



אתרים ברשת

שלום אורח | כניסה | הירשמו לקהילת מחשבים

מחשבים < מדע < מדעים מדויקים

science מדע



ידיעות אחרונות

- [דור הארץ והחלל](#) • [מדעי החיים וגנטיקה](#) • [מדעי האדם: חברה ורוח](#) • [מדעים מדויקים](#)
- [סיינטיפיק אמריקן](#) • [מגזין גליליאו](#) • [גליליאו צעיר](#) • [מיוחדים במדע](#) • [צבי ינאי](#)
- [מגזין מכון ויצמן](#)

נקודות קוונטיות במוליכים למחצה - חלק ראשון

נקודה קוונטית (Quantum Dot) היא אזור מצומצם במרחב שבו ניתן לכלוא אלקטרונים, בצורה המזכירה במקצת את האלקטרונים הקשורים באטום. קבוצת חוקרים מהמכון למצב מוצק בטכניון עוסקת בחקר האפשרויות הגלומות בנקודות קוונטיות

מיכל סחף, גליליאו ✉
פורסם: 10:59, 01.09.05

מוליכים למחצה מתאפיינים בכך שבטמפרטורות נמוכות האלקטרונים בהם ממלאים את תחום מצבי האנרגיות המכונה "פס הערכיות". כאשר הפס מלא הם אינם יכולים לנוע בחופשיות, ולכן החומר אינו מוליך חשמל. אם נעניק לחומר אנרגיה, חלק מהאלקטרונים יעברו לתחום המכונה "פס ההולכה", ומכיוון שפס זה אינו מלא הם יוכלו לנוע והחומר יהפוך למוליך חשמלי.

האלקטרונים שעולים לפס ההולכה מותירים מאחוריהם "חורים", אליהם ניתן להתייחס כאל חלקיקים בפני עצמם, בעלי מטען חשמלי הפוך מזה של האלקטרונים. לפיכך, פס ההולכה יהיה מאוכלס במספר קטן יחסית של אלקטרונים ופס הערכיות יהיה מאוכלס בחורים מעטים. הן האלקטרונים והן החורים חופשיים לנוע, ותורמים להולכה בחומר.

על מנת ליצור נקודה קוונטית, יוצרים בתוך המוליך-למחצה גוש קטן של חומר אחר, גם הוא מוליך למחצה, המאופיין בפוטנציאל חשמלי נמוך משל סביבתו. לדוגמה, בתוך סביבה של גליום-ארסניד, ניתן ליצור אזור קטן של אינדיום-ארסניד. מדובר בתחום שגודלו כמה עשרות עד מאות אנגסטרם. האלקטרונים נעים בפס ההולכה, ובהגיעם לנקודה הקוונטית הם "נופלים" לבור הפוטנציאל ונשארים לכודים בו, ממש כפי שכדור מתגלגל לתוך בור שבו הפוטנציאל הכבידתי נמוך יותר מזה של פני הקרקע שסביבו.

עוד פיזיקה למתחילים

זוגות פוטונים / מיכל סחף, גליליאו

כאשר פוטון חודר לגביש עם תכונות אופטיות מיוחדות, הוא "נשבר" לשני פוטונים, שסכום האנרגיה שלהם שווה לאנרגיית הפוטון ההתחלתי. תהליך זה, המכונה parametric down conversion, מעורר עניין רב הן מבחינה תיאורטית והן בזכות יישומיו האפשריים

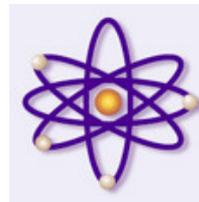
[לכתבה המלאה](#)

ובממדיו. במקרה הנוכחי, מדובר בחלקיקים בודדים.

האלקטרון והחור הם בעלי מטען חשמלי הפוך, ולפיכך קיימת משיכה חשמלית הקושרת ביניהם. זוג כזה של חור ואלקטרון מכונה בשם "אֶקְסִיטוֹן" (מהמלה excitement, עירור). זהו מצב מעורר של החומר. האלקטרון עשוי לחזור לפס הערכיות, וכך לגרום לאקסיוטון להיעלם, תהליך המכונה רקומבינציה (recombination), ומלווה בפליטת אנרגיית העירור. חלק מהמוליכים למחצה, המכונים מוליכים למחצה ישירים (והם הרלוונטיים לניסוי זה), פולטים את האנרגיה כקרינה אלקטרומגנטית. לפיכך, רקומבינציה של האקסיוטון מלווה בשחרור פוטון, אשר האנרגיה שלו שווה לזו שהיתה לאקסיוטון.

