

2000

עידן המידע

מדעני מכון ויצמן פיתחו שיטה חדשנית לעיבוד נתונים המאפשרת "כריית מידע" גנטי. עם פיתוח טכנולוגיית השבבים הגנטיים יכולים המדענים לבחון בעת ובעונה אחת את התבטאותם של אלפי גנים בדוגמאות רקמה שמקורן בעשרות נבדקים. כך מקבלים החוקרים נתונים המורכבים מ-100,000 ועד 1,000,000 מספרים. כדי לנתח ביעילות כמות כזאת של מידע יש צורך בכלים חדשניים לעיבוד נתונים. מדעני המכון פיתחו כלי כזה, המבוסס על אלגוריתם (מתכון פעולה) אשר מאפשר למחשב למיין עצמים לקבוצות על-פי מידת הדמיון ו/או הקשר ביניהם, גם אם לא "למד" מראש על מאפייניהם האפשריים של העצמים.

האלגוריתם שפיתחו מדעני המכון "שולף" קבוצות קטנות יחסית של גנים שיש להם "משהו" במשותף, ומזהה באמצעותן רקמות שיש ביניהן דמיון ביולוגי. למשל: בקבוצה אחת ייכללו רקמות שמתחוללים בהן תהליכים המובילים להתפתחות גידול סרטני, ובקבוצה אחרת ייכללו הרקמות שנלקחו מגופם של אנשים בריאים. במחקר מסוים, לדוגמה, שימש האלגוריתם לזיהוי מנגנון מולקולרי השולט בהופעת גרורות סרטניות. המדענים מקווים שיישום שיטת הפעולה החדשה יסייע, בעתיד, בחיזוי מוקדם ואף בבלימת מחלות רבות ושונות.

האלגוריתם החדש עשוי גם לשמש לניתוח מידע הנאגר במערכות MRI בתחום חקר המוח, בניתוח מידע כלכלי, ובסיווג מסמכים במאגרי מידע.

100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

2000

מקורות הקרינה

מדעני המכון (בשיתוף עמית מארצות-הברית) הראו, כי רוב הרכיב האיזוטופי של קרינת הגאמה האנרגטית המגיעה לכדור-הארץ עשוי לנבוע מפעולתם של גלי הלם, הנגרמים על-ידי כוח הכבידה הפועל בענני גז בין-גלקטיים אשר קורסים אל תוך עצמם בתהליך היווצרותם של צבירים על-גלקטיים. בתהליכים אלה נוצרים אלקטרונים הנעים במהירות הקרובה למהירות האור (300,000 ק"מ בשנייה). אלקטרונים אלה מפזרים פוטונים של קרינת הרקע אשר מציפה את היקום כולו, כשריד של המפץ הגדול. כתוצאה מפגיעת האלקטרונים בפוטונים עולה האנרגיה של הפוטונים עד שהקרינה שלהם מגיעה לתחום קרינת גאמה, המגיעה בין היתר לכדור-הארץ. מודל זה, המתאים לתיאוריית ההתפלגות וההתפתחות של החלקיקים לאחר המפץ הגדול, עשוי לאפשר למדוד את כמות החומר הקיימת בעננים הבין-גלקטיים, והדבר עשוי לסייע בפתרון תעלומת החומר החסר ביקום הקרוב. הניבויים של מודל זה ייבדקו בקרוב באמצעות טלסקופים חלליים חדשים בתחום קרינת הגאמה וה-X (רנטגן).

2000

שדות מגנטיים לנצח

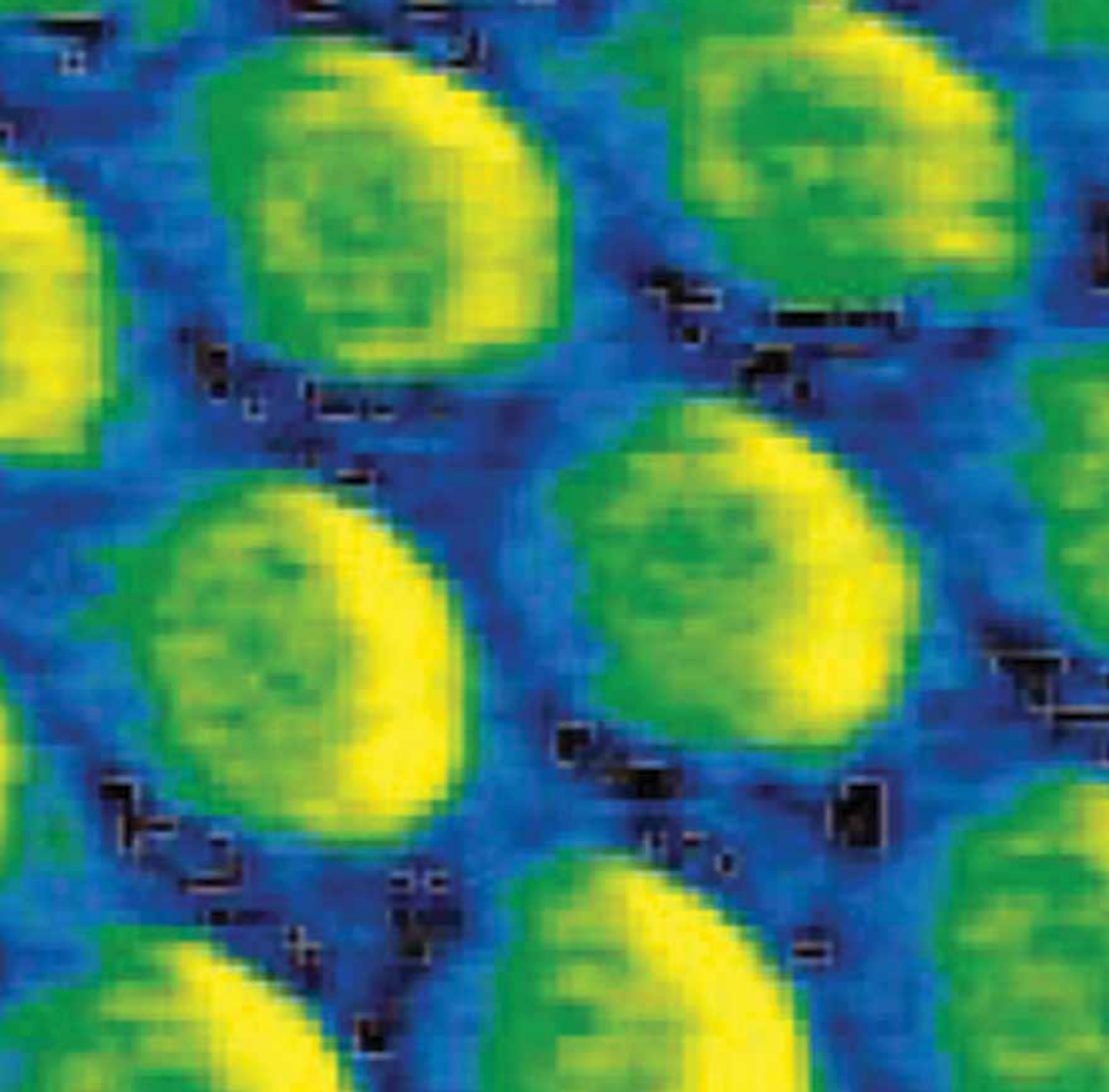
מדעני מכון ויצמן למדע הצליחו להסביר כיצד "זוכרים" מוליכי-על שלתוכם חודרים שדות מגנטיים את תכונותיהם הפיסיקליות של זרמים חשמליים. השדות המגנטיים חודרים לחלק ממוליכי-העל כמעין מערבולות זרם זעירות, שכל אחת מהן מכילה במרכז שטף מגנטי חלש. בתנאים מיטביים, המערבולות האלה מתארגנות במרחקים שווים זו מזו, בתצורה המזכירה את סידור המולקולות בגביש מוצק. מדעני המכון הוכיחו, כי בתנאים מסוימים עשויה להתחולל "המסה" של ה"גביש", כך שהמערבולות יעברו למצב של אי-סדר המזכיר את מבנה החומר כשהוא נוזל.

במחקר מתקדם נוסף הראו מדעני המכון, כי ה"מערבולות" האלה מאפשרות למוליך-העל "לזכור" את תכונותיו של זרם חשמלי שעבר בו (למשל: עוצמת הזרם, כיוונו, מסלולו, והאם היה זה זרם ישר או זרם חילופין). בניסוי המשך בנו המדענים מערכת מדידה ייחודית שאיפשרה להם לצפות במעין "סרט קולנוע" המראה את רצף התהליך שבו גורמים שינויי טמפרטורה לשינוי בשדות מגנטיים שבתוך מוליכי-על, וכיצד זיהומים שונים המצויים בגביש מוליך-העל משפיעים על התהליך הזה. המדענים הצליחו לעקוב אחר המעבר של המערבולות המגנטיות ממצב "מוצק" למצב "נוזל" ובחזרה, כתוצאה משינויים בטמפרטורת המערכת.



95.5 Oe

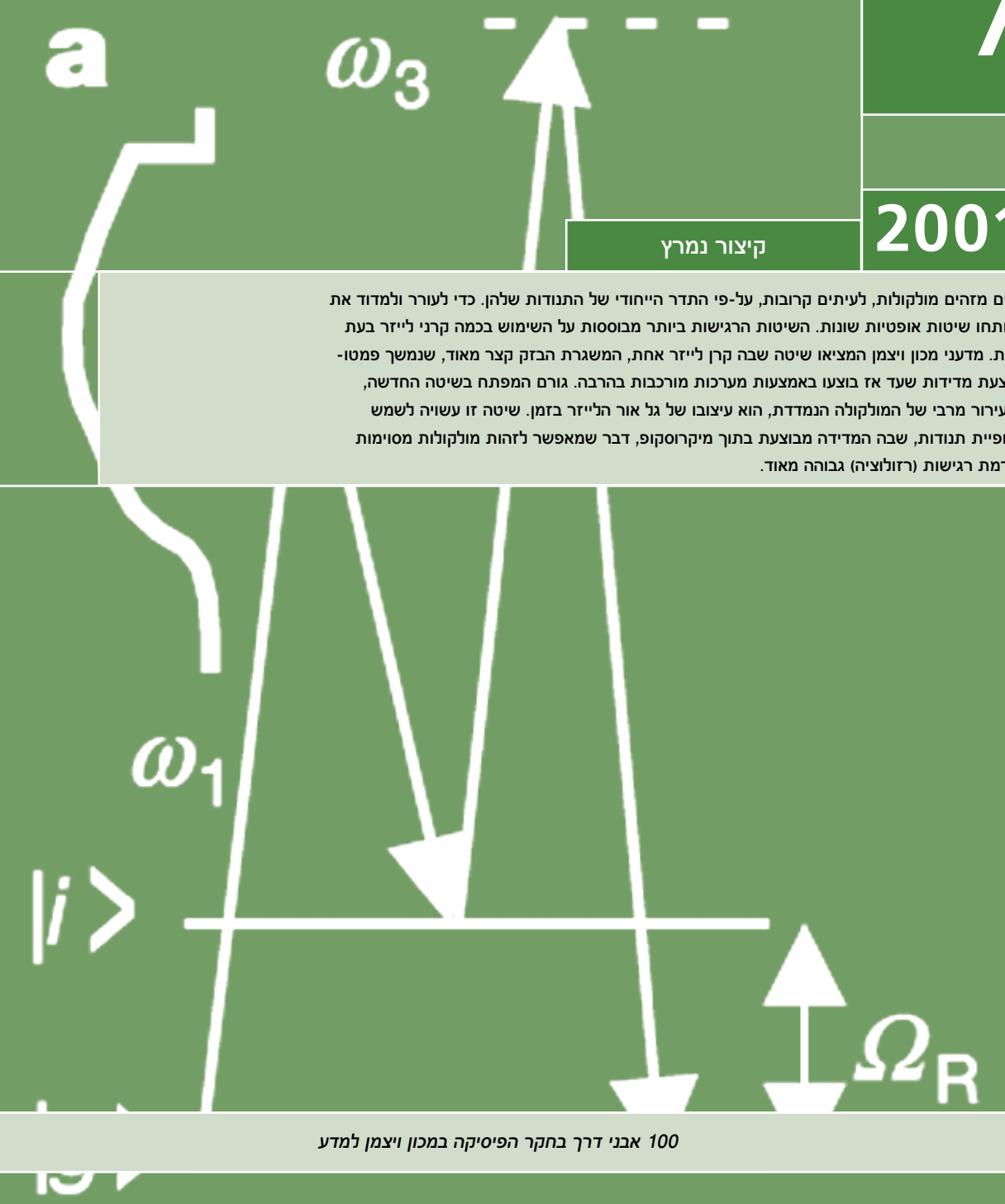
100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע



2001

קיצור נמרץ

מדענים מזהים מולקולות, לעיתים קרובות, על-פי התדר הייחודי של התנודות שלהן. כדי לעורר ולמדוד את התנודה פותחו שיטות אופטיות שונות. השיטות הרגישות ביותר מבוססות על השימוש בכמה קרני לייזר בעת ובעונה אחת. מדעני מכון ויצמן המציאו שיטה שבה קרן לייזר אחת, המשגרת הבזק קצר מאוד, שנמשך פמטו-שנייה, מבצעת מדידות שעד אז בוצעו באמצעות מערכות מורכבות בהרבה. גורם המפתח בשיטה החדשה, המאפשר עירור מרבי של המולקולה הנמדדת, הוא עיצובו של גל אור הלייזר בזמן. שיטה זו עשויה לשמש במיקרוסקופיית תנודות, שבה המדידה מבוצעת בתוך מיקרוסקופ, דבר שמאפשר לזהות מולקולות מסוימות בדוגמה ברמת רגישות (רזולוציה) גבוהה מאוד.

