clearly the nature of causation. The question of what causes change and motion in the universe has been the subject of scientific inquiry since the time of Aristotle and before. Though Aristotle outlined the framework for modern scientific thought, the teleological viewpoint that he helped establish proved unable to adequately explain the design and order so evident in the world, particularly with regard to living systems. It was only during the seventeenth century, two thousand years after Aristotle, that the modern philosophical foundations of the natural sciences were laid down by Descartes, Bacon and others. The essence of that change was that the deeply entrenched teleological view of nature, in which purpose underlay natural phenomena (that is, processes occurred as means to achieve particular ends) was replaced by a mechanical-mechanistic world view, in which all of nature, including living systems, behaved according to well-defined laws of nature. The comment attributed to van Helmont in 1648: "All life is chemistry", characterized this new way of thinking, and was reinforced 150 years later by Emmanuel Kant, though interestingly, Kant's view of living systems as a "natural purpose" remained teleological, and led to his famous

comment that there could never be a Newton able to explain "a single blade of grass."

In line with the modern scientific methodology, all recent theories regarding the emergence of life are mechanistic in their approach. All ask the mechanistic how question but not the ostensibly inappropriate teleological why question. The why question seems to take us back to that discredited methodological approach in which purpose played such a dominant role. But to refrain from asking why questions is to misunderstand the methodology of modern scientific inquiry. As Wicken has cogently argued¹, asking the why question remains an essential component of scientific understanding and therefore a legitimate component of modern scientific methodology. A two-tiered approach to causation is often crucial in obtaining a proper understanding of natural phenomena; understanding whys is no less important to discovering hows and in fact in many cases may be an important preliminary step before the mechanistic how can be tackled. So, for example, in the context of chemical reactivity one might ask both how and why do chemical reactions occur? The how refers to the mechanism of the particular reaction - that is, the detailed description of the individual steps that lead from reactants to products. For example, does it proceed in a concerted one-step process, or are intermediates formed along the reaction pathway? Is some form of energy input, such as irradiation, required for the reaction to occur? Is a catalyst involved? But understanding why the reaction occurs is a necessary preliminary step to understanding how it occurs, and it is the conceptual framework of thermodynamics that provides an answer to this question. The laws of thermodynamics teach us that energy flow has direction, that macroscopic chemical systems react because there is a driving force that strives to increase the entropy of the reacting system till it reaches a maximum - the so-called equilibrium state. Interestingly, the thermodynamic explanation as to why a reaction takes place is teleological in nature since the consequence of a process (an increase in entropy) is proposed as the

reason for its occurrence.

Life's Driving Force

The phenomenon of life is unique - in its complexity, its diversity, its teleonomic character, and its sheer abundance on this planet. We believe that merely asking the mechanistic question: how did life begin is insufficient. We need to ask the preliminary question: why did life begin, teleological misgivings notwithstanding. It is this question that constitutes the true mystery, the one that Darwin judiciously ignored, the one that Kant proclaimed, and through his famous "to explain a single blade of grass" comment, to be insoluble. Just as gravity constitutes a fundamental physical force by which an enormous range of physical phenomena can be understood - providing an answer to many why questions - so we suggest that the life phenomenon, so uniquely different to inanimate chemistry, needs to be addressed by both how and why questions. In effect we need to find the modern scientific expression for the vital force, the physical or chemical law from which life's essence may be deduced.

One might initially propose that the driving force for the life reactions is just the same as that for any other set of chemical reactions and can be understood in thermodynamic terms. In one sense this is true - a living system coupled to its energy source does, of course, fully obey the laws of thermodynamics. But despite life's compliance with the laws of thermodynamics, living systems do exhibit a strange thermodynamic behavior. Life is a far-from-equilibrium system and as we have recently pointed out, many of life's metabolic reactions actually proceed up-hill in a thermodynamic sense², and only take place because they are powered by an external energy source. In fact from a thermodynamic perspective living systems operate very much like a refrigerator. A refrigerator's operation involves the transfer of heat against the normal temperature gradient - from cold to hot - and it is only due to an external source of power that the up-hill direction of heat flow is permitted. Similarly, with

living systems it is only due to the constant input of energy - through either nutrition or photosynthesis - that life's up-hill metabolic processes can take place. So though life's processes do not disobey the laws of thermodynamics, one might say that they proceed despite the natural thermodynamic direction that favors death and disorder over life and order.

So if maximizing entropy is not the driving force for life's reactions, what is? What principle can explain the systematic and persistent drive of a natural system toward complexity and organization? Clearly such organization did not come about by chance alone. There is no accepted teleomatic principle that can explain the spontaneous emergence of a metabolic system. There is no known scientific principle that predicts or explains the tendency of a natural system to tap into some external source of energy in order to power its counter thermodynamic direction. This is not to say that natural systems do not or cannot organize. For example micelles or crystals are two common examples of supramolecular entities that form spontaneously under appropriate conditions. However in contrast to living systems this type of spontaneous ordering is driven by a thermodynamic force, and always results in an increase in entropy. Life on the other hand is constantly striving in the opposite direction.

In order to obtain some hint as to what is the driving force for the life phenomenon, we need to ask what was the initial reaction that began the process that initiated life's emergence. Eigen³ has proposed that a simple molecular replication reaction constitutes the primal life reaction. While there is no wide agreement regarding the chemical nature of this replicating entity, all we really need is an in principle characterization of that entity - the fact that it possesses the remarkable ability to replicate. We have recently pointed out that the replication reaction is indeed driven by a powerful extrathermodynamic driving force, even without knowing, or needing to know, the precise structure of the replicating entity². At this point it is sufficient to point out that replicating entities do exist, are experimentally observable, and that life itself is a

manifestation of that chemical replication process. However, what is unique about the replication reaction is that, being autocatalytic, it has an enormous amplification effect simply because the kinetic rate equation is exponential in form⁴. Lifson⁵ recently pointed out that an autocatalytic reaction could in principle take place some 20 orders of magnitude faster than a regular catalytic one. The magnitude of this number is crucially significant and life's essence hinges on this simple fact. Numbers of this magnitude propel molecular quantities into macroscopic ones, macroscopic quantities into cosmological ones, Newtonian forces into nuclear ones. Such enormous rate differences place replication in a unique kinetic category and enable us to differentiate between what we would call "regular chemistry" and "replicative chemistry". In other words, once matter present in either microscopic or macroscopic quantities, and capable of replication begins to do so, we are entering a kinetic world of awesome power, one that is in a unique class of its own. Thus the point we are making is that life processes are kinetically, rather than thermodynamically controlled. Replication is at the heart of all life processes, and the exponential form of the replication rate equation has profound kinetic consequences. From a chemical reactivity perspective life is merely an extreme expression of kinetic control.