רמות אנרגיות מקוונטות

צוהר לפיזיקה



אילוסטרציה



מחשב נייד דל במבצע
איש עסקים? מגיע לך המחשב הנייד הטוב והאמין בעולם! **תמונות** מידע

תגבה את מחשבך ב-9\$
שמור את כל הנתונים מרחוק ככה לא תאבד שום דבר **תמונות** מידע

הכנס לתכנוני מס 2007
כל העדכונים, החדשות והטיפים בכנס אחד, הרשמו עכשיו!

השוואת ביטוחי רכב!
קבלו הצעות מחיר תוך דקות מהחברות המובילות בארץ! מידע

השוואת ביטוחי רכב!
השאירו פרטים וקבלו הצעות מחיר מהחברות המובילות. מידע

הסרת שיער בלייזר
בצעו השוואה בין המרפאות המובילות בעזרת טופס קצר. מידע

השוואת מרפאות שיניים
השאירו פרטים ותנו למרפאות המובילות לחזור אליכם. מידע

הסרת משקפיים בלייזר
בצעו השוואה בין המרפאות המובילות בעזרת טופס קצר. מידע

מפרסם - קבל 200 ₪ מתנה! לפרטים...

חדשות

כלכלה

ספורט

תרבות

רכילות

בריאות+

מחשבים

ירוק

יהדות

דעות

צרכנות

תיירות

אוכל

רכב

יחסים

קהילות

וידאו

אנציקלופדיה

אינדקס

קניות

האלקטרונים והחורים הכלואים בנקודה הקוונטית יכולים לקבל רק ערכים מסוימים של אנרגיה; הם בעלי אנרגיות בדידות, בדומה לאלקטרונים באטום, הנמצאים ברמות אנרגיות מקוונטיות (quantized) בכל רמת אנרגיה בדידה יכולים להימצא לכל היותר שני אלקטרונים, בעלי ספינים הפוכים. מגבלה זו נובעת מעקרון האיסור של פאולי. מאחר שרמות האנרגיה בדידות, רקומבינציה של האקסיטונים הכלואים בנקודה הקוונטית תוביל לפליטת ספקטרום של אור בעל אנרגיות בדידות אופייניות. הספקטרום האופייני של הנקודה הקוונטית מזכיר במידת-מה את הספקטרום האופייני שפולטים אטומים בעת שהאלקטרונים שלהם עוברים בין רמות אנרגיה.

ספקטרום האור הנפלט נקבע לפי גודלה של הנקודה הקוונטית, צורתה, טמפרטורת הסביבה והשדות החשמליים והמגנטיים בהם היא נמצאת. הספקטרום מושפע במידה רבה מאוד מהאינטראקציה בין החלקיקים הכלואים בנקודה הקוונטית: אם הנקודה מאוכלסת בזוג יחיד (אקסיטון יחיד), תהליך הרקומבינציה יוביל לפליטת פוטון בעל אנרגיה מוגדרת, הנקבעת לפי אנרגיית הזוג. אם, לעומת זאת, הנקודה הקוונטית מאוכלסת בזוגות נוספים, לעצם נוכחותם תהיה השפעה על אנרגיית הזוג העובר רקומבינציה, כך שאנרגיית הפוטון הנפלט תהיה אחרת, ותלויה הן ברמת האנרגיה המקורית של הזוג עצמו והן בהשפעתם של הזוגות הסובבים.

לכל תהליך רקומבינציה אפשרי יהיה פוטון אופייני, כפי שלכל מעבר של האלקטרונים באטום יש אנרגיה אופיינית. אם נאכלס את הנקודה הקוונטית בזוגות רבים, ונעקוב אחר פליטת האור כפונקציה של הזמן בעוד הזוגות מבצעים רקומבינציה, נגלה קווים ספקטראליים אופייניים המשתנים עם הזמן: בהתחלה יופיעו קווים המאפיינים רקומבינציה של אקסיטונים מרמות גבוהות בנוכחות אקסיטונים אחרים, והקווים ילכו וישתנו עד שלבסוף ייוותר הקו המאפיין רקומבינציה של אקסיטון יחיד מרמת האנרגיה הנמוכה ביותר.

