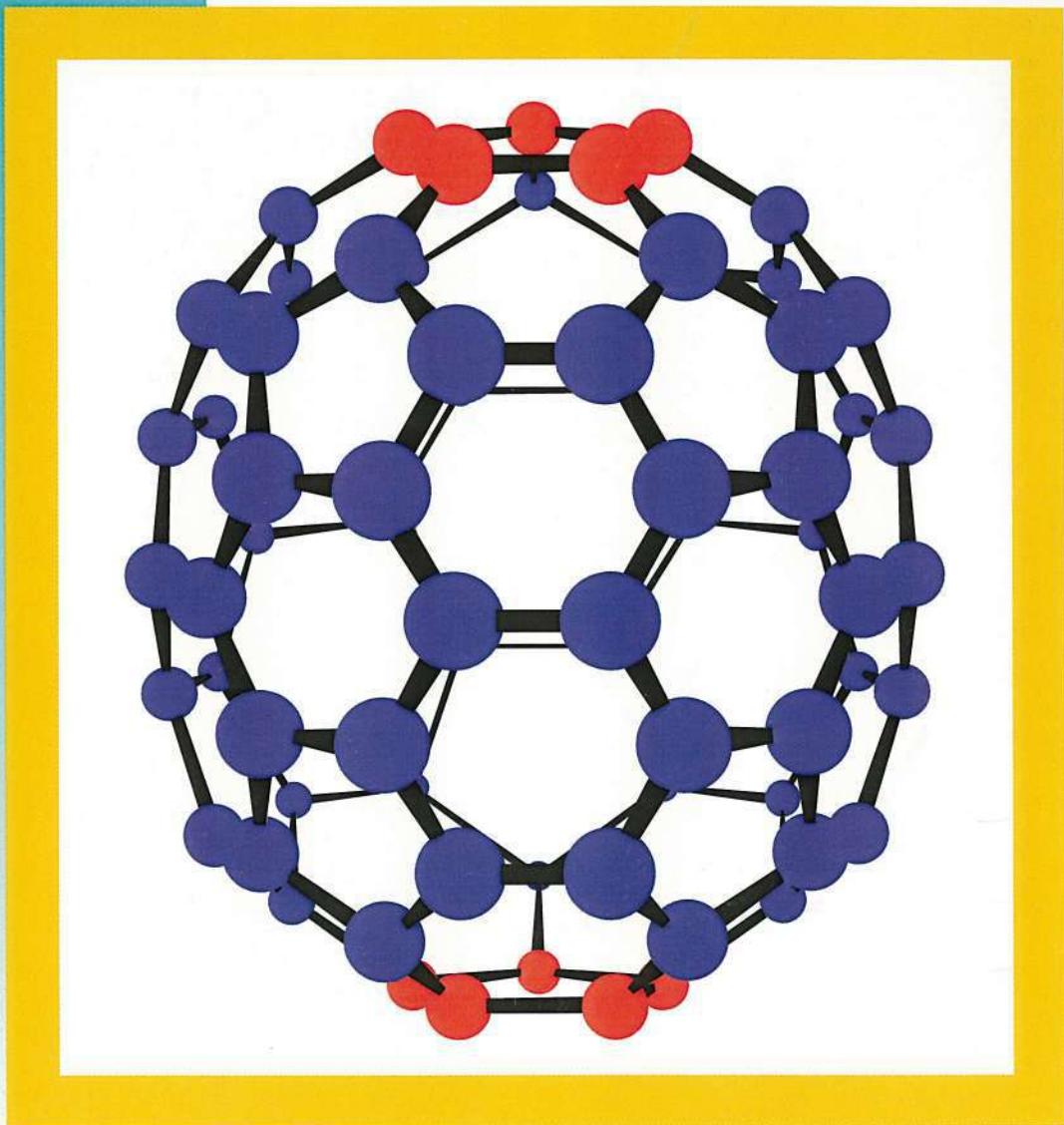


# כימיה בישראל CHEMISTRY IN ISRAEL

bulletin of the Israel Chemical Society

מספר 10, אול התשס"ב, ספטמבר 2002



Charge distribution in the fullerene anion  $C_{70}^{6-}$

The charge is located mainly in the pentagons at the poles and increases their aromaticity.  
(See article by Sternfeld and Rabinovitz)



# כימיה בישראל - בסטון החברה הישראלית לכימיה

גלוון מס' 10, אוגוסט תשס"ב, ספטמבר 2002

## תוכן העניינים

<b>דוח על כינוסים ואירועים אחרים</b>	2..... דבר המערךת
כימיאדה לשנת תשס"ב, פרומה דיאמנט, הטכניון..... 18.....	
פרס הארווי לעודה יונת, מכון ויצמן, ולפייטר דרבון, מהמכון הטכנולוגי של קליפורניה..... 19.....	
פרס אמינוּף למאיר להב וללסל לייזרובץ, מכון ויצמן..... 19.....	
<b>מן הארכין</b>	
Fritz Feigel and Spot Tests, Bob Weintraub, Negev Academic College of Engineering, Beersheva 20.....	
<b>לונרו</b>	
פרופ' פליקס ברגן, האוניברסיטה העברית בירושלים..... 22.....	
<b>תקצירים באנגלית</b> ..... 23.....	
<b>מחקרים מודרניים</b>	
ארומטיות תלת מימדית בפולרנים: כיצד משתנה הארומטיות של פולרנים בעקבות חיזור. תרם שטרנפולד ומרוצי רביבוץ, האוניברסיטה העברית בירושלים..... 3.....	
פיתוח אלקטרוזה נופורזיבית במבנה ליבה- קליפה עבר תנאים טולריים מרווחים במצב. אריה צבן, שי דיאמנט, סייגואן צין, אופירה מלמד, אוניברסיטת בר-אילן..... 9.....	
פרופ' אהרון קציר-קצילסקי - שלושים שנה לאחרו ארנה מוקדי שביס, מכון ויצמן..... 14.....	
<b>דמויות בחנונה הישראלית לכימיה</b>	
רלף הבר, נשיא החברה הישראלית לכימיה לשעבר..... 16.....	

### חברי החערחת:

משה לוי יו"ר, מכון ויצמן למדע, טל 08-9342120  
moshe.levy@weizmann.ac.il  
מוריס אייזון, הטכניון, טל 04-8292680  
chmoris@techunix.technion.ac.il  
יטי זוקנה, משוד התשתיות והפטוח, טל 02-6220220  
dancon@moit.gov.il  
מרי קסנר, מכון ויצמן למדע, טל 03-9348315  
ntkesner@wis.weizmann.ac.il  
ארון שאי, אוניברסיטת בן-גוריון, טל 08-6461196  
ashani@bgu-mail.bgu.ac.il

### חברי הוועד הפועל של החנורה:

ארנון שני-נשיין, ראש טנא - גבר,phis כהן - מוכחי, דוד אבנרי, מיכאל אורבן,  
יצחק אפלמן, רות בוצר, יעקב גוטס, דוד לאוונוב, בן מאירשטיין, רוני עזען,  
כלחה פישר.

### חברי ועדת בורות:

דן הופרט, חיים לבנון, אריה פרנגו.

### עיצוב וODY:

מחלקה גרפית, מכון ויצמן למדע, רחובות  
[www.weizmann.ac.il/graphics](http://www.weizmann.ac.il/graphics)



## זכור המערכת

לפני שלושים שנה נרשם פרופ' אהרון קציר בשדה התעופה בלוד, ע"י מוחבליט. הרץ הכה בתודה את עולם המדע כולה, היהת ואחרון קציר היה מבכירי המדענים בעולם, חומניסט ואיש חזון ומעש, ורוצה ביחס לעילו. הוא הקים את האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, והיה נשיא. דברים לאכזרו נכתבו בעילו שיצא לאור מטעם מכון ויצמן, ע"י ד"ר אורנה שביט, והועתקו לגילון הנוכחי של כנניה בישראל.

במדור דמיות בחברה הישראלית לכימיה מופיע הפעם דמותו של ד"ר רלף המר, שהיה נשיא החברה בעבר. רלף המר עזב את האקדמיה ועבר לחברת "אביק" על מנת להקים בה יחידת מחקר ופיתוח שתעסוק בפיתוח תרופות חדשות - דבר שהיה נראה דמיוני בזמנו (1962). ביום חברת "אביק" היא חלק מחברת "טבע" שהיא החברה הפרמצטנית הגדולה בארץ,

ובידוע עוסקת במחקר ופיתוח פרמצטן בקנה מידה רחב. השנה הילך לעולמו, בשכבה טובה, פרופ' פליקס ברגמן, מאחרוני "זור הנפחים בארץ הזאת", אלה אשר בעשר אכבעות הקימו דיסיפליות, מוסדות, אורות חיים, כפי שכabb פروف' יהודה גוטמן ב"אגרת" של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. הדברים לאכזרו נלקחו מתוך "אגרת" זו.

המאמר הראשון נכתב ע"י פרופ' מרדכי רבינוביץ ותלמידיו, מהאוניברסיטה העברית. המאמר עוסק בארכיטקטורה של פולרנים שגilioים לפני שנים אחדות הציג את דמיונים של הכימאים והביא לשיטר עצום של מחקרים חדשים ומעניינים, ולהתפתחותה של כימיה חדשה. המאמר זו בשלהם האס הפולרנים הם ארומטיים. מסתבר שהתשובה לשאלת זו אינה פשוטה ותלויה במספר גורמים כגון, מבנה, סימטריה, הטבעות המרכיבות את הפולרן, ומספר האלקטרונים במערכת ה- $\pi$ , כפי שמתואר במאמר. המאמר מוקדש לאכזרו של פרופ' מיכאל שורץ שנפטר לפני שניםים. מיכאל שורץ היה מראשוני הדזקוטורנטים במכון לכימיה ארגונית בירושלים. הוא היה מבכירי מדעי הפולימרים בעולם, ותגליתו בתחום הפולימריזציה האণונית שכונתה בשם "פולימרים חים" זיכרה אותו בפרס "קייטו" היוקרתי.

המאמר השני נכתב ע"י ד"ר אריה צבן ותלמידיו מאוניברסיטת בר-אילן, וישקו בהתאם סולריים מרוגשים בצעב. אין ספק שמצויאת מקורות אנרגיה חלופיות לפחם ונפט חיוניים להמשך תפקודו התקין של כדור הארץ. ארגיות המשש היא המקור הטבעי וההגיוני ביותר למטרה זו. במחקר הטובי הכימיה משקחת תפקיד מוכז היota והשימוש בחומרי צבע סינטטיים מאפשר מגוון רחב של מניפולציות כימיות על מנת לתגדיל את UILותם של התאים הסולריים. אריה צבן זכה השנה בפרס המדע הצער המצטיין של החברה הישראלית לכימיה, פרס שהוענק לו בכנס השנתי של החברה.

# ארומטיות תלת מימדית בפולרנים: כיצד משתנה האромטיות של פולרנים בעקבות חיזור

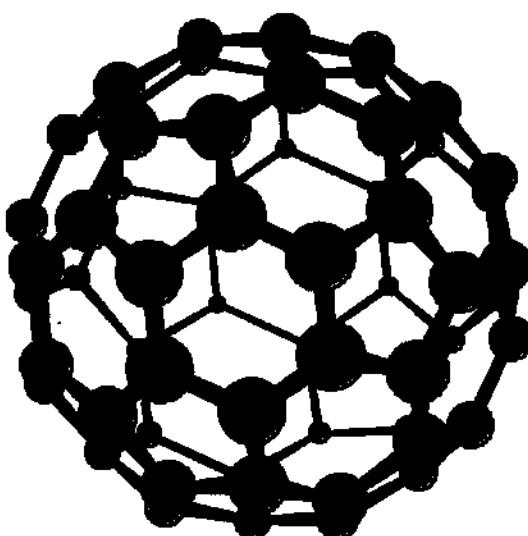
תמר שטרנפולד ומרדי ריבינוביץ, המחלקה לכימיה אורגנית, האוניברסיטה העברית בירושלים

מועד לזכרו של פרופסור מיכאל שוורץ, חוקר עמוק ומורחה דרך  
שפתח אופקים חדשים בחקר מולקולות טעוגות (2000-1909)

## הקדמה

וחכונותיהם והיחידיות של אלטוריופים חדשים אלו של פחמן נחקרו לעומק. המבנה הסגור והחלול, בעל 60 פחמנים או יותר, המורכב משكري  $\Delta$  מצומדים, המאפשרים מספר רב של צורות רזונטיביות, הצית את דמיונו של כימאים רבים לגבי האромטיות וא-איטור האלקטרוניים בפולרנים. השאלה המרכזית שהעלתה היא: עד כמה חופשיים אלקטرونוי-ה-ת לנوع פני השילד הפלורי הפחמני, והיינו - האם הפלרנים הם אромטיים?

הפולרנים, בנוסף להיותם מערכות רב - טבעתיות פחמניות-ה-מורכבות מטבחות משושות ומחומשות, הינם גם בעלי מבנה קעור וסגור. אי-לכן, התכונות הכימיות והפייזיקליות של הפולרנים שונות מהתכונות האופייניות לתרוכות האرومטיות-חד-ורב טבעתיות, היריגולית", ולכן היה כי גם האופי האромטי שלהם היה שונה וייחודי. בתחילת הדורן, הועלה החשערה כי הפולרנים בכלל ובפרט  $C_{60}$ , בעל הסימטריה הגובהה -  $I_h$  (ציר 1), הם "סופר אромטיים", ככלומר בעלי אромטיות תלת ממדית, כאשר ישנו אל-איטור מלא של האלקטרונים, והם נעים בחופשיות על פני השילד החדרי. המשך המחקר הראה כי התמונה המתוארת את האромטיות של הפולרנים מורכבת יותר, וושונה מפולון לפולון.



צייר 1.  $C_{60}$

הארומטיות של תרכובות פחמניות - בעלות אלקטרוני  $\Delta$  מצומדים, היotta את אחת השאלות החשובות והמסקרנות בכימיה של המאה העשרים, וזאת לאור תכונותיהם הפיסיקליות והכימיות הייחודיות שלהם.<sup>1</sup> המושג אромטיות נוצר ממבנה "האב הקדמון" מולקולת הבנון, אשר כמתה מגזרותיו הטבעתיות היו ריחניות (ונילין לדוגמא). בבןן, שת אלקטרוני-ה-ת אינם מאוטרים, ובמבחן התגלו מערכות רבות מצומדות כליל שהראו תכונות אופייניות שייחסו תחילת למולקולת הבנון.מערכות אלו הוכנסו סדר כבר בתחלת המאה העשרים ע"י הכלל של היקל (Hückel) לפיו קיים "יצוב תרמודינמי מיוחד של מערכות טבעתיות מצומדות כלל המכילות  $(n+2)$  אלקטרונים, כאשר זה הוא מספר טבעי. כלל היקל הרחיב באופן תיאורטי את מושג האромטיות, וכיום קיוס מולקולות אромטיות אשר לא היו ידועות בזמן. בהמשן, הורחב המושג אומנות גם למערכות רב טבעתיות שונות, שהמשותף לכלן הוא צימוד מלא של אלקטרוני-ה-ת בטבעות. כמו כן, הוכנס המושג אנטי-אומטיות, שיחס למערכות בעלות 4+ אלקטרוני-ה-ת ובן-קיים אל-יצוב, וכן, יכול האופי האромטי להתפרק כתלות במספר האלקטרונים במערכת המצומדת.<sup>1</sup> קרייטריוון ניסיוני לקביעת מידת האромטיות הוא הקriterיון המגנטי, המשקף את מידת האל-איטור של האלקטרונים. אחד הפרמטרים המתארים את האромטיות של חומר הוא הסופטביליות המגנטית. סופטביליות מגנטית של חומר מתארת את התורמה של החומר, תחת שדה מגנטי, לסיכון השטף המגנטי. חומרים אромטיים, בעלי אל-איטור גובה, מתאפיינים בערך גבוהה של סופטביליות דיאמנטי. בעוד שערך הסופטביליות המגנטית הוא ערך ממוצע, כדי יעלות, המאפשר קבלת מידע לגבי אромטיות, ואך אנטי אромטיות, כאיזורים שונים במולקולה הוא - ספקטросקופיית ה- $NMR$ . איןיטה אקזיה של שדה מגנטי וצוני עם אלקטרוני-ה-ת בעקבות מובילה לתופעות מגנטיות אופייניות, הנובעות משדה מגנטי מסוים אשר יוצרים אלקטרוני-ה-ת מודל המשביר את התופעות המגנטיות המתකבות הוא מודל "זרם הטבעת", לפיו השדה המגנטי אין זהה בכל בכיוונים במרחב ובבעל כיוון הפוך בתקן לטבעת ומוחיצה לה. לפיכך מותקבל כי בספקטראם ה- $NMR$  של מערכות אромטיות מופיעים מינונים חיצוניים לטבעת בשדה נמוך (הישט כימי גבוה), ומינונים פנימיים (כאשר הם נמצאים) בשדה גובה (הישט כימי נמוך). התנהגות הפוכה מאפיינת מערכות אנטי אромטיות.<sup>1</sup>

