

# מידע רדיו וטלוויזיה

**IFAT House**

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
www.ifat.com

**בית יפעת**

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
www.ifat.com

<http://www.ifat.com/VT/Trans.aspx?ID=3505766&CID=102234> : לינק לקובץ:

תוכנית: *שלוש בשלוש*

תאריך: 21/11/2010

שעה: 15:12:00

רשת: רשת ב'



## כותרת: חומרים אפלים - חוקרי הטכניון בראשות פרופ' דוד גרשוני, דוק"א אילון פועם

ענת דולב: חומרים אפלים. במטאפורה וגם כשלעצמם, ממש-ממש עושים לנו את זה. לכן כששמעו שחוקרי הטכניון בראשות פרופ' דוד גרשוני, הצליחו להגיע בעזרת אור אל האקסיטון האפל, ממש התרגשנו. אחרי הכל, עוד מעט חנוכה, ומוטיב ה-"באנו חושך לגרש" חרוט היטב על לבבנו. רק בשלב השני, כשניסינו להבין מה זה האקסיטון הזה ועל מה לעזאזל מדובר ומדוע כתב העת היוקרתי נייצ"ר פיזיקס התלהב ופירסם את המאמר של המלומדים, גילינו, ובכן, גילינו שאין לנו מושג. מכיוון שאנחנו סקרנים מטבענו, טיפלנו חיש קל לאילון פועם, דוקטורנט לפיזיקה בטכניון, ששותף לגילוי הזה. שלום לך. אתה פועם כמו לב פועם כמו אור פועם, זה נורא יפה. שם מעולה לפיזיקאי. עכשיו, אני מבינה שהגילוי הזה עם האקסיטון קשור למכאניקת הקוואנטים, שהיא דבר מאד מסובך, ולתחום שנקרא מוליכים למחצה, נכון?

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
www.ifat.com

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
www.ifat.com

אז, קודם-כל, מה זה האקסיטון הזה ואיך זה קשור למוליכים למחצה ומה הם בכלל.

אילון פועם: אני אתחיל מזה, שקודם-כל, אני צריך לציין שהמחקר נעשה בטכניון בראשות פרופ" דויד גרשוני וקבוצת המחקר שלו. והייתי רוצה לציין גם את ירון קורדריאנוב ונתנאל לידנר ואת שאר חברי הקבוצה. אני לא היחיד. ענת דולב: הנה אנחנו ציינו והקפדנו. כי אנחנו מאד מקפידים להגיד כל דבר בשם אומרו. עכשיו, זה מאחורינו. אז מה זה האקסיטון הזה?

אילון פועם: אקסיטון זה הדבר הבסיסי שאור עושה לחומר מוליך למחצה. חומר מוליך למחצה זה חומר שניתן לשלוט בהולכה שלו - ביכולת הולכת חשמל שלו בצורה חזקה על-ידי כל-מיני דברים חיצוניים כמו למשל אור.

ענת דולב: אקסיט, לעורר אותו, ואפשר לכבות אותו או להפסיק את הפעילות שלו.

אילון פועם: לפעמים זה קורה לו לבד ולפעמים אפשר לעשות את זה יזום. כן.

ענת דולב: אז זה דווקא הבנתי. כמו מתג שאנחנו מדליקים את האור ומכבים אותו. ולפעמים הוא כבה לבד, כי נגיד משהו קרה. אילון פועם: כן. כי לא החזקנו אותו, למשל, דלוק, אז הוא כזה לבד. עכשיו, מה שקורה, זה כשאור נכנס למוליך למחצה, מוליכים

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

למחצה, צריך להגיד, שזה החומרים שרוב האלקטרוניקה המודרנית עשויה מהם, כולל מחשבים.

ענת דולב: כן. מחשבים, זה בעצם בינארי. זה 1 או 0. פועל או לא פועל.

אילון פועם: בדיוק. בגלל זה עושים מכשירים מוליכים למחצה. כי אפשר לשלוט בהולכה שלהם וככה לאחסן מידע. אם יש הולכה או אין הולכה או אם ההולכה כזאת או אחרת. עכשיו, כשנכנס אור למוליך למחצה כזה, אז הוא מעורר חלקיק חשמל אחד, אלקטרון, למצב שבו הוא יכול להוליך. אם עד אז הוא לא יכול היה להוליך. עכשיו, יש שם עוד אלקטרונים שלא עוררו, אבל עכשיו ביניהם חסר אלקטרון אחד. אז נוצר שם חור, חוסר אלקטרון, אנחנו קוראים לזה חור באופן מוזר, והחור הזה הוא סוג של תמונת מראה של האלקטרון. כל דבר שהאלקטרון יכול לעשות, הוא יכול לעשות הפוך.

