

נתגלו יסודות "סופר-כבדים" חדשים 116-ו-118

ג'ירול גולדרינג, המחלקה לפיסיקה של חלקיקים, מכון ויצמן למדע, רחובות.

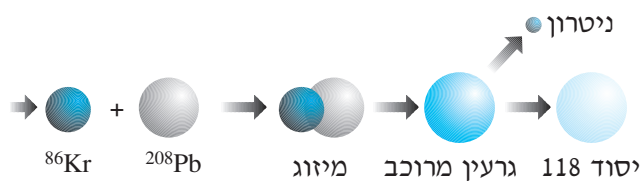
המעבדות העוסקות בתחום הכנות לחיפוש היסודות 113, 114 תוך הנחה שזה עניין לשנים רבות ומאמצים קשים. באווירה הזאת הייתה זאת הפתעה רבתי כאשר הופיעה ביוני השנה הודעה מהמעבדה בברקלי שהם גילו איזוטופ של יסוד 118! וכפי שמסתבר – אפילו במדידה קלה וקצרה יחסית! ההסבר הטכני לקפיצה רחוקה זו הוא כי השתמשו בעבודה זו בתגובה גרעינית חדשה שהוצעה והומלצה על ידי הפיזיקאי הפולני Robert Smolanczuk, ואשר לפני כן איש לא שיער שתהיה כה מוצלחת: $^{208}\text{Pb} + ^{86}\text{Kr} \rightarrow ^{293}_{118}\text{X} + n$ אך נראה שמעורב כאן עוד גורם: ישנה השערה שבאזור הזה קיים "אי של יציבות" דהיינו מספר גרעיניים שיציבים יותר מהגרעיניים הסמוכים. ההערכה היא שגרעיניים אלה מתאפיינים על ידי קליפות סגורות של פרוטונים וניטרונים בדומה לקליפות האלקטרונים הסגורות של אטומי הגזים האצילים היציבים. נראה כי כמה פרטים שנצפו במדידות הללו מאשרים את ההשערה הזאת והיא מצידה יכולה אולי להסביר, לפחות באופן חלקי, את העוצמה המפתיעה של תגובת הייצור.

בעבודה בתחום הזה חייבים המדענים להתמודד עם תוצרים דלי כמות הרבה מעבר למה שמקובל בתחומים אחרים של הפיזיקה הגרעינית. בייצור היסוד 118 שנחשב כנוח באופן מפתיע נצפו בסך הכל שלושה אטומים בעבודה של אחד עשר יום, כאשר סך הכל של תוצרי התגובה הגרעינית נמנה במאות אלפים לשניה. כדי למצוא מחט כה קטנה בערימת שחת כה גדולה מעבירים את אלומת גרעיני התוצר דרך מספר מסננות שתואמות גדלים אופייניים לאיזוטופ המבוקש כגון: המסה שלו ומהירות היציאה מהתגובה הגרעינית; אולם גם לאחר כל המסננות האלו שמיגיעה לקצה הדרך כוללת עדיין הרבה יותר גרעיני "רעש" מאשר גרעיני "אות". בניקוי הסופי והמכריע של האלומה משתמשים בתכונה האופיינית לגרעיניים ה"סופר כבדים" הללו ולהם בלבד: הם מתפרקים בשרשרת ארוכה של התפרקות α קצרות חיים. בעבודה

האיזוטופים המצויים על פני כדור הארץ הם ברובם יציבים. איזוטופים מעטים הם רדיואקטיביים, פולטי- α או β - ורק בתנאים מיוחדים: אם זמן מחצית הערך שלהם הוא לפחות מסדר גדל של גיל כדור הארץ – (4.5×10^9 שנה); כאלה הם האיזוטופים של אורניום $^{238}_{92}\text{U}$ ו- $^{235}_{92}\text{U}$ וכן איזוטופ של תוריום או איזוטופים שהם תוצרי התפרקות של אורניום ותוריום, למשל רדיום, או איזוטופים שמתחדשים תדיר, למשל בתגובות גרעיניות בעקבות פגיעת הקרינה הקוסמית באטמוספירה. זה מה שנקרא בשעתו "רדיואקטיביות טבעית". כל יתר האיזוטופים הרדיואקטיביים ה"מלאכותיים" המהווים היום את רוב רובם של כל האיזוטופים הידועים לנו בכלל – ידועים מעבודה במעבדות מאיצים ומיוצרים בתגובות גרעיניות מבוקרות.