Implications of Life's Driving Force

In the limited space available here it is not possible to adequately discuss the implications of this idea, but some directions may be briefly mentioned. If we accept the proposition that the power of replication was the force that directed replicating entities in their up-hill thermodynamic direction toward ever increasing complexity, then that proposal has immediate implications for the question how life emerged. Firstly, mechanisms for the emergence of life that do not satisfy this driving force condition would not fit in with our suggestion. So mechanisms associated with the so-called metabolism first school of thought, in which the primacy of metabolism is presumed, would appear

untenable. Our driving force hypothesis considers metabolism to be a consequence of replication so that replication would have preceded metabolism. In our view metabolism is natural selection's solution to the problem of how to counteract the negative thermodynamic consequences of increased complexity that enhanced replicating ability demands. Thus we believe that the evolution of metabolism specifically, and complexity in general, is driven by the kinetic power of replication, and directed by the guiding hand of natural selection.

A second implication of our identification of the power of replication as life's driving force is that the essence of life does not need to revolve around a specific type of chemistry, in this case the chemistry of certain carbon biopolymers - nucleic acids and proteins. In our view the essence of life rests on the concept that replication at any level (chemical, biochemical, biological, or even physical) is autocatalytic and hence driven by the enormous kinetic force alluded to earlier. Accordingly, anything that can make more of itself will tend to abound, and through the mechanism of natural selection will over time tend to get better at making more of itself. If pink tables with blue polka dots could make more of themselves, the world would tend to rapidly fill with pink polka-dotted tables. Happily pink polka-dotted tables cannot replicate, so we are spared such a garish spectacle, but the world is literally brimming with life in its various manifestations, because it is full of entities that can make more of themselves. In other words any kind of replicating entity, whether molecular or supramolecular, and sufficiently complex to undergo imperfect replication, would over time, in principle at least, tend to evolve, leading to the creation of many different life forms. The reason that only one life system (the one based on DNA replication) has managed to emerge (on this planet at least), is highly significant, and may provide some hint regarding the likelihood that any replicating entity formed by fortuitous stochastic chemical processes will be able to successfully follow the long, convoluted evolutionary path to complex metabolic life

forms.

To summarize, I believe that answering the question why did life begin is not only scientifically legitimate, but also scientifically essential. Its answer constitutes a necessary prerequisite to the more difficult historical question how did life begin, which still awaits a satisfactory answer, and should provide greater insight into life's essence - the nature of the life force.

References

1. J.S. Wicken, *J. Theor. Biol.* 117, 363-383 (1985).
2. A. Pross, submitted for publication.
3. M. Eigen, *Steps toward life: a perspective on evolution*. Oxford University Press, Oxford, 1992.
4. The exponential mathematics of replication are awesome: a molecule replicating 79 times becomes a mole, a further 83 replications would (only in principle of course) convert a mole into the mass of the earth (10^{27} grams), and a further 96 replications would convert the earth mass into the entire mass of the universe (10^{56} grams)!
5. S. Lifson, *J. Mol. Evol.* 44, 1-8 (1997).



Addy Pross

Addy Pross was educated at the University of Sydney where he received his Ph.D. in 1970. He then carried out post-doctoral studies at Kings College, London and the Hebrew University, Jerusalem. In 1973 he took up a position at Ben-Gurion University, where he was appointed Professor of Chemistry in 1986. After spending most of his research career in the area of chemical reactivity and organic reaction mechanism, he recently switched his research interest to investigating the mechanism for the emergence of life. He is the author of appr. 100 research papers and a 1995 text, *Theoretical and Physical Principles of Organic Reactivity*.

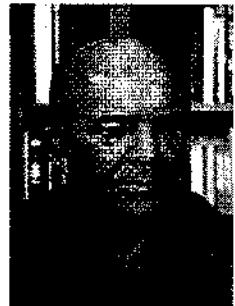
אברה טריינין - כימאי ומטרור

האוניברסיטה העברית, ירושלים

וכאשר ניסוי מסוים לא עלה בידו של אביוויה, התרגשותו אף עלתה: "יאיל זה היה יוצא, את, אך הייitos רואים כמה זה נפלא!" לטענותו של אבנו, גם המכודז יזכיר בו יותר לא יכול להיזכר בלי התרגשות. משהו מן ההתרגשות הזאת ניסה גם הוא להעביר לתלמידיו, והتلמן תמים שביהם שימושו בעצמו מורה בגמנסיה העברית (ויהואסף שלני עמד כולו לרשותה) ואחר כך בשנים הרבות של הוראה אוניברסיטאית. התרגשות דומה אתראה נירה גם לנטיתנו האחורה - הנטיה הספרותית, נטייה שהתחילה בהעיסוקו עוד לפני שידע מה זו כימיה.