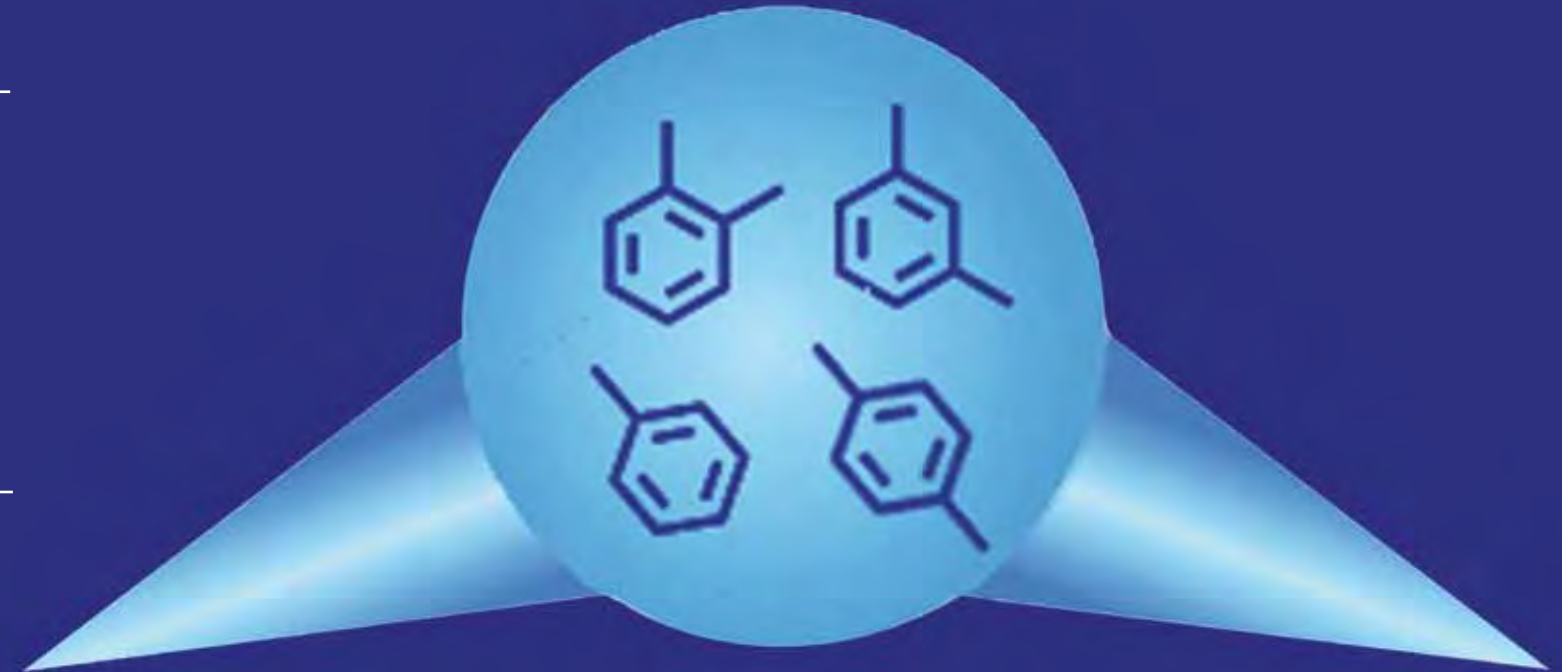


100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

מדענים המשתמשים בתהודה מגנטית גרעינית, NMR, לחקר המבנה והתכונות של מולקולות שונות מתבססים על מדידת התכונות המגנטיות של האטומים המרכיבים אותן, ועל חישוב יחסי הגומלין ביניהם. כך הם יכולים למדוד את המבנה הגיאומטרי של ביומולקולות דוגמת DNA ופולימרים שונים.

מדעני המכון פיתחו גירסה משופרת של טכניקת NMR, הקרויה "NMR רב-ממדי אולטרה-מהיר". שיטה זו מבוססת על "פריסה לפרוסות" של הדוגמה הנבדקת, אשר מבטלת את הצורך לאסוף מספר גדול של סריקות. כך יכולים המדענים לקבל בסריקה בודדת, תוך שבריר שנייה, את מערך הנתונים של המבנה הרב-ממדי של החומר.

השיטה החדשה מאפשרת, למשל, לעקוב אחר תהליך ההתקפלות של מולקולת חלבון ויכולת שאפשר לתאר כמעבר מ"עולם הצילום הבודד" ל"עולם הקולנוע". בנוסף לכך מאפשרת השיטה החדשה להאיץ במידה ניכרת את תהליכי המחקר של מבני מולקולות באמצעות NMR. מחקרים אלה חשובים, בין היתר, לפיתוחם של חומרים קטליטיים (מזרזי תהליכים) הנחוצים לתעשייה, וכן לפיתוח ולעיצובן של תרופות חדשות.



מדעני המכון התמודדו עם אתגר שהעסיק פיסיקאים במשך 150 שנים: כיצד נופלים עצמים לא כדוריים בתוך נוזל או גז. ג'יימס מקסוול ולורד קלווין ניסו לשווא להציע משוואות שינבאו בדיוקנות את דרכם ואת מסלול נפילתם של עצמים כאלה.

כדי להתמודד עם התעלומה רבת השנים הזאת בנו מדעני המכון מכל דק מאוד מזכוכית. אחר כך מילאו אותו במים והפילו אל תוכו רידיי מתכת. תצפיות מדוקדקות על המערכת הדו-ממדית הזאת הובילו את המדענים לניסוח מודל תיאורטי שניבא במידה רבה של דיוק את מסלולו של עלה מתכת מראש המכל אל תחתיתו. במודל דו-ממדי זה ניתן לבצע הרחבה מסוימת, כך שיוכל לשמש לתיאור תופעת נפילתם של עלי שלכת, או גופים אחרים, במערכת תלת-ממדית.

כללית, החוקרים מצאו שני אופני תנועה: תנודה מצד לצד תוך כדי נפילה, או גלגול תוך נפילה לצד אחד. הם גם גילו שקיימת מידה (המכונה מספר FROUDE) אשר קובעת את סוג התנועה שתתחולל. מספר FROUDE כולל יחס מסוים בין גודל העלה הנופל לבין משקלו. כך, עלה ארוך יותר יתנדנד, ואילו עלה כבד יותר יתגלגל. בתהליך פיתוח המודל השתמשו החוקרים בכלים שמקורם בתורת הכאוס המתמטית (המבוססת על התפתחות של הבדלים זעירים בתנאי הפתיחה של התהליך הנחקר). בדרך זו עלה בידם לסייע לחילי הים הישראלי להבין כיצד טבעה הצוללת "דקר".

2001

אמבות מיילדות

מדעני מכון ויצמן גילו כי אמבות, המתרבות באופן לא מיני, זקוקות לסיוע של "אמבות מיילדות". בבוא העת, האמבה מכפילה את המטען הגנטי שלה, יוצרת שני גרעינים, ומתחילה "להתנפח". במרכז מתהדקים "מותניים" שהם כה צרים, עד שלמעשה באמבה נוצרים שני תאים כמעט נפרדים, אשר מחוברים ביניהם במעין מעבר צר מאוד. בשלב הגורלי הזה עשויים להתחולל שלושה "תסריטים". ב"תסריט" הראשון, שני התאים (ה"אם" וה"בת") מותחים את האיזור המחבר ביניהם עד שהוא ניתק, כך שכל אמבה יכולה לצאת לחיים עצמאיים. ב"תסריט" השני, השתיים מותחות ומותחות את איזור החיבור, אבל אינן מצליחות להינתק זו מזו. כעבור זמן מסוים הן מתעייפות, מוותרות, וחוזרות לתצורת התא הבודד, המכיל כעת שני גרעינים. מדעני המכון הראו, שקיים "תסריט" שלישי, שבו מעורבת "אמבה מיילדת".

המחקר החל במטרה לבחון את ההיבטים המכניים-פיסיקליים של תהליכי ההיפרדות של תאים חיים. המדענים גילו שבמקרים לא מעטים, כאשר האמבה ה"אם" מתקשה להינתק מהאמבה ה"בת", באה לעזרה ואמבה שלישית, הנדחקת בין ה"אם" לבין ה"בת", ודוחפת אותן בכיוונים מנוגדים, עד ש"חבל הטבור" ביניהן ניתק, וכל אחת מהן חופשייה ללכת לדרכה. אמבה שלישית זו פועלת למעשה כ"מיילדת" (midwife) המסייעת בתהליך ה"לידה".

החוקרים הראו כי האמבות המתחלקות קוראות לעזרתן של ה"מיילדות" באמצעות איתות כימי, אשר מושך את ה"מיילדת" אל המקום שבו דרוש הסיוע.

100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

2001

לולאות בחומר הגנטי

הקשרים הקבועים בין הבסיסים החנקניים של הדי-אן-אי נפרמים בתנאים מסוימים (למשל, בחימום לטמפרטורה של כ-70 מעלות צלזיוס) כך ששני הגדילים למעשה נפרדים זה מזה. בתהליך הזה נוצרות בחומר הגנטי מעין "טבעות".

מודלים תיאורטיים שונים ששימשו לניתוח התופעה אמנם איפשרו מצבים שבהם לולאות DNA סמוכות "חותכות" זו את זו, אך בטבע מצב של "חיתוך" כזה אינו מתחולל בפועל, מכיוון שגדילי החומר הגנטי דוחים זה את זה (דחייה חשמלית). מדעני מכון ויצמן, שהבחינו באי-ההתאמה הזאת, החלו לבחון את הצורות האפשריות שבהן יכולות לולאות ה-DNA להתארגן במרחב מבלי ש"יחתכו" את עצמן, את הלולאות הסמוכות, ואת הגדילים המולקולריים.

כדי לחשב את המערכת המורכבת של יחסי הגומלין האפשריים בין הלולאות השונות השתמשו החוקרים בהבנה מתמטית שהושגה בחקר ההתנהגות של רשתות אקראיות של פולימרים שונים. חישובים מורכבים ומדויקים אלה הראו, שמעבר המופע (פאזה) בין מצב תקין של הרצף הגנטי לבין תופעת היווצרות של לולאות מתחולל באופן פתאומי, בדיוק כפי שאכן קורה במציאות.

2002

מקום טוב באמצע הגלקסיה

מדעני מכון ויצמן, שעקבו אחר כוכב אשר מקיף "נקודה ריקה" בחלל, חיזקו את ההשערה שבמרכז הגלקסיה שלנו - גלקסיית שביל החלב - שוכן חור שחור מאסיבי, שהוא גוף שמיימי אשר מאסתו שווה לפי ארבעה מיליון ממאסת השמש שלנו. הגוף המאסיבי, הקרוי "סאגיטאריוס A", נראה כ"נקודה ריקה בחלל". כעבור שנה התגלה, שה"נקודה הריקה" פולטת קרינה (תופעה אופיינית לחור שחור מאסיבי). במסגרת המחקר עקבו מדעני המכון אחר מסלולו של כוכב שמקיף את "סאגיטאריוס A". כוכב זה עבר, במהירות של 5,000 קילומטרים בשנייה, בנקודה הקרובה ביותר לחור השחור - 17 שעות אור בלבד מ"סף האירוע" שלו. אילו התקרב הכוכב עוד מעט לחור השחור, הוא היה נופל ו"נשאב" לתוכו. במחקר זה הפעילו המדענים את הטלסקופ האירופי הענק המוצב בצ'ילה.

100 אבני דרך בחקר הפיזיקה במכון ויצמן למדע

2002

הטמפרטורה הנמוכה ביותר

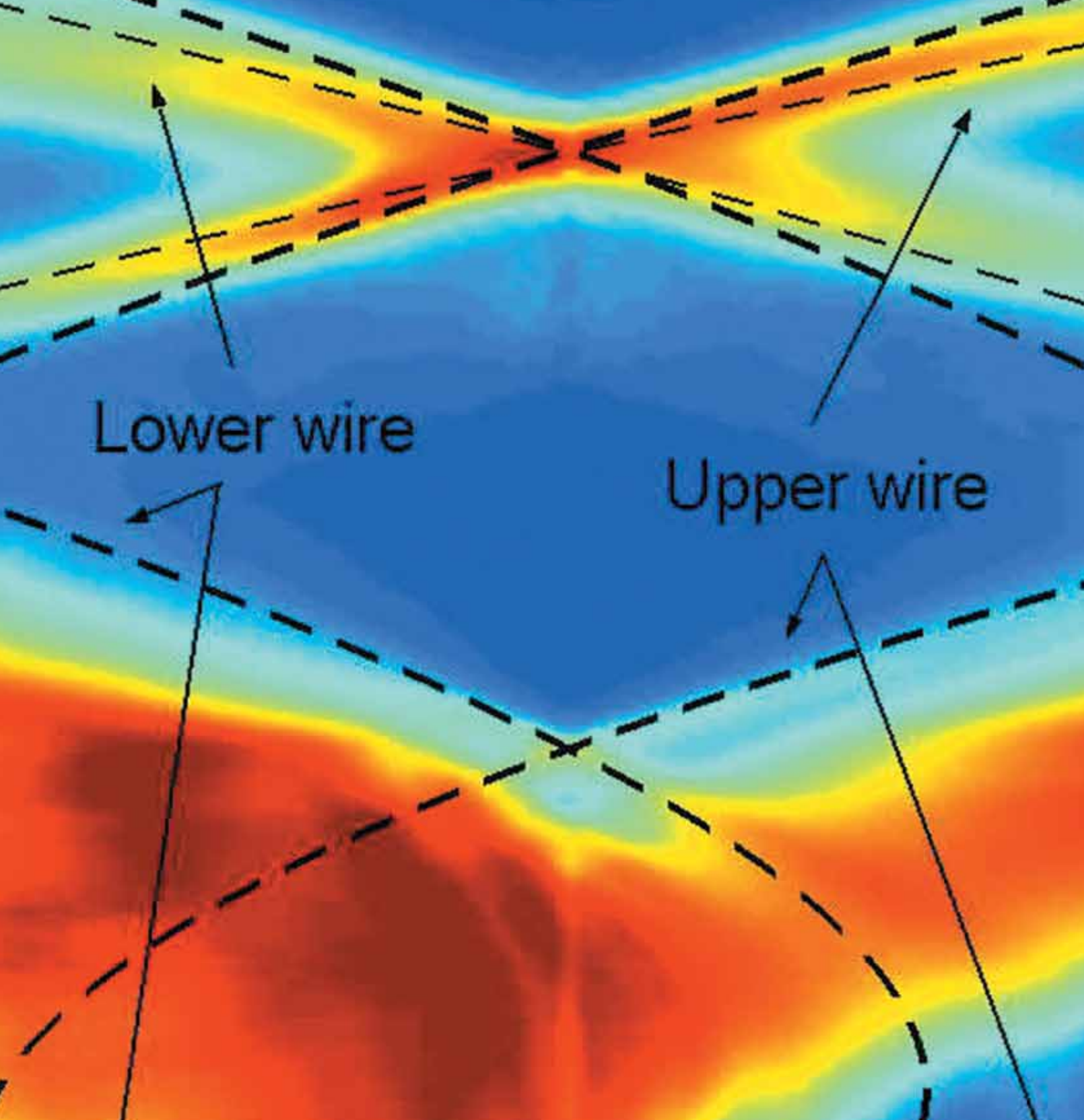
עיבוי בוז-איינשטיין הוא תופעה שחזו איינשטיין ובוז בשנת 1925, ובמסגרתה עובר חומר אשר מקורר לטמפרטורות נמוכות מאוד למצב צבירה חדש הקרוי "עיבוי", שבו הוא מתבסס במצב האנרגטי הנמוך ביותר האפשרי של המערכת. רק בשנת 1995 הצליחו מדענים לצפות בתופעה זו, כשקיררו אטומי גז, בצפיפות נמוכה, באמצעות לייזרים, לטמפרטורות נמוכות ממיליונית מעלה (מעל לאפס המוחלט). מדעני המכון הצליחו למדוד בפעם הראשונה את אנרגיית המצבים המעוררים של עיבוי בוז-איינשטיין. בהמשך הצליחו גם לאפיין את הדינמיקה של עירורים אלה, ואת תהליכי הדעיכה שלהם.