הקבוצה בראשות פרופ' דוד גרשוני, כוללת שני סטודנטים לתואר שלישי - ניקה אקופיאן ואיליה מרדרפלד - וארבעה סטודנטים לתואר שני: שלומי ברייטברט, סהר וילן, אילון פועם וירון קודריאנו. חקר הנקודות הקוונטיות נערך הן בעבודת מעבדה והן בעבודה תיאורטית, מתוך ניסיון לפענח מה המתרחש במערכת ולמצוא יישומים אפשריים. העבודה שנקודה קוונטית יכולה לפלוט פוטונים בודדים באנרגיה ידועה היא אחד היתרונות הראשונים שנתגלו.

פרופ' דוד גרשוני: "באופטיקה קוונטית, אנשים מחפשים בנרות מקורות של פוטונים בודדים. מקור שנותן פוטונים בודדים, לפי דרישה, הוא דבר חשוב מאוד, שצופים לו שימושים עתידיים בעיבוד אינפורמציה קוונטית ובהצפנה. באמצעות פוטונים בודדים ניתן ליצור תקשורת מוצפנת לחלוטין. הנקודות הקוונטיות הן מקור טוב לפוטונים בודדים. בעזרת פולס חשמלי או פולס אור לייזר אפשר לעורר את הנקודה ולקבל בזמן נתון פוטון בודד באנרגיה ידועה".

להכריח את האלקטרונים

את הנקודה הקוונטית ניתן לאכלס בדרכים שונות. ניתן לחבר את המערכת למקור מתח ולאליץ את האלקטרונים לזרום אל תוך הנקודה הקוונטית. ניתן גם להעניק להם אנרגיה באמצעות לייזר. במקרה זה, האנרגיה יכולה להינתן בפולסים קצרים או בקרינה רציפה. במצב שיווי משקל, הנקודה הקוונטית מתרוקנת בקצב הנקבע לפי תהליכי הרקומבינציה, ומתמלאת מחדש בקצב, הניתן לוויסות באמצעות שליטה על המקור החיצוני המעורר את המערכת.

קצב עירור גבוה יוביל לאכלוס ממוצע גבוה של הנקודה. לעומת זאת, קצב עירור נמוך יוליך לאכלוס חלקי. אם ידועים תנאי ההתחלה (לדוגמה, ברגע מסוים ידוע כי הנקודה הקוונטית ריקה לחלוטין), וידועים קצב העירור וקצב הרקומבינציה, ניתן לחזות את האכלוס הממוצע של המערכת בזמן עתידי כלשהו. החוקרים מהטכניון היו הראשונים שהצליחו למדוד את התנהגות המערכת כפונקציה של הזמן ולפתור בצורה מדויקת את המשוואות המתארות התנהגות זאת.

העבודה התיאורטית

כרוכה בחישוב הפרמטרים של הנקודה הקוונטית, לדוגמה, אכלוס ממוצע. אלה הם חישובים בעלי סיבוכיות גבוהה, מאחר שיש צורך לקחת בחשבון את האינטראקציה בין כל החלקיקים המאכלסים את הנקודה הקוונטית ברגע נתון. ככל שעולה מספר החלקיקים ומספר רמות האנרגיה האפשריות, כן גדלה מורכבות החישוב.

איילון פועם מבצע עבודה תיאורטית בתוך קבוצה שרובה עוסקת בניסוי. הוא ממשיך את עבודתו של ד"ר דני רגלמן, סטודנט לשעבר בקבוצה אשר סיים את עבודת הדוקטורט, בכתיבת תוכנה שתטפל במערכת מבחינה תיאורטית: "התוכנה הזו מחשבת את האנרגיות ואת העוצמות של האור הנפלט מהמעברים האופטיים, וגם את קיטוב האור, שזה החלק שאני הוספתי

לתוכנה. התוכנות אמורות לסייע בהבנת הניסוי. מקבלים הרבה מאוד מידע מהניסוי, והתוכנה יכולה לעזור לסדר את המידע, לתת מגמות כלליות שאותן מנסים לזהות בנתונים. זה מאפשר לנו לדעת האם מה שראים מתאים באופן כלשהו לתיאוריה".