גילוי הפלרנים בשנת 1985 הסייע את עולם הכימיה,

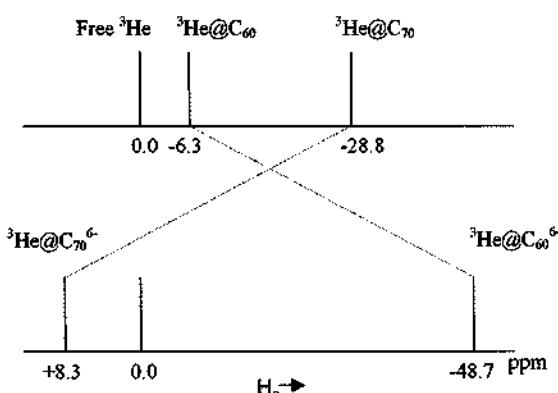
העקורה הבסיסית ממנה בני  $C_{60}$ . קוריאנוֹל מסיסות גבואה ב- THF, והוא משמש כ"מטורן" למעבר אלקטرونים ממתואר בצייר 2. עילוּתוֹ הרבה של הקוריאנוֹל בתחליך זה, ובעתה ככל הנראה מ"יהתאמה מבית" לפולן.<sup>3</sup>

### טבש מנגפים על האромטיות הרכולית: חישון נתוך הcadou

את התכונות הנובעות ממבנה הפולרנים היא יכולתם לא"אקסין" אטומים בתוכם, ולשמש כ"כלבי". האטום הפנימי מהווע "וינוּשין" לאומוטיות של הפולן זו והוא נמצא, המשתקף בספקטרום ה- NMR שלו. אטום ההלים מהווע חישון מצוין לכך. קל לחסית להחדר אותו לפולן, בשל גודלו הקטן, ואיזואוטopic He<sup>3</sup> ספקטרום NMR חד וברור. מאחר ואטום ההלים ממוקם בתוך הפולן, ככל שהוא מושט לשווה גובה יותר, הוא מנצח על אромטיות גבואה יותר של הפולן, כפי שנגזר ממודל "זום הטבעת".

מידות NMR שעשו לאטומי He<sup>3</sup> הנמצאים ב-  $C_{60}$  וב-  $C_{70}$  ( ${}^3\text{He}@\text{C}_{60}$ ,  ${}^3\text{He}@\text{C}_{70}$ ), הראו על שינויים מהותיים בהיסטים הכימיים של He<sup>3</sup> בכל אחד מהפולרנים. ספקטרום ה- He<sup>3</sup> NMR של  ${}^3\text{He}@\text{C}_{60}$  מכיל בליעה ב- 0 ppm, ולעומתו NMR של  ${}^3\text{He}@\text{C}_{70}$  בילע בשדה גבואה יותר, ב- 28.8 ppm. תוצאות אלו מתארות את האופי האромטי השונה של שני הפולרנים, וכי  $C_{70}$  בעל אромטיות גבוהה בהרבה מזו של  $C_{60}$ .

בלילוּת ב- He NMR של הקסאנוגנים -  ${}^3\text{He}@\text{C}_{60}$  ו-  ${}^3\text{He}@\text{C}_{70}$ , הראו שינויים עצומים בהיסטים הכימיים בעקבות החיזור, הסטם כימיים שהחיבו באופן משמעותי את תוחם ההיסטים הכימיים של He NMR מעבר למה שהיה דוע עד כה. חיזור הפולרנים הביא להיפוך התמונה ולהקצתה (צייר 3). ספקטרום ה- He NMR של  ${}^3\text{He}@\text{C}_{60}$  מופיע ב- 0 ppm, ולעומתו זה של  ${}^3\text{He}@\text{C}_{70}$  מושט לשדה נמוך - 28.8 ppm. התמונה המתבקשת היא כי חיזור  $C_{60}$  גורם להגדלת האופי האромטי בצורה משמעותית ביותר,



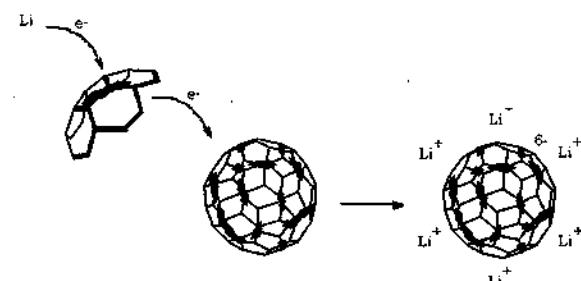
צייר 3. היסטי ההלים בפולרנים הניטרליים ומהותיים (סכמה).

הצימוד הגובה הקיים כפולרנים מביא ליכולת לקבל מספר אלקטرونים רב למערכת ה- π בריאקציית חיזור. רמות האנרגיה המנויות, מרבית הפולרנים, מבעירות על קבלת שישה אלקטرونים (יצירת הקסאנוגנים), וסיווות החיזור מודאים כי הקסאנוגנים של הפולרנים הם דיאמגנטיים ויציבים. בדומה להתנהגות תרכובות טבעיות בהם מתהפק האופי האромטי עם שינוי מספר האלקטרונים באורביטלי - א, גם האणויים של הפולרנים צפויים להיות בעלי תכונות מננטיות שונות לחלוין мало האופייניות לתרכובות הניטרליות, והאופי "הארומטי" שלהם יכול להשנות באופן קיצוני.

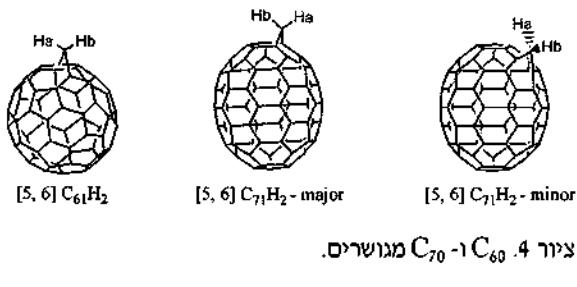
במרבית המערכות הטבעתיות המהוועים את "היחישנים" הרוגניים והזמינים ביונר לממד האромטיות באמצעות NMR. לעומת זאת, הפולרנים מורכבים ממחמים בלבד, וכן יש להסתיע בחישנים מגוונים, למלחת האромטיות מכיוונים שונים בפולן. ניתן להסביר על האромטיות של הפולן כולל, תוך שימוש בחישון הנמצא בתוך הcadou. הסתכבות אחרת היא על הפולן בעל מערכת פוליציקלית המורכבת ממספר רב של טבעות, משושות ומחומשות. באופן זה, האромטיות של הפולן נגרת מסכום התורמות המוקומית של כל טבעת, והאטום-הוינוּשין ממוקם מעל מרכז הטבעות. דרך שלושתlia היא חיקית פנוי הפולן - כאשר כל פחמן הוא נקודה בשטה הפנים. האромטיות של הפולרנים נלמדה גם באמצעות מחקרים חישוביים, ומשמעותם במיוחד היא ההשוואה בין ה"תחזית" החישובית, למדוע ניסיוני.<sup>2</sup>

### חיזור הפולרנים - שימוש ב"מטורן"

תחליך החיזור נעשה לרוב ע"י מתקת ליטיום, בממס אטרוי כדוגמת טריאידרופורן (THF), הגורם לייצוב האणויים המתקיים. אולם, מסוות הפולרנים הניטרליים בו היא כמעט אפסית. על מנת לגרום להחמת הפולרנים, ולמעבר אלקטرونים אליהם משטח פני המתקת נדרשים תנאים קיצוניים - חימום ושימוש באטב אולטרא-סוני. ניתן להתגבר על בעיה זו באמצעות שימוש במולקולת הקוריאנוֹל, שהיא תת היתה



צייר 2. שימוש בקוריאנוֹל כמטורן מעבר אלקטרון מהמתכת לפולן.



ציר 4.  $C_{70}$ - $C_{60}$  מגווערים.

במיקומם. באיזומר- **major**,  $C_{71}H_2^+$  [5], בו היגר נמצא בקוטב הפולון, המימן **Hb** ובולע-ב- ppm 0.255 -, ולעומתו, המימן **Hb** באיזומר **minor**,  $C_{71}H_2$  [5, 6], בולע בשדה נמוך בהרבה-ב- ppm 3.6. הפרש ניכר זה בין שתי הבלתיות מצבע על אromaטיות גבואה יותר של הבלתיות המוחמשות הקוטביות, לעומת אלו הרחוקות מהקטבים, וונע מפיזור המטען על פניו של האלקטרונוים מרכזיות הפולון. דהיינו, בפולון ח"מו"ארך"  $C_{70}$  האלקטרונוים מרכזיות בעיקר בבלתיות המוחמשות הנמצאות בקטבי הפלון, ואינם מפוזרים באופן אחד על פני כל הפלון.<sup>4</sup>

## **מאנט מיפוי השטח של הפלורן**

ספקטורים ה- NMR של הפחמנים, במרבית המערכות הבלתיות מושפע בעיקר מהוספת המטען (ונורמת לתזוזה לשדה גבוח עקב הגברת המיסוך האלקטרוני), ופחות מאפקטים אניאיזוטרופיים - ארכומטיות ואנטי-ארכומטיות. זאת מכיוון שהפחמנים, בשל מיקומם ביחס לאורם הטבעת חישים בו פחותה, לעומת זאת אטומי חמצניים ופוניים. בפולרנים, לעומת זאת, לעומת זאת אטומי חמצניים ופוניים. בפולרנים, לעומת זאת, השילד מושפעים גם מאפקטים האניאיזוטרופיים. כתובצהה מכן, ספקטורים הפחמנים של פולרן אণוי מכך מידע חן על פיזור המטען, והוא על הארכומטיות של המערה.

הסימטריה הנוכחית יותר של  $C_{70}$  מביאה לחמישה סוגים פרחמנים שונים ביחס של - 1:2:1:2:1, ולחמש בלייעות בספקטורים הפרחמנים. השווהה בין הספקטורים של  $C_{70}$  לעומת זה של  $C_{60}$ , מראה כי מרכז החובד מוטט ב- 90% לעומת זה נמוך. שינוי הקטן בהרבה מזה שנערכה בחיזור  $C_{60}$ . אולם גם היחס "קטן" זה לשדה נמוך, על אף הוספת מטען שלילי, מצביע לכך הפרחמנים מושפעים מאפקטים של אנאייזוטרופיה במערכת. ניתרנו תוצאות אלו דורש מעקב אחר התנהנותו של כל פחמן

ואילו בחיוור  $C_{70}$  האופי הארומטי קטן, ו-  $C_{70}$  המתkelig, הוא אף בעל אופי אנטי-ארומטי.<sup>3</sup>

**מבחן טבוחן על הארכומטיות של הסכונות:**

הפולרנים מורכבים מטעות מושוואות וטעות מחומשות, כאשר בכל הפולרנים 12 טבעות מחומשות ומספר משתנה של הטעות המושוואות, בהתאם לנולד הפולון. ב- $C_60$ , בשל הסימטריה הגדולה, כל הטעות המושוואות אקוויולנטיות, וכן כל הטעות המושוואות. לעומת זאת בפולרנים בעלי סימטריה נמוכה יותר, קיימים מספר "סוגים" של טבעות, הנבדלים זה מהו במקומם על פני הפולון. אחת השיטות המקובלות לחקר אromaטיות של טבעות, ע"י ניצול האנאייזוטרופיה שלהם, היא שימוש בಗשרים מתילניים. המינונים הנמצאים על הגשר, "צופים" מלמעלה על מרכז הטבעות, וחושם את זרם הטעטה. לפיכך, מינוני גשר המוסטיטים לשדה גבואה בספקטורום ה- $\text{NMR}$ , מעידים על טבעות אromoטיות, ואלו המוסטיטים לשדה נמוך, מעידים על טבעות אנטי-אromoטיות. וזהו התנהגות הפוכה למינונים שנמצאים כמשיר של טבעת ופונום כלפי חוץ, כמו במולקולת

תגובה פולן עם דיאזומתאן, מביאה לסיפוי של קרבן על קשר בין שתי וריאציות גרביד צפחה פולני בעל מושך מוחלט.<sup>5</sup>

בשלשות הפלורנים המגושרים הללו (צирו 4), המימנים מסווג **Ha** מוסטומים לשדה גבוה, והם מימנים מסווג **Hb** מוסטומים לשדה נמוך, ובכך משתנה כי הטעות המשווחת המרכזית את הפלורנים חן אرومיטיות, והטעות המשווחת חן אנטי-אرومיטיות. עם חיזוק הפלורנים המגושרים להקסאנאיונים משתנה גם הספקטורום של מימני הגשור, התשיסים בשינוי הארוםיטיות של הטעות השונות. בשלושת האণיונים המת侃לים פולרנים אלו, היחסטים של המימנים מסווג **Ha** כמעט שניים משתנים בעקבות החיזור, ואילו המימנים מסווג **Hb** מוסטומים לשדה גבוה. שינויים ספקטוראלים אלו מתארים מצב בו שות האלקטרוניים הנוספים נמצאים בעיקר בטעות המשווחת, והופכים אותו לאرومיטיות. פרט להשוואה בין הטעות המשווחת ומשוואות, הבחנה נספחת היא בין הטעות המשווחת ב- C<sub>70</sub> הבדלות זו מוא

העליה באромטיות, ולשدة גבואה עם העליה באנטי אромטיות, או מתחנכים אטומים "פנימיים" וההיסט יהיה בכיוון הפוך. חישובים מראים כי הACHEMENS  $Ce$  הם המושפעים ביותר מאפקט זרם הטבעת, וכיון ההיסט - לשדה נמוך, מרמז על השפעה דומה לוו שחש אטום פנימי.<sup>8</sup>

### חישובים

במקביל למחקרים NMR, תכונתיות המגנטיות של הפולרנים נחקרו גם באון ורישובן, על מנת למדוד על האромטיות שלם. חישובים אלו ניכאו חלק גדול מהמצוות שהתקבלו בניסויות ה-NMR. אחד הפרמטרים שתושב, ואנו נמדד נסינית הוא הסופטביליות המגנטית של הפולרנים. חישובים אלו הראו כי התנהגות המגנטית שונה מפולרן. ל-  $C_{60}$  נפתחה סופטביליות דיאמגנטית נמוכה מאד, דהיינו אל-איינור מועט שלALKTRONI ה- $\pi$ , וכן כמעט מעט ואינו בעל אףו "אرومטי". לעומת זאת, הפחמן  $Ce$  מושט באון משמעותית לשדה נמוך ( $\delta = 19.5$  ppm). שתי תופעות יכולות להצביע למופעה זו: היוצרות מטען חיובי חלקו ב"חגורה", בין שני קטבי הפולרן הטעונים שלילית, או השפעת אפקטים אנאיוטרופים. בכלל המבנה המוארך של  $C_{70}$  קשה לקבוע כיצד יושפו פחמנים מסווג הנמצאים ב"חגורה" מזרמי הטבעת. ככלומר, האם פחמנים מסווג  $Ce$  מתחנכים אטומים "חיצוניים" וכן יוסטו לשדה נמוך עם

חישובים של אפקטים מגנטיים מקומיים מצוי, בפולרנים הנייטרליים, אופי דיאמגנטית - "אرومטי", לטבעות המוחמשות, אופי פראמגנטי - "אנטי ארוםטי", לטבעות המוחמשות. בחישובי והקסאנווניים צפויים החישובים שיופיעו במגנטיות הטבעות המוחמשות, והפיקתן לדיאמגנטיות.<sup>10</sup> הסימטריה הנמוכה של  $C_{70}$  מביאה לתנהגות מגנטית שונה לאורך שני היצרים הראשיים, והמגנטיות של הטבעות תלויות במיקומן על פני הפולרן. בהקסאנוון  $C_{70}$ , חושב כי הטבעות המוחמשות הקוטביות הן בעלות אופי דיאמגנטית גבואה בשל הטבעות המוחמשות שאין קווטביות, והטבעות המוחמשות הממוקמות בחגורה בעלות אופי דיאמגנטי נמוך.<sup>9</sup>

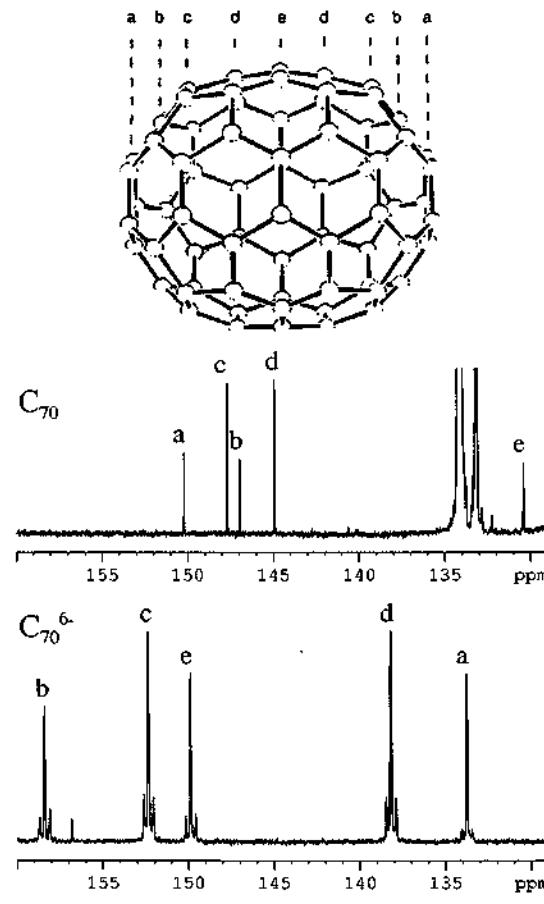
### טבע על התמונה בכללות

חלקי ה"יפאלי" מתחברים זה לזה ויוצרים תמונה המתארת את האромטיות של הפולרנים.