100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

מערבולות טורבולנטיות בעננים עשיות לזרז את היווצרות הגשם. המסקנה הזאת עלתה ממחקריהם של מדעני מכון ויצמן למדע. המדענים פיתחו נוסחה אשר מאפשרת להם לחשב כמה זמן יידרש לטיפות המים המיקרוסקופיות שבעננים לגדול ולצבור משקל עצמי שדי בו כדי לגרום להן ליפול אל הקרקע כטיפות גשם. ממצאים אלה עשויים לסייע בחיזוי מדויק יותר של הגשם, וכן בייעול צריכת דלק של מכוניות ובניטור רמת זיהום האוויר.

המדענים גילו מנגנון חדש האחראי על הקשר בין זרימת האוויר הטורבולנטית לבין ירידת הגשם. הם קראו לו "אפקט המקלעת": מערבולות האוויר הטורבולנטיות המתחוללות בתוך הענן פועלות כמעין צנטריפוגות קטנות, או כמעין "מקלעות". כאשר הן מסתובבות, הן גורמות לטיפות הכבדות יותר להתרחק ממרכז המערבולת, ולהתרכז בעיקר בהיקפה. הריכוז של הטיפות הכבדות באיזור קטן יחסית מגדיל במידה ניכרת את הסיכוי שהן יתנגשו אלה באלה, יתלכדו, וייצרו יחד את טיפות המים שגודלן כמילימטר אחד. אלה הטיפות הנופלות כלפי מטה כגשם.

במשך זמן רב סברו הפיזיקאים, שתכונת המוליכות החשמלית יכולה להתקיים אך ורק במערכת בעלת שלושה ממדים. מדעני מכון ויצמן למדע ביקשו לבחון את נכונותה של התפיסה הזאת, ולשם כך פיתחו שיטה שבאמצעותה אפשר למדוד כיצד מסתדרים האלקטרונים בשכבה דו-ממדית. הם פיתחו מיקרוסקופ הרגיש במיוחד למטען חשמלי, אשר מאפשר למפות את מיקום האלקטרונים בשכבה דו-ממדית של חומר, ואת השטח שעל-פניו פרוס כל אחד מהם. המדענים גילו, שבצפיפות נמוכה ממוקמים האלקטרונים המצויים בחומר דו-ממדי במעין "איים יציבים", ולכן, כאשר מוסיפים אלקטרון למערכת הזאת, הוא יצטרף לאחד מה"איים" האלה, ולא ייצא מהצד השני של גוש החומר. במילים אחרות: לא תתקיים מוליכות חשמלית. במחקר נוסף נבחנה התופעה במערכת חד-ממדית, שבה הדחייה החשמלית ההדדית גורמת לכך שהאלקטרונים יתנהגו ככדורים קשיחים המסודרים ב"שורה עורפית" בזה אחר זה, כשאינן להם כל אפשרות לסטות ימינה או שמאלה, למעלה או למטה. כאשר מוסיפים אלקטרון למערכת כזאת, הוא מצטרף כאחרון בשורה, אבל התנע שלו עובר ונמסר מאלקטרון לאלקטרון, עד שהוא מגיע לראשון בשורה, הנפלט כתוצאה מכך מהמערכת. קצב העברת התנע בין האלקטרונים נקבע על-פי עוצמת הדחייה החשמלית ביניהם, כך שכל שהדחייה גדולה יותר, התנע יעבור מהר יותר.

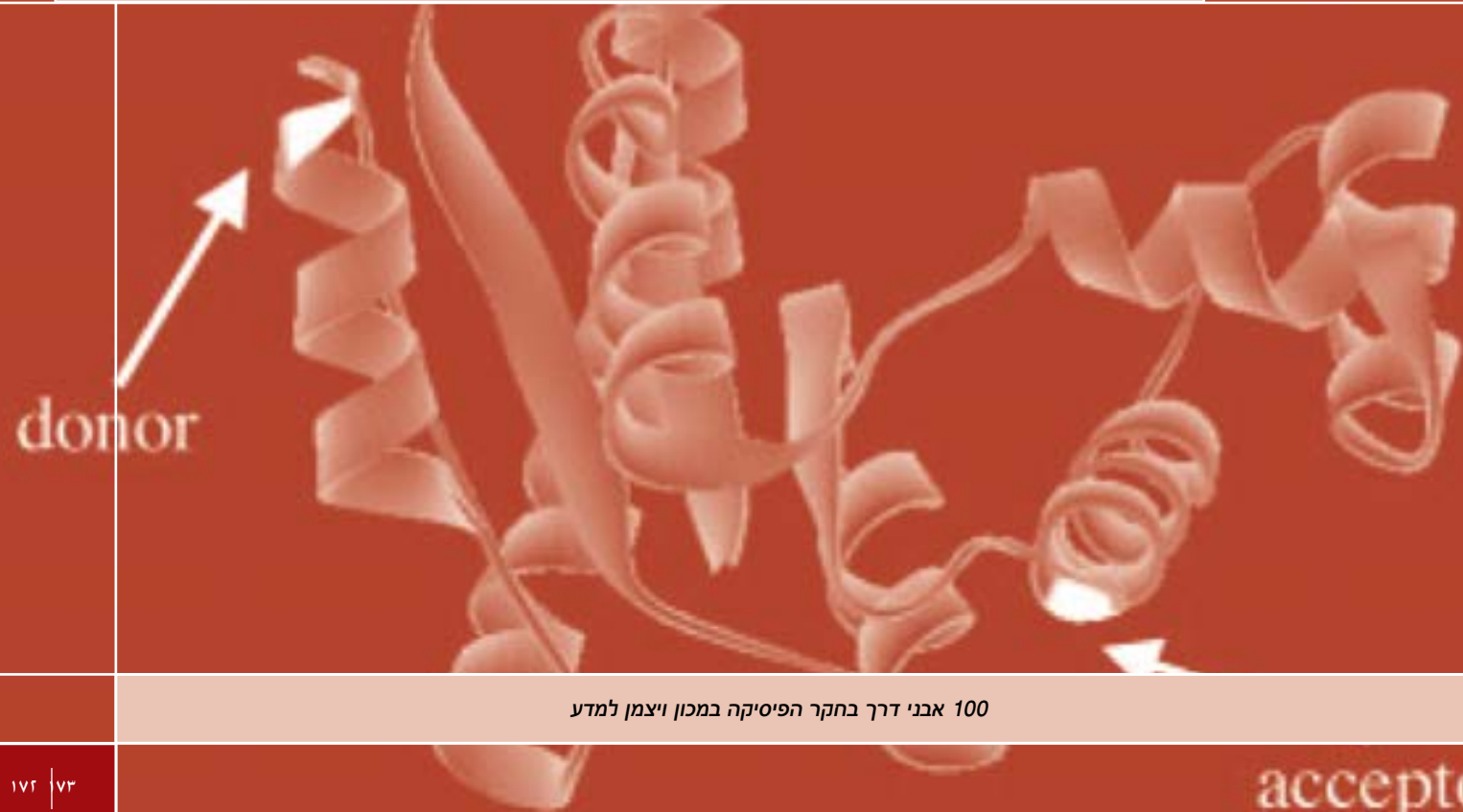


2003

מתקפל בדרכו שלו

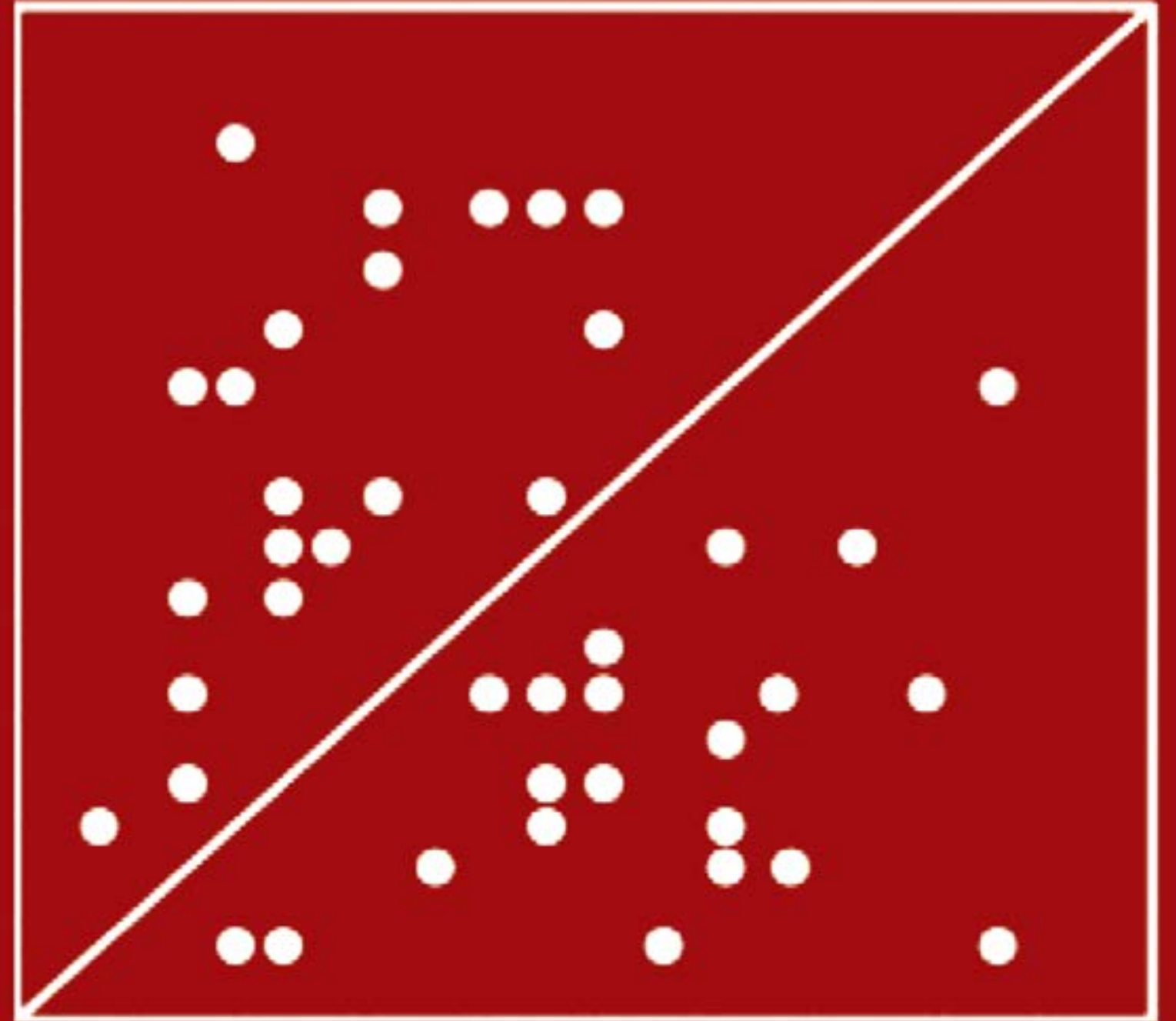
מדעני מכון ויצמן הצליחו לצפות לראשונה במולקולות חלבון בודדות מתקפלות. כך עלה בידם לגלות, שמולקולות שונות מגיעות לאותה מטרה (אותו עיצוב) בדרכים שונות לחלוטין, תוך יצירת שלל רב של שלבי ביניים השונים מאוד זה מזה.

חלבונים הם מרכיבי היסוד של כל תא חי, ודרך הקיפול שלהם חיונית לפעולתם התקינה. כדי לצפות בתהליך הקיפול ברמת המולקולה היחידה פיתחו מדעני המכון טכנולוגיה חדשה, המבוססת על לכידת החלבונים במעין "בועיות" שבתוכן הם יכולים לנוע בחופשיות. ה"בועיות" עשויות מולקולות של ליפידים (אותן מולקולות המרכיבות את הקרומים התוחמים את התאים החיים ואת גרעיני התאים). את ה"בועיות" שמכילות חלבונים מצמידים למשטחי זכוכית, ואז אפשר לצפות באין מפריע במה שמתחולל בתוכן.



100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

acceptor



מדעני המכון גילו שכאשר מאלצים את האלקטרונים לנוע ב"שורה עורפית" לאורכו של מוליך חד-ממדי אפשר להפריד בין תכונת המטען החשמלי לבין תכונת הספין של האלקטרון. בסדרת ניסויים שתוכננו למטרה זו הצליחו המדענים לבצע את ההפרדה הזאת הלכה למעשה.

האפשרות לשנות את תכונת הספין של האלקטרונים מבלי לשנות את המטען החשמלי שלהם היא הצעד הראשון בדרך לפיתוח אלקטרוניקה חדשה, המבוססת על שינויים במצב הספין (האלקטרוניקה הקיימת מבוססת על המטען החשמלי של האלקטרונים). אלקטרוניקה "ספינית" חדשה זו קרויה ספיטרוניקה, והיא עשויה לאפשר את בנייתם של מאגרי זיכרון, מגנטים והתקנים אלקטרוניים שונים, רגישים במיוחד, שיוכלו לבצע מטלות שאי-אפשר לבצען באמצעות התקנים אלקטרוניים קיימים.