ענת דולב: אה.. אבל הוא חור. אין בו כלום!

אילון פועם: אין בו כלום, אבל מסביב יש. אז כאילו יחסית לסביבה, הוא בעצם חלקיק.

ענת דולב: זה החומר האפל?

אילון פועם: לא. עכשיו, החור הזה, יש לו מטען חיובי, ולאקטרון יש מטען שלילי. הם מושכים אחד את השני. ולקומפלקס הזה של אלקטרון וחור, קוראים אקסיטון. עכשיו, יש עוד דבר שצריך

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

להגיד לגבי אלקטרוניס, יש גם תכונה פנימית שנקראת ספין, ש...  
ענת דולב: כמו לאייל ארד, גם לו יש תכונה פנימית..  
אילון פועם: יכול להיות. עכשיו, אצל אלקטרוניס, זה משהו שדי  
דומה לסיבוב סביב עצמו, כמו שכדור"א מסתובב סביב עצמו, וזה  
יכול להיות או עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון, יש שתי  
אפשרויות. עכשיו או, לא משנה.. כלומר כשהאור מעלה את  
האלקטרון למצב שהוא יכול להוליד בו, הוא לא משנה את הספין  
שלו. אז מכיוון שהחור שנוצר הוא בדיוק תמונת מראה של  
האלקטרון שיצא..

ענת דולב: אז מה, החור מסתובב לכיוון הפוך?  
אילון פועם:יפה. אז אקסיטון שנוצר על-ידי אור, שנקרא גם  
אציטון בהיר, החור והאלקטרון, יש להם בדיוק ספינים הפוכים,  
מסתובבים בדיוק לכיוונים הפוכים אחד מהשני. עכשיו, אם במקרה  
איכשהו קרה, לא בעזרת אור, בעזרת דרך אחרת, שנוצר אקסיטון,  
שבו הספינים הם לא הפוכים, אלא דווקא באותו כיוון, הוא  
קודם-כל, אי-אפשר לייצר אותו על-ידי אור והוא גם לא יכול  
לפלוט אור, אז קוראים לו האקסיטון האפל. זה הכל.  
ענת דולב: או.קיי. אז אני הבנתי שלקחתם את האקסיטון האפל  
המסכן הזה וכלאתם אותו.  
אילון פועם: כן, נכון.

ענת דולב: איך עשיתם לא כזה דבר.

3505766

עמוד 4 מתוך 8

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

אילון פועם: קודם-כל, למה עשינו לו כזה דבר? עשינו לו כזה דבר כדי לבודד אותו משאר האלקטרונים שמסתובבים שם, כדי שנוכל לגשת רק אליו ואז בעצם לחשוף את התכונות הקוואנטיות שלו, שהן מתגלות כשהוא בודד.

ענת דולב: מה זה התכונות הקוואנטיות, למה הכוונה? אילון פועם: תכונות קוואנטיות, זה אומר, שלמשל תכונה, כמו ספין, שאמרנו שיכולה להיות אור עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון, בעצם אם מדברים על חלקיק בודד, הוא יכול להיות גם בהמון אפשרויות של שילוב ביניהם.

ענת דולב: או.קיי. כבר הבננו שבמכאניקת הקוואנטים, הכל מאד-מאד הולך הפוך, וכאילו לא הגיוני. לפי ההגיון הפשוט שלנו, שזה או ככה או ככה, לא, לאו דווקא. הבנתו.

אילון פועם: אפשר להתווכח על פירושים, אבל הפירוש הזה הוא בעצם מלווה באיזשהי.. במתמטיקה. יש מתמטיקה לגבי קוואנטים, שהתוצאות שלה הן מתארות טוב מאד את ה..

ענת דולב: עכשיו, תסביר לי למה זה כ"כ חשוב, מה החשיבות של הדבר הזה, של לכלוא את האקסיטון האפל המסכן הזה, ולטמטם אותו ככה שהוא יסתובב כבר, הוא לא יודע איך כבר ואיפה.

אילון פועם: זה לטמטם אותו מבחינת ה.. אני משתמש במלים שלך.. מבחינת זה שאנחנו אומרים לו מה לעשות. אז מה שאנחנו

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
www.ifat.com

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 98-96, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
www.ifat.com

הצלחנו לעשות זה לקחת מיד אקסיטון אפל שנוצר לא בעזרת אור, אלא בדרך אחרת, לכלוא אותו, כך שנוכל לגשת רק אליו וכן בעזרת אור לקבוע לו מה יהיה מצב הספין שלו, הסבסוב שלו, ברגע מסוים.

ענת דולב: ולמה זה כ"כ חשוב, א. לשלוט עליו? אתה אומר, אתם שלטתם בעזרת אור על משהו שעד היום לא נשלט על-ידי האור. זה 1. הכרחתם אותו לעשות משהו שהוא לא עשה. למה זה חשוב להכריח אותו לעשות את זה?