לפולרן  $C_{60}$  אромטיות נמוכה מזו של  $C_{70}$ . הסתכלות על אופי הטבעות - טבעות מושעות אромטיות ומוחמשות אנטי אромטיות, מבחירה מעכז זה.

ב- $C_{60}$  עשרים טבעות מושעות ו- 12 מוחמשות. סכום התרומות של שני סוג הטבעות מבטל כמעט כלותין זה את זה, ומתקבלת איזומטריות נמוכה ביוורו.  $C_{70}$  מורכב גם כן מ- 12 טבעות מוחמשות אך מ- 25 טבעות מושעות, וסכום התרומות,

ומבחן באופן פרטני, ומאפשר רק אם מתבצע שיקן מלא של ספקטרא הACHEMENS, של  $C_{70}$  הנייטרלי וההקסאניגני. שיקן 2D INADEQUATE שכוה יכול להיעשות בעורות ניסיון כפוי NMR המראה קובלציות בין פחמנים שכנים. השוואה בין ספקטורים  $^{13}C$  NMR של  $C_{70}$  ושל  $C_{60}$  מראה כי שני הACHEMENS  $Ce$  ו-  $Ca$  המושפעים ביותר מהתפקיד המטען הפולרני בפולרן ומוקם בקובט הפולרן, והשני הוא הפחמן הקיצוני בioter בפולרן וממצא ב"חגורה" (ציר 5). תוצאות הסינגל של הפחמן  $Ca$  ב- 16.5 לשדה גבוה, מצביעה על ריכוז מטען שלילי סיבכ' פחמנים מסווג זה, דהיינו פחמנים הנמצאים בקטבי הפולרן. לעומת זאת, הפחמן  $Ce$  מושט באון משמעותית לשדה נמוך ( $\delta = 19.5$  ppm). שתי תופעות יכולות להצביע למופעה זו: הייצורת מטען חיובי חלקו ב"חגורה", בין שני קטבי הפולרן הטעונים שלילית, או השפעת אפקטים אנאיוטרופים. בכלל המבנה המוארך של  $C_{70}$  קשה לקבוע כיצד יושפו פחמנים מסווג הנמצאים ב"חגורה" מזרמי הטבעת. ככלומר, האם פחמנים מסווג  $Ce$  מתחנכים אטומים "חיצוניים" וכן יוסטו לשדה נמוך עם



ציר 5  $^{13}C$  NMR של  $C_{70}$  ו-  $C_{60}$ . שיקן הACHEMENS לפי 2D INADEQUATE ניסיונות.

## תודות

מחקר זה בוצע בתמיכת הקרן הלאומית למדע. המחקר נעשה בשיתוף פעולה עם מספר קבוצות בחו"ל:

Prof. François Diederich, ETH-Zentrum

Prof Martin Saunders, Yale University

Prof. Fred Wudl, UCLA

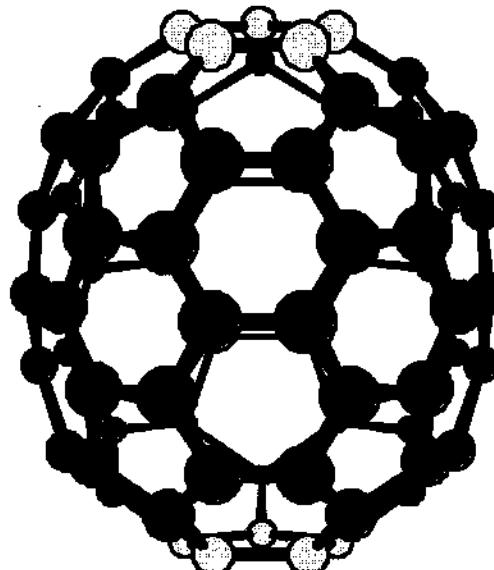
Prof. Lawrence Scott, Boston College

ברצוננו להודות במיוחד לד"ר אמייר ויז, ד"ר אלעד שבתאי וד"ר רוי הופמן.

## References

1. Minkin, V. I.; Glukhovtsev, N. M.; Simkin, B. Ya. *Aromaticity and Antiaromaticity: Electronic and Structural Aspects* Wiley, New York, 1994
2. Bühl, M.; Hirsch, A. *Chem. Rev.* 2001, 101
3. Shabtai, E.; Weitz, A.; Haddon, R. C.; Hoffman, R. E.; Rabinovitz, M.; Khong, A.; Cross, R. J.; Saunders, M.; Cheng, P.-C.; Scott, L. T. *J. Am. Chem. Soc.* 1998, 120, 6389-6393.
4. (a) Saunders, M.; Cross, R. J.; Jiménez-Vázquez H. A.; Shimshi, R.; Khong, A. *Science* 1996, 271, 1693-1697;  
(b) Saunders, M.; Jiménez-Vázquez, H. A.; Cross, R. J.; Mroczkowski, S.; Freedberg, D. I.; Anet, F. A. L. *Nature* 1994, 367, 256-258.
5. (a) Saunders, M.; Jiménez-Vázquez, H. A.; Cross, R. J.; Billups, W. E.; Gesenberg, C.; Gonzales, A.; Luo, W.; Haddon, R. C.; Diederich, F.; Herrmann, A. *J. Am. Chem. Soc.* 1995, 117  
(b) Suzuki, T.; Li, Q.; Khemani, K. C.; Wudl, F. *J. Am. Chem. Soc.* 1992, 114, 7301-7302;  
(c) Smith, A. B., III; Strongin, R. M.; Brard, L.; Furst, G. T.; Romanow, W. J.; Owens, K. G.; King, R. C. *J. Am. Chem. Soc.* 1993, 115, 5829-5830.
6. (a) Smith, A. B., III; Strongin, R. M.; Brard, L.; Furst, G. T.; Romanow, W. J.; Owens, K. G.; Goldschmidt, R. J.; King, R. C. *J. Am. Chem. Soc.* 1995, 117, 5492-5502;  
(b) Smith, A. B., III; Strongin, R. M.; Brard, L.; Furst, G. T.; Romanow, W. J.; Owens, K. G.; Goldschmidt, R. J. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1994  
(c) Sternfeld, T.; Wudl, F.; Hummelen, K.; Weitz, A.; Haddon, R. C.; Rabinovitz, M. *Chem. Commun.* 1999, 2411-2412.

לכן, מצבע על פולן יותר "אرومטי".  
החיזור להקסאניונים הופך את היוצרות:  $C_{60}^{+}$  בעל אромטיות גבוהה, ו-  $C_{70}^{+}$  בעל אромטיות נמוכה ביותר, ואולי אף אנטי-אرومטי. התרכזות המטען בטבעות המוחושות והפיכתן לאромטיות, לעומת שינוי מועט ביותר של אופי הטבעות המשוחשות, מגדיל את התרכומות האромטיות, ומסביר את האромטיות הנבואה של  $C_{60}^{+}$ . חיזור של  $C_{70}^{+}$  מציג ממצאים מורכבים יותר, בשל הסימטריה הנמוכה יותר. הסוספטibilities המוגנתית אינה זהה בכל הכךונים במרחב, והמטען אינו מפוזר באופן שווה על פני כל הפולן (צירוף 6). המטען הנוסף מתרכז בעיקר בטבעות המוחושות הקוטביות, והופך אותן לאромטיות, אך האромטיות של יתר הטבעות המוחושות, וכן הטבעות המשוחשות קטנה יותר. בשל כך, אין אל-איותה יעיל



צייר 6. פיזור המטען ב-  $C_{70}^{+}$ : המטען ממוקם בעיקר בטבעות המוחושות הקוטביות, והופך אותן לאромטיות.

של האלקטרונים על פני כל הפולן, لكن - האромטיות בקטבים של  $C_{70}^{+}$  אמנים גדול, אך האромטיות הכוללת של סך כל הפולן יורדת.

לאחר כמעט שני עשורים ומחקרים רבים חידות הפולנינים מתבהרת. התשובה לשאלת - "האם הפולנינים הם אромטיים?" אינה פשוטה. אם בתחלת הדרך הוצע כי הפולנינים הם "סופר אромטיים", היום מתרבר כי אכן קיימים מצדים "סגול", בהם האלקטרונים נעים בעילوت על פני השילד הצדורי. אולם האромטיות של הפולנינים תלויות במספר וורמים: מבנה, סימטריה, הטבעות המרכיבות את הפולן ומספר האלקטרונים במערכת ה- $\pi$ .



פרופ' מרדכי ר宾וביץ'

בוגר האוניברסיטה העברית בירושלים Ph.D. ו-M.Sc. בהדרכתו של פרופ' אניסט דוד ברגמן. לאחר פוסט דוקטורט הцентр לשלג האוניברסיטה העברית בשנות 1965-1967, ופרופסורה מן המניין משנת 1978. שטח התעניינותו העיקרי - חומרי בניים פעילים, בעיקר קרבאנוניים, ואפיונים בשיטות NMR. כיהן כפרופסורה אורח באוניברסיטאות בסטון, רינו-ណדה, המבורג, גטינגן וסיגן, ושימש כחוקר אורח במעבדות המגנטיים של M.I.T.

פרופ' ר宾וביץ' שימש כראש המכון לכימיה בין השנים 1986-1990.



תמר שורנוף-לאדק

בוגרת האוניברסיטה העברית. חוקת במסגרת עבודות הדוקטור (במסלול היישר) את הארומטיות של פולרנים אণוניים, בהדרכתו של פרופ' ר宾וביץ'.

- (b) Sternfeld, T.; Hoffman, R. E.; Thilgen, C.; Diederich, F.; Rabinovitz, M. J. Am. Chem. Soc., 2000, 122
- (c) Sternfeld, T.; Thilgen, C.; Hoffman, R. E.; Heras, M. del R. Colorado; Diederich, F.; Wudl, F.; Scott, L. T.; Mack, J.; Rabinovitz, M. J. Am. Chem. Soc., 2002, 124
7. Bausch, J. W.; Prakash, G. K. S.; Olah, G. A.; Tse D. S.; Lorents, D. C.; Bae, Y. K.; Malhorta, R. J. Am. Chem. Soc. 1991, 113
8. (a) Johnson, R. D.; Meijer, G. J.; Salem, R.; Bethune D. S. J. Am. Chem. Soc. 1991, 113, 3619-3621.
- (b) Sternfeld, T.; Hoffman, R. E.; Aprahamian, I.; Rabinovitz, M. Angew. Chem., Int. Ed. 2001, 40, 455-457.
9. (a) Pasquarello, A.; Schlüter, M.; Haddon, R. C. Phys. Rev. A. 1993, 47, 1783-1789;
- (b) Haddon, R. C.; Pasquarello, A. Phys. Rev. B. 1994, 50, 16 459-16 463.
- (c) Haddon, R. C.; Cockayne, E.; Elser, V., Synth. Metals. 1993, 59, 369-376;
- (d) Bühl, M. Chem. Eur. J. 1998, 4, 734-739.
- (e) Krygowski, T. M.; Ciesielski, A. J. Chem. Inf. Comput. Sci. 1995, 35
10. Haddon, R. C. Science 1993, 261, 1545-1550

# פיתוח אלקטרודה ננופורוזית במבנה ליבת-קליפה עבורי תאים סולריים מרוגשים בצבע

**אריה צבן, ישי דיAMENT, סיגנאנכ צין, אופירה מלמד,**  
המחלקה לכימיה, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-ה-ק

שבן שנוי מוליכים למחצה<sup>1</sup>. תא זה מכיל מוליך למחצה אחד שפותח רמותה של גודל כך שאינו בעל קרינה בתחום התא הבהיר, וחומר צבע הפסוף לפני החטפה. לתא סולרי זה המכונה תא סולרי מרוגשצבע (dye sensitized solar cell) (Dye sensitized solar cell) מס' פטנט 1,000,000. תרונותם של חבליותם בהם הם מחזירים האזל ושקיפתו. השקיפות מאפשרת פיתוח ישומים יהודים כגון חלונות סולריים או חלונות פוטואלקטומורמיים הנענעים מעוצם<sup>2</sup>.

תיאור ארגטי של התהליך הפוטו-ולטאי הבסיסי בתא הסולרי מרוגש הצבע מוצג באייר 1. כליעת אור על ידי מולקולת הצבע ורמותה עלrajען על אלקטرون המזרק באפונ מיידי למוליך למחצה אליו הוא קשור (a). לאחר הזרקת האלקטרון למוליך למחצה, חומר הצבע חזר למסבו הנייטרלי על ידי חימצון יוניים במתווך אלקטROLיטי הנמצא במנועו אותו (זרקת חור למטרון) (b). הין המחוון נע דרך המזרק אל האלקטרודה האחורה (c) ואילו האלקטרון המזרק נע דרך שכבות המוליך למחצה לכיוון המצע המוליך (d), וממשך במעגל חיווני אל האלקטרודה האחורה. באלקטרודה זו, נסגר המעגל החשמלי במפגש בין האלקטרון והין המחוון שמתחרז למסבו המקורי.

התא הסולרי המתואר באייר 1 פועל בעילות ורק כאשר שטח הפנים של המוליך למחצה גדול מאוד. שטח הפנים הגדול נדרש מכיוון שהוא יאפשר זרימת מטען ייעילה מתרחשת רק מחרmrר צבע הספוגה שיירות על בני המוליך למחצה (שכבה חד מולקולרית) ומайдך, כמות האור הנבלעת על ידי שכבה חד מולקולרית הספוגה לאלקטרודה שטוחה, קטנה מאוד. ואכן, חדיות הראשן על תא סולרי מרוגשצבע צבע, הטאPsi שבעקבות פיתוח האלקטרודה הננופורוזיבית על ידי Regan וGratzel<sup>3</sup>. אלקטroduה זו מבוססת על חלקיקים ננומטריים של מוליך למחצה בעל מרווח רמות גודל המשנותים על גבי מצע המוליך ושקו. כפי שנitinן לראות באייר 2, חלקיקי המוליך למחצה הננומטרים יוצרים שכבה נקבובית בעלת שטח פנים גדול. שטח פנים של אלקטroduה טטנדראטיב בעובי ועוד 10 העשויה מחליקים בקוטר יותר 20 גודל עד כדי פי 1000 משטח המצע המוקן, כך שבליית אור על ידי שכבה חד מולקולרית טפופה נעשית שימושית. חשוב לציין שהפרופורציות האטמיות שונות מהמתוארות באייר 2, עובי שכבות המוליך למחצה קטן בכ- 3 סדרי גודל (כ- 10nm) בהשוואה לעובי המצע (כ- 10nm) וגודל החלקיקים קטן ב 3 סדרי גודל מעובי השכבה.