아버ט טריינין נולד בתל אביב בשנת 1928 להורי, לאה ואליהו, שהגיעו לארץ בפברד ב-1921 ושםוקן לבן התחנכו. כשהיהו בן שנתיים עברה המשפחה לירושלים, ואת חינוכו היסודי קיבל בבית-הספר "תיכומוני" שכונת מקרוב ברוך. זה היה מוסד דתי-מתון בדתינו אך לא בשיטות החינוכיות, אשר התאימו במידה-מה למבנה עצמו שנבנה בידי הטורקים. עם זאת, נשרו לו מושך כמה זכרונות-יסוד הקשורים בשתי נטיותיו. הזכרון הספרותי קשור בעטונו בית-הספר "חברני", שבו התפרנסה לאשתו יצירתו בדפוס (משהו מלא אמונה בתחית המתים, שלא האמין בה מעולם), והוא שימחה אותו יותר מכל מה שפירסם בעtid (העתון נעלם בגין נירוטיו וכוראה התפורר מרוכך דפודף); והזכרון השני קשור במורה לطبאל אלקלעי, דמות אצילת מיוחדת, שלימד את ישירות הפיזיקה עלי-ידי שהteil על תלמידיו לבנות מכשירים שונים, אף מסוככים, באמצעות פשוטים למדי: סוגים שונים של מאணיים, גלגולות, משאבות, מכבשים הידראולים ואפילו שעוניים. בתקופה ההיא ארעה גם הפגישה עם ים המלח, שבמפעלו הפרימיטיבי בצפון עבד אביו בפרק כשבוע עשרה שנה. היה זה פגישה עם הים המורע עצמו, עם החומרים>Showcases ממינו המשמשים הקדרת, עם מה שמוחלול בהם. הנה הבром, חום-אדמדם, מטפטף בענורות זוכבת ואומרים שהוא יוצא מאייה מלך לנו. וזה ואת אמרת יוצאי איך יוצא נול כוה מלך לנו? האם זה המלח שלנו במונחים: השפעתה של פינויו וועל אבנו התכניתה בעtid בשני כיוונים: כיון השIROה - ים המלח מרבה להופיע בשירותו ובמרכו דמות האב אשר התגמל מחרבין אחר בסין אל האשלג הבלטנייה, "כאליו ארצת לא עלה אלא הוגלה בלי בגד אסירים אל שמנת השרג' בסיביר", והכוון השני - רבים ממחקרים עסקו במלחים, בספקטורוסקופיה ופוטוכימיה של אণונים בתמיסה.

את לימודי אוניברסיטה העברית הוא התחיל בשנת 1946 בהרצופים, אך אלה נקבעו עם פרוץ מלחמת העצמאות, ואת מקומו של המלחים במעבדה לא נאלץ כמותית תפשו בתרילה זומר נפש. זה היה בנסיבות של יהודה שנקרה מושם-מה יישק ביתו, אולי בגל הצורה התמימה של מתוקני הנוף (פנסי כיס



הפגישה הראשונה של אבנו טריינין עם הכימיה הייתה הפניה עם אדון אביוויה, המורה שלו בגמנסיה העברית בירושלים. הוא השפיע על המשך דרכו של התלמיד בן השש-עשרה, לא משומש שהצעתו בידיעותיו או בהוראותיו, אלא משומש אהבתו הנרגשת למה שידע ולמה שהוא. זה האיש שהsofar ס. יזהר מתארו להפליא בספרו "צדדים", כיצד הוא ניצב לפני תלמידיו מול הנוף הפרוש לרגלי גבעת בית הכרם, דיו פרושים, דמעות בעיני, והוא קורא: "ברוך אתה הטבע!". את ספרו הקטן הזה שמורה מתכת במקומו נטה. נזיה ממנה פרווה קטנה. היא רכה וגס וחתכת בסכך במקומו נטה. אנו מוחננים על הכרך והמתכת בשיטה החינוך, אבל כמו גבינה, אנו מוחננים על הכרך והמתכת בשיטה החינוך, אבל רק זה חולף מהר, כי מתכת זו נתפקת מהאויר מהר יותר מהברזל, לכן אנחנו מוכרים לשמור אותה במקומו נטה או בתקן טול אחר דומה לו, שאין בו כלום מן המים חיליה". קצר מן האוסף שלני מצא את דרכו למצבת ביתו של התלמיד חנן (אשר פרד שם יתפס חיליה) ושם העלה תמרות עשן עם פיצוצים בין תבשילים של אמו. בפיצויו הוא הקדיש למורה שיר שתרחילה.

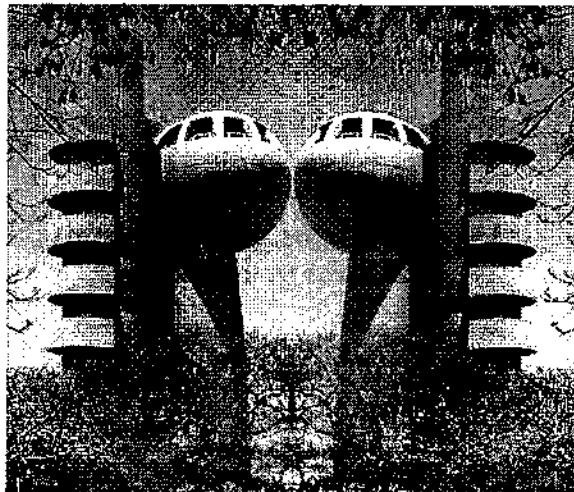
איך נפקחי גָּלְ-מִבְּחָנָה? אם בכלל
טַּרְחָה חֲבֵיכָה - שְׁקָה אֶת בְּגִילִי
בְּעָרָק, זְלִי רְנָאָה שְׁשִׁישׁ מַעֲבָר לְשָׁעִים -
אַשְׁר הַגְּבִיהָ מִבְּחָנָה וְבָה נֹזֵל אֲדָם
פְּקָדָם - אָל בְּלָשׁוֹן שְׁלִי עַיְנָהוּ פְּשָׁעִים
וּבְשֻׁעִי טְפָתָן מְחַשְּׁרוֹת בְּלָאוּ,
מְפַשֵּׂעַ נָעַד עַיִן, הוּא הַלְּבָנָן פְּשָׁלָנָן
וְסִמְאָלָל הַזְּכָאָרָה מִתְּזָנָן סְעִים וּעַיִם
מִן הַחָלָשׁ. אָס בְּכָה, אָל קָטָן, אַפְּרָתִי
לְעַצְמִי, לְפָהָה לְאָזָב לְקָשָׁש
אָל לְקָפֵג אֶת קָשָׁב הַקָּזָן,
אֶת מְרַבְּנִי חַפְרָח הַקְּפָלִים
לְקָנְבָה שְׁלִגְלָ-גְּרַבְּפָים