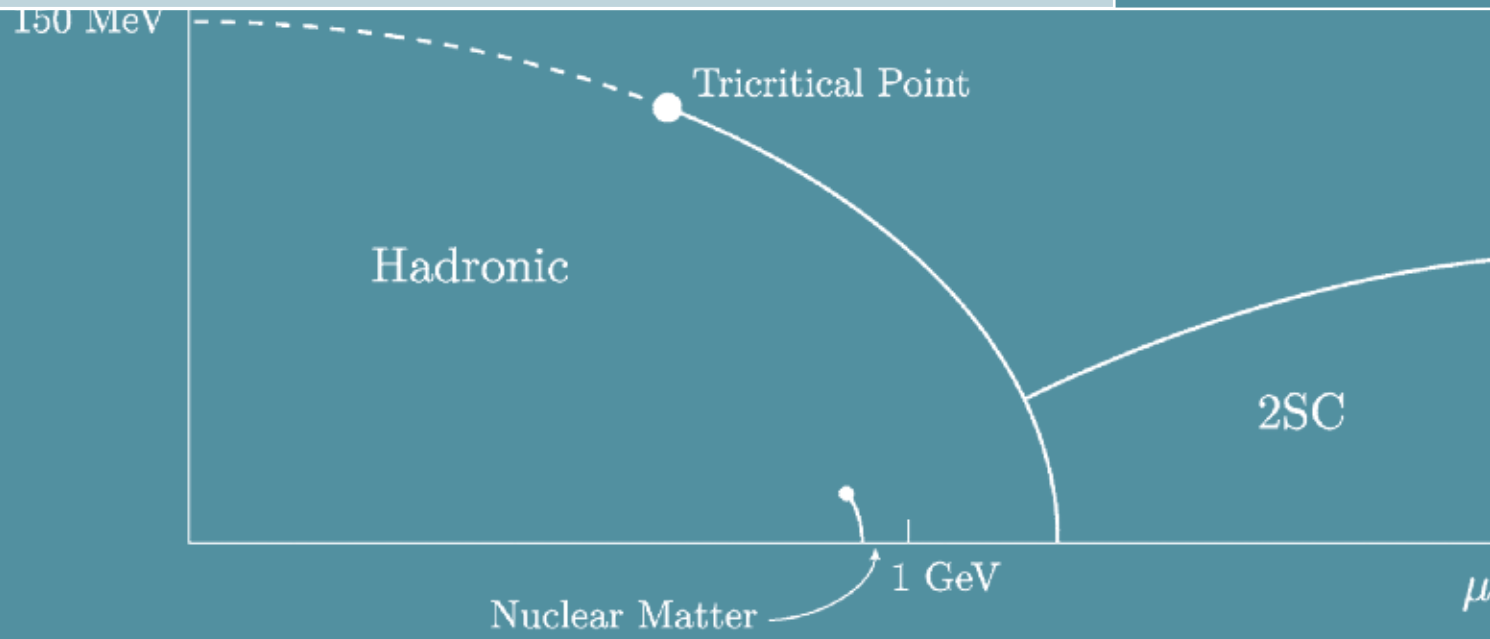
2003

חומר ראשון

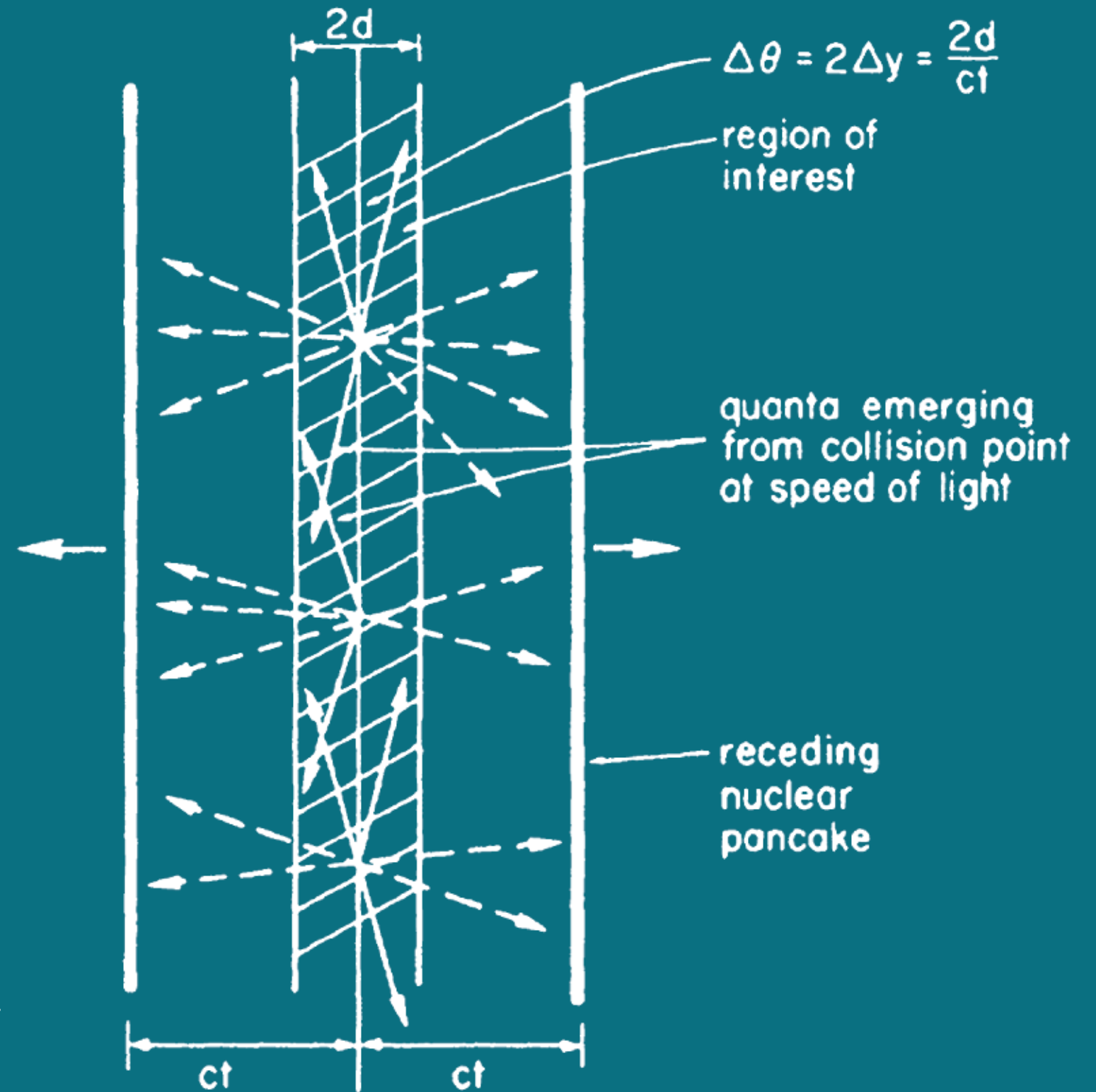
$$m_{u,d} = 0; m_s = \infty$$

מדעני המכון מילאו תפקיד מרכזי בניסוי שנועד לשחזר את החומר הבראשיתי שקדם להיווצרות הפרוטונים והניטרונים ביקום הקדום, "פלסמת קווארק-גלואון". מדעני המכון תכננו ובנו גלאי חלקיקים מיוחדים שהותקנו במעבדה האמריקאית הלאומית ברוקהייבן שבלונג-איילנד, ניו-יורק. בניסוי, שכונה "פניקס", השתתפו 460 פיזיקאים מ-57 מכוני מחקר ואוניברסיטאות ב-12 מדינות.

בניסוי זה ניסו המדענים לזהות פלסמת קווארק-גלואון בדרך של מעקב אחר התנהגותם של סילוני חומר החודרים לתוכה. כאשר קווארק בודד חודר לחומר רגיל (המכיל פרוטונים וניטרונים), הוא פולט קרינה המאיטה את התקדמותו במידה מסוימת. לעומת זאת, שיעור ההאטה של אותו סילון, כאשר הוא חודר לחומר שמצוי בתצורת פלסמת קווארק-גלואון, יהיה גדול הרבה יותר (כלומר, הוא יואט במידה רבה יותר). זו בדיוק התופעה שנצפתה ונותחה בניסוי. ממצאים אלה הם בבחינת רמז ממשי להצלחת השיחזור של השלב הראשון בהיווצרות החומר הבראשיתי ביקום.



100 אבני דרך בחקר הפיזיקה במכון ויצמן למדע



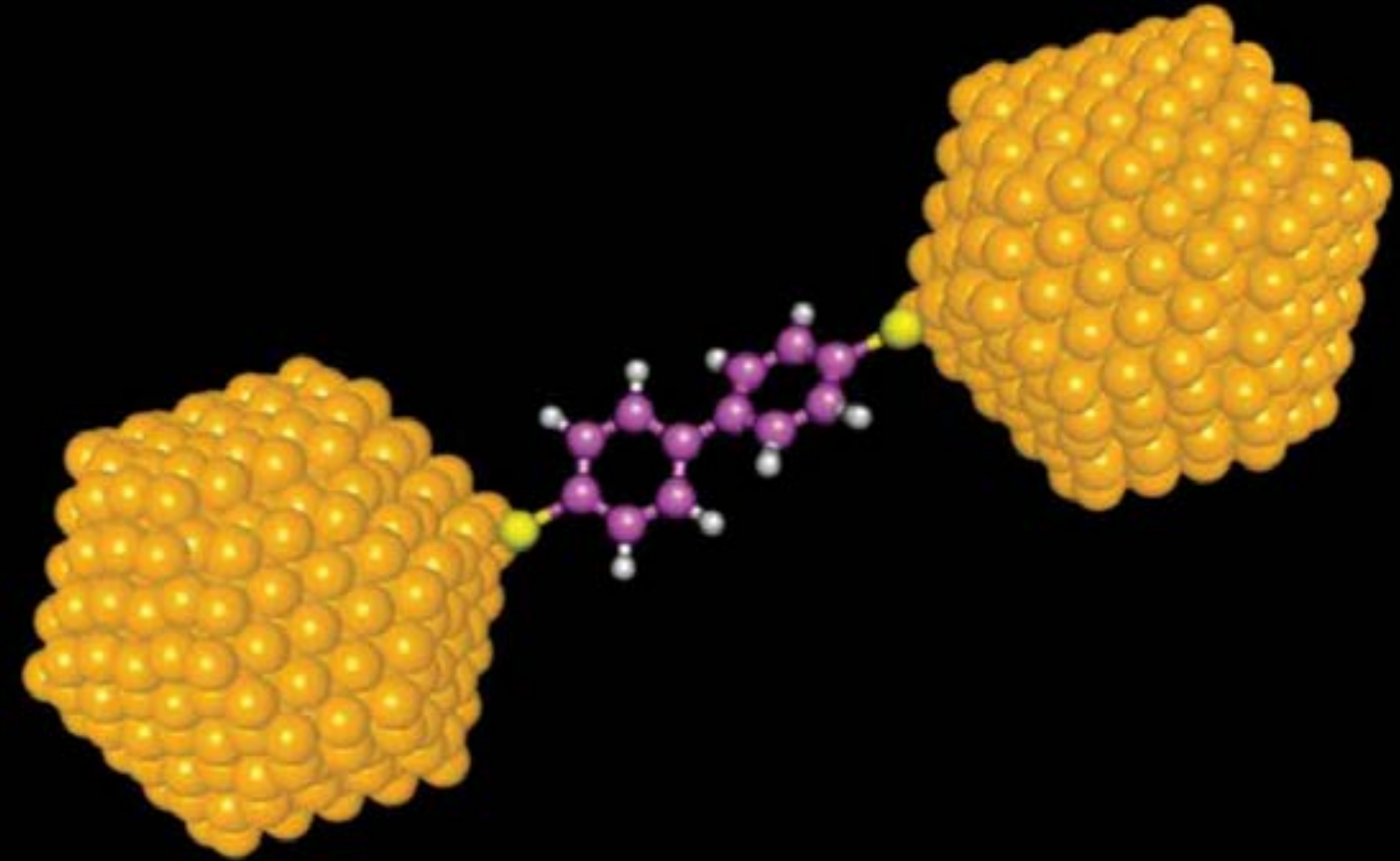
העובדה שעד כה לא הצליחו המדענים לצפות בקווארקים או בגלואונים בודדים נובעת מכך שחלקיקים אלה "כלואים" במערכים מורכבים יותר הכוללים אותם, למשל בפרוטונים ובניטרונים. הכוח המלכד ומחזיק אותם יחד במערכים אלה הוא הכוח הגרעיני החזק. דרך אחת לשחרר אותם ולצפות בהם היא חימום החומר לטמפרטורות של יותר ממיליון מיליוני מעלות. כיום איננו יכולים להגיע לטמפרטורות אלה, אך הן התקיימו ביקום הקדום, זמן קצר לאחר המפץ הגדול. ככל שהיקום התפשט והתקרר, עבר החומר למצב צבירה חדש, הקיים עד היום, שבו הקווארקים והגלואונים הרכיבו פרוטונים וניטרונים - ונכלאו בהם.

עד היום לא ידוע כיצד להוכיח את תופעת הכליאה, ולחקור את המעבר למצב הצבירה הנוכחי של החומר, משום שקשה מאוד לעשות חישובים בתורת הכוח הגרעיני החזק. כדי לנסות להתגבר על המחסום הזה השתמשו מדעני מכון ויצמן בכלי החזק ביותר במדע - בדמיון האנושי. הם בחנו בדמיונם מצב שבו היקום אינו גדול ואולי אינסופי, אלא הוא כדור זעיר. מתברר, שבמקרה זה הכוח הגרעיני החזק נחלש, ואפשר לכלול אותו בחישובים ללא קושי מיוחד. כדי לקבל מעבר למצב הצבירה הידוע של החומר, ביקום דמיוני זה, יש להגדיל את מספר ה"צבעים" הקיימים בו ("צבע" הוא כינוי למטען מסוים שנושאים הקווארקים והגלואונים). ביקום שלנו קיימים שלושה סוגי "צבעים". אבל ביקום שבוחנת התיאוריה החדשה חייבים להתקיים הרבה מאוד סוגי "צבעים". מדעני המכון הראו, שעל אף ההבדלים הגדולים בין היקום המוכר לבין זה שנוצר בדמיון, גם ביקום הדמיוני מתחולל - תוך כדי התקררות היקום - מעבר של החומר למצב צבירה אחר. כלומר, בטמפרטורות נמוכות הקווארקים והגלואונים כלואים, ובטמפרטורות גבוהות הם משוחררים. כך הראו המדענים כיצד תופעה שאי-אפשר לחקור אותה ביקום שלנו ניתנת לחקירה ביקום דמיוני, תיאורטי. עם זאת, עדיין לא ברור אם המודל הזה מאפשר הבנה איכותית של תופעת הכליאה ביקום שלנו.