אחד התחומים המעניינים של איזוטופים מלאכותיים הוא תחום היסודות הטרנס-אורניים, באלה לא רק האיזוטופים הם מלאכותיים אלא גם האטומים, כי אין על פני כדור הארץ איזוטופים עם מספר פרוטונים גדול מ-92, המספר האטומי של אורניום. האיזוטופ הטרנס-אורני הראשון שהתגלה ויוצר בכמויות גדולות הוא איזוטופ של פלוטוניום שהוא אחד משני החומרים (השני הוא $^{235}_{92}\text{U}$) שמשמשים כנשק גרעיני. בעקבות העבודה שהושקעה בייצור הפלוטוניום ומה שנלמד ממנה החלה פעילות בגילוי יסודות טרנס-אורניים נוספים. בהתחלה התרכזו העבודה הזאת בברקלי שבקליפורניה ובדובנה ליד מוסקבה. יותר מאוחר נוספה המעבדה GSI (Gesellschaft für Schwere Ionen) ליד דרמשטט שבגרמניה. רוב התגליות של השנים האחרונות היו במעבדה זו. תוך כדי המחקר הזה התברר שככל שהאיזוטופים כבדים יותר נעשית עבודת גילויים וזיהויים קשה יותר – זמני מחצית הערך מתקצרים ותנובת התגובות הגרעיניות המשמשות לייצורם יורדת. עד לקיץ זה היה היסוד האחרון שיוצר בעל מספר אטומי 112 וזאת לאחר עבודה מאומצת וממושכת. היו אז שסברו שזהו סוף הדרך. עם זאת החלו בכל שלש

השערת ה-"אי של יציבות" היא הנושא המרתק ביותר במחקר הגרעיניים ה"סופר-כבדים". גילוי היסוד 118 ופרטי התפרקות ה- α שנצפו הם האישוש הראשון לכאורה של קיום "אי של יציבות" וציון דרך ראשון לגבי מקומו המדויק. הזיהוי של יסוד 118 עדיין אינו סופי; בניגוד למקרים קודמים, שרשרות התפרקות ה- α אינן מסתיימות בהתפרקות ידועות. וידוא התוצאות של העבודה בִּבְרָקְלִי וזיהוי אמין של היסוד והגרעין הם עכשיו נושא של עבודה מאומצת במספר מעבדות.



לקריאה נוספת:

העבודה המתוארת כאן התפרסמה בעיתון:

Physical Review Letters, **83**, 6, pp.1104-1107, 9.8.1999.

ראה גם באינטרנט באתר:

<http://enews.lbl.gov/Science-Articles/Archive/elements-116-118.html>

תודה

בברקלי נצפו שש התפרקות α רצופות שיוחסו למעברים:

118→116→114→112→110→108→106

כולן ביחד תוך פרק זמן של כעשר מילישניות, הרבה פחות מזמן מחצית הערך של התפרקות α בודדת "נורמלית". באופן מעשי מתבצע הניסוי כך: קולטים את אלומת גרעיני התוצר בגלאי וכל חלקיקי ה- α נקלטים אז גם הם במונה ויוצרים אותות שמורים על האנרגיה של חלקיקי ה- α והזמן שבין התפרקות עוקבות.

תוכנית זיהוי כפי שהיא מתוארת כאן אינה אפשרית בגלאי רגיל כי המספר הכולל של חלקיקי- α הנקלטים במונה הוא גדול אפילו במערך כזה, והוא מאפיל לחלוטין על האותות המעטים המיוחלים. הפתרון נמצא בשימוש בגלאים רגישים למקום (position sensitive). שטחם של גלאים אלה מחולק למאות משבצות קטנות, והאות המתקבל מכל חלקיק- α מאפיין גם את המשבצת. לאפיון מלא של מאורע "אמיתי" מוסיפים את הדרישה שכל ההתפרקות תחולנה באותה משבצת. שרשרות התפרקות שמאופיינות כך חופשיות לחלוטין מזיהום של רעש, קל וחומר כאשר נצפות שלוש שרשרות כאלה שאנרגיות חלקיקי ה- α בשלבים השונים זהות בכל השלוש.

מפי אבנים

הדבר החשוב במדע אינו רק גילוי עובדות חדשות, אלא מציאת דרכי חשיבה חדשות אודותן (Sir William Lawrence Bragg).

חשוב מאד שתלמידים יתייחסו אל לימודיהם במידת מה של חוצפה וזלזול; הם אינם צריכים להעריך את הידע הקיים, אלא להתייחס אליו בספקנות. (Jacob Bronowski)

שליטת האדם בטבע אינה מושגת באמצעות כוח, אלא על ידי הבנה. זאת הסיבה שהמדע הצליח במקום שקסמים נכשלו. (Jacob Bronowski)

אבני הבנין של המדע הן העובדות כפי שבית בנוי מאבנים. אבל אוסף של עובדות אינו מדע, כשם שערימת אבנים איננה בית. (Jules Henri Poincare)

היופי הגדול במדע הוא, שהתקדמות בו, בין אם במידה רבה או מועטה, אינה ממצה את נושא המחקר, אלא פותחת שערים אל ידע נוסף רחב יותר, המלא על גדותיו יופי ותועלת. (Michael Faraday)