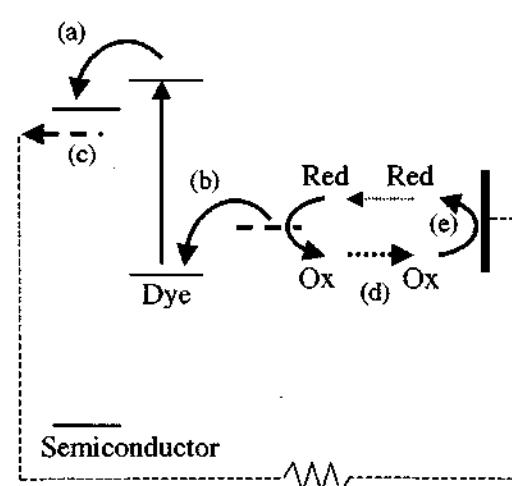
מלבד המוליך למחצה וחומר הצבע, התא הסולרי מרוגש הצבע כולל גם מתווך אלקטROLיטי ואלקטרודה האחורה. בדרך כלל אלקטroduה זו מכילה שכבה דקה של פלטינה או פחם על גבי מצע מוליך. האלקטרודה האחורה מוצמדת בלחץ לאלקטרודה הקדמית לשאlectrolit חמציל זוג חימצון/חיזור מוחדר על ידי כוחות קפילרים לנפח הפnio באלקטרודה הננו-פורוזיבית. התאים היעילים תקימים ביום מבוססים על אלקטroduה נקבובית העשויה TiO<sub>2</sub> ומוצפה בחומר צבע

## תקציר

מאמר זה מתאר פיתוח אלקטroduה ננופורוזיבית במבנה ליבת-קליפה ושילובה בתא סולרי מרוגש בצבע. אלקטroduת הליבת-קליפה מורכבת ממוליך למחצה ננומטרי, TiO<sub>2</sub>, המכוסה בקילפת דקה של מוליך למחצה אחר, שאנרגיות פס ההולכה שלו שונה מזו של ה-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. כאשר הליבת העשויה מ-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> שפנס הholca שלו שלילי מזה של TiO<sub>2</sub> יוצרת הקליפה מחסום אנרגטי באינטראפיס שבין ה-TiO<sub>2</sub> לאלקטרוליט. מחסום זה מפסיק את קצב תגובת הרקומביציה בין האלקטרונים המזרקיים ל-TiO<sub>2</sub> לבן היונים או מולקולות הצבע המוחזק. השוואה בין שני תאים סולריים מרוגשים בצבע הנבדלים רק באלקטרודה הננופורוזיבית מראה שתא הסולרי המכיל אלקטroduת ליבת-קליפה טוב יותר מהתא הרגול ביחס לכל הפרמטרים המאפיינים תא סולרי. כתוצאה לכך, מתקבל שיפור של 35% ביעילות הכלולת של ניצול הזרם מהאור.

המרת אנרגיה שש מש לאנרגיה חשמלית באפונ ייעיל וול הינה אחד מהאטגרים החשובים העומדים בפני המדע בתקופה זו. ראוי לציין כי מוחדר את ההקשר הסביבתי של השימוש בתאים סולריים שמנחיב מזיהום האויר החולך וגובר. לאחרונה הוכבר כי ללא פתרון אנרגיה נקייה צפוי העולם להתחמם באופן משמעותי במהלך המאה הקרובה כשאתה התחזית צפוה עליה בעוד 5 מעלות עד שנת 2050. מבקרים תחזית זו אינם כופרים בעיקרו אלא רק במידה התחממוות, כך שברור שאנו מוחזקים לפתח פתרונות אולים ויעילים מוקדם ככל האפשר.

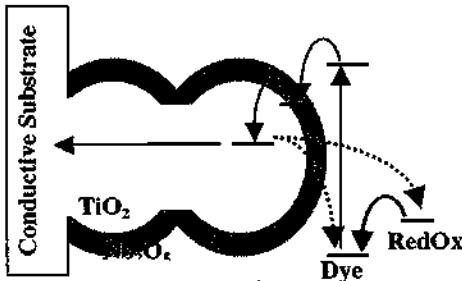
המחקר המוכא בזאת קשור לסוג של תא סולרי השונה באופן בסיסי מהתאים הסטנדרטיים המבוססים על צומת ה-*p-n*



אייר 1. תיאור אנרגטי של חתוליכים המוחזקים בתא הסולרי מרוגש הצבע.

הנמצאים סביב החקלאיים בטוח נומטרי כתוצאה מהמבנה הנכובי המאפשר את חזרת האלקטרוליט עד למצע. תוגבה זו מכונה רוקומבינציה והוא מஹה את הגורם העיקרי לאיבוד ורים בתא הסולרי מרגע הצבע. חשוב לציין כי החקלאיים הנומטוריים המרכזיים בתא האלקטרודה הנפערו-יבית, קטנים מכדי לאפשר כיפוי רמות בצומת אלקטרודה - אלקטרוליט מכובב בתאים פוטואלקטרורוכיים בסיס האלקטרודה הקדמתה קומפקטיבית. השدة החשמלי הקשור בכיפוי רמות מעט את תחילן הרוקומבינציה על ידי הרחיקת אלקטרון מהאנטרופיסיס עם התווך המכיל את החומר כך שמחנית תחלמי הרוקומבינציה בתא מרגש הצבע חסרונו משמעותי.

מטרת המחקר המובא כאן הייתה ליצור מחסום אנרגטי בפני השיטה של חלקיקי המוליך למחנה על מנת למנוע את תהליך הרוקומבינציה. המתחום הוצג על שכבה דקה של מוליך למחנה נסף שפס החולכה של גבוח (שלילי) מזה של החומלן למחנה העקורי. באופן מעשי, מזכיר בשכבה דקה של  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  פס הולכה גבוח  $\text{TiO}_2$  מזה של  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . נוכחות  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  בפני השטח של חלקיקי  $\text{TiO}_2$  יוצרת מדרגת פוטנציאלית באינטראפיסיס שבין  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  לאלקטרוליט כפי שמצוג



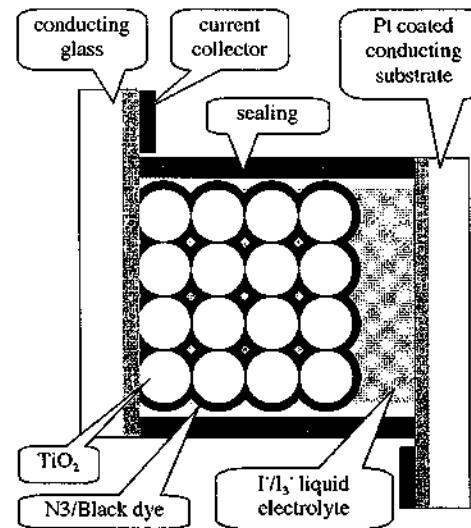
איור 3. מבנה אלקטרודה ליב-קליפה. ההפרש בין פס הולכה של קליפת  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  הולכה של מצע  $\text{TiO}_2$  יוצר מחסום אנרגטי המונע מהאלקטרונים הנעים ב- $\text{TiO}_2$  להגיב עם היונים שבתמייה או עם חומר הצבע המוחמץ.

באיור 3. כתוצאה לכך, אלקטרון שהוזר מוחרם הצבע עובר לפס הולכה החזובי יותר של ה- $\text{TiO}_2$ , שם הוא נע מוקם בקליפה של  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  המונע ממנו להגיב עם התמייה. חשוב להציג שבסבבנה ליב-קליפה זה יש לחבר את חלקיקי הליבה זה לזה (בתחלין סינטורה), לפני העטיפה בקליפה החיצונית. אחרת, מוצר מחסום אנרגטי בין חלקיק לחלקיק וכותזה מכח התנגדות לתנועת האלקטרון לכיוון המצע גדול.

על מנת להשווות בין יעילות האלקטרודה בסבבנה ליב-קליפה לעיליות האלקטרודה הרגילה, והוכנה אלקטרודות אחת  $\text{TiO}_2$  שחולקה לשני חצאים זהים. אחד החצאים צופה בשכבה דקה של  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  ואילו החזי השני שימוש אלקטרודה הייחס. היות והקליפה נקשרת לליבה בתחלין סינטורה נוספת, סונתורה

המורכב מקומפלקס רותגניים המכונה N3 (ראו "המערכת הניסויית"). המתוקים האלקטרוליטים מורכבים בדרך כלל מממסים אפרוטיים המכילים  $\text{I}^-/\text{I}_3^-$  כצמד חימצון/חיוור. לשימירת שקייפת התא עשויה בדרך כלל האלקטרודה האחורית מוכוכית מוליכה המצופה בשכבה קטליטית דקה של פלטינה. חלק ניכר מהמחקר הקשור בתא השוניים במוגנים שיאפשרו הצבע מתרכו בהחלפה של מרכיבי התא השונים במהלך מלחמת גבורה יותר. לדוגמה, נבדקה החלפה של המוליך למוליך נובי מושך כמו פולימר או מלח מותך<sup>15,16</sup>. מותוך מושך יכול מאוד על ליצור התא ועל יישום של התא בתנאי טמפרטורה קיצונית.

מחקרדים אחרים עוסקים בהבנת התהליכי המתרחשים בתא: מקור הפוטו-מתח בתא הסולרי<sup>17-19</sup>, מגנון תנועת האלקטרון בתוך המוליך למוליך עד למצע (תחת השפעת שדה חשמלי או גודיאט ריכוזים)<sup>20</sup>, מיקום ומותח האנרגיה בצומת מוליך למוליך/חומר צבע/אלקטרוליט<sup>21</sup>, פילוג המתח באלקטרודה הקדמית<sup>22,23</sup> ועוד.



איור 2. מבנה התא הסולרי מרגש הצבע. מרכיבי התא כוללים: אלקטרודה נפערו-יבית, חומר צבע, מותך אלקטרולוגי ואלקטרודה אחרת.

מאמր זה מטרכו באחד מהתהליכים המרכזיים בתא מרגש הצבע - תחליך הרוקומבינציה. האלקטרון המוזר מוליך למחנה נחשב יעל מבחן פוטו-וולטאית ורק אם יכול להגיע למצע המוליך (תגעה לאורך מספר מיקרומטרים). במלל תונתו יכול האלקטרון להגיב עם חומר צבע או יונים מוחמזרים

של ה  $\text{TiO}_2$  דבר המוביל למתח גבוה יותר בתנאי נתק. הכוון שמקורו במכפלת הזרם במתח גדל מטילה.

גם אלקטטרודת הייחוס פעם נוספת על מנת להשוו את תנאי הניסוי לחלוטין ולבודק את השפעת הקליפה בלבד.

טבלה 1

	Pmax mW/cm <sup>2</sup>	Voc mV	Jsc mA/cm <sup>2</sup>	FF %
$\text{TiO}_2$	3.45	659	10.2	51.1
$\text{TiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$	4.70	723	11.4	56.4

בנוסף לתלות זרם-מתח נauseו מדידות נוספות שהזיכרו את קיום המחסומים האנרגטי. מדידות אלו מתארות כאן בקצרה. (הסביר מלא ופירות התוצאות ניתן למצוא בrefs.(24,25)).  
1. ספקטור-אלקטטרוכימיה: מדידה ספקטורלית של כמות האלקטרונים הנעברת באלקטרודה תחת מתח חיצוני ובתנאי חושך חרואתנה כי באלקטרודה ליב-קליפה נוצרת כמות גדולה יותר של אלקטرونים במתח נתון. העבירה המוגברת מיוחסת למחסום האנרגטי בפניו השטח.

2. תלות הזרם במתח של אלקטרוודה ננופורוזיבית בתנאי התא הסולרי ללא הארה. המתח המופעל בתנאי חושך מלאץ זרם שכיוונו מהמצע אל התmiseה. זרם זה מדומה במידה מסוימת את זרם הרקומבינציה. لكن, זרם החושך הנמוך שהתקבל באלקטרודה הליב-קליפה בהשוואה לזרם החושך שהתקבל מהאלקטרוודה הרגילה מעיד על הקטנות קעב הרקומבינציה.

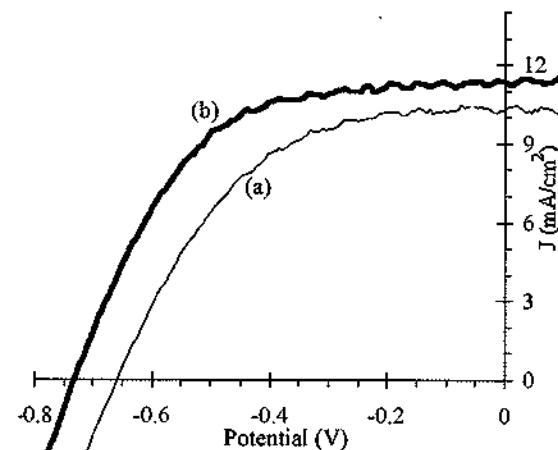
3. דיזורבציה אלקטטרוכימית: ניטוק חומר הצבע מהאלקטרוודה בהפעלת מתח אפשר לאפין את פילוג המתח לרוחב האלקטרודה. נמצא כי נוכחות הקליפה גוררת פיזור אחד יותר של הפוטנציאל המופעל על האלקטרודה. תופעה זו יוחסה למחסום האנרגטי שמאפשר צבירת אלקטرونים בפס ההולכה לפני התגובה עם התmiseה.

בנוסף למדידות אלו המכניות את קיום המחסומים האנרגטי, נבדקה יעלות יצירת הפטו-זרם כפונקציה של אורך הגל המוקן. מדידה זו שבח התקבלת יעלות גבוהה בכל אורכי הגל מכicha את עליונות האלקטרודה ליב-קליפה על האלקטרודה הרגילה.

לטיכום, השוואת של שני תאים סולריים מרוששים בצעב השווים רק באלקטרודה הקדמת מראה שהתחा הסולרי המבוסס על אלקטרוודה מבנה ליב-קליפה טוב יותר מהתחा הרגיל ביחס לכל הפרמטרים המאפיינים תא סולרי. כתובאה מכך, מתקובל ליב-קליפה גDEL ה fill factor מ-56.4% ל-51.1%.

שיפור של 35% בעילות הכללת של נצלות הזרם מהאו. פרוט הניסויים וכן השוואת מערכות ליב-קליפה נוספות ניתן למצוא בrefs.(24,25).

26 מערכות  $\text{SnO}_2/\text{TiO}_2$ , 27 מערכות  $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ , 28 מערכות  $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ , 29 מערכות  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$ .



אייר 4. תלות זרם-מתח של תאים סולריים המכילים את אלקטטרודת הייחוס  $\text{TiO}_2$  בלבד.  
(a) אלקטטרודת הייחוס  $\text{TiO}_2$  המכוסה בקליפת  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ .

העיקומות המוצגות באייר 4 מတאות את תלות הזרם במתח של התאים שהכilio את שמי האלקטרודות בתנאי תאורה המקבילים לאור שם שטנדרטי. העיקומה מאופיינית ב "זרם קצ" (Jsc), "מתח נתק" (Voc) ונקודות מקסימום כוח (Pmax). "זרם קצ" הוא הזרם שמייצר תא המואר לאור שטנדרטי ללא התנגדות במעגל החיצוני (שני צידי התא מוקזרים). "מתח נתק" הוא המתח המזמין תא מואר בשאנן זרם זרם במועל החיצוני (שני צידי התא מנוקזים). בנקודת המקסימום כוח מתקובל ההספק המקסימלי של התא סולרי עברו התאים שהכilio את אלקטטרודת הליב-קליפה והאלקטרוודה הרגילה מוגדים בטבלה 1. כפי שניתן לראות בטבלה, הזרם גDEL  $10.2 \text{ mA/cm}^2$  באלקטרודה הרגילה ל  $11.4 \text{ mA/cm}^2$  באלקטרודה הליב-קליפה, המתח המוקן ל  $659 \text{ mV}$  וההספק מ-  $3.45 \text{ mW/cm}^2$  ל  $4.70 \text{ mW/cm}^2$ . פרמטר נוסף המגדיר את יעלות התא, הנקרא fill factor, מציין אתיחס ההספק המקסימלי שהתקבל מהתחा המביטה בדוח כל התנגדויות פנימיות בתוך התא. עם המעבר לאלקטרודה ליב-קליפה גDEL ה fill factor מ-56.4% ל-51.1%.