כשמדובר בהתקנים אלקטרוניים, הגודל באמת קובע. ככל שההתקן קטן יותר, זעיר יותר, הוא מאפשר לבנות מערכות מהירות, יעילות ומדויקות יותר. השאלה היא, עד כמה אפשר להמשיך למזער את ההתקנים. האם, למשל, אפשר לחבר חוט למולקולה בודדת ולמדוד את תכונות הולכת החשמל שלה? מדעני מכון ויצמן למדע מצאו דרך לביצוע המשימה הזאת, ובכך הגדירו מחדש את אפשרויות המיזעור.

המדענים הצמידו שני ננו-חלקיקי זהב לשני קצותיה של מולקולה אורגנית קטנה, הקרויה ביפניל-דיתיאול. אורכה של המולקולה הזאת הוא כננומטר אחד בלבד (גודל שאינו מאפשר לאחוז בה ולעבוד אתה). אבל כשהיא ממוקמת בין שני ננו-חלקיקי זהב, מולקולת הביפניל-דיתיאול יוצרת יחד איתם מבנה שאפשר לטפל בו. המדענים הציבו את הביפניל-דיתיאול בין שני מגעים בהתקן זעיר. כך תיפקדה מולקולת הביפניל-דיתיאול כמעין חוט שהעביר זרם חשמלי בין שני מגעי ההתקן.

התקן זה משמש את המדענים בפיתוח דרכים לשליטה בתכונות ההולכה של החוט המולקולרי. שליטה כזאת עשויה לאפשר יצירה של ננו-טרנזיסטורים מתקדמים שימשו במערכות אלקטרוניקה מתקדמות.



הצופה, על-פי אחד מעקרונותיה היותר ידועים של תורת הקוונטים, משנה את התוצאה. מדעני מכון ויצמן למדע הדגימו בעבר את העיקרון הזה באלקטרונים. הם בנו מתקן ניסוי שגודלו כמיקרון (אלפית המילימטר) שפעל כך: היה בו מחסום שנפתחו בו שני פתחים ודרכם חלפו אלומות אלקטרונים אשר שוגרו לעבר לוח מטרה שהוצב מאחורי המחסום. על-פי תורת הקוונטים, חלקיקים תת-אטומיים מתאפיינים בקיום כפול: הם חלקיקי חומר, אבל באותו זמן הם גם גלים. הגלים יכולים לעבור בעת ובעונה אחת בשני הפתחים שבמחסום, ולאחר מכן להתאבך זה עם זה בכל נקודה לאורך קו המטרה. התאבכות זו יכולה להיות בונה - ואז האלקטרון מגיע לנקודה שבה מתחוללת ההתאבכות, או שהיא הורסת - ואז הגלים מבטלים זה את זה, והאלקטרון אינו מגיע למקום זה לעולם.

מדעני המכון הצליחו לבנות מתקן ניסוי מתקדם שדרכו (כלומר, גם בפתחים שבמחסום וגם ב"צופה הקוונטי") עוברים אלקטרונים בודדים, בזה אחר זה. למעשה, האלקטרונים שבחומר ממנו עשוי הצופה היו כל-כך קרובים לאלקטרונים החולפים, עד שנוכחותם הרסה את ההתאבכות. לכן, כשה"צופה" הופעל, לא התקיימה התאבכות, וכאשר ה"צופה" לא פעל, התקיימה התאבכות. כאשר שונתה רגישות הצופה, דבר ששינה גם את מידת יכולתו לצפות בדיוקנות בגלי האלקטרונים העוברים בחרכי המחסום, נרשם מעבר רציף מהתנהגות גלית להתנהגות חלקיקית. הריסת ההתאבכות והופעתה מחדש הן הדגמה בסיסית של השפעת הצופה על התוצאה.

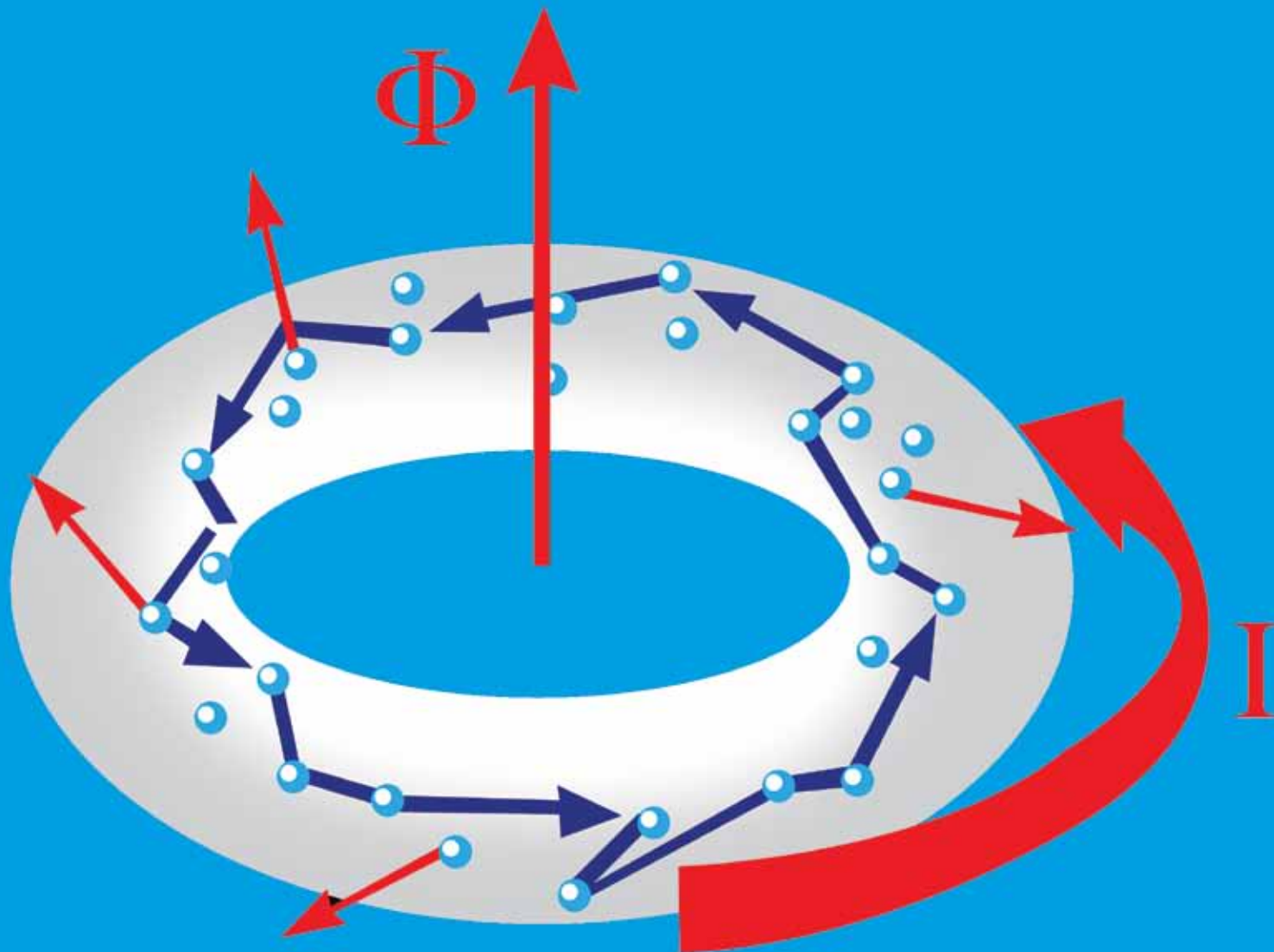
1 μm

מדעני המכון ניסחו תיאוריה שהצליחה לנבא את השלבים השונים של תהליך היווצרות שברים בגביש חומר מוצק.

כאשר כוח מופעל על חומר (למשל, כאשר אבן מושלכת ופוגעת בזכוכית), מתחיל להיווצר שבר בשכבות הפנימיות של החומר. בלחץ הכוח שהפעילה האבן הפוגעת השבר מתקדם ונע בתוך החומר במהירות הגוברת בהדרגה, עד שבשלב מסוים הוא גורם לריסוק המבנה של לוח הזכוכית. קו השבר מתקדם בתוך החומר בכיוון שמושפע מהכוח שהופעל עליו ומצורתו, תוך שהוא יוצר הסתעפויות של שברי משנה היוצרים יחד מבנה המזכיר אידרת דג, דבר שלעיתים יוצר פני שטח הרריים (מיקרוסקופיים) על-פני השטח של השבר. פיסיקאים שביקשו לנבא את צורת השבר ואת הדינמיקה שלו נתקלו בקושי, כיוון שכיווניות התנועה של השבר גרמה לכך שמכל זווית התבוננות, או מדידה, אותו שבר עצמו נראה אחרת.

כדי להתמודד עם הקושי הזה חילקו מדעני המכון את פני השטח ההרריים לפלחים בעלי מאפיינים ייחודיים, שבכל אחד מהם אפשר למדוד את השבר המתהווה ולייחס לו כיווניות מסוימת ותכונות נוספות. שיקלול מורכב של תמונת המצב אשר מתקבלת מכל פלחי המדידה איפשר להם להבין את דינמיקת השבר ללא תלות בכיוון שממנו מבוצעת המדידה, ולסלול את הדרך שתאפשר בעתיד לנבא בהצלחה את כיוון תנועת השבר ואת השפעתו הסופית על החומר שבו מתחולל השבר.

מחקרים מקיפים שיתבססו על התיאוריה החדשה יאפשרו למדענים ולמהנדסים ללמוד על אופיים האמיתי של חומרים שונים, ועל הדרך שבה מתפתחים תהליכי שבירה בחומרים אלה. מחקרים כאלה עשויים לאפשר ניבוי של הדרך שבה יעמדו חומרים שונים (למשל סכר, או כנף של מטוס) בלחצים ובמאמצים מסוימים, וכיצד הם יעשו זאת במשך הזמן, לאחר שנוצרו ונצברו בהם שברים וסדקים אשר אינם נראים על-פני השטח.



זרם חשמלי יכול לזרום לנצח בהתקנים מעגליים זעירים, אפילו אם אינם מוליכי-על. כשמדובר במעגלים מיקרוסקופיים, התופעה הזאת יכולה להתחולל אפילו בטמפרטורות שיכולות לעלות ולהגיע עד לטמפרטורת החדר. מדעני המכון נתקלו בהרבה מאוד גבות מורמות כשהציגו לראשונה את הקביעה הזאת, שנבעה מאחד ממחקריהם התיאורטיים. עד אז סברו רבים, שזרמים חשמליים יכולים לזרום לנצח רק בחומרים מוליכי-על שמתקיימים רק בטמפרטורות נמוכות, וכי יישום כרוך בקשיים נוספים. מדעני המכון ושותפיהם למחקר הצליחו להוכיח, תיאורטית, שזרמים חשמליים יכולים לזרום לנצח גם בחומרים שאינם מוליכי-על - בתנאי שהזרם זורם בטבעת בגודל מזוסקופי (גודל הביניים שבין עולם העצמים הגדולים לבין העולם המיקרוסקופי שבו שולטת הפיזיקה הקוונטית).

להפתעת רבים, התיאוריה הזאת הוכחה בניסויים, אלא שהזרם החשמלי ש"זרם לנצח" היה גדול פי חמישה, ולפעמים פי עשרה, משיעור הזרם שצפתה התיאוריה. עובדה זו העמידה את התיאוריה בספק, אלא שבעקבות זאת מצאו מדעני המכון הסבר תיאורטי אשר מתיישב היטב עם תוצאות הניסוי. הישג זה, אשר נשען על תובנות חדשות באשר להשפעת הכוחות הפועלים בין האלקטרונים אשר נושאים את הזרם החשמלי, זכה לתהודה בין-לאומית רחבה. תופעת הזרמים המתמידים עשויה לסלול את הדרך לפיתוח יישומים טכנולוגיים מתקדמים בתחומי המחקר והרפואה.