העבודה במעבדה מאתגרת מאוד ומלווה בקשיים. דוגמה לכך היא היעילות הנמוכה של גילוי הפוטונים. הפוטון הנפלט מהנקודה הקוונטית יוצא מחומר שמקדם השבירה שלו גבוה יחסית, אל האוויר, שמקדם השבירה שלו נמוך. אם הפוטון נע בטווח זוויות מסוים (הזווית נמדדת ביחס למשטח המפריד בין החומר לאוויר), הוא יפלט לאוויר ללא קושי.

לעומת זאת, אם זווית הפגיעה היא מעבר לזווית מסוימת – הזווית הקריטית, תתרחש החזרה פנימית מלאה; הפוטון יוחזר לתוך החומר, ולכן לא ייקלט על ידי הגלאי. הפרש זה של מקדמי השבירה גורם לאובדן של כ-98% מהפוטונים. על מנת להתגבר על קושי זה נמצאות הנקודות בין שתי מראות מיוחדות הנוצרות על ידי מערך של שכבות דקות, אשר עוביין ומקדם השבירה שלהן תוכננו כך שהם מאפשרות לפוטונים בתחום אורכי גל מסוימים לצאת לאוויר בניצב לשכבות. מערכת כזו מכונה מהוד אופטי. כך מושגת יעילות גבוהה יותר בקליטת הפוטונים שעבורם תוכנן המהוד.

[תגובה לכתבה](#) [הדפסת כתבה](#) [שלחו כתבה](#) [לדין בפורום](#)

גילוי: כבלים מגנטיים מקשרים בין כדור-הארץ לשמש



סקירת משחק: Metroid Prime 3: Wii-l Corruption



עוד בערוץ

מרלין - מקם אתרך כאן

מודעות ממומנות

ביטוח ישיר - 555

הגיע הזמן להתקדם בביטוח! קבל הצעת מחיר אונליין

השוואת ביטוחי רכב!

השאירו פרטים וקבלו הצעות מחיר מהחברות המובילות. מידע

מחשב נייד דל במבצע

איש עסקים? מגיע לך המחשב הנייד הטוב והאמין בעולם!! **תמונות מידע**

השוואת ביטוחי רכב!

קבלו הצעות מחיר תוך דקות מהחברות המובילות בארץ! מידע

לקריאת כל התגובות ברצף

לכתבה זו התפרסמו 12 תגובות

1. הקמשפט של הבולימיזר... (01.09.05)
2. ל- 1.. בזכות "החנונים עם הנזלת" בני, מרכז (01.09.05)
3. דני רגלמן גיא (01.09.05)
4. אחלה כתבה כרגיל רבי ג'ו, רחובות (01.09.05)
5. זה נושא שכל העולם חוקר אותו היום מכל מיני זוויות! (לת) e (01.09.05)
6. WTF!?! (לת) (01.09.05)
7. אני לא מבין מה אחלה בכתבה הזאת... היא לא אומרת כלום. יובל (01.09.05)
8. תגובה ליובל #7 ארדונג, קריית האתרוגים 11 (02.09.05)
9. מחקר על QD נערך כבר כמה שנים טובות בכל העולם ובארץ (02.09.05)
10. It looks like usa, Moshe (05.09.05)
11. האים שהכותבת מבינה על מה היא מדברת מתעניין (30.11.05)
12. wonderful physics world north - tarshiha ,hanna (24.09.06)

[RSS](#) | ארכיון | מפת האתר | אודות האתר | כתבו אלינו | עזרה | מדיניות פרטיות | תנאי שימוש | Israel News - ynetnews | [פרסמו אצלנו](#)

חדשות | כלכלה | ספורט | תרבות | רכילות | בריאות+ | מחשבים | יהדות | דעות | צרכנות | תירות | אוכל | רכב | יחסים | קהילות | וידאו | קניות

winwin | לוח דירות | דירות להשכרה | דירות למכירה | לוח רכב | דרושים | מפות | יד שניה | בעלי מקצוע | בעלי חיים | מחירון רכב | לימודים

Powered by Akamai

Application delivery by radware

Site developed by realcommerce

© כל הזכויות שמורות לידיעות אינטרנט 