אילון פועם: כי בגלל שאמרנו קודם, בגלל .. הקוואנטים, הספין בעצם יכול להיות בכל מיני צירופים. למשל, ספין. אבל עוד דברים, אבל גם ספין. כל מיני צירופים. אבל בעצם המידע שמאוחסן בחלקיק קוואנט, כמו למשל, האקסיטון האפל או דברים אחרים, הוא רב מהמידע שמאוחסן בביט רגיל במחשב, שיכול להיות או אפס או אחד.

ענת דולב: אז פה זה יכול להיות לא זה ולא זה, אלא משהו באמצע?

אילון פועם: אלא הרבה מאד דברים באמצע.

ענת דולב: וואו. ומה זה אומר כאילו מבחינת אפליקציה שימושית, שנוכל לנצל את המחשב שלנו לקיבולת הרבה יותר גדולה מהיום? אילון פועם: ליכולות הרבה יותר גדולות. עכשיו, יש בערך לפני 30 שנה, התחיל סוג של תחום חדש, שמשלב בין מכאניקת קוואנטים

# מידע רדיו וטלוויזיה

## IFAT House

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
www.ifat.com

## בית יפעת

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
www.ifat.com

למדעי המחשב, שנקרא חישוביות קוואנטים, שבאופן תיאורטי, חושב איזה חישובים אפשר לעשות עם בדיוק קוואנטים כאלה, שיכולים להיות בהרבה אפשרויות.

ענת דולב: לפי מה שאתה אומר, זה כמעט אינסופי, השימושים של זה.

אילון פועם: יש המון שימושים. ומה שחשוב, שיש הרבה מאד שימושים שהם בלתי אפשריים לביצוע במחשבים רגילים. ענת דולב: למשל?

אילון פועם: הכי מפורסם זה פיצוח קודים. קודים שהיום אי-אפשר לפצח, למשל, הקודים שכל האינטרנט מקודד בהם כולל העברות כספים וכן הלאה, אז בעזרת מחשב קוואנטים, זה ניתן לביצוע.

ענת דולב: אז זה לא כ"כ חיובי..

אילון פועם: יש דברים אחרים גם. כי השימוש בביטים קוואנטים להעביר מידע בדרך מסוימת, יכול להיות גם בטוח לחלוטין. ענת דולב: וואוו! אז תשמע, אולי אפשר להעביר את כל המידע פשוט ליקום המקביל, שגם הוא קיים במכאניקת הקוואנטים, ואז הוא יהיה מאובטח כ"כ, שאף-אחד לא יוכל בכלל לגשת אליו. אילון פועם: כן. אבל גם אז אף-אחד לא יוכל לגשת אליו, אז מה.

ענת דולב: יפה. אתה יודע, אני הולכת עם זה עוד שלב אחד..

# מידע רדיו וטלוויזיה

**IFAT House**

96-98 Derech Menachem Begin, Tel Aviv  
(formerly Derech Petach Tikva)  
Tel 972-3-5635050, Fax 972-3-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

**בית יפעת**

דרך מנחם בגין 96-98, תל אביב  
(לשעבר דרך פ"ת)  
טל 03-5635050, פקס 03-5617166  
[www.ifat.com](http://www.ifat.com)

אילון פועם: החוכמה היא באמת למצוא משהו שהוא מאובטח, אבל מי שצריך, כן יכול לגשת אליו. ודרך-אגב, תקשורת קוואנטית כן קיימת היום, כבר קיימת, בעיקר בבנקים בשווייץ, אבל באמת, זה קיים וזה עובד. יש אנשים שכל פעם מגבירים את המרחק בין שני המקומות שיכולים לתקשר אחד עם השני. הדברים האלה עובדים.

ענת דולב: תשמע, אילון פועם, זה מסוג הגילויים שיכולים להניב פרס נובל ביום מן הימים?

אילון פועם: אני לא בטוח כ"כ. אבל זה כן משהו שהוא ראשוני, לא עשו אותו קודם, והוא פותח עוד איזשהי דרך.. עוד איזשהי אפשרות ליישם ביטים קוואנטים. יש עוד אפשרויות אחרות. זה פותח עוד דרך.

ענת דולב: יפה. אתם הגעתם בעזרת אור אל האקסיטון האפל והצלחתם לבצע עליו ספין, מניפולציה, הוא הגיב לכם, שזה יפה מאוד, וזה צוות מהטכניון בראשותו של הפרופ" דויד גרשוני. ואנחנו נמשיך לעקוב אחרי האקסיטונים שלכם. אהבנו. תודה רבה לך. אילון פועם: אין בעד מה.