2008

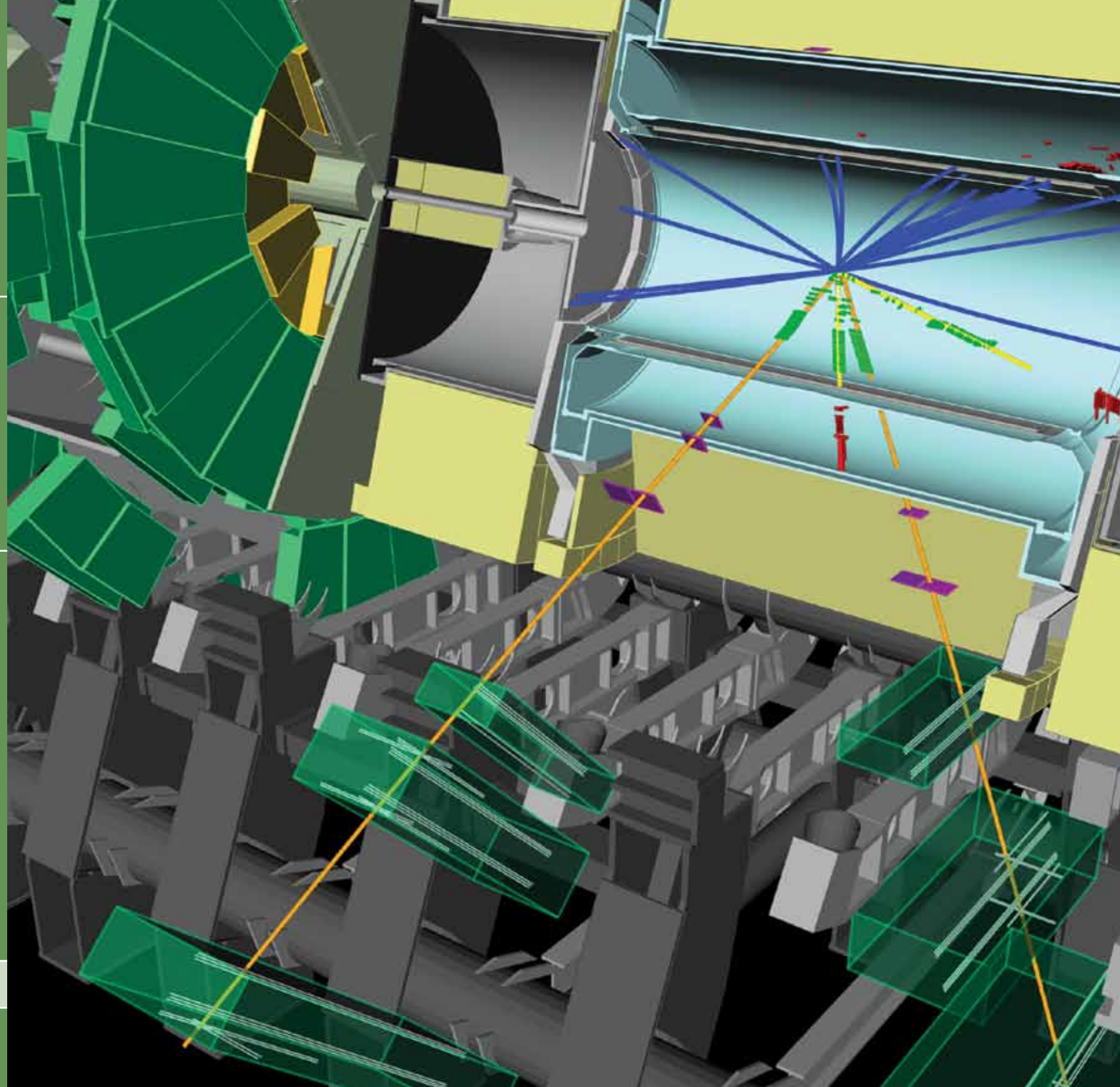
מקור המאסה

מדעני המכון ממלאים תפקיד מרכזי במחקר שמקיימים אלפי פיסיקאים מ-65 מדינות, במטרה להוכיח את קיומו של "החלקיק האלוהי", "הבוזון של היגס", שלפי התפיסה המקובלת, יחסי הגומלין שלו עם חלקיקי החומר היא מקור המאסה שלהם.

המחקר מתבצע במאיץ החלקיקים הגדול, LHC, של הארגון האירופי לחקר פיסיקת החלקיקים, CERN, שלייד ז'נבה, שווייץ, שהוא המכונה הגדולה ביותר שבנה האדם. מדעני המכון מופקדים, בין היתר, על השיטות הסטטיסטיות של ניתוח הנתונים הנאספים בתחנת המחקר "אטלס" שבה מקווים המדענים לגלות את "החלקיק האלוהי". כדי להבין את היקף המשימה הזאת יש לדעת, כי במאיץ יתחוללו מיליארד התנגשויות חלקיקים בשנייה, ויתקבלו אלף מיליארד אותות מידע בשנייה. ניתוח המידע הזה שקול לניתוח 20,000 עותקים של האנציקלופדיה בריטניקה מדי שנייה. הסיכוי להופעת "הבוזון של היגס", שאותו מקווים הפיסיקאים לגלות באמצעות המאיץ, שקול ליחס בין קוטרו של תא חי צמחי בודד לבין קוטר כדור-הארץ.



100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע



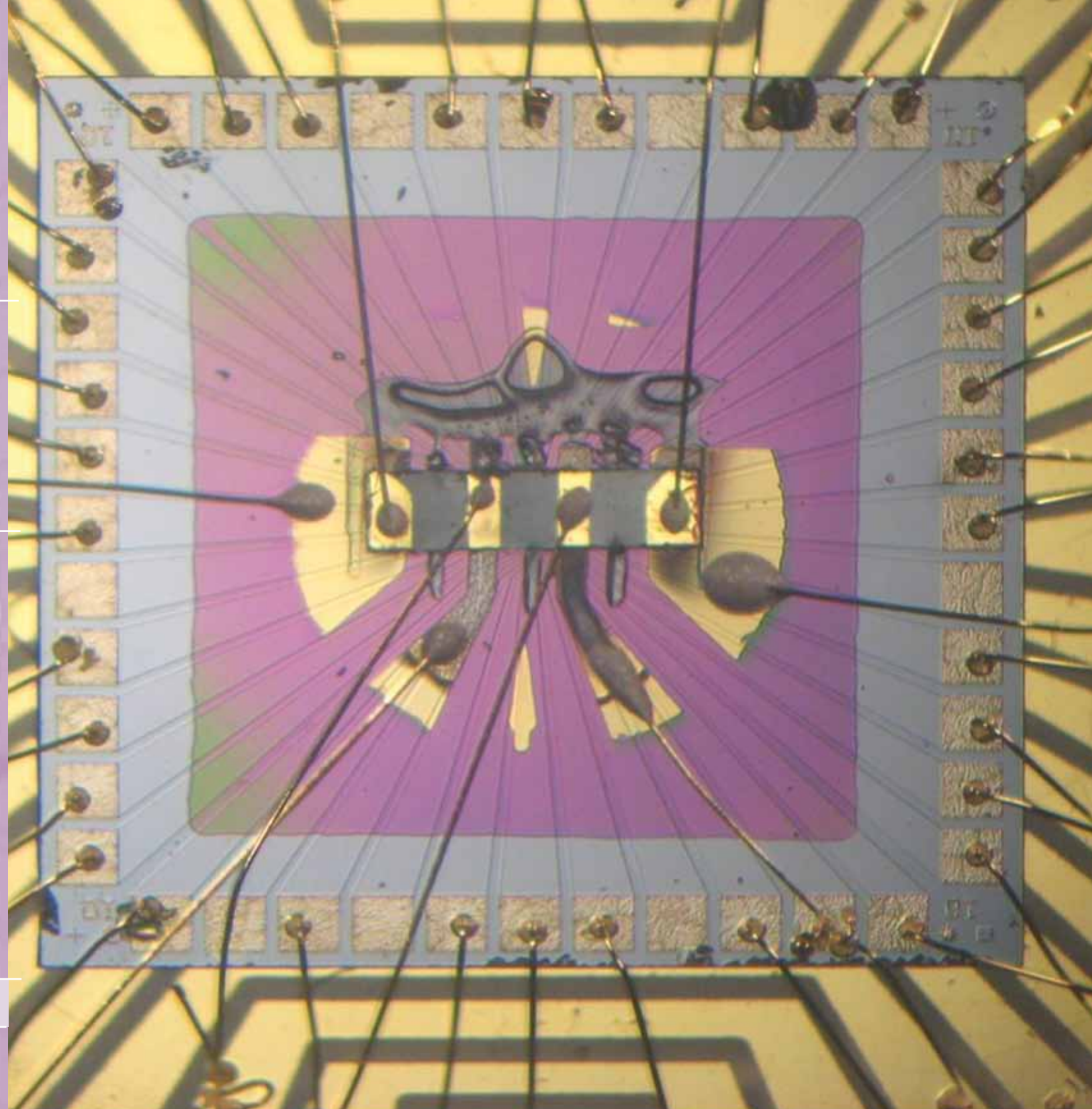
מדען מהמכון ניהל במשך כעשור שנים את קבוצת חקר המיאונים (המונה כ-400 מדענים) בניסוי הקרוי 'אטלס' על מאיץ ה-LHC בארגון האירופי לחקר פיסיקת החלקיקים, CERN. אחת ממטרותיו המרכזיות של ניסוי זה היא הוכחת קיומו של 'החלקיק האלוהי', 'הבוזון של היגס' (ראו אבן דרך 92). מאיץ חלקיקים זה מבוסס על אלקטרו-מגנטים מוליכי-על, הפועלים בטמפרטורות נמוכות מאוד (מינוס 271 מעלות צלסיוס), ובשיא פעילותו הוא יפיק כמיליארד התנגשויות חלקיקים בשנייה. מדובר בניסוי המדעי היקר ביותר שבוצע מעולם על כדור-הארץ: בבנייתו הושקעו שמונה מיליארד דולר, ומשתתפים בו כ-5,000 מדענים מ-500 מכונים מחקר ואוניברסיטאות מ-65 מדינות.

המאיץ ממוקם במנהרה מעגלית, 100 מטרים מתחת לפני הקרקע (כגובה ה'ביג-בן' בלונדון). אורך המנהרה: 27 ק"מ - פי 20 מאורך גשר הזהב בסן-פרנסיסקו - והיא חוצה את הגבול בין צרפת לשווייץ. שטח העיגול שמקיף המאיץ הוא 58 קמ"ר - כשטחה של מנהטן. פרוטונים טסים במאיץ הזה במהירות קרובה למהירות האור. הם מבצעים 11,245 הקפות של המאיץ בשנייה, כלומר מיליארד קילומטר בשעה. עצם אשר ינוע במהירות הזאת יגיע מכדור-הארץ לנפטון בתוך חמש שעות בלבד.

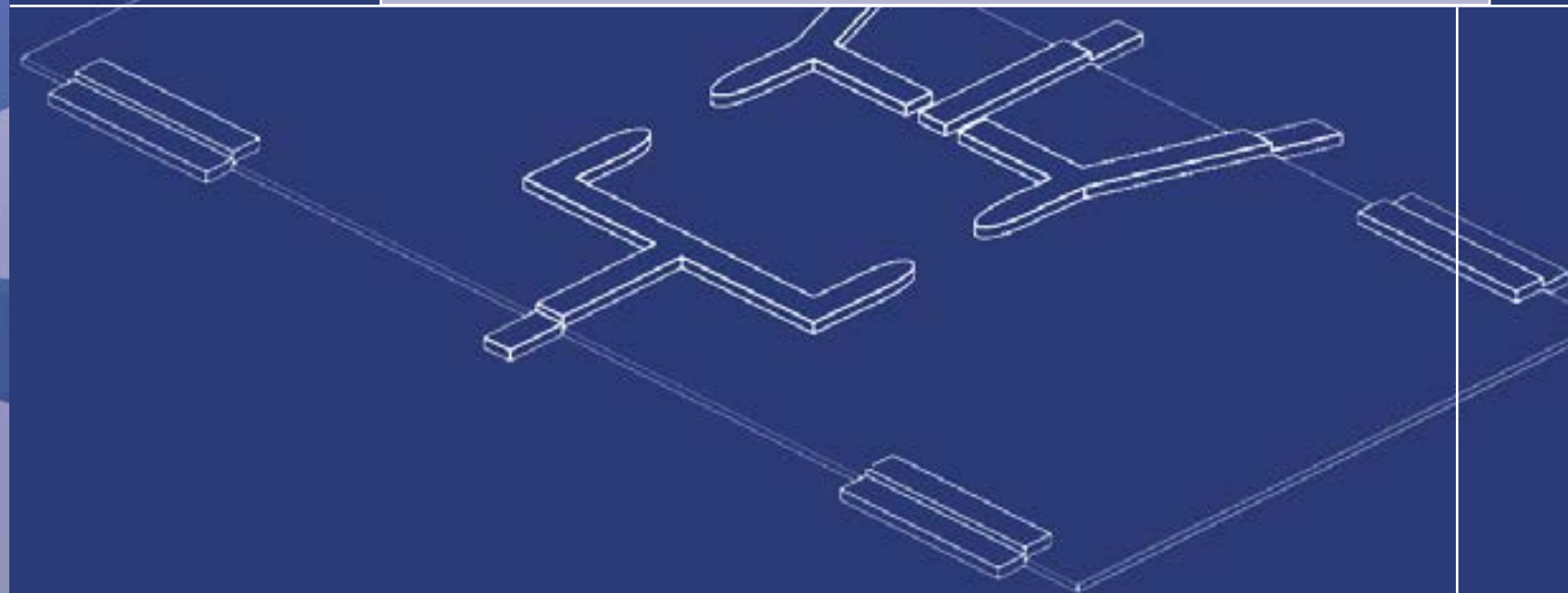
מדעני המכון פיתחו מערכים רגישים של גששי הול, שבהם השכבה הפעילה של הגשש היא מערכת דו-ממדית של גז אלקטרוני הנוצר בממשק של מבנים שונים אשר נוצרו באמצעות קרן מולקולרית על משטחים גבישיים. תופעת הול מתחוללת כאשר מזרימים אלקטרוני במערכת הנתונה להשפעה של שדה מגנטי. כל אלקטרון בודד "שואף" להמשיך ולנוע ישר, אבל השדה המגנטי הפועל על המערכת מטה את מסלולו. כך גורם השדה המגנטי להצטברות של אלקטרוני רבים בצד אחד של המערכת.

מדעני המכון הציבו את דוגמאות מוליכי-העל על-פני השטח של גששי ההול. כך הושגה מדידה מדויקת במיוחד של השדה המגנטי בדוגמה - ומחוץ לה. מערכי גששים רגישים אלה מאפשרים למדענים לעקוב אחר שינויים במצבי הצבירה של מערבולות מגנטיות במוליכי-על, דבר שעשוי לסייע בפיתוח טכנולוגיות מתקדמות עתידיות שונות.

100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע



מדעני מכון ויצמן גילו, כי חלקיקים מדומים, בעלי מטען חשמלי השווה לרבע ממטען האלקטרון, נוצרים במערכת שבה מתחולל סוג מסוים של תופעת הול קוונטית, שאינה אבלית. מערכת זו, על החלקיקים המדומים שבה, עשויה לשמש ביט קוונטי שעליו אפשר יהיה לבסס מחשבים קוונטיים. כדי שאפשרות זו תוכל להתקיים, למערכת צריכים להיות כמה מצבי יסוד בעלי אנרגיה זהה (מצב יסוד הוא מצב שבו האנרגיה של המערכת היא מינימלית). תנאי נוסף בדרך להיתכנות של מחשב קוונטי הוא שהמערכת תוכל לעבור ממצב יסוד אחד לאחר, באמצעות החלפת מיקומם של כמה מה"חלקיקים המדומים". התנועה של המערכת בין מצבי היסוד השונים נקבעת על-פי הטופולוגיה של המסלול שבו נעים החלקיקים המדומים, ולכן שיטת חישוב שתתבסס על תנועתם של חלקיקים כאלה קרויה "חישוב קוונטי טופולוגי". אם כל התנאים הללו מתקיימים, המערכת נעשית חסינה יחסית מפני הפרעות קלות ובלתי-נשלטות בסביבתה.