ניתן להסביר את העליה ב "זרם הקצ" בחסימות הרקומבינציה על ידי המחסומים האנרגטי. חסימה זו מאפשרת למספר גדול יותר של אלקטرونים להגיע למצע, מקום מוקם להגיב עם יונים מחומניים או מולקולות צבע באופן דומה לאפשר המחסומים האנרגטי צבירת מספר רב יותר של אלקטرونים בפס ההולכה

## הטיענות הניתנית

### סקורות

1. M. Gratzel, Prog Photovoltaics 8, 17 (2000)
2. M. Gratzel,  
Curr Opin Colloid Interface S 4, 314 (1999)
3. B. Oregan and M. Gratzel, Nature 353, 737 (1991)
4. F. Pichot, S. Ferrere, R. J. Pitts, and B. A. Gregg,  
J Electrochem Soc 146, 4324 (1999)
5. L. Vayssières, Y. Alfredsson, and H. Siegbahn,  
Electrochim Solid State Lett 2, 648 (1999)
6. S. Chappel and A. Zaban,  
Solar Energ Mater Solar Cells 71, 141 (2002)
7. K. Keis, E. Magnusson, H. Lindstrom, S. E.  
Lindquist, and A. Hagfeldt,  
Solar Energ Mater Solar Cells 73, 51 (2002)
8. K. Sayama, H. Sugihara, and H. Arakawa,  
Chem Mater 10, 3825 (1998)
9. S. Burnside, J. E. Moser, K. Brooks, M. Gratzel,  
and D. Cahen, J Phys Chem B 103, 9328 (1999)
10. K. Sayama, M. Sugino, H. Sugihara, Y. Abe, and  
H. Arakawa, Chem Lett, 753 (1998)
11. E. Stathatos, P. Lianos, A. Laschewsky, O. Ouari,  
and P. Van Cleuvenbergen,  
Chem Mater 13, 3888 (2001)
12. S. Ferrere and B. A. Gregg,  
J Amer Chem Soc 120, 843 (1998)
13. G. Sauve, M. E. Cass, G. Coia, S. J. Doig,  
I. Lauermann, K. E. Pomykal, and N. S. Lewis,  
J Phys Chem B 104, 6821 (2000)
14. M. Yanagida, L. P. Singh, K. Sayama, K. Hara,  
R. Katoh, A. Islam, H. Sugihara, H. Arakawa, M. K.  
Naziruddin, and M. Gratzel,  
J Chem Soc Dalton Trans, 2817 (2000)
15. A. F. Nogueira, J. R. Durrant, and M. A. De Paoli,  
Advan Mater 13, 826 (2001)
16. E. Stathatos, P. Lianos, U. Lavrencic-Stangar, and  
B. Orel, Advan Mater 14, 354 (2002)
17. D. Cahen, G. Hodes, M. Gratzel, J. F. Guillemoles,  
and I. Riess, J Phys Chem B 104, 2053 (2000)
18. J. Ferber and J. Luther,  
J Phys Chem B 105, 4895 (2001)
19. F. Pichot and B. A. Gregg,  
J Phys Chem B 104, 6 (2000)
20. M. Turrian, B. Macht, H. Tributsch, and  
P. Salvador, J Phys Chem B 105, 9732 (2001)
21. D. Vanmaekelbergh and P. E. de Jongh,

תרחיף של נוקרייסטלי  $TiO_2$  הוכנה בשיטה הידרותרמית. תהליך ההכנה כלל הידROLיזה של חומר המוצא, טיטניום טטרαιיזופרופוקסידי ( $Ti(isopropoxide)_4$ ), בתמיסה של חומצה אצטית (2 pH). לאחר ערבוב במשך לילה, התמיישה נדפה ב  $82^\circ C$  לסילוק הלינגדות האורגניות. בשלב האחרון בוצע הטיפול החידרותרמי המוביל לייצור המוקристלים. התמיישה והעבירה לתא לחץ וחומר לטמפרטורה של  $250^\circ C$  במשך 13 שעות. התרחיף הטופי שהכיל גביש  $TiO_2$  במודל 23 נמור על זוכבית מוליקה (F-doped  $SnO_2$ ) על ידי מקל זכוכית. לאחר ייבוש השכבה, סונטרה האלקטרודה באוויר בטמפרטורה של  $450^\circ C$  במשך 30 דקות.

לאחר הסינגורו, חולקה האלקטרודה לשני חצאים. חצי אחד צופה בקיליפת ה  $Nb_2O_5$  על ידי טבילה בתמיסה המכילה חומר מוצא של ניאוביום (נחקרו 3 חומרי מוצאים:  $Nb(isopropoxide)_5$ ,  $Nb(ethoxide)_5$ ,  $NbCl_5$ ) על מנת לשמר על תנאי הכמה זהים בין האלקטרודה הוגילה לאלקטרודות ליב-קליפה, החצי שלא כוסה ב  $Nb_2O_5$  טונטו  $Nb_2O_5$  וסינטור ב  $500^\circ C$  במשך 30 דקות. על מנת לשמר על תנאי הכמה זהים בין השכבות הוגילה החצי המcosa. עובי שכבות ה- $Nb_2O_5$  הוא עם החצי המcosa. ממדידות XPS הנותנות את הכמות היחסית של מרכיבי האלקטרודה. בהנחה שחלקיים ה  $TiO_2$  כזרvais וקיים ה  $Nb_2O_5$  הומוגני, עובי השכבה המוחש מיחס האטומים ל  $Nb$ , הינו 2-3 ננומטר. מדידת כמות אטומי  $Nb$  לאחר גילוף  $TiO_2$  של מספר שכבות דקות מהפילים מראה כי החלקיים ה  $Nb_2O_5$  מכוסים ב  $Nb_2O_5$  לכל עומק הפילים (עד למצע). חומר הצבע,  $(cis\text{-}di(thiocyanato)bis(2,2\text{-}bipyridyl)\text{-}4,4\text{-}dicarboxylate})\text{, ruthenium (II)}$

המכונה  $N_3$ , נקשר לאלקטרודה על ידי טבילה בתמיסת אטנול ישש המכילה  $0.5 \text{ mM}$  חומר צבע, על מנת להמנע מספחת מים על האלקטרודה, האלקטרודות חומרו ל  $150^\circ C$  ואחר כך קורו ל  $80^\circ C$  לפני הטבילה בתמיסת חומר הצבע. האלקטרודות נשמרו בתמיסת עד מדידות.

מדידות תא סולי נעשו במבנה סנדוויץ'. במבנה זה האלקטרודה האחורי, פלטינה המנודפת על זוכבית מוליקה (F-doped  $SnO_2$ ), נלחצה על גבי האלקטרודה הקדמית.

האלקטROLיט,  $0.5 \text{ M LiI}/0.05 \text{ M I}_2$  in 1:1 acetonitrile-NMO (3-methyl-2oxazolidinone) שהוורק בין האלקטרודות וחדר עד למצע עקב הכוורת הקפירים. מנורת כסנון בעלת טפקטורים קריינה הדומה לטפקטורים המשמש שכילה לדמות עצמת שימוש בתחום הראיה שימושה לשימשה להקרנת התא הסולרי.



### דראיה זבן

יליד ישראל (1961) החל לימודיו לתואר ראשון בשנת 1987 לאחר 7 שנות שירות צבאי. סיים תואר ראשון בכימיה (בחצטינית) בשנת 1990 ותואר שלישי באלקטרוכימיה (בחצטיניות) בהדרכת פרופ' דורון אורבן בשנת 1995. לאחר שנתיים של פוסטדוקטורט בתחום הפוטואלקטרוכימיה ומדע החומרים

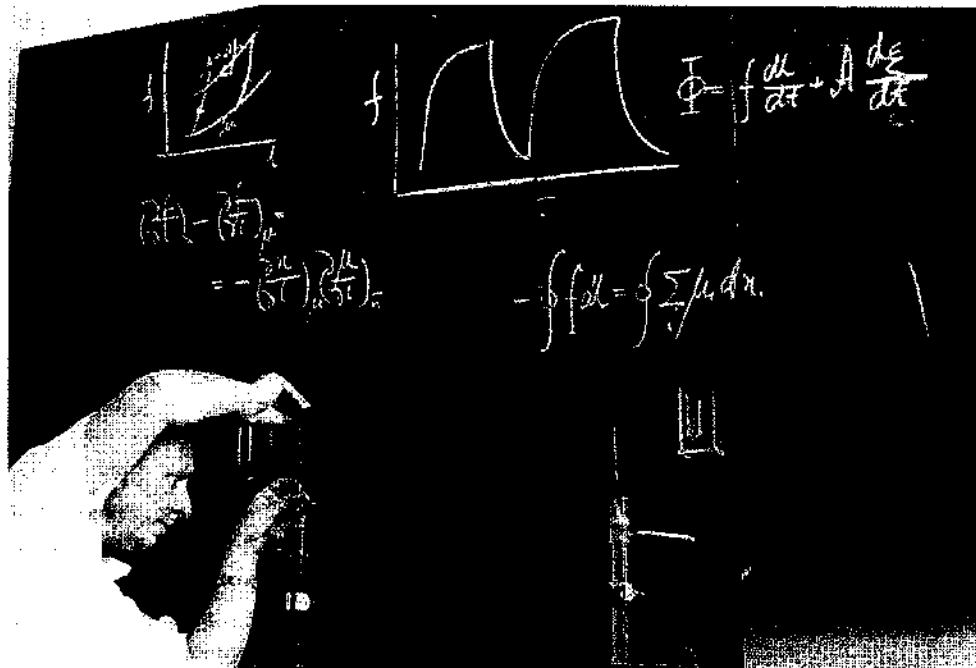
NREL - National Renewable Energy Laboratory כ-אה"ב, הגיע כmoritzovich בכיר למחלקה לכימיה באוניברסיטת בר-אילן. פרסם למעלה מ-50 מאמרים ושלושה פטנטים. השנה זכה בפרס המזען הצער המוצטי של התברות הישראלית לכימיה בהמשך לזכייה במספר פרסים ומלוות בהם, פרס מחקר ע"ש מיכאל לנדו, מלגת רוטשילד, ומלגת לוי אשכול של משרד המדע.

- J Phys Chem B 103, 747 (1999)  
22. A. Zaban, S. Ferrere, and B. A. Gregg,  
J Phys Chem B 102, 452 (1998)  
23. A. Zaban, A. Meier, and B. A. Gregg,  
J Phys Chem B 101, 7985 (1997)  
24. A. Zaban, S. G. Chen, S. Chappel, and B. A. Gregg,  
Chemical Communications, 2231-2232 (2000)  
25. S. G. Chen, S. Chappel, Y. Diamant, and A. Zaban,  
Chem Mater 13, 4629 (2001)  
26. S. Chappel, S. G. Chen, and A. Zaban,  
Langmuir 18, 3336 (2002)  
27. Y. Diamant, S. G. Chen, and A. Zaban, in press.  
28. Y. Diamant, S. G. Chen, and A. Zaban, in press.

# פרופ' אהרן קציר-קצ'ילסקי - שלושים שנה למוות

ארנה פוקדי שביט, מוכן ויצמן למדרע

(NELKAT MATOK UTZON "HAMCOUN", CHADOSHOT MADU BESHFEH YEDIOTHETI, YUNI 2002.)



במקביל לעבודתו המדעית עסק אהרן בפעילות ביוטחונית ובמחקר צבאי כחבר ה"הגנה" וכאחד מנמייסדיו של חיל-הטמ"ע של צה"ל - חמ"יד.

בשנת 1948 קיבל האחים קציר את הזמנתו של חיים ויצמן להציגו למכון ויעמכו למדע ברוחבות. אהרן הקים את המחלקה לחקר פולימרים, שבראשה עמד עד יומו האחרון. אפרים הקים את המחלקה לביופיזיקה ועמד בראשה עד לבחרותו לנשיא הריבייל של מדינת ישראל בשנת 1973. בנוסף ייסד אהרן את המעבדה לחקר חומרים פלסטיים של המכון, במתරה לפתח חומרים חדשים וכידי תורום לקשר בין המחקר הבסיסי למתקור התעשייתי. תלמידיו היו מהנדינים המובילים במכון במשך שנים רבות.

בסוף שנות החמשים פעל אהרן קציר להקמתה של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים - מוסד שנועד לבסס את המחקר במדינת ישראל ולטפחו. בשנים 1959-1962 שימש כסגנו של הנשיא הראשון של האקדמיה. פרופ' קציר השתתף גם בהקמת 1968 כיהן כנשיא האקדמיה. מוסד נו-לרי ביישולים וכיין נשיאו השני. כמו כן היה פעיל בהקמת אוניברסיטת בן-גוריון בנגב וסייע בעיצוב דמותה האקדמית.

אהרן קציר - המדען והחומריסט, איש החזון והמעש - נודע גם כמורה בעל איוכיות יהודית. את יחולתו זו רוגם לא רק לשם הרצאות מדעית לפני מדענים, אלא גם לצורן הסברות המדע לקהל הרחב בספרים, הרצאות ותוכניות רדיו. פרופ' קציר זכה בכיבודים ישראליים ובין-לאומיים רבים,

"הידוע, כשפה בין-תרבותית, מאפשר תקשורת עם עמים זרים ורחוקים - לא רק בכלל המושגים המשותפים והנוסחה האחדית, אלא בזכות הגישה חסרת משוא הפנים אל המציאות, והודות לביקורתית ולחיפוש הבלתי נלאה אחר האמת".

בדברים אלה ביטה פרופ' אהרן קציר, מראשוני ומນיחי היישובת למכון ויצמן למדע, את תפיסתו המדעית-חברתית של פניה קיים קשר عمוק בין מושך לבן מוסר, ולפיכך מوطלת על המדען אחריות ציבורית כבדה ורבת-פנים. על מחשבותיו אלה הרחיב בספריו המדעי-הפופולרי "בBOR המפההה המדעית" אשר יצא לאור בחוצאת עם עובד בשנת 1971. חודשים ספורים לאחר מכן, במאי 1972, נרצח פרופ' אהרן קציר בידי מחבלים, בהתקפת טרור במלון חתופה בן-גוריון.

אהרן קציר-קצ'ילסקי נולד בשנת 1913 בפולין בבית משפט קצ'ילסקי. (כעבור שנים מענה אחריו לבקשו של דוד בן-גוריון עברת את שם משפחתו). בשנת 1925 עלה בני המשפחה לישראל. הם התגוררו בירושלים, וזאת למד בגימנסיה העברית ברכבתיה והיה פעיל בהקמתו של ארגון הנוער של תנועת העבודה - "הברחות הסוציאליסטית העברית בארץ-ישראל".

בשנת 1932 החל אהרן ללימוד ביולוגיה וכימיה באוניברסיטה העברית בירושלים. ביחד עם אשתו לעתיד, רינה טיבר, למד בטגרות המכחו הראשון של הדוקטורנטים באוניברסיטה. הוא סיים את עבודות הדוקטור שלו בהצטיינות והחל לעבד באסיסטנט במעבדה לכימיה אורגנית עיונית ומרקוז- מולקולרית. באותה תקופה למד פיזיקה, מתמטיקה ופילוסופיה כמקצועות משלימים למדעי החיים.