אנטיגן לון לביאנית,
 איק קייתי נושם בלעדי.
 אויר רוח פרואית
 קיה געלס לפנק
 פי מה שתקה רום
 הפקת אותו לנו
 ומה שבער בתוכי,
 פטלים דעך לנו,
 איק הצלחת להעביך
 ישר אל פפהה נמאנים,
 אל דעתgi השוקלה שהבינה:
 אין גור לא משקל,
 וגם כי יכלת הגור
 לא יגוע קאום בון הפקקל
 גמו למלשל
 גוף מינוס ראנק + גילווניה

בעיקרו שהיה יוצרה במטרה להזידים לאזרורים שבשליטת הביריטים. ההצחה של מתן כוה מעטה על-ידי ניפור אמפולה של חומצה גופרית בungan עם תערובת אשלאן כלורתי וסוכר ולפיכך שלמותו של האדם שייצר את המתן הייתה תלולה בשלמות האמפולה. על אי-עלמותה למד פעם אברם מפיצץ עז, אך למולו יצא כמה רגעים לפני כן מן הפעל הצבאי שבו עבר לבוז (בית- מלאכה זעיר לשוני מים) כדי לשורף אויר בתצר, שבהו היו פורות המכבות שנותנו בבית המלאכה השמן. בתקופת השירות הצבאי פלש את אשטו לעתיד, ובקה שוכר (המוסיפה לפרנס בשם זה את כתבה) שהיא אם בנותיה, הילדה (רוופהה) ומילאת - שתיהן מراتות באוניברסיטה העברית.

אחרי המלחמה, ואחריו אינטודצ'ו של שנה לימודי פילוסופיה סוציאליה, הוא חזר להמשך לימודי הכימיה, שהשתינוו בעקבות דוקטור בהדרכת גבריאל שטיין. שטיין, שמת בטרם עת מחלתו הסרטן, הוא שבנה מחדש את המחלקה לכימיה פיזיקלית באוניברסיטה העברית, לאחר מותו נושאנו מיטוס של מייסדתו לדיסלב פרקש. שטיין הציג בתנות ומוינו המדעי, באיתור בעיות חשובות, ובأומץ לתקן אותן במיגון האמצעים שיכל היה להשיג באותה מים. הוא אסף סביבו את מיטב התלמידים ופתח מחקר אינטנסיבי בפוטוכימיה וכימיות קריינית של חומרים בתמיסות מיניות. עבותה הדוקטור של אברם עסקה בספקטורא של אণינום בתמיסה, ובה פותח מודל עיוני לשפקטורים מעבר המטען למטען, שזכה לתהיותו רביה בספרות המדעית. לאחר השתלמות אצל נוריש בקיימברידג' בנושא הפלש-פוטוליזה, הוא חזר למחלكتו ויחד עם קבוצתו הם הרחיבו את המחקר בನושא הספקטורופניה של האणינום לתהיות הפוטוכימיה והרדיויזיה שלם במיגון של ממסים ומתריצות צפירות, וכן לאינטראקציות של אণינום ומים עם מולקולות אורגניות במצבי ערו'ו' שונים. לצורך מחקריו הוא שהה תקופה מסוימת באורה"ב: באוניברסיטת ברנדיס, שבה גם לימד, ובמעבדות הצבאה האמריקני בנייטיק, פעילותו האוניברסיטאית כללה גם תפkidim מהלילים, וכן השאר כיהן כדקן הפקולטה למדעי-הطب בשנים 1975 - 1978. בין תפkidיו האחרים: חבר האקדמיה ללשון העברית.

במקביל לפועלותו המדעית הוא פיתח פעילות ספרותית ענפה. פירסם סיורים, רשימות ספרותיות, ושרה ספרי שירה (כללו שרתו הופעה לאחרונה בהועאה משתתפת של מוסד באליק והקיבוץ המאוחד). ספרים אלה זיכו אותו בפרסים ספרותיים חשובים: פרס באליק, ברגר, פיכמן, עגנון, ועוד. לאחרונה יצא לאור במוסד באליק גם ספרו העיוני "בן מדע לשירה". השיר הבא עשוי לשחק את השפעת המדע על שירותו של אברם טריינין:



SYMPOSIUM CELEBRATING THE 2001 WOLF PRIZE AWARDS IN CHEMISTRY

To : Henri Kagan, Ryoji Noyori, and
Barry Sharpless

Sponsored by: The Weizmann Institute of Science,
and The Israel Chemical Society

Chairman: Prof. David Milstein, Weizmann Institute.
Asymmetric Catalysis and Chirality

May 15, 2001,
Weizmann Institute, Rehovot

PROGRAM

K. Barry Sharpless, Scripps Research Institute
Stitching with Nitrogen.

Meir Lahav, Weizmann Institute
Oligopeptides with Homochiral Sequences Generated
at Interfaces. Relevance to the Generation of
Homochirality on Earth.

Henri Kagan, University Paris-Sud
Some Facets of Asymmetric Catalysis.

Ehud Keinan, Technion
Osmium and Rhodium Oxides in Asymmetric Organic
Synthesis.

David Avnir, The Hebrew University
Chirality Measures: From Quartz to Enzymes.

Ryoji Noyori, Nagoya University
Asymmetric Hydrogenation via Architectural and
Functional Molecular Engineering.