2008

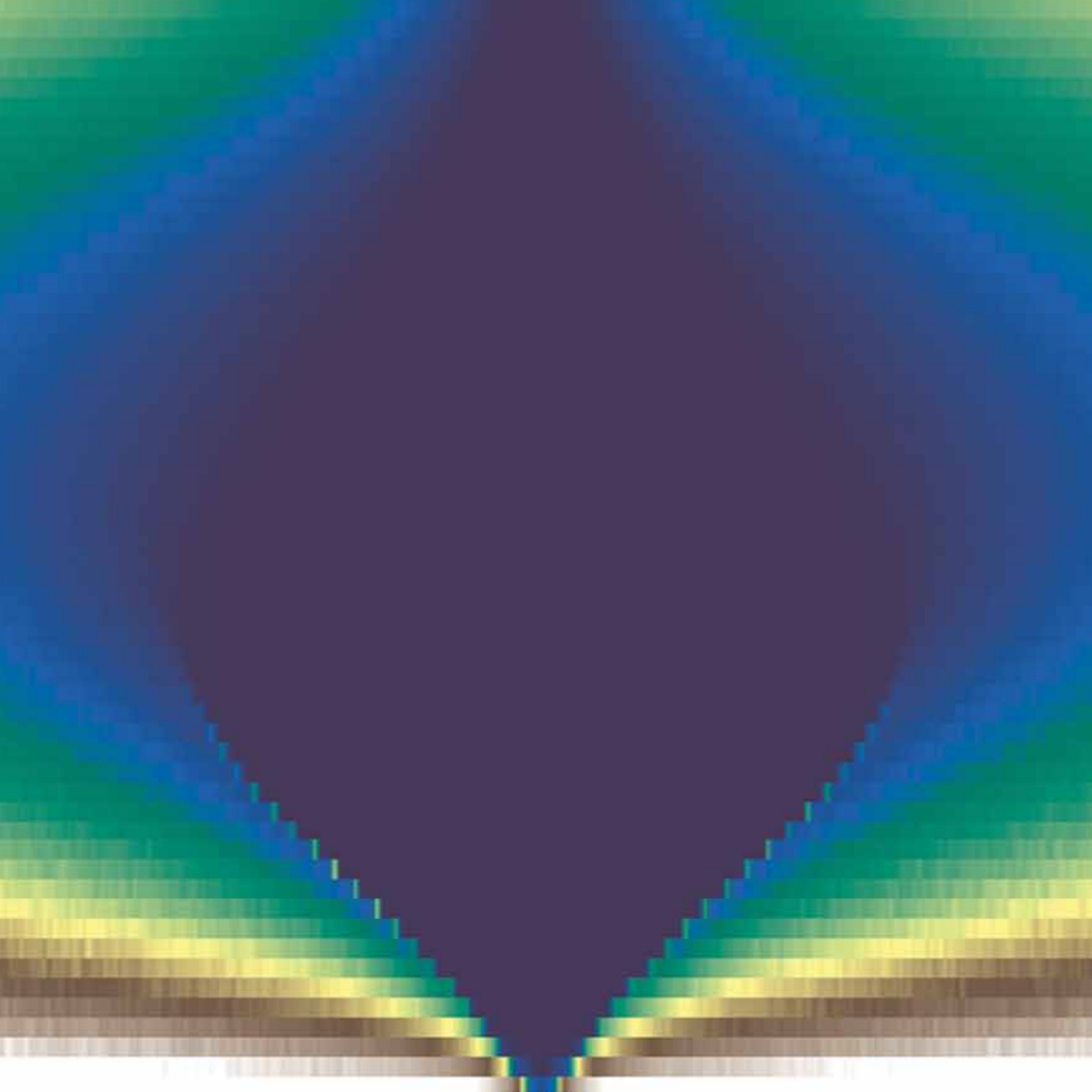
בניין נלה וליאון בנוזיו לפיסיקה

בניין זה מורכב מקומה שנייה שתיכננו האדריכלים אבי ליואי ויואל דבורינסקי בשנת 2008, כתוספת מעל לאגף חד-קומתי שחיבר את בניין הפיסיקה למעבדות מאיץ החלקיקים. את הקומה הראשונה, הוותיקה, של הבניין בנו האדריכלים משה הראל ונחום זלקינד בשנת 1963 מבטון עם ציפוי טיח אפור המחפה את הקירות ואת צלעות ההצללה, אשר בולטות כמטר אחד מעבר לחלונות צרים ושקועים. בשל הפרשי טופוגרפיה נמוך הבניין החד-קומתי המקורי בקומה אחת משאר מבני הפיסיקה, וכן מקומת הכניסה לספריית הפיסיקה על-שם נלה וליאון בנוזיו. הבחירה לבנות את האגף החדש מקונסטרוקציית פלדה קלה ואוורירית במקום מבטון, מאסיבי נבעה בעיקר משיקולים הנדסיים, אבל גם משיקולי עיצוב. השימוש בחומר ובסגנון שונים מבהירים לכל המתבונן, כי מדובר בתוספת בנייה שנבנתה זמן רב לאחר שנבנה האגף החד-קומתי המקורי.

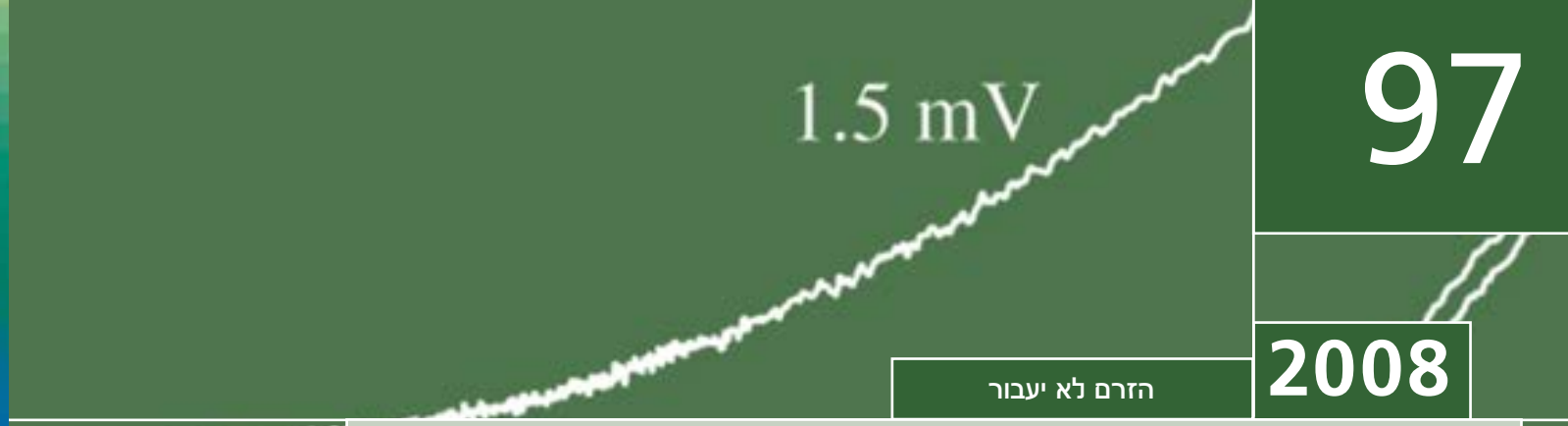


100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע



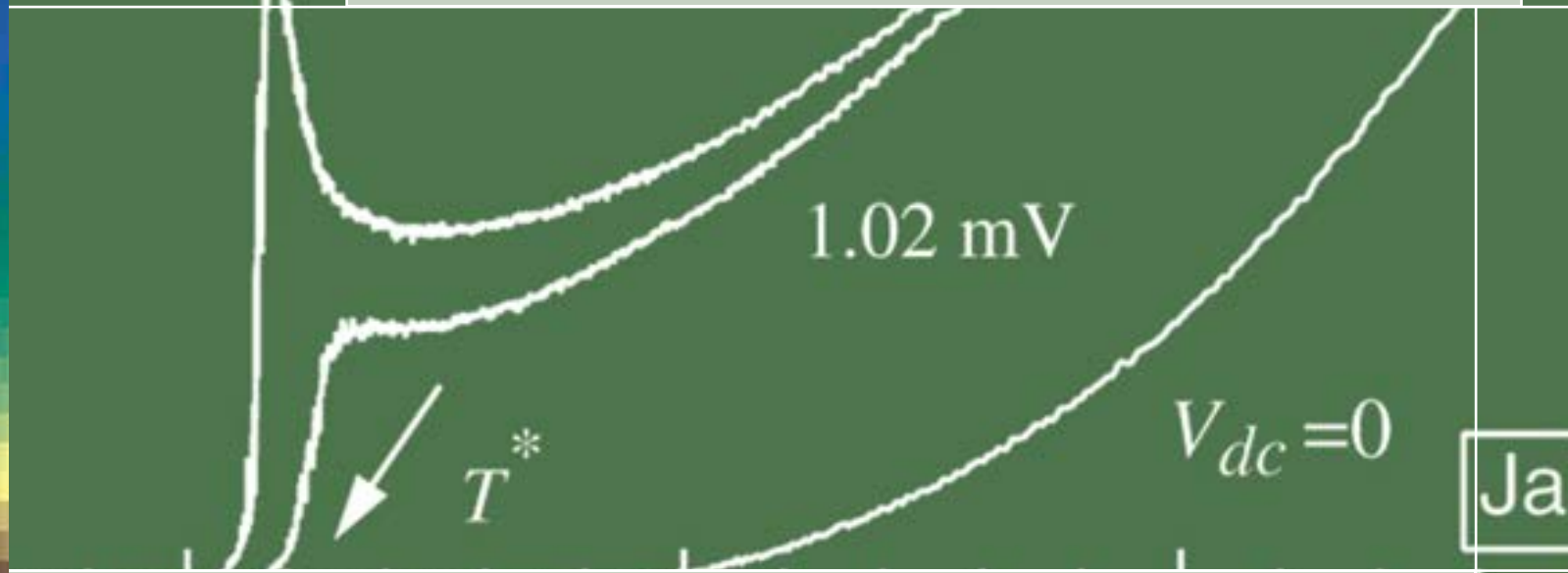


הזרם לא יעבור



מדעני מכון ויצמן למדע גילו, שבתנאים מסוימים מתקיימת תופעה הקרויה "בידוד-על". המדענים בחנו את תופעת מוליכות-העל (ראו אבן דרך 74), המתחוללת כאשר חומר מוליך חשמל (מתכת או חומר קרמי) מקורר לטמפרטורות נמוכות מאוד, וכתוצאה מכך פוחתת ההתנגדות שלו להולכת זרם חשמלי ומגיעה לאפס. כאשר יוצרים מוליך-על מחומר מוליך, שהוא בעל רמת סדר נמוכה יחסית, ואז גורמים לו לאבד את תכונת מוליכות-העל (באמצעות חימום, למשל), החומר הופך למבודד. מדעני המכון בחרו "לקלקל" את תכונת מוליכות-העל בדרך אחרת - באמצעות הפעלה של שדה מגנטי חזק. הם שינוי באיטיות את עוצמת השדה המגנטי ואת הטמפרטורה, וגילו שבשילוב מסוים החומר מאבד לחלוטין את היכולת להוליך זרם חשמלי. במילים אחרות, הם גילו את קיומה של תופעה שאפשר לכנותה "בידוד-על".

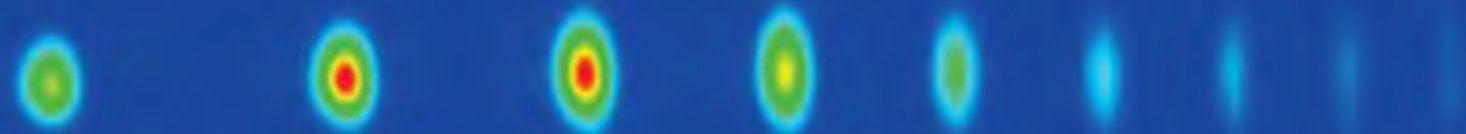
תופעת בידוד-העל מתחוללת כיום בטמפרטורות של 40 אלפיות של מעלת קלווין אחת (קרוב מאוד לאפס המוחלט). אבל מבודדי-על שיפעלו בטמפרטורת החדר - אם אכן יצליחו המדענים לפתחם - יוכלו להוות פתרון לבעיית ההתחממות של רכיבים אלקטרוניים, ולאפשר ייצור של טרנזיסטורים שאינם מאבדים חשמל, וכן סוללות ומצברים חשמליים שיוכלו לפעול זמן רב בהרבה בהשוואה לאלה העומדים לרשותנו כיום.