שחלופי אנרגיה - "מכנוכימיה". עבדתו של קציר בחקר הפליאלקטרו-לפטיטים זכתה להכרה בין-לאומית רחבה, והמסקנות שלו ממנה תקפות עד היום, גם פיתוחים[U]ESCO] שונים בתחום הננו-טכנולוגיה, כמו רוביוטים מולקולריים, מבטים

במידה מסוימת על מה שארון[Katzir] בינה מכנוכימיה. הגישה הכמותית - היא שהנתה אותו ואת עמיתיו גם בחקר תהליכי מעבר ביולוגיים ותקשות ביוכימית. בכך הפיעיל את תורת התרמודינמיקה של תהליכים בלתי-הפייכים לשם פיתוחה של תיאוריה מתמטית, שאפשרה לתכנן[N]יסויים[B]בקורים] ביולוגיים ואך לחשב את תוצאותיהם. תיאוריה מתמטית זו התקבלה והופעלה על-ידי מדענים בכל העולם. פיתוחה התיאוריה זיכה את פרופ' אהרון[Katzir] ואת פרופ' אורה[Katzir] בפרס ישראל

[למדעי הטבע לשנת תשכ"א (1961).]

הוא תזענין גם בפועלות המוח, וכדי לטפל במערכת ביולוגית כה מורכבת, עסק בהרחבתה של התיאוריה התרמודינמית. במקביל ניסה למצוא את המנגנון המולקולרי של פעולות הרישום ביצירון. מחקרים בתחומים אלה הקדימו את זמנם. צרו של פרופ'[Katzir] הונצח במקומות שונים בארץ ומחוץ לה. במכון ויצמן למדע הוקם מרכז על שמו. בפעילותו השונית-העניקת מלגות נסעה לסטודנטים[B]מדעי החיים], הרצאות שנתיות וכנסים[שנתיים] - משמש מרכז אהרון[Katzir]-קציסקי מטבח חיה לצורו. באחרונה חוץ המרכז אתר אינטנסיבי המתאר את פעולות המרכז ומגיעה את מושחת אהון[Katzir].

[www.weizmann.ac.il/feinberg/katzir](http://www.weizmann.ac.il/feinberg/katzir)

ובהם פרס ויצמן, פרס ישראל ופרס ווטשילד. הוא היה נשיא האגון הבון-לאומי לביופיזיקה שימושית וטהורה וחבר-חו"ץ של האקדמיה הלאומית מדעים של אריה[B]. במאי 1972 השתתף אהון[Katzir] בכמה[Katzir] כנסים מדעים באירופה. בתום[Katzir] הכנס האחרון, במערב ורמניה, שב לאוז. שעہ שהמתין למשגנו[B]בנמל התעופה, פתרו שלושה מהכלבים, חברי[הצבר] הפני האודם", שפעל בשירותה של[החברה העממית לשחרור פלשתין"] באש. כ- 100 בני-אדם נפצעו[היו][היו] מ[היריות]; 24 מהם נהרו[הנפלו] וביהם אהון[Katzir]. בן 59 היה במותו. הנחי אשה - ד"ר רינה[Katzir] (טיבר), בת - יעל, ובנים - אברהם וגדי.

## עודן וחוקר

במחקריו המדעיים חתר אהון[Katzir] להבנת תהליכי החים הבסיסיים. הוא החל את דרכו המדעית בשנות השלושים, עת עסקה[bio]ביולוגיה בעיקר[B]בגילאים החיצוניים של תופעות החים. אהון[B]ביקש ללמד את הבסיס המולקולרי לתופעות אלה. בעבודת הדוקטור שלו[D]דק את יחסינו[B]גומליין[B]בין[B]מרכיבי[B] החלבונים לסטורי[B]פשוות[B]בתא[B]חי[B] והציג[B]שחסוכרים[B] הס[B]מרכיב[B] קבוע[B]של[B]روب[B] החלבונים. הנחותיו[B]זו[B]קדומה להוכחה כי[B]גlikoproteins[B] אכן[B]קיים[B] בטבע. בהמשך[B]החליט[B] לחקור את[B]תבונתו[B] והפקדון[B] של[B] מולקולות[B] סינטטיות[B] גדולות[B] - אך[B] פשوط[B] - שהתנווגן[B] דומה[B] לו[B] של[B] כמה[B] מה[B] המקרו-молקולות[B] הביו-לוגיות. הוא[B]בחר[B] בפליאלקטרו-לפטיטים. המחק[B] המבוקר[B] במערכות[B] המודול[B] הלו[B] אפשר[B] לו[B] לישם[B] גישה[B] כמותית[B], המנתה[B] את[B] תהליכי[B] החים[B] במונחים[B] כימיים[B], פיסיקליים[B] ומתמטיים[B] ואך[B] הוביל[B] אותו[B] לתחום[B] חדש[B] של[B]

## לשבור, נסיא החברת הישראלית לכימיה.

קונפורמציות בשיטות קינטיות. לאחר מכן נשאר כושא נוספת נספה באראה"ב ועבד במחקר ככימאי מפעל התרכות *Es G. D. Searle* בשנה זו עסוק בעיקר בנגזרות של אינידול תוך ניסיון למצוא תרופה להרגעה ולהזנת לחץ דם.

בקופה זו נפגש בנושא הפטנטים, שילואה אותו אחר כך שנים רבות וניסה להשתמש בו למטרת פיתוח תעשייתי.

ב-1958 חזר ארצתו ככימאי וחוקר במחלקה לבכימיה אורגנית בטכניון, תחת ניהולו של פרופ' דוד גינצברג. בתקופה זו עסוק באנליה של קונפורמציות של טבעות מחומשות. במקביל החל לשמש יועץ לחברות אביק, שהייתה ממוקמת אז ברמת-גן, ומתבקש להקים בה יחידת מחקר.

בזמןים ההם לא היה קיים בארץ בתחום תעשיית התרכות מחקר תעשייתי לחישוט מולקולות חדשות כתרכות. יצרי התרכות דוא, בעיקר בעלי רקע בתחום הרוקחות, התבessa על ידו שהביאו מאירופה. לא היו קיימים אז מפעלים גדולים, אלא רק מפעלים קטנים ורבים, שמטרתם הוקמו ביוזמה של איש אחד. מפעלים יהודים עסקו בפיתוח וייצור סינתטי לקבלת חומרים פעילים גוראים.אנשי התעשייה רצו להתמקד בתרכות לפי ידע חיצוני או גנריות בלבד.

להקים יחידת מחקר ולשאוף לתרופה ממולולה חדשה הייתה פיתוח כחול לנין היי באמנת חולום, שביטה בין המיצאות המרכק היה גוזל. מחקר כזה ורש לא רק סיינזיה של מולקולות חדשות, אלא גם מערך לבדיקות פארמকולוגיות סיטזון זה וגם סולון זה בחיות.

היה צורך הרבה חוץפה, תעוזה, תמיינות וחומר ניסיון כדי להלום על פיתוח תרופה בתעשייה שהיא כל כך ראשונית וכן לה משאבים הגודלים הנחוצים לשם כך. לרבות המול, נגשו שני מושגים לדבר, רלף הבר, ומנכ"ל אביק ד"ר יואל בן-טובים, שהחלחב מהעירין. הוא תרצה לעצמו את התוצאה הכספייה בכך שהוא יעלה את הרמה המדעית וישפר את הקשרים עם מוסדות מחקר בארץ ועם חברות בחו"ל.

ב-1962, כאשר החל לעבוד כאחראי על המחקר במפעל אביק, ניסה הבר להקים מערך בו ישולבו חוקרים מתחומים שונים: שיטות פעולה ביןיהם נחוץ כאשר מדובר בפיתוח תרופה; חוקרי מפעל אביק, מעבדות בית החולים תל השומר, המכון הביו-טכני בנס ציונה, המכון הוטרנרי, הפקולטה לחקלאות, בית חולים הדסה בירושלים, ועוד.

במדינה צערה, עם תעשייה ב"תיותליה" ועם חקלאות מפותחת התופסת חלק ניכר ביתר בחיה, היה אך טבי לנטות ליצר תרופה בתחום הוטרנרי. המחשבה הייתה שבתחום בעלי החיים יהיה פשט יותר לייצר תרופה מאשר בתחום התומן. מחשבה זו הייתה מוטעית ביסודה, שכן בתרופה וטירנירית המיעודת לבני חיים המשמשים למזון, בודקים גם מה קורה עס שאריות תרופה בגוף החיה לאחר השימוש בה.

לאחר 16 שנות עבודה וסיינזיה של מעל 1000 חומרים חדשים אפשר היה להציג בכנס IUPAC בירושלים את ה-



רלף הבר היה נסיא החברת הישראלית לכימיה בין השנים 1984-1981. הוא היה הנשיא הראשון של החברה שהגיעה מהתעשייה הכימית. מונך בכך נבעה אמונה שיש להדק את הקשר בין האקדמיה והתעשייה ולהגביר את המחקר היישומי. בשנות כהונתו פעל להגברת שיתוף הפעולה בין התעשייה הכימית לבין מוסדות המחקר. במסגרת זו אף ניסתה לשוק אקדמי לבנות את שנת השבתון שלהם, או לפחות חופשת קיץ, בתעשייה.

סיפורו חיו מייצג במידה מסוימת את סיפורם של רבים מבני דורו אשר תרמו והקימו את התשתיות לתעשייה הכימית בארץ בתעשייה התרכות בפרט.

רלף הבר נולד בשנת 1927 בעיר גלץ בפולניה. ב-1940, בעיצומה של מלחמת העולם השנייה, בהיותו בן 13 עלה המשפחה לישראל. ב-1946, לאחר השלהמת בתיונות הבגרות האקסטרנריות מטעם אוניברסיטת לונדון, יצא ללימודים כימיה באוניברסיטת ציריך בשוויץ.

חבר ב"יגנה", הדרך בחופשות הקיץ במחנות של פלי"י השואה בצרפת ובאלטלה.

ב-1948, חזר לארץ כאחראי על אוניה שעלה ספונה היי-200 איש, שרובם היו חניכיו במחנות הפליטים. לאחר שחזרו מצה"ל, אחורי מלחמת השחרור, חזר להשלים את לימודיו בציירן. ב-1956 סיים את לימודי הדוקטורט בתחום קביעת המבנה וסינטזה של חומרי טבע אצל Prof. Hans Schmid ואז פост דוקטורט לאראה"ב, לאוניברסיטת נוטרדאם שבארצות הברית. שם, אצל Prof. Ernest Eliel

בתום התרכות נד סרטן כדי לעשות זאת. למקרה זו ארגן רלף הבר את כל המופיע של אביק שבב הכימיה, כאשר השלב הראשון של כל פרויקט היה הסינזה הכימית. תוך מספר שנים הופיע יותר ויותר תרומות נד סרטן מייצור ישראלי באירופה, ובמשך שנות השמונים נס "ארה"ב.

ב-1988 נקנתה אביק על ידי חברת טבע. בטע החלטה תוך מספר שנים לנקנת או להתמזג עם מספר חברות קטנות וליצור על ידי זה חברת ישראלית גדולה. אביק הפכה לחלק מكونצראן התרכות המתגלא.

עוד לפני הרכישת פיתוח כוחת המופיע הכימי של אביק סיינזות חדשה לדילטיאזום, תרופה עם שני מרכיבים אסימטריים המיועדת לטיפול במקריםות לב. פטנט לתחלק נרשם במדינות החשובות. כאשר השיווק בארא"ב יצא לאורן, נתבעה החברה על הפרטה פטנט אחר, פטנט של חברת יפה. חלק לחברת טבע היה קל יותר להציג את הטכומים הגודלים שמאatk מסוג זה עולה. רלף הבר היה העד הרשמי מותך אביק/טבע. המערה עלתה יפה וחברת טבע זכתה.

כיום, לאחר פרישתו לגמלאות משמש רלף הבר יוועץ במפעל טבע, י"ר ועדת הפטנטים של אונ' הכימיה והפרמצטיקה בתאגידות התעשייניות, וחבר בעדית משרד המשפטים לשינוי חוק הפטנטים. במסגרת זו הציגו לאחר מאבק שנמשך כ-8 שנים לשנות את החוק שהיה קיים משנת 1967, אשר עיבב את המחקר בתחומי ולמעטה עצר את התפתחות התעשייה הפרמצטיקת בארץ. כיום, בדומה למדינת כמו ארה"ב וקנדה, מותר לבצע מחקר ולשנות ניסויי מעבדה כדי לפתח תרופה חדשה עוד לפני שפניה תוקף הפטנט עלייה. כמו כן מותר גם לעשות את כל הפעולות הדרושים כדי לקבל רישיון של תרופה גנריית. באופן זה החברה יכולה להיות מוכנה עם תהליכי הייצור מיד כאשר פג הפטנט, ולא לבזבז זמן יקר על ביצוע כל שלבי הפיתוח (מה שיכול להמשך שנים) רק לאחר תום הפטנט. לפי החוק הישן החברה הישראלית הייתה צריכה לפתח מוצר בחו"ל כדי להגשים רישיון עם סוף הפטנט. המופיע הזה חור הביתה.

NIFUROQUINE שנועד לריפוי מחלת דלקת העיני. חומר זה עבר את כל המבחנים הטוקסיקולוגיים והקליניים הדרושים ונרשם לראשונה על ידי השלטונות באנגליה.

התרופה החדשה שנקרויה "אבימסתן 100" נעה לריפוי מחלת דלקת העיני (מטסטיטיס) שהיתה נפוצה, פגעה קשה בעורו. הקבר לחלב במשקים האינטנסיביים והורידה כ-10% מתנות בתחלב בעולם.

בעיתון מעריב פורסמה כתבה ובה נכתב "פיתוח התרכות החדשה מהוועה ממנה בתשיה הפרמצטיקת בארץ בכח, שמדובר כאן בתגלית ישראלית מקורית, בעוד שעדרך כל עסקת התעשייה הישראלית בעקבות תרומות ותכשיטים שנתגלו במקומות אחרים".

התרכות שוקה בהצלחה בישראל, צרפת, אנגליה, אוסטריה, הונגריה, איטליה ועוד, אך הרעיון לפרוץ לשוקים בינלאומיים רחבים יותר לא עלה יפה, הן בגלל החום הערבין, שהפריע לחברת זורה לשוק מוצר ישראלי, והן בגלל שהתגלה יותר מאוחר כי ליפטורופרינים תוכנות מותגניות - מה שגורם בסופו של דבר לאיסור השימוש הוטרני בהם. יחד עם זאת לא היה ספק שפיתוח תרופה זו היה שלב חשוב בהתפתחות תעשיית התרכות הישראלית, וושערו חשור בייתור שתורם למחוקר הפרמצטיקי וליצירת התרכות בארץ.

שיתוך הפעולה בין התעשייה הכימית לבין מוסדות המחקר בישראל קיבל עד יותר חשיבות כאשר הבר התמנה כמנהל מופיע וחבר הנהלת אביק. ביוזמתו מוצעו מחקרים משותפים עם רוב האוניברסיטאות בארץ גם בכימיה וגם בתחוםים מדעיים אחרים.

הפעילות בחברה הישראלית לכימיה היא גם חלק מגישה זו. משנת 1968 ועד 1972 שירת כאנבר החברה וייתר מאוחר כחבר Israel Journal of Chemistry.

המערכת של הניסיון שונכש ע"י רישום "אבימסתן" באירופה לימד שחורה ישראלית מסוגלת לרשום ולמכור תרומות מוגמרות לשוקים מפותחים ולא רק לעולם השלישי. בתברות אביק הוחלט לבחור

# דו"ח על כינוסים ואירועים שהתקיימו בארץ

## דברי ברכה בשלב הסיום של ה"כימאי-ידה" החמישית

פרופ' ארנון שני, נשיא החברה הישראלית לכימיה

تلמידים-מתחרים, מורים ומלויים, מארגי ה"כימאי-ידה", אורחים, קהל נכבד, נבצר מעמי להצטרכו אליהם בשל הגמר של התחרות בכימיה לבני הנער בישראל, ועל כן עביר בכתב מרכז לטעם מרנש וחווב זה. ברכות אלה הן בשם צבור הכימאים בישראל, התעשייה הכימית וכל הנוגעים בתחריטים בחברה הישראלית לכימיה, האקדמית ומיצגת את הכימיה בישראל כלפי גורמים בארץ ובחו"ל.

ולמידות ותלמידים יקרים, לפני מסוף החדש נפגשו בסומו של השלב השני בתחרות. באותו יום ובחרטם - 23 הזוכים - להעפיל לשלב הגמר המתקיים היום. ועתה, עם סיום התחרות יודעים אטם, וכמוון כולנו, מי הם הטוביים והמובילים בהבנה והידע בתחום הכימיה. בכך הוא כי הראשונים הם הזוכים והגדלים, אך למען האמת כל המתחרים זוכים: זוכים במעמד העולים לשלב הגמר, וזוכים להתמודד עם בעיות כימיות, עם הצגת נושאים כימיים, והוכיחו הגדולה מכל היא התעמקות והברת התבנה והשליטה בנושא, להם זכיתם עקב ההכנות לRAR את התחרות.