Dr. Moshe Narkis - Research Award

The winner of the 2001 SPE Research Award, given in memory of John C. Moricoli and sponsored by the Bayer Corp. and the Southern California Section, is Dr. Moshe Narkis, Professor in the Department of Chemical Engineering at Technion- Israel Institute of Technology, in Haifa. Considered the leading polymer scientist in Israel, Dr. Moshe Narkis is an expert in the area of particulate-filled plastic materials; he is the developer of "Caesar-Stone", a highly filled particulate-polyester composite, commercialized in 1988 and used as an alternative for marble.

Additionally, Dr. Narkis has made extensive research contributions in the areas of conducting polymeric materials, crosslinking of polyethylene, percolation in conducting systems, sintering in intractable polymers, and polymeric blends.

An industry consultant and worldwide lecturer, he has published more than 250 articles and patents, has served on the editorial boards of several scientific journals, including SPE's *Polymer Engineering & Science*, and has supervised some 60 Ph.D. and M.S. theses. Dr. Narkis's research is recognized for the singular way it bridges the academic and industrial worlds.

פרופ' יצחק אפליגן, חברה הועוד הפועל של החברות נכחו לאחרונה לנושיא הסכניין.

ארנון שני, נשיא החברה, שלח לו מכתב שבו נאמר בו היתר:
בשם החברה הישראלית לכימיה ובשם הכלמאים, התעשייה
הכימית ומונחי הכימיה בישראל, ברכזנו לברך אוותך על הבחורה
והמנוי המרתיך והמכובד לכחן כנשא הטכניון.
בהזדמנות זו ברצוני להודות לך על הנכונות והמסירות לך
בחבר פעיל ותורם בוגע הפועל של החברה הישראלית לכימיה,
ואנו מצטערים (בבנה לצרכים של הנטקיד החדש) כי נאלץ
אתה לסיים את תפקידך בשורותינו. בטוחני כי גם בהיותך חבר
"מן השורה" מתורום מכשורך ומעמדךקדם נושא הכימיה
באرض בתחוםים השונים.

ישר כח והרבה הצלחה!

בברכה,

ארנון שני

כימ-ידה תשס"א

ד ר ניצה ברנע, מפמ"ר כימיה;
פרופת דיאמנט, מרכז כימ-ידה בפקולטה לכימיה, טכניון

ארטור דיגין מבלח י"א מקרק"ג / באשדוד
וairן בן-אסא מכתה יב בעלה מקרק' למדעים בלוד
תם אלופי היבמה לשנת תשס"א.

זו השנה השנייה בה מקימות הפקולטה לכימיה את תחרותה ה"כימ-ידה" - התחרות הארצית בכימיה לתלמידי כיתות י"א ויב מוביי הספר התיכוניים בארץ, והרביעית בסדרת תחרות ה"כימ-ידה". התחרות היא בתHOSTOT מושרד החינוך ובשותוף עם החברה הישראלית לכימיה. התחרות מתקיימת על שלשה שלבים לאורך שנתי הלמודים. בשלב הראשון השתתפו כ- 1600 תלמידים מ- 133 בתי-ספר מרחבי הארץ, והוא נערך בחודש אוקטובר 2000 במסגרות בתי-ספר. בשלב השני של ה"כימ-ידה" השתתפו 132 תלמידים ביום הפנינו", שהתקיימים בטכניון בחופשת החנוכה בחודש דצמבר 2000. ביום זה הוצגו לפני התלמידים הדגומות של מפעות מעניות בכימיה (יחסינה"ג של אור וצבע). בנוסף, התלמידים נהנו בכתב ובכינור

וקבלו הסברים בעבודות המחקר בפקולטה. בשלב השלישי של התחרות, אשר התקיים לפני חופשת המבחן בימי ניסן תשס"א, 29.3.2001, השתתפו 19 מותמודדים. בחלקו הראשון של היום התלמידים נהנו בכתב, שנבחר על ידי ואישר אחד מהמתמודדים הציג נושא בכימיה, שנקhor על ידו ואישר בפקולטה לכימיה. שפע הנושאים שנבחרו ורמת החזנה הגבוהה הקשו על צוות השופטים, בראשות פרופ' נמרוד מיסיב זקן הפקולטה לכימיה, את מתן החלטות. אכן היה זה מאבק צמוד. התלמידים הפגינו ידע רב ורטקו את המازינים בהרצאות בנושאים כמו: ויזן הפעולה של מערכות העצבים בחושי הטעם והריח, פעילות רעלים כימיים, הכימיה של בריאות אויר במכונית, השק כימי, מוליב-על ועוד.

בסוף יום התחרותות הותקנים טקסט סיום בהשתתפות אורחים ומלוים, חברי סגל ותלמידי מחקר של הפקולטה לכימיה בטכניון. בטקס חלוקת הפרסים השתתפו מפמ"ר כימיה ד"ר ניצה ברנע, ראש אגף מדעים במשרד החינוך ד"ר חנית מאיר, פרופ' ארנון שני נשייא החברה הישראלית לכימיה ופרופ' נמרוד מיסיב זקן הפקולטה לכימיה.

חוותים במקומות הריאנסים מבין תלמידי בתה י"א:			
מקום	שם התלמיד	נושא ההוראה	נקודות
ראשון	ארטור דיגין	נק כימי	מקין י' אשדוד
שני	אלכסנדרו פינקלשטיין	המטוכות הכבידות, והשפעותיהן על הסביבה ועל גורם האדם	על"ה תיקון למדעים הרצילה
שלישי	עומר דורון	מוליב-על, מבנה כימי, תאוריות שימושים עתידיים	עירוני ע"ש פנחס אילון חולון

חוותים במקומות הריאנסים מבין תלמידי בתה י"ב:			
מקום	שם התלמיד	נושא ההוראה	נקודות
ראשון	אייר בן-אסא	ניטרוליזין וזהיו בשיטת האלקטרופורזה הקפילית	גוטי-ספר על"ה מקרק' למדעים לוד
שני	כפיר כהן	שימוש בתרמו-dinamiка לחזוי עמידות מתקנים מותכתיים בתעשייה	מקיף ע"ש הורבץ כרמייאל עירוני ד' תל-אביב
שלישי	שיiri מושטניין	החוור בשכבה האוזון - תגובות הטרוגניות	גוטי-ספר

פרטים על השאלות ועל התחרות ניתן למצוא באתר הפקולטה לכימיה בטכניון:
<http://www.technion.ac.il/~chvitali/olympiad>

The 67th Annual Meeting of the Israel Chemical Society

will be held on:
January 29-30, 2002,
at the Ramada Renaissance Hotel, Jerusalem.