100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

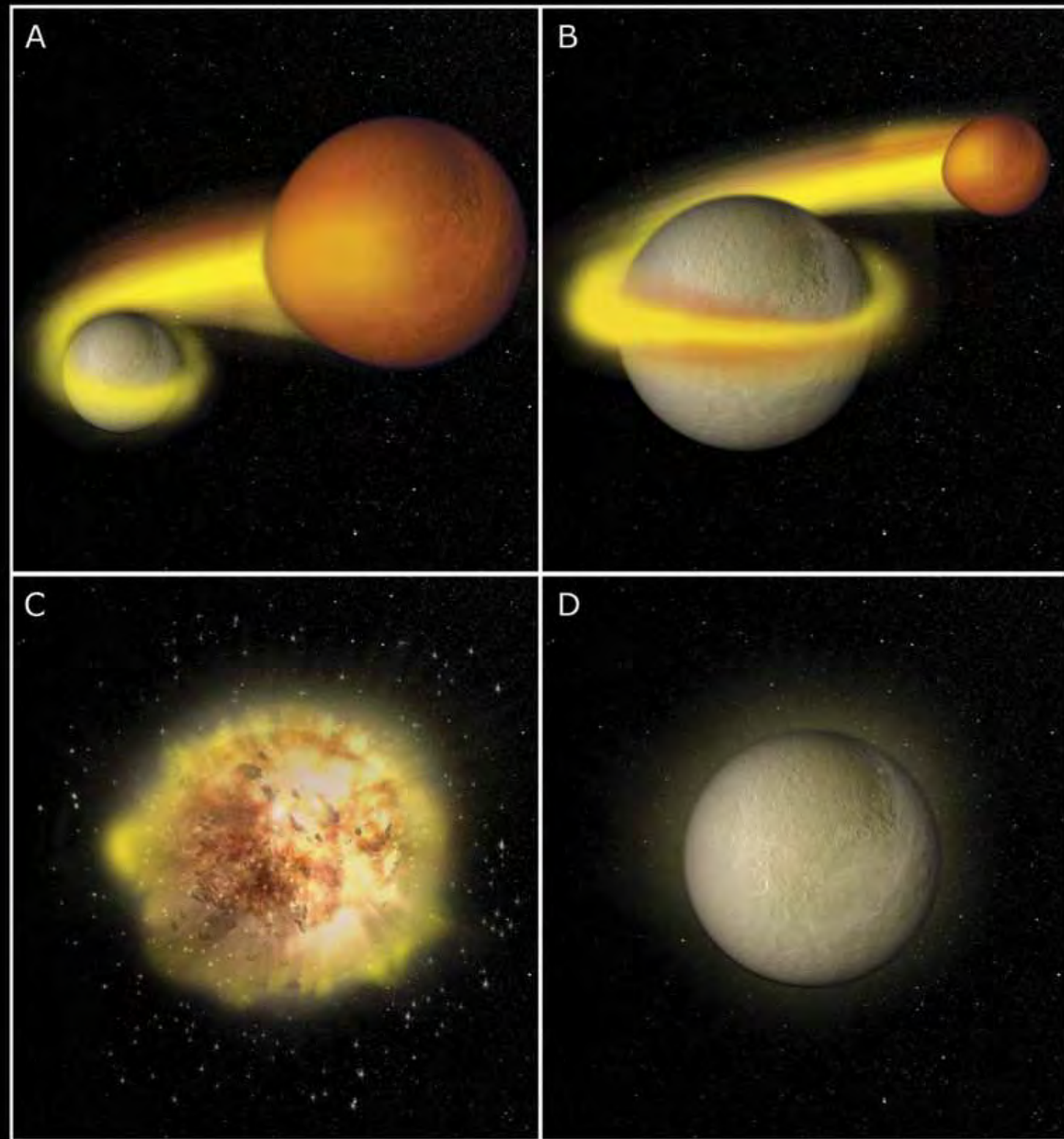
עד איזו רמה אפשר לתעד ולהבין תהליכים מהירים מאוד? כאשר, למשל, "תולשים" אלקטרון ממולקולה, האלקטרונים הנותרים מתארגנים מחדש כדי לשמור על שיווי המשקל של המטענים החשמליים במולקולה. כיצד מתבצע הארגון מחדש? תוך כמה זמן הוא מתבצע? כדי לעקוב אחר תהליכים מהירים במולקולות ובאטומים, משתמשים מדעני המכון בהבזקי לייזר המהירים בעולם, המשמשים להם כמעין "מצלמות" שמצלמות ו"מקפאות" את התהליכים. מדובר בלייזרים ה"זורים" הבזקים באורך של עשרות "אטו-שניות" (אטו-שנייה היא מיליארדית-מיליארדית של שנייה).

מדעני המכון משתמשים במערכות אלה כדי לחקור את התהליך של פליטת האור מהמולקולה או מהאטום שעליהם מבוסס הלייזר עצמו. במילים אחרות, מדובר במעין צילום עצמי: המולקולה שפולטת את הפוטונים המהירים מצלמת את התהליך שבו האלקטרונים שלה עצמה פועלים ונעים במהלך תהליך הפליטה. בדרך זו הצליחו מדעני המכון לאפיין את התפלגות האלקטרונים באטום. בעתיד מקווים המדענים להשתמש בשיטה זו כדי לחקור תהליכים אולטרה מהירים, שטרם נצפו בעבר, במערכות מורכבות יותר.



מדעני המכון מצאו, שכוכב מתפוצץ ("סופרנובה") יוצא דופן מתאים למודל שבו כוכב קומפקטי מהסוג הקרוי ננס לבן "גוזל" שכבה עבה של הליום מכוכב שכן. לפי המודל הזה, בכוכב מתרחש סוג מיוחד של התפוצצות תרמו-גרעינית, אשר משמידה את ההליום אבל אינה הורסת את שאר חלקי הננס הלבן. לעומת זאת, בסוג סופרנובה נפוץ, הקרוי 1A, שגם בו מעורב ננס לבן (המכיל בעיקר פחמן וחמצן), הכוכב מתפוצץ לרסיסים לאחר ש"גזל" חומר משכנו.

אמנם, כוכבים מתפוצצים מהסוג הזה מתאפיינים באור חלש יחסית, מה שמקשה על גילויים, אבל המדענים סבורים שהם רבים למדי, ותורמים באופן ניכר להיווצרות יסודות חשובים, דוגמת סידן.



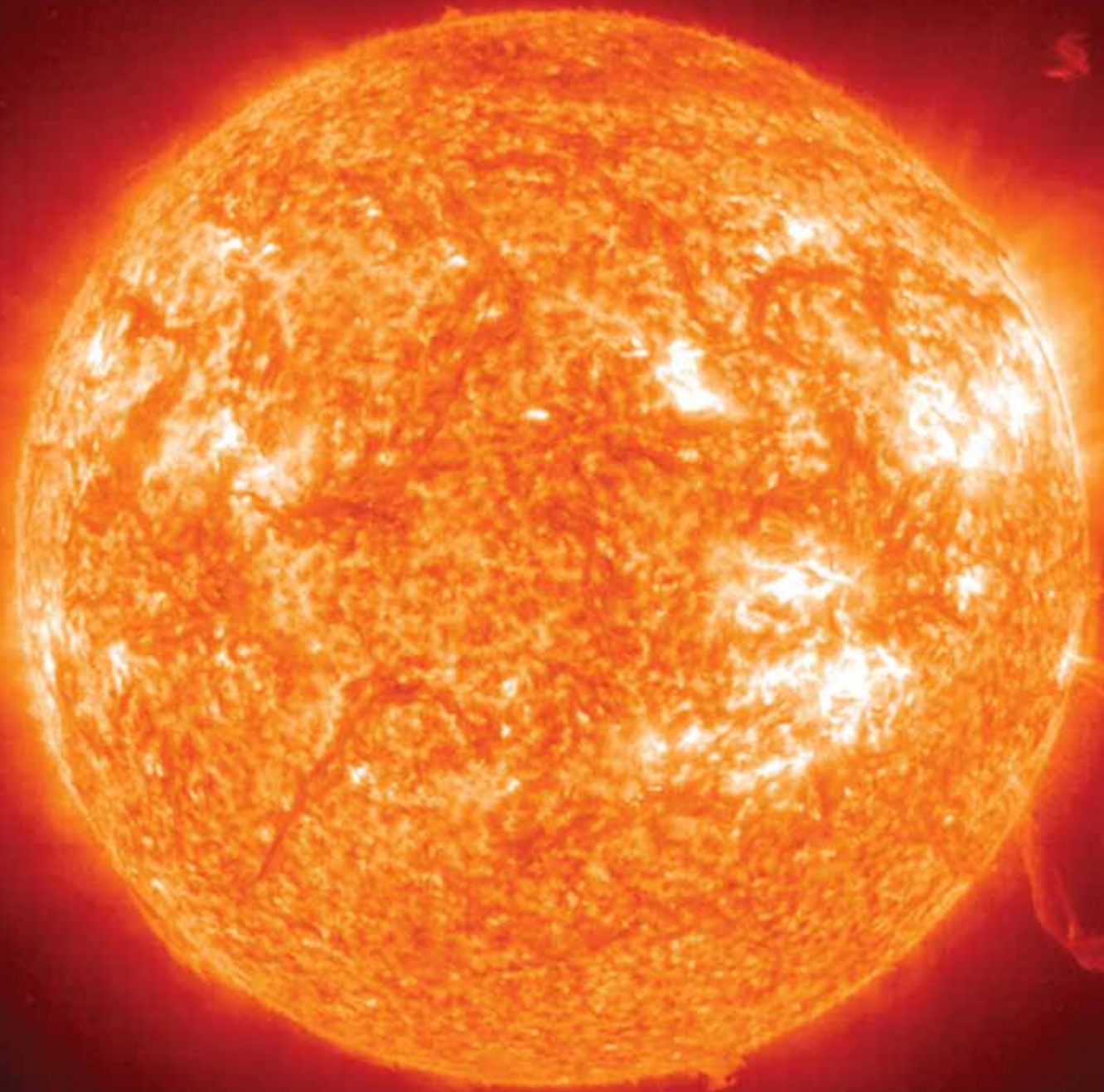
מדעני מכון ויצמן שיחזרו במעבדה תגובות גרעיניות המתחוללות בליבת השמש. שתי התגובות שנמדדו הן מיזוג של פרוטון וגרעין של בריליום 7, המסתיים ביצירתו של גרעין בורון 8, וכן המיזוג של גרעין הליום 3 והליום 4 לקבלת הגרעין של בריליום 7. הבנת תהליכים אלה חיונית להבנת שרשרת התגובות בתהליך שבו השמש מפיקה אנרגיה - דבר שמאפשר חיים על-פני כדור-הארץ.

תוצאות המדידות שביצעו מדעני המכון תרמו להשגת התובנה כי חלקיקי הניטריון, המסווגים לשלושה סוגים, יכולים לעבור מסוג אחד לאחר, דבר שמעיד כי לניטריון יש מאסה (אם כי כנראה מזערית). תובנה זו מהווה הוכחה בלתי-אמצעית לקיומה של תיאוריית-על של חלקיקים וכוחות, מעבר ל"מודל הסטנדרטי". ניסויים אלה משלימים גם על הבנת תהליך יצירת היסודות הקלים ביקום, שלוש דקות לאחר תחילתו של המפץ הגדול.

סדרת הניסויים בוצעה במאיץ הוואן דה-גראף של מכון ויצמן למדע. הבריליום 7, שהוא איזוטופ רדיואקטיבי בעל זמן חיים של כחודשיים, הופק במאיץ היונים הרדיואקטיביים ISOLDE במעבדה האירופית לחקר פיסיקת החלקיקים, CERN.

100 אבני דרך בחקר הפיסיקה במכון ויצמן למדע

The Origin of Solar Energy





מכון ויצמן למדע הוא אחד ממכוני המחקר הרב-תחומיים המובילים בעולם. המחקר המדעי הבסיסי של המכון, בתחומי מדעי הטבע והמדעים המדויקים, מתפרס על פני חמש פקולטות: מתמטיקה ומדעי המחשב, פיסיקה, כימיה, ביוכימיה וביולוגיה. במכון עובדים 2,700 מדענים, תלמידי מחקר, ועובדי מינהל.

שורשיו של המכון יונקים ממכון המחקר על שם דניאל זיו, שהוקם בשנת 1934 בתרומתם של ישראל ורבקה זיו, מלונדון, אשר ביקשו להנציח בדרך זו את זכרו של בנם דניאל. יוזם הקמתו של מכון זיו, הרוח החיה בפעילותו המדעית ונשיאו הראשון, היה ד"ר חיים ויצמן, כימאי בעל שם עולמי שעמד במשך שנים רבות בראש התנועה הציונית, ולימים היה לנשיאה הראשון של מדינת ישראל.

בנובמבר 1944, בהסכמתה ובברכתה של משפחת זיו, הוחלט כי מכון זיו יעמוד בבסיסו של ארגון מדעי רחב היקף שייקרא על שמו של ד"ר חיים ויצמן. ב-2 בנובמבר 1949, לכבוד יום הולדתו ה-75 של חיים ויצמן, נחנך מכון ויצמן למדע.

מכון ויצמן למדע הניח אבני דרך ומילא תפקיד מפתח בהתפתחותה של מדינת ישראל. מדעני המכון היו מחלוצי חקר הסרטן בישראל. הם תכננו ובנו את המחשב האלקטרוני הראשון בארץ ומהראשונים בעולם; הראשונים שיסדו מחלקה לפיסיקה גרעינית שלידה נבנה מאיץ חלקיקים, והראשונים שהקימו חברה להעברת ידע מהאקדמיה לתעשייה ויזמו הקמה של פארק תעשיות מדע בסמוך למכון. מדעני המכון היו חלוצים גם בחקר המוח, ננו-טכנולוגיה ומחקרים בתחום הניצול היעיל של אנרגיית השמש.

מחקריהם של מדעני המכון הובילו לפיתוחה ולייצורה של התרופה הישראלית האתית הראשונה, ולפיתוח תרופות נוספות למחלות שונות, לרבות סרטן. הם יצרו שפות מחשב חדשות, וגילו את המבנה המרחבי התלת-ממדי של מולקולות ביולוגיות שונות, ובהן גם מולקולה הממלאת תפקיד מפתח במחלת אלצהיימר. המצאותיהם בתחום האופטיקה הובילו לפיתוח מוצרים מתקדמים, כגון מצגים עיליים המשמשים טייסים ורופאים. שיטות להפרדת איזוטופים שפותחו במכון מיושמות במקומות שונים בעולם.

מחקרים נוספים הובילו לפיתוח שיטות מתקדמות להשתלת רקמות עובריות, לגילוי ולזיהוי גנים אשר מעורבים בגרימת מחלות, ולפיתוח מחשב ננו-ביולוגי שיוכל אולי, בעתיד, לפעול בתאי הגוף, לזהות מחלות, ולבלום אותן בעוד מועד.

עיום מוביל מכון ויצמן למדע את המאמצים לקדם פתרונות ודרכים חלופיות להתמודדות עם משבר האנרגיה העולמי, ואת המגמה העולמית שבמרכזה פריצת גבולות המחקר המסורתיים בין המדעים השונים וקידום מחקר רב-תחומי כמו ביומטיקה. המכון פועל רבות לשיפור החינוך המדעי, במטרה לאפשר לאנשים מכל שכבות האוכלוסייה להבין את המהפכה המדעית, ולהשתלב בהצלחה בעולם המדעי-טכנולוגי החדש. מכון דוידסון לחינוך מדעי, המאגד את הפעילויות החינוכיות של מכון ויצמן למדע, מפעיל עשרות תוכניות - לתלמידים מחוננים ולילדים טעוני טיפוח, מגילאי בית-ספר יסודי ועד למורים בבתי-ספר תיכוניים, סטודנטים ומבוגרים. תוכניות מיוחדות אלה מאפשרות לקהל הרחב לחלוק עם המדענים את ההתרגשות המלווה את מסעות המחקר שלהם, ואת ההתקדמות המדעית.