הכימיה היא בכל מקום ובכל דבר - ברוח ובחמה, בנפש ובגוף. אין לך דבר העוסק בחומרים שאין בו כימיה. אמרים כי כימיים הם "דוברים לא טוביים". אין זאת כך. הכימיים הם בעלי תוכנות שונות ותפקידים שונים, והשאלה היא מה המשמש שיעושים בהם. בכך יש שיח חמורים ויעלים ויש חמורים המפיצים ריחות רעימ. אך לעומת זאת קיימים כל החמורים שהם חיוניים לחינו ולקיים הסביבה והעולם הסובב אותנו. אנו נושמים כימיים, ובלי חמן אין חיים. אנו שותים כימיים, ובכל מים אין חיים. אנו אוכלים כימיים, מהם מפיקים אנו אנרגיה וחומרי בנייה של הגוף. והרשימה ארוכה ונכבדת. ותורמתם של החמורים "טהוביים" עליה עשרות שיווצרם "הרעים" נכון להביא דעת איך להתמודד עם הביעות שיווצרם "הרעים" נכון להביא הקללה ומזר לו ולסובב אותנו. את המתמודדים וחבריהם שאינם כאן, אם תלמדו כימיה בהמשך הדרכן, אין ספק שתוכלם לפתח דרכים ואמצעים חדשניים לחברה האנושית בתחרויות עס "הרעים".

תשאו עמכם את הבשורה כי הכימיים הם טובים ויפים, כמו בשמיים, מתוקים, תרופות, שבבים למחשבים, דלק למכוונית, חומרי דישון לחקלאות, ועוד ועוד.

בשלב הביניים העניקה לכל החברה הישראלית לכימיה את הכרזה של כימיה במליס. היום מעניקים אנו לכם את המערכת המחוירית מוטבעת במשפט עבדה לעכבר" המחשב. הניחו

## כימיאדה לשנת תשס"ב

פרופה דיאמנט, מזכירת הכימיאדה, הפוקולטה לכימיה, הטכניון.

זו השנה השלישית שאנו מקיימים בפקולטה לכימיה את תחרות ה"כימיאדה"- האולימפיאדה הארץית בכימיה לתלמידי כיתות י"א ו- י"ב מבתי-הספר התיכוניים בארץ. התחרות היא בחסות משרד החינוך ובשותפם החברה הישראלית לכימיה, והיא החמישית בסדרת ה"כימיאדה".

התחרות מבוססת על שלושה שלבים לאורך שנתי הלימודים. בשלב הראשון השתתפו כ- 1,200 תלמידים מ- 110 בת"יס מרחבי הארץ, והוא נערך בבת-הספר בחודש אוקטובר 2001.

שלב י' של ה"כימיאדה" עלו 150 תלמידים והשתתפו ביום הפינלי שהתקיים בפקולטה לכימיה בטכניון בחופשת החנוכה בחודש דצמבר 2001. בהזמנות זו התלמידים שמעו הרצאה בשילוב הדגמות בנושא "מהפכת הטכנולוגיות הכימיות", הם סיירו במעבדות המחקר ונבחנו בכתבי.

שלב י' של ה"כימיאדה" אשר התקיים ביום ג' 19.3.2002 השתתפו 20 תלמידים. בחלקו הראשון של היום התלמידים נבחנו בכתב, ובחלקו השני, כל אחד מהמתמודדים הציג נושא בכימיה שנבחר על ידי ואישר אצלנו בפקולטה. בתום שני חלקים הימים עדת השופטים בראשותם של פרופ' נמרוד מיסייב, בורה את ששת הזוכים במקומות הראשונים (3 זוכים מכיתה י"א ו- 3 זוכים מכיתה י"ב). בסוף יום התחרות בשעה 17:00 התקיים טקס הסיום בהשתתפות אורחים ומלוים ובו הוכרזו הזוכים במקומות הראשונים והוענקו הפרסים.

մרכז התלמידים בטקס הסיום:  
פרופ' יצחק עורף, דקן הפוקולטה לכימיה  
ד"ר חagit מאיר, מנהלת אגף מדעים, משרד החינוך  
פרופ' זאב גروس, קרוא את דברי הברכה שלשל נשיא החברה הישראלית לכימיה (ראה בהמשך).

### הזוכים בין תלמידי כתה י"א:

- |        |             |                         |
|--------|-------------|-------------------------|
| מקום 1 | אדם רובין   | עירוני חוגים, חיפה      |
| מקום 2 | זולברג תומר | הנדסאים, אוניברסיטת ת"א |
| מקום 3 | קלוש יואב   | עירוני חוגים, חיפה      |

### הזוכים בין תלמידי כתה י"ב:

- |        |                 |                                      |
|--------|-----------------|--------------------------------------|
| מקום 1 | פינקלשטיין אלכס | עליה תיכון למדעים, הרצליה            |
| מקום 2 | שולקיניד גל     | תיכון ע"ש קלעי, גבעתיים              |
| מקום 3 | שלום ענבל       | בית חינוך תיכון עירוני ג/<br>ירושלים |

## The Gregory Aminoff Prize

administered by the Royal Swedish Academy of Sciences,

To **Meir Lahav** and **Leslie Leiserowitz** from the Weizmann Institute of Science.

The prize was awarded for:

"their fundamental studies of crystal growth and application to separation of enantiomers and for their studies of surface structures by synchrotron radiation".

A special symposium in their honor "**On Crystal Growth and Surfaces**" will be held in Stockholm, on 12-13 September, 2002, following the award ceremony.

The program includes the following lectures:

**Introduction: Ivar Olovsson**

Shaping crystals with "tailor-made" auxiliaries.

**Meir Lahav**, Weizmann Institute

Chirality at the interface between crystals and biology.

**Lia Addadi**, Weizmann Institute

Crystal growth interfaces: Visualization and controlled nucleation

**Michael Ward**, University of Minnesota

Crystal growth and dissolution near equilibrium:

Direct observation by atomic force microscopy

**Michael McBride**, Yale University

Crystallization and solid state chemistry of pharmaceutical compounds

**Stephen Byrn**, Purdue University

Polymorphism: The same yet different

**Jack Dunitz**, ETH

The physics and use of synchrotron radiation for studying surfaces and interfaces

**Jens Als-Nielsen**, Niels Bohr Institute

Understanding crystal nucleation: Can a cheap computer help a million-dollar project?

**Angelo Gavezzotti**, University of Milano

Crystalline Architectures at the air-water interface.

Relevance to crystal nucleation

**Leslie Leiserowitz**, Weizmann Institute

משמעות זה ליד המחשב שלכם ותלמדו את המערכת הממחזרית  
שוב ושוב (אני מניח כי כבר היום מכירים את אונס אותה על בוריה).

כי מי שמכיר ויודע את המערכת הממחזרית יודע כמובן  
ברצוני להודות לכל העוסט במלאת על התכונן, הארגון  
והכינוע של התחרות החשובה והרכבה.

ברצוני לסייעם בברכה חמה לכל הזכרים, וכל אלה שסייעו  
בבדיקה הגיעו למעמד זה, להתמודד עם התחרות ולהגיע  
לחשגים נאים.

כל טוב, חג פסח שמח והצלחה בהמשך הדרך.

## The 2002 Harvey Prize Award

in the field of Science and Technology was awarded  
in a ceremony held at the Technion in Haifa,  
on June 6 2002, to:

**Prof. Ada Yonath**

Weizmann Institute of Science in Rehovot

"In recognition of her pioneering crystallographic  
studies of the ribosome".

and to:

**Prof. Peter B. Dervan**

California Institute of Technology, Pasadena, CA

"In recognition of his pioneering studies that have laid  
down the foundations for gene regulation by small  
molecules".

# FRITZ FEIGL AND SPOT TESTS

**Bob Weintraub**, Director of the Library, The Negev Academic College of Engineering, POB 45, Beersheva. E-mail: [bob@nace.ac.il](mailto:bob@nace.ac.il)

The books by Prof. Fritz Feigl (1891-1971) on Spot Tests are standard references in chemistry libraries. Feigl's best known books are Spot Tests in Organic Analysis and Spot Tests in Inorganic Analysis. Spot tests are simple, sensitive and selective qualitative tests based on chemical reactions using small amounts of test material and reagents. The usual kind of spot test is run by bringing together drops of the test solution and reagent on either porous substrates such as filter paper or on nonporous surfaces such as glass or porcelain. Generally, color changes indicate the presence of the analyte, often in the parts per billion range.

Professor Feigl developed this field for 50 years. (Tüpfelanalyse in German, Analise de Touche in French, Analise de Toque in Portuguese.) He has had great influence on the development of chemistry and is recognized as one of the greatest chemists of all time. (Schufle and Ionescu, J. Chem Ed., 1976; Espinola and others, Bull. Hist. Chem., 1995, and references therein. I have taken passages from these without the use of quotation marks.)

## Spot Tests:

Feigl concentrated much of his efforts on finding organic compounds which give specific color reactions with different elements. Many of the reactions employed later found their way into quantitative analyses, and also into other areas of chemistry. According to Feigl, this is characteristic of the nature of spot tests, in that the prime factors in spot tests, sensitivity and reliability, are important to all areas of chemical analysis.

Prof. Emeritus Ervin Jungreis of The Department of Inorganic and Analytical Chemistry of The Hebrew University of Jerusalem, Israel (HUJI) explains that the spectacular advances in analytical chemistry over the last 30 years has limited the use of spot test methodology for exact determinations. On the other hand, in certain areas, simple, quick response, compact and inexpensive devices for semi-quantitative evaluations are desired in the first stage of examination. Although the present day use of Spot Tests is marginal, that margin is significant. Jungreis' work, **Spot Test Analysis: Clinical, Environmental, Forensic, and Geochemical**

**Applications.** 2nd ed. Wiley, 1997, is a compendium of contemporary applications in the areas of clinical, forensic, geochemical, soil, water testing, and occupational safety. Prof. Jungreis was awarded the Ph.D. from HUJI in 1955 and then did post-doctoral work with Feigl in Rio de Janeiro in 1957-8. I am grateful to E. Jungreis for sharing his remembrances about Fleigl with me.

The earliest recorded description of use of a color change to indicate the presence of a substance is that of Pliny the Elder (23-79 A.D.). He recommended for the detection of ferrous sulfate adulteration of Verdigris pigments the use of papyrus saturated with extract from gallnuts. Verdigris are three copper acetates or a mixture of them ranging in color from green to blue. The appearance of black color indicated the presence of iron. (Snelders, Isis, 1965)

## Fritz Feigl:

Fritz Feigl (Efraim ben Shemuel HaKohen) was born in Vienna in 1891. He served as an officer in the Austro-Hungarian Army in World War I and was awarded the Bronze and Silver Medals, and the Military Service Cross. Feigl studied chemistry at the University of Vienna, where he was awarded the degree of Doctor of Technical Science in 1920 for his thesis on Spot Tests. His association with the university continued and he rose to the position of Full Professor of Analytical Inorganic Chemistry in 1937. Because he was a Jew, in 1938 he lost his Austrian citizenship and was forced to flee.

Prof. Feigl fled to Switzerland and then to Belgium--where he carried out research and teaching. Here, using one of the reactions described in his books, he solved the problem of making gas masks protective against arsine. While in Belgium he received an invitation to continue his research at the University of St. Andrews, Scotland. As his passport now contained the capital letter J identifying him as a Jew, the opportunity to leave Belgium did not materialize. The 2nd English edition of his book **Qualitative Analysis by Spot Tests** (1939) is dedicated to his colleagues at the University of St. Andrews. In 1940, when Belgium was invaded by the Germans, he was transferred to the concentration camp at Rivesaltes, near Perpignan, France. In 1940, the

Brazilian Ambassador in Vichy arranged visas to Brazil for him and his wife. He was 49 years old. He joined the Brazilian Ministry of Agriculture in Rio de Janeiro, where in 1941 he became head of the mineral production laboratory. Feigl's methods were valuable to the mineral prospecting then being carried out, especially so as only a small amount of equipment was necessary to be taken along on trips to remote areas. Large ore deposits of iron, manganese, molybdenum, tungsten, beryllium, and uranium had been discovered and evaluated by these expeditions. In 1953 he was appointed Professor of Chemistry at the University of Brazil. He lived the last 30 years of his life in Brazil--publishing up to the time of his death at age 79.

Feigl was deeply grateful until the end of his life to the Brazilians for having given him refuge during the Holocaust and the possibility to continue to work. As his fame rose he was offered Chairs at many universities around the world, including Vienna again. These offers he turned down and dedicated himself to placing Rio de Janeiro on the map of centers of analytical research.

Feigl was President in Brazil of the Confederation of Jewish Federations, a member of the world executive of the World Jewish Congress, Governor of the Hebrew University of Jerusalem and a member of the board of governors of the Weizmann Institute. For two short periods he was Visiting Professor at HUJI and lead research groups. The Prof. Fritz Feigl Laboratory for Analytical Chemistry at the Givat Ram campus is dedicated to him.

The theoretical basis of Feigl's spot tests was laid down in his book **Chemistry of Specific and Sensitive Reactions**, 1949. This work was dedicated to the Department of Chemistry, Hebrew University of Jerusalem, before he had ever visited Israel.

Feigl rarely took out patents but his publications sometimes served others as sources of extremely high income. One example of this is the spot test published in 1937 by Feigl and Anger for protein on the basis of the so-called "protein error." Twenty years later a commercial company arranged the same reagent system in dry form on test strips for a "dip and read" detection for protein in urine. This method proved itself foolproof and has been used ever since. In order

to demonstrate just how commercially cost-effective is the production of these strips, it is noted that 8 grams of reagent from one batch leads to the production of more than 3.3 million strips. (E. Jungreis, Feb. 2002, personal communication.)

Feigl understood that certain atomic groupings in organic molecules exhibit selective activity toward metal ions. The development of organic reagents for inorganic analysis is one of the fundamental contributions of Feigl to chemistry.

In a tribute to Feigl, Vinzenz Anger explains that the "concept of seeking and developing reagents according to analytical functional groupings has been found exceptionally fruitful, and is now a universally flourishing branch of analytical chemistry. It is this work, rather than spot tests--despite their great importance—which is the really notable result of Feigl's scientific activity. It was this work on the systematic development of new reagents with their finely tailored properties which made possible so many later developments in analytical chemistry. The great merits of Feigl's work in this field will remain, even when his special work on spot-test analysis has been superseded by the inevitable advance of chemistry, although there is no indication at the present time that spot tests will lose their value." (Anal. Chim. Acta, 1972).

פרופ' ברגמן בלט בפיתוחו הבלתי שגרתי, בודאי לעומת הפרופסורים שהגיעו מן המסורת האקדמית הגרמנית. הוא היה מוכן לדון בכובד ראש בכל רעיון על פי תוכנו ורצינותו, גם אם העלה אותו תלמיד מתחילה. הוא היה מושען לא רק כלפי עצמו אלא גם כלפי תלמידיו. יש מי שנגע מתגובותיו התקיפות, עיתים העקצניות, אך אלה נבעו לב אל מחסור

סבלנות כלפי טיעשות, כלפי שיחיות וככלפי טיח ומריחה. פרופ' ברגמן היה מורה בהסדר. הוא חתיכש להוראה באותה רצינות ובאותו כובד ראש שבהם התיחס לעובdotו המחקרית. הוא היה מורה לא צורות החיצאה, לא בהוראה כחצנה, כי אם בתוכן: שיטות, הנמקה, הוכחה, הבנה ולא ידע לשם שינוי. את היחס הרציני להוראה תבע לא רק מעצמו אלא גם מן המזריך ומן הסטודנטן הן בהקשת זמן ללימודים והן בהפעלת

החשיבות. יחדים עורר הדבר תרומה, באחרים - הערכה. בצד התן המהמיר, התונבני, הרצני, היה מזלתו של כלאי הצלת הייתה בפרופ' ברגמן אונשיות, לבגיות ואפילו שובבות נעורים. הוא ידע להתחשב בקשיש כל העובדים במחיטהו בלי הבדל

עמדת ומעמד ולכואו לקרים או לעודדים בעת צרה. מי שזכה להשתתף בטיווי המחלקה בודאי לא ישבח. מדי שנה בשנה לקרה טעם תקופת החוראה היה מתבן טיל רגלי של שלשה ארבעה ימים בגליל או בגלבוע, בכרמל או בעמק יזרעאל. הטוילים היו מותכנים בקפידה ומאורגנים לפרטי פרט. מקומות לינה ואוכל והדרכה מאירת עיניהם בחיסטוריה ובארCHAIOLOGIA. בטווילים גם נעשה הגיבוש החברתי של המחלקה. רק שם זכיתי לעבר מתקגרוריה של "דוקטור גוטמן" לקטגוריה האנושית-חברתית של "יהודה". שם הוא הרשה לעצמו גם להפגן ועלולים שובבים, למשל להקדיס את טור ההולכים, להתרחק ואחר כך להסתתר בשולי הדרכן מאחוריו תלולית עפר, וכשהיו הכל מגיעים לבסוף עייפים ומודאים שהוא איבד הבוס את דרכו, היה מנגה לפטע מעל תלולית עפר

וננה מפרק הצחוק של רוחה מכל עמר. תהי נחמת המשפחה בתוצאות עשייתו הפונמנלית שעוזויתיה האונשיות והמוסדיות פזורות ברחבי הארץ.