Chairman of the Organizing Committee,
Prof. Haim Levanon, The Hebrew University.

The 6th International Symposium on Polymers for Advanced Technologies

September 2-6 2001, Eilat

Co-Chairmen:
Menachem Lewin and Abraham J. Domb

Under the Auspices of:

The Polymer Chemistry and the Polymer Materials Science and Engineering Divisions of the ACS
The Chemical Society of Japan

The Society of Polymer Science, Japan
The European Polymer Federation (EPF)

The Israeli Chapter of the Controlled Release Society
The Israel Chemical Society
The Israel Polymer and Plastic Society

The Journal, Polymers for Advanced Technologies
Sponsored by:

The Hebrew University, The Weizmann Institute
Ben-Gurion University, Technion
Alex Grass Center for Drug Design, HUJI
David R. Bloom Center for Pharmacy, HUJI

For details and program link to:

<http://www.congress.co.il/polymers/>

The First Israeli CombiTech Symposium

on

**Advances and Applications
in Drug Discovery**

Organized by
The Israeli Society for Combinatorial Technologies

will be held on
October 14-15, 2001

at the Wix Auditorium,
The Weizmann Institute of Science, Rehovot.

For more details link to:
<http://www.weizmann.ac.il/isct/>

Israel Polymers and Plastics Society

The 30th Annual Meeting of the Society

Will be held on
December 13th, 2001

At the David-Intercontinental Hotel in Tel-Aviv

The central theme of the Meeting will be:

**"Advanced Technologies and
Applications of Polymers and Plastic
Materials Serving the Industry."**

For more details contact education@aeai.org.il

THE LONDON MARATHON, THE UNIVERSITY OF GREENWICH, AND ARTHUR ISRAEL VOGEL

Bob Weintraub

Director of the Library

The Negev Academic College of Engineering (NACE)
POB 45, Beersheva. E-mail: bob@nace.ac.il

My father, Abraham Weintraub, is the oldest finisher ever of the London Marathon. He is also the fastest marathon runner in the world over age 90. It was with thrill and pride that I was there at the London 2000 and 2001 Marathons as he crossed the finish line. During my stays in England, I was privileged to be housed at the dormitory of the University of Greenwich in Woolwich, London, together with the fine athletes that run *The Marathon for Age Concern*.

These visits to London led me from being a spectator at the finish line at the Marathon on a chemical literature adventure that led from Woolwich to Vogel's textbooks. During our short stay at the dorm we visited the library at the University of Greenwich. The campus librarian graciously gave us a tour of the University Library and presented us with a copy of the book *An Illustrated History of the University of Greenwich*, by **Thomas Hinde**. Since the book is not held at any library in Israel, it was a great pleasure for us to add this book to the collection at the NACE Library.

The University of Greenwich opened its doors in 1891 as the Woolwich Polytechnic. The rich history and contributions of the University of Greenwich traces back to 1864, when in an effort to educate the poor, Quintin Hogg and Lord Kinnaird launched a "ragged boys" school near Charing Cross.

The discussion of **Arthur Israel Vogel** in Hinde's book caught my attention. Most chemists and chemical engineers are familiar with the name Vogel from his books on Chemistry which they probably used as textbooks during their student years or as reference books to search for specific information. Although Vogel passed away in 1966, his works are still in print and updated regularly by new editors and widely used around the world.

As I was eager to find out more information about Vogel's life we placed a query on a listserv for science

librarians and received several responses. One of the respondents was **Dr. Eugene Garfield**, Past President of the American Society for Information Science & Technology, and Chairman Emeritus, Institute for Scientific Information, who referred us to an obituary of Arthur Vogel in a 1966 issue of the journal *Chemistry in Britain* by G. H. Jeffery. All of the biographical information about Vogel presented here is taken directly from either that reference or from the book by Hinde. Garfield responded, in part, with the following observation:

"I was somehow attracted to this inquiry because I have been thinking a great deal lately about citation index coverage of book material. The author in question, A. I. Vogel, was an incredibly prolific author. Anyone who is doing a biography of him should be aware of the enormous impact of his numerous books and papers. Indeed, this impact continues in the newer editions of his books. In the Web of Science there are over 8,000 lines of information indicating that for each there is one or more publications that have cited his work. It seems that almost every page of his books was cited explicitly by someone." (22 February 2001.)

Vogel was Head of the Department at the Polytechnic (which became part of the University of Greenwich) for 32 of his 34 years at the school. His special interest was refractive indices and surface tension, although his research was notable for its wide ranging applications. An essential feature of his research was the purity of compounds. Shortly before his death, he prepared a paper on the 1000th pure compound to be investigated in his laboratories.

During wartime, evening classes were transferred to the weekends. Vogel was Jewish and could not teach on Saturdays. Part of Vogel's teaching load was taken over by his colleague, Dr. Jeffery, the only other full time staff member of the Chemistry Department in London at that time.

Vogel is best known for his textbooks. These are listed here with dates of publication of the first edition: *Elementary Practical Chemistry* (1936), *Textbook of Qualitative Chemical Analysis* (1937), *Textbook of*

Quantitative Chemical Analysis (1939), Practical Organic Chemistry (1948), Elementary Practical Organic Chemistry (1957).

In a tribute to Vogel, Jeffery stated:

"The initial writing and the constant revision of this large volume of publications represents a prodigious effort by one author, and typical of the man, all new material incorporated into the books was carefully checked in the laboratory".

