



דבקות של חלקי גלאים על שולחן גרנט

רזולוציית הזמן הטובה ביותר שהושגה אי פעם בגלאי חלקיקים מסוג זה. אטלס צורך גלאים שיכסו שטח של 6600 מ"ר. פיתוח וייצור הגלאים הוא פרויקט משותף לשלושה מוסדות בישראל ולשבעה מוסדות יפניים ובהם המעבדה הגדולה ביותר ביפן, KEK, וכמה אוניברסיטאות יוקרתיות. הקבוצות הישראליות מפקות על הפרויקט ומכוונות אותו. לאור הצלחת הפיתוח הראשוני שלו נבחר לאחרונה ראש הצוות הישראלי לנהל את ספקטרומטר המינור, אחד מארבעת הפרויקטים המרכזיים בניסוי, הכולל בתוכו את הגלאי הישראלי-יפני. משתתפים בו 450 פיזיקאים מ-45 מוסדות בעשר ארצות. הקשר בין CERN לישראל מתבסס על הסכם בין משרד התעשייה והמסחר ובין משרד המדע והטכנולוגיה. לפי ההסכם זה משתתפים מדענים צעירים בפרויקטים המדעיים של CERN כמו המדענים האירופאים, וכמו כן מתחרות תעשיות ישראליות על הפיתוח והייצור של מוצרי היי-טק. ואכן, מוצרים ישראליים בסכום של כמיליון דולר פותחו ונמכרו ל-CERN במימון חלקי של משרד התעשייה והמסחר. הפעילות הישראלית ב-CERN לא רק מאפשרת למדענים ישראליים להשתתף בניסיון לתת מענה לשתי שאלות בסיסיות הקשורות ביקום - מקור המסה וקיומם של חלקיקים שיספקו את החומר השחור החסר ביקום - אלא גם למעבדות ולתעשיות ישראליות להשתתף בפיתוחן של טכנולוגיות חדשות.

אנרגיות גבוהות המעבדה לגלאי אטלס בג'נבה

ג'ורא מיקנברג

שני נעלמים חשובים נשארים בתמונה בעקבות הניסויים: כדי להגיע לידי איחוד של הכוח האלקטרומגנטי והכוח החלש התאוריה מחייבת קיומו של חלקיק מסוג חדש המספק מסה לכל שאר החלקיקים דמויי הנקודה בטבע - בוזון ההיגס. לעומת זאת, כדי להגיע לידי האיחוד עם הכוח הגרעיני צריך למצוא משפחה חדשה של חלקיקים, שהם מעין תמונת ראי המשקפת את עולם חלקיקי החומר (פרמיונים) בעולם החלקיקים המתארים את הכוחות (בוזונים). השיקוף הזה נקרא סופר-סימטריה והחלקיקים החדשים נקראים חלקיקים סופר-סימטריים.

בתמיכת המרכז הישראלי לחקר בוזון ההיגס ב-LHC וב-LEP המכונות הישראליות העובדות ב-LEP מחפשות את בוזון ההיגס וכן את מצבי המסה הקטנה ביותר של החלקיקים הסופר-סימטריים. גילוי החלקיקים הללו יספק גם תשובה לבעיה הקוסמולוגית של המסה החסרה ביקום. אף אחד משני המחקרים האלה עדיין לא השיג תוצאות טובות, ואף על פי כן הם מתחילים להטיל מגבלות על תוקף ההבנה התאורטית של הכוחות הבסיסיים בטבע. בין שתי המכונות (מכונת LEP ומכונת העתיד LHC) יתגלה הטווח המלא של המסה הדרושה לקיומם של חלקיקים.

בד בבד עם הפעילויות האלה הקבוצות הישראליות עוסקות גם בפיתוח ובבנייה של גלאי חלקיקים ושל אלקטרוניקה המתריעה על ההתנגשות (trigger) ושלטת על איסוף הנתונים (readout). ההתרעה למאורעות מסוג חלקיקי היגס או חלקיקים סופר-סימטריים חייבת להיות מהירה ביותר. לצורך זה משתמשים בגלאי גז דקים ביותר (thin gas chambers) שיתקנו ויתפקדו באחד משני הניסויים (אטלס) שיופעלו במאיץ העתיד, LHC. הטכנולוגיה הזאת הותאמה לשימוש בגלאי שטח גדולים, והפיתוח הזה גם סיפק את



מכונת ליפוף לחוטי טנגסטן מצופי זהב

העולם שבו אנו חיים נראה מורכב מאוד. יש בו מגוון רחב של מולקולות וארבעה כוחות (הכוח הגרעיני, הכוח האלקטרומגנטי, הכוח החלש האחראי לרדיואקטיביות וכוח הכבידה). מקובל להניח שבראשית היקום היה רק כוח אחד מאוחד. עם הירידה באנרגיות ההתנגשות במהלך התרחבות היקום התפצל הכוח הזה לארבעת הכוחות שאנו מכירים היום.

אפשר להראות את האיחוד בין הכוח האלקטרומגנטי והכוח החלש לכוח אחד (אלקטרו-חלש). לשם כך משתמשים במאיץ החלקיקים הגדול ביותר בעולם, LEP, הממוקם 100 מטרים מתחת לפני האדמה במעבדה שהיקפה עשרים ושבעה קילומטרים. במנהרה הזאת נערכים ארבעה ניסויים. אחד מהם, OPAL, זוכה להשתתפות ניכרת של הקבוצות הישראליות לניסויים באנרגיות גבוהות. במאיץ החלקיקים LEP מגיעים לאנרגיות התנגשות שוות ערך לכ-220 פעם מסת הפרוטון.

בארבעת הניסויים רואים שהעצמה של הכוחות האלקטרומגנטי, הכוח החלש והכוח החזק משתנה עם הגדלת אנרגיות ההתנגשויות במגמה של איחוד באנרגיה גבוהה מאוד. אולם, באקסטרפולציה של השינוי בעצמה מסתבר שהכוחות לא יתאחדו אלא אם קיימת משפחה חדשה של חלקיקים בעלי מסות קרובות לאנרגיות ההתנגשות שאפשר להשיג ב-LEP או במאיץ LHC שיופעל בשנת 2005. שני המאיצים האלה שוכנים ב-CERN, המרכז האירופאי לחקר הגרעין בג'נבה, שפיזיקאים מרחבי העולם עורכים בו ניסויים ייחודיים.