דברים שנאמרו ליד מיטתו ע"י פרופ' יהודה גוטמן ופורסמו באיגרת האקדמיה הלאומית למדעים, מס. 22, Mai 2002.



## פרופ' פליקס ברגמן (1908-2002)

הוילך ופחות דור הנפוצים בארץ זהות, אלה אשר בעשר אצבעות הקימו דיסציפלינות, מוסדות, אורות חיים. פרופ' פליקס ברגמן נמנה עמהם.

הוא בלט בחיקף השכלתו הפורמלית - רפואה וכימיה, והלא - פורמלית. דרכו נחסמה במחילה בשנת 1933 בברלין, ולאחר תחנת ביניים קצרה בארץ השפה, הגיע אל מכון זיו ברחוותה - מכון ויצמן למדעי היום, והוא שותף לייסוד חמד"ד - חיל מדע שמננו התפתח לימים המכון הביולוגי בן ציונה. הוא הקים את המחלקה לרפרמקולוגיה בפקולטה לרפואה של האוניברסיטה העברית בירושלים וייסד את הדיסציפלינה של פרמקולוגיה בישראל.

פליקס ברגמן היה איש ישיר, תמים דורך, שלחוותנו מעטים מדי כמותו. לא איש של איפה ואיפה, ולא איש של אחד בפה ואחד בלב. הוא היה אדם בעל מרך בלתי-נלאה וסקירות בלבד. את חמוץ הקומות עד למחלקה היה עליה בריחוף, בירוחוף גובל. על פני המזוגות. קצב העבודה שלו היה משוחרר. הוא המתהיל לעבד השקס בבוקר - בדרך כלל היה הראשון שהופיע במחלקה בבוקר - והוא עובד עד שעות הערב המאוחרות. הוא התעניין בתעניינות ורחבת אופקים ככימיה וכביולוגיה, רפואה ופיזיולוגיה, ארCHAIOLOGIA וההיסטוריה. הוא לא היה כאיש המדע הרגיל המקדיש את כל חייו לנושא אחד ובו עוסקת מתחילה דרכיו עד פרישתו. פרופ' ברגמן לא נתע מלפרץ כמה פעמים בחיציו לתהוםuds חדשים במחקר ולש��ו בהם בכל מadio.

## **Prof. Felix Bergman**

**(1908 - 2002)**

Prof. Felix Bergman belonged to the founding generation of Israel - those who established, with their own hands, new institutions, new disciplines and ways of life and conduct in the country.

His formal education included chemistry and medicine. His career was interrupted from the beginning in 1933, in Berlin. After a short stay in the Netherlands he joined the Daniel Zieff Research Institute in Rehovot (now the Weizmann Institute of Science). He participated in the founding of "Hemed" (the scientific unit of the Israeli Army), from which the Biological Research Institute in Nes-Ziona developed. He established the Pharmacological Department in the Medical School of the Hebrew University in Jerusalem, and thus in fact established the pharmacological discipline in the country. Felix Bergman was an honest and righteous person. He had endless energies and an unlimited curiosity. His wide range of interests included chemistry, biology, medicine, physiology, archeology and history, and his research work was diversified. He pioneered a number of new directions of research.

Prof. Bergman was open to new and unconventional ideas and was ready to

discuss these ideas only according to their content and value, even if they were suggested by a beginning student. He was very strict with himself as well as with his students and associates.

Prof. Bergman was a gifted teacher. He considered his teaching duties to be as important as his scientific research. His lectures were systematic and logical with emphasis on understanding and not mere memorizing.

However, beside his seriousness and demanding character, he had also a human and friendly side and on proper occasions, he could be even mischievous. He was always attentive to the personal problems of his fellow workers and his students and was ready to give them help and support.

His phenomenal achievements in science and education are widely evident in many institutions around the country and should be a source of pride and consolation to his family and friends.

Translated in part from the eulogy by **Prof. Yehuda Gutman**, published in "Igeret", a publication by the Israel Academy of Science, No. 22, May 2002.

talent both when lecturing to the scientific community and when addressing the general public. He was thus considered one of the fathers of popular science in Israel, and wrote a book entitled "In the Crucible of Scientific Revolution" published in 1971.

In his scientific research, Aharon Katzir sought to understand the processes of life. His scientific journey began in the 1930s, at a time when biology was primarily concerned with the external behavior of living processes. Aharon, however, was interested in finding the molecular basis for these life phenomena. He investigated the characteristics and functions of large but simple synthetic molecules, which behave in a manner similar to that of biological macromolecules. He chose to study polyelectrolytes, and his controlled studies of this synthetic system enabled him to implement a quantitative approach for analyzing living processes in chemical, physical, and mathematical terms.

This quantitative approach also guided him and his colleagues in their research on biological transport. He applied the theory of the thermodynamics of irreversible processes to the development of a mathematical theory that made it possible to design experiments on biological membranes and to calculate their results.

Having a keen interest in the operation of the brain, Katzir extended the theory of thermodynamics to the study of this complex biological system. He also attempted to find the molecular mechanism that would explain how memory is recorded. In these scientific fields, Aharon Katzir was a trailblazer.

**On May 30, 1972, Aharon Katzir was murdered during a terrorist attack at Ben-Gurion Airport near Tel-Aviv.**

### Ralph Haber

Formerly the President of the Israel Chemical Society.

Ralph G. Haber, the first president of the Israel Chemical Society who came from the chemical industry, served as president between 1981-1984. He worked to strengthen the links between the chemical industry and the academy and to promote the applied research there.

His life reflects the stories of many of his generation of scientists who set up the foundations of the chemical and pharmaceutical industry in Israel.

He was born in 1927 in Romania and came to Tel-Aviv with his family in 1940.

He obtained his doctorate from the University of Zurich, continued as a post doctoral fellow at the University of Notre Dame and then spent a year as a research chemist at Searle Pharmaceuticals.

On returning to Israel he started his career as a researcher and lecturer in the Department of Organic Chemistry at the Technion, dealing mainly with conformational analysis. He later joined Abic Pharmaceuticals to set up a research unit for novel

chemical entities for ethical pharmaceuticals and became R&D Director of the company in 1970. When he started, it was a dream to believe that an Israeli company could launch a drug based on a new chemical entity. However 16 years later, nifuroquine was launched as Abimasten, a veterinary medicine. It was not a great commercial success but an important step in the development of the Israeli pharmaceutical industry as the awe of the pharmaceutical regulations in the developed world was broken. This new perception encouraged Abic to launch generic pharmaceuticals in developed countries. Other Israeli companies, notably Teva, became very successful in generics and eventually purchased Abic.

He recognized that patents are of paramount importance for the pharmaceutical industry and he participated in modernizing the Israel Patent Law.

On retirement he serves as a consultant to Teva and still puts an effort in the area of patent legislation.

## 3D aromaticity of fullerenes: changes in the aromaticity of fullerenes following reduction

**Tamar Sternfeld and Mordecai Rabinovitz**

The Institute of Chemistry, The Hebrew University of Jerusalem.

Dedicated to **Professor Michael Szwarc**: A great scientist who opened new horizons in the study of charged organic molecules (1909 - 2000).

An interesting aspect in fullerenes' research is their aromatic character, and the dramatic change upon their reduction to diamagnetic hexaanions. The fullerenes'

closed and hollow structure makes it possible to "sense" the aromaticity from the inside, outside and the surface of the cage, and to examine the global aromaticity of the entire fullerene as well as its local properties. NMR spectroscopy affords an excellent tool for the assessment of the aromatic properties of the fullerenes and their anions.

## Core-Shell Nanoporous Electrodes for Dye Sensitized Solar Cells.

**Arie Zaban, Yishay Diamant, Siguang Chen and Ophira Melamed**, Chemistry Department, Bar-Ilan University, Ramat-Gan.

The high light to energy conversion efficiencies achieved with dye sensitized solar cells may be attributed to the nanoporous  $\text{TiO}_2$  electrodes. The open structure of the electrodes that permits electrolyte penetration through the entire electrode and the small size of the individual colloidal particles that cannot support a high space charge, induce special characteristics that differentiate these electrodes from their compact analogue. Since the introduction of the nanoporous  $\text{TiO}_2$  electrodes, various semiconductors have been examined for this application. However, the basic design of the electrodes was not changed. We report here the fabrication of a core-shell nanoporous electrode and its application in dye sensitized solar cells. The new electrode is designed

to solve one of the major disadvantages of the nanoporous electrodes; the absence of a space charge layer and thus the absence of an electric field at the electrode surface. The latter significantly affects the performance of the electrode especially with respect to the electron collection efficiency.

The new electrode consists of a nanoporous  $\text{TiO}_2$  matrix that is covered with a thin layer of  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Since the conduction band potential of the  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  is ca. 100 mV more negative than that of the  $\text{TiO}_2$  it generates an energy barrier that resembles the band bending in bulk materials. The core-shell electrode improves the performance of the dye sensitized solar cell by 35%.

## Aharon Katzir - Katchalsky - 30 years since his death.

**Orna Mokady Shavit**, Weizmann Institute of Science.

Taken from the website :

[www.weizmann.ac.il/feinberg/katzir](http://www.weizmann.ac.il/feinberg/katzir)

Aharon Katzir-Katchalsky majored in biology and chemistry at the Hebrew University in Jerusalem. He also studied physics, mathematics, and philosophy to complement his studies in the life sciences. After completion of his doctorate, he began working at the University as an Assistant in the Chemistry Department.

In 1948 Aharon Katzir accepted an offer to join the Weizmann Institute of Science in Rehovot. There he established the Department of Polymer Research, and later the Department of Plastics Research.

In 1959, Aharon Katzir founded the Israel Academy of Sciences and Humanities. From 1962 to 1968 he served as President of the Academy.

Aharon Katzir was not only a scientist and a man of letters, a man of vision and a man of action, he was also an extraordinarily gifted lecturer. He used this



### TABLE OF CONTENTS

<b>From the Editorial Board.....</b>	2
<b>Invited Scientific Contributions:</b>	
3D aromaticity of fullerenes: changes in the aromaticity of fullerenes following reduction	
<b>Tamar Sternfeld and Mordecai Rabinovitz</b>	
The Hebrew University of Jerusalem.....	3
Core-Shell Nanoporous Electrodes for Dye Sensitized Solar Cells.	
<b>Arie Zaban, Yishay Diamant, Siguang Chen and Ophira Melamed</b> , Bar-Ilan University, .....	9
Prof. Aharon Katzir-Katchalsky, 30 years since his death	
<b>Orna Mokady Shavitt</b> , Weizmann Institute.....	14
<b>Prominent Figures in the Israel Chemical Society:</b>	
Ralph Haber, Formerly the President of the Israel Chemical Society.....	16

### News and reports:

Chemi-yada 2002, **Fruma Diamant**, Technion.....18

The Harvey Prize awarded to  
**Ada Yonath**, Weizmann Institute  
**Peter Dervan**, California Institute of Technology..19

The Gregory Aminoff Prize awarded to  
**Meir Lahav and Leslie Leizerowitz**,  
Weizmann Institute.....19

### From the Archives

Fritz Feigel and Spot Tests  
**Bob Weintraub**, Negev Academic College of Engineering, Beersheva.....20

### Obituaries:

**Prof. Felix Bergmann**,  
The Hebrew University in Jerusalem.....22

**Abstracts in English.....23**

### Editorial Board

Moshe Levy, Chairman, Weizmann Institute,  
Tel. 08-9342120, [moshe.levy@weizmann.ac.il](mailto:moshe.levy@weizmann.ac.il)  
**Moris Eisen**, Technion,  
Tel. 04-8292680, [chmoris@techunix.technion.ac.il](mailto:chmoris@techunix.technion.ac.il)  
**Yossi Dancona**, Ministry of Industry,  
Tel. 02-6220220, [dancaona@moit.gov.il](mailto:dancaona@moit.gov.il)  
**Miri Kesner**, Weizmann Institute,  
Tel. 08-9348135, [ntkesner@wis.weizmann.ac.il](mailto:ntkesner@wis.weizmann.ac.il)  
**Arnon Shani**, Ben-Gurion University,  
Tel. 08-6461196, [ashani@bgu-mail.bgu.ac.il](mailto:ashani@bgu-mail.bgu.ac.il)

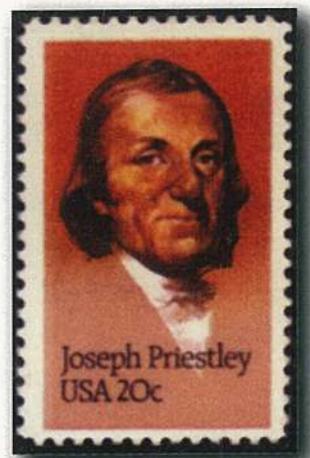
### Graphic Design:

Graphic Department, Weizmann Institute of Science, Rehovot  
[www.weizmann.ac.il/graphics](http://www.weizmann.ac.il/graphics)



**יוזף פריסטלי** (1733-1804)

אנגלקי ואוח"כ אמריקאי.  
מחלוצי הכימיה במאה ה-18.  
ನಂಜಿನ್ ಲೆ"ಮಗಲಾ ಹಂಚಣ್".



**אנטוון לָבּוֹזִיר** (1743-1794) צרפתי.  
בהכינו את תפקידי החמצן בשריפה הניה  
את היסוד לכימיה המודרנית.



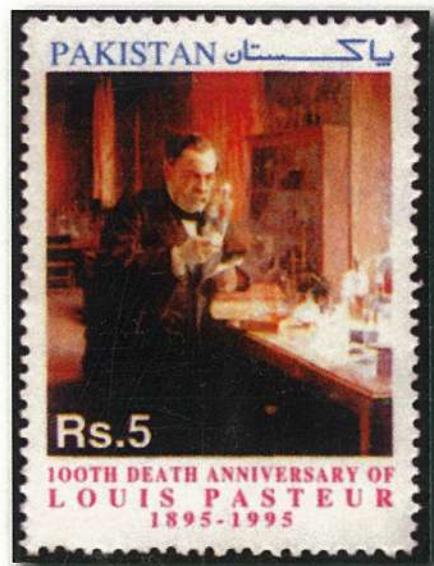
**ינס יקוג ברצלינס**

(1779-1848)-שוודי.  
מנדולי הכימאים של  
המאה ה-19. אבי תורת  
הפולריות ומוניה הבסיס  
לארגון הדעת הכימי  
בשיטת כתיבת  
הנוסחאות של  
מולקולות.



**ימסטום פון לַיְבִין** (1803-1873)

גרמני. אבי ה"מעבדה  
המודרנית" ומריאנסקי חוקי  
הכימיה של דשנים.



**פרידריך אונומוט קוקולה**

(1829-1896)-גרמני.  
אבי תורת המבנה הכימי.  
הציג לראשונה ארבעה  
קשרים לפחמן ומבנה  
טבعتי לבנן.

**לואי פסטר** (1822-1895)

צרפתי.  
מאות היסטוריוכימיה בנוסף לתרומותיו  
לענכי מדע אחרים.

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

**כימיה בישראל**  
**CHEMISTRY IN ISRAEL**