During our stay in Woolwich, we saw the laboratory named in honor of Prof. Vogel, where his roll-top desk is preserved.

My trips to England, to see my father cross the finish line at the London Marathons, took me on an adventure into the land of Chemical Literature that led from The University of Greenwich, to Prof. Vogel's desk and textbooks.

How did life begin? Why did life begin?

Addy Pross, Department of Chemistry, Ben-Gurion University, Beer Sheva.

How did life emerge on the earth? This question remains one of the most challenging scientific riddles of all time. Following the dramatic advances in molecular biology that took place in the second half of the 20th century, there was a underlying sense that a solution was imminent. More recently however this optimism has been replaced by uncertainty, even confusion. Recent theories on the emergence of life appear to be diverging, rather than converging toward some common view, and as a result the general question of where life originated, by what mechanism, and even

by what general principles, remains an open one. Accordingly, we believe a different methodological approach to the problem may help clarify some issues. We suggest that before the question "how did life begin" can be usefully considered, the question "why did life begin" needs to be addressed. The nature of life's driving force (the answer to the why question) should be understood before life's mechanisms and the evolutionary pathway from inanimate to animate (the answer to the how question), can be successfully deciphered.

Avner Treinin, A Chemist and a Poet

The Hebrew University, Jerusalem

Avner Treinin was born in Tel-Aviv in 1928, and at the age of two moved to Jerusalem, where he still resides. His academic education in the Hebrew University was interrupted by the War of Independence in 1948. He used his chemistry knowledge at the time for producing explosive contraptions to be used by the newly established Israeli armed forces.

After the war he continued his studies in Jerusalem and did his Ph.D. work with Gabriel Stein and then his PostDoc with Norrish in Cambridge, England. After returning to the University in Jerusalem, he developed an active research group that concentrated on the photochemistry and spectroscopy of anions. He served as the Dean of the Faculty of Science in the years 1975-1978.

Treinin is also well known as a Hebrew Poet. His Poetry books include: Hyssop on the Wall (1957), Mount and Olives (1969), The Blocked Gates (1976), The Periodic Battle (1978), Gleanings of Forgetfulness (1982), Euclidum (1985), Reflections - selected poems (1988), The Memory of Water (1991), The Dial of Ahaz (1996), Poems: 1952-1998 (2000). He also published many articles and stories (uncollected).

He received many literary Awards : Milo (1969), Agnon-Jerusalem (1979), Brener (1986), Bialik (1989),

Fichman (1995).

The effect of science on his poetry is reflected in the following poem published in Euclidum and translated from Hebrew by Vivian London :

*Antoine Laurent Lavoisier,
How would I breathe without you,
what a wild wind
the world was before you*

*For what was the breath of life
you turned into a gas
and what burned in me
before it passed
how did you manage to get it
right onto the balance,*

*to my balanced mind which has seen:
There is no body without weight
and even when the body fades
it loses not a bit of weight*

*as for example:
Your body minus your head + guillotine*

Coherent Control of Atomic, Molecular and Electronic Processes.

Moshe Shapiro, Chemical Physics Department, Weizmann Institute, Rehovot.

We review the field of Coherent Control which has been demonstrated formally, computationally and experimentally to be a viable method for controlling the outcome of isolated atomic, molecular and electronic processes. Coherent Control is a method which takes advantage of the quantum nature of matter and the incident light to encode quantum interference

into the molecular dynamics. We show that molecular reaction dynamics is intimately linked to the wavefunction phases which are controllable through coherent optical phase excitation. The result is a powerful method to control the outcome of future events and especially the yields of branching chemical processes.

Integrating Industrial Chemistry Subjects into the Israeli High School Syllabus - Past, Present and Future.

Miri Kesner, Department of Science Teaching, Weizmann Institute, Rehovot.

In Israel, a course in industrial chemistry is offered to high school students who opt for a major in chemistry. This course is an integral part of the chemistry curriculum and combines scientific, technological, environmental, and societal issues in the context of the chemical industry. The program was planned to be taught after the general basic chemistry course, and to be related, as much as possible, to the students scientific background. The case study method was adapted for teaching this course. This method enabled us to describe real situations and actual problems that exist in the Israel chemical industry. Two different industrial chemistry case studies were developed, on

Fertilizers and on Bromine and its compounds. The successful development and implementation of a course on industrial chemistry requires the active cooperation and participation of the industry under study. Support of the local industry is important in both the development stages, as well as during the implementation of the case studies in the classroom. Therefore, a Chemical Industry - Education Link Center, has been established in the Department of Science Teaching of the Weizmann Institute of Science. This center is funded by the Chamber of Chemical Industry in the Israel Manufacturers Association, and by the Israel Chemicals Ltd. (ICL).

TABLE OF CONTENTS

From the Editorial Board.....2

Letters to the Editor

What does the American public think about Chemistry,
Chemical Industry and Chemicals.

Arnon Shani, Ben-Gurion University.....3

Invited Scientific Contributions:

Coherent control of atomic, molecular and electronic
processes

Moshe Shapiro, Weizmann Institute, Rehovot,
ICS Prize 2000.....4

Integrating Industrial Chemistry Subjects into the
Israeli High School Syllabus -Past, Present and Future

Miri Kessner, Weizmann Institute, Rehovot.....12

How did life begin? Why did life begin?

Addy Pross, Ben-Gurion University,
Beer-Sheva.....19

Prominent Figures in the Israel Chemical Society:

Avner Treinin, A Chemist and a Poet,
Hebrew University, Jerusalem.....23

News and reports about meetings held in Israel:

The Wolf Prize Symposium on Asymmetric Catalysis
and Chirality ,

May 2001, Weizmann Institute, Rehovot.....25

The Society of Plastic Engineers Prize awarded to
Moshe Narkis from the Technion.....25

Prof. Yitzhak Apeloig, member of the Executive
Committee, elected as President of the Technion....25

Chemi-yada 2001.....26

Coming Events

The 67th Annual Meeting of the Israel Chemical
Society, January 2002, Jerusalem.....27

The 6th International Symposium on Polymers for
Advanced Technologies ,

September 2001, Eilat.....27

The First Israeli Combinatorial Technologies
Symposium, October, 2001, Weizmann Institute.....27

From the Archives:

The London Marathon, The University of Greenwich,
and Arthur Vogel, Bob Weintraub.....28

Abstracts in English.....31

Editorial Board

Moshe Levy, Chairman, Weizmann Institute,
Tel. 08-9342120, moshe.levy@weizmann.ac.il

Moris Eisen, Technion,
Tel. 04-8292680, chmoris@techunix.technion.ac.il

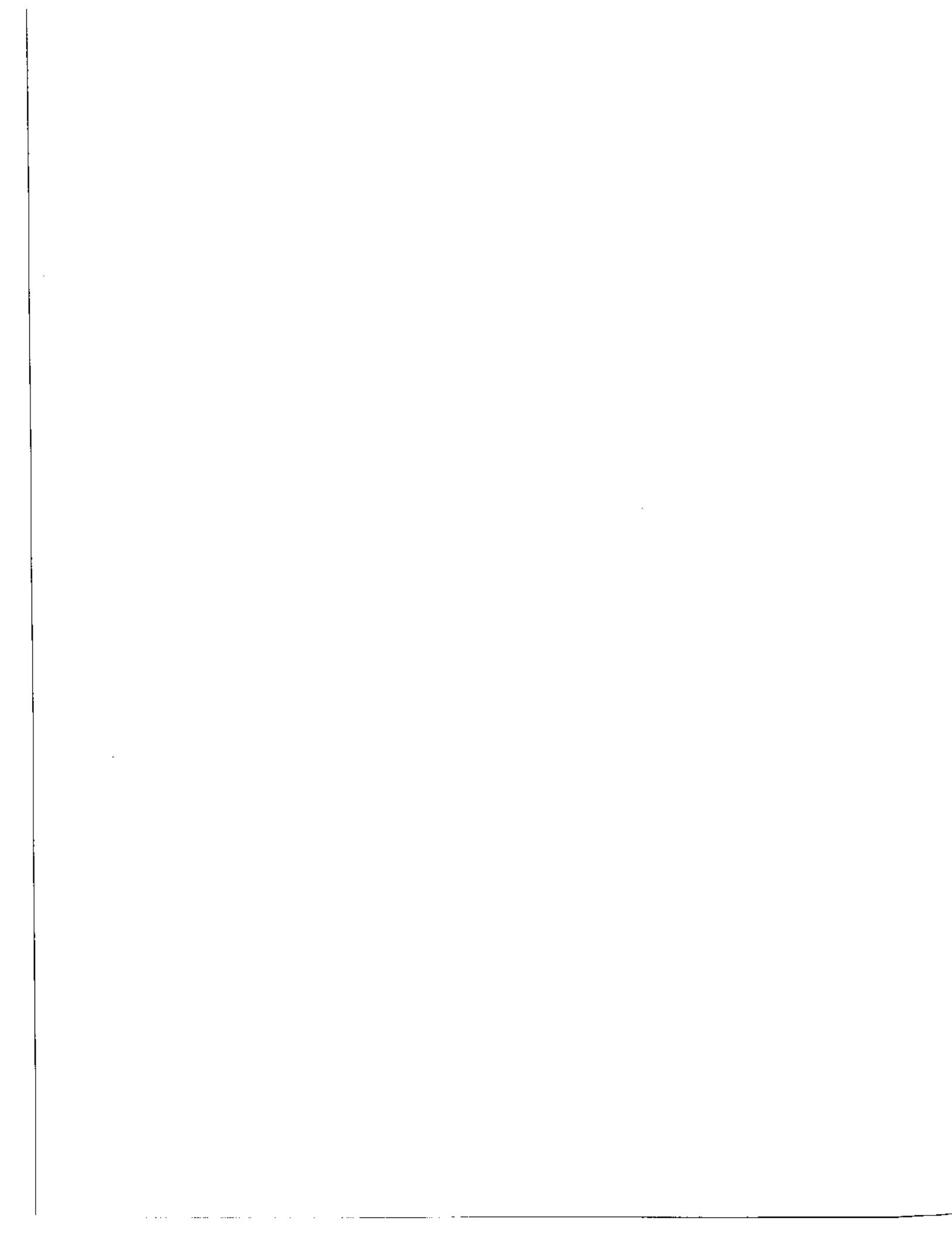
Yossi Dancona, Ministry of Industry,
Tel. 02-6220220, dancaona@moit.gov.il

Miri Kesner, Weizmann Institute,
Tel. 08-9343795, mtkesner@wis.weizmann.ac.il

Arnon Shani, Ben-Gurion University,
Tel. 08-6461196, ashani@bgu-mail.bgu.ac.il

Graphic Design:

Graphic Department, Weizmann Institute of Science, Rehovot
www.weizmann.ac.il/graphics



אמדיאו אבוגדורו (1776-1856) איטלקי, ולצדיו "עקרון הנפחים השווים". השערתו על קיום מולקולות היא מיסודות הכימיה המודרנית



יקוכוס הנריקום וונט הוף (1852-1911) הולנדי, מומחה היסודי לסתראוכימיה (הפקחן הטטרדרלי) ולכימיה הפסייקלית. חתן פרס נובל הראשון לכימיה (1901)



אהרון קציר (1913-1972) ישראלי, כימאי פיסיקי של מקרומולקולות טענות ושל תרמודינמיקה בלתי היפוכה וממייסדי המכאנוכימיה



הספקטים בתחום הנרואה



צפיפות התסבירות
אלקטרונית - אורביטל.
מיסודות תורת הקוונטיים



From a poster on Chemistry in Stamps , by Zvi Rapoport, Hebrew University, Jerusalem.