



המחלקה לפיסיקה גרעינית

50 שנות פיסיקה במכון ויצמן

י. תלמי, המחלקה לפיסיקה של חלקיקים, מכון ויצמן למדע

המחלקה לפיסיקה גרעינית – סקירה היסטורית

מדבריו של פרופ' יגאל תלמי, המחלקה לפיסיקה של חלקיקים

המחלקה לפיסיקה גרעינית הוקמה רשמית באחד במאי 1954 וההיסטוריה שלה מתחילה בתאריך זה. הסיפור שלה מתחיל כמה שנים לפני כן, עוד לפני קום המדינה. בארגון ההגנה הייתה קיימת "מחלקה מדעית". היו בה מדענים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, האחים אהרון ואפרים קצ'ילסקי (קציר), א.ד. ברגמן ממכון זיו ברחובות ומדענים מהטכניון בחיפה שביניהם היה יחנן רטנר שעמד בראש המחלקה. במסגרת הפעילות של מחלקה זו, עסקו מדי פעם סטודנטים לפיסיקה ולכימיה באוניברסיטה העברית בבעיות שונות.

עם פרוץ מלחמת העצמאות, לאור המחסור בנשק, הוקמה בחסות המחלקה המדעית, יחידה שתפקידה היה לעסוק בפיתוח אמצעי לחימה. עם הקמת צה"ל הפכה יחידה זו ליחידה צבאית שנקראה חיל-מדע ובקיצור חמ"ד. היחידה הייתה מורכבת בעיקר מסטודנטים לפיסיקה ולכימיה מהאוניברסיטה העברית ומסטודנטים להנדסה מהטכניון. אנו, הסטודנטים מירושלים היינו קבוצה מגובשת ויחד עם סטודנטים מהטכניון, שרתנו בבסיס חמ"ד ברחובות. הבסיס היה בשטח מכון זיו, שבו עמד בתהליכי בנייה, גם הבניין הראשון של מכון ויצמן למדע. בנוסף לפיתוח ואיתור אמצעי לחימה, ניסינו לארגן פעילות אקדמית. התקיים סמינר בפיסיקה ולקראת סוף המלחמה שמענו סידרת הרצאות של פרופ' רקח.

עוד בזמן המלחמה התחילו להתגבש תכניות שונות לפעילות המדעית במדינה שזה עתה קמה. אהרון קציר וארנסט ברגמן ז"ל ראו בדמיונם מוסד ממלכתי גדול אשר בו יעסקו בפיסיקה ובמיוחד בפיתוח השימוש באנרגיה גרעינית. בינינו עסקנו בשאלה של עתיד הפיסיקה במדינה ומקומנו בה. המקום היחיד בארץ שבו עסקו במחקר בפיסיקה היה באוניברסיטה העברית בירושלים. אך לא היה בה מחקר ואפילו לא הרצאות בפיסיקה גרעינית או בפיסיקה של חלקיקים, שהמקור היחיד להם היה הקרינה הקוסמית. תחומים אלה היו אז בחזית הפיסיקה ואנחנו רצינו ללמוד אותם ולפתח בארץ את המחקר בהם.

היינו אז, מי פחות ומי יותר, בשלבי סיום הלימודים לתואר M.Sc. כולנו רצינו לנסוע לחו"ל להמשך הלימודים. תכניות אלה שלנו

במאי שנה זו מלאו 50 שנה להיווסדה של המחלקה לפיסיקה גרעינית במכון ויצמן. במשך השנים חלו שינויים במבנה המחלקה שממנה צמחה הפקולטה לפיסיקה, המכילה את המחלקות פיסיקה של חלקיקים, פיסיקה של חומר מעובה ופיסיקה של מערכות מורכבות. לרגל אירוע זה נערכה במכון חגיגה שבמסגרתה התקיים טקס בו בירך דיקן הפקולטה דהיום, פרופ' ירון זילברברג, ופרופ' יגאל תלמי מראשוני המחלקה, סיפר על ההיסטוריה של המחלקה.

ברכות

פרופ' ירון זילברברג, המחלקה לפיסיקה של מערכות מורכבות ודיקן הפקולטה לפיסיקה

ברצוני להודות לכל אורחיינו, בוגרינו וידידינו שבאו לחגוג עימנו את יובלה של הפקולטה לפיסיקה במכון ויצמן למדע. ברצוננו להיזכר בימינו הראשונים, לסכם 50 שנות פעילות מדעית ולצפות, במידת האפשר, אל האתגרים שמעמידה לנו הפיסיקה כיום ובעתיד.

הסטנדרטים של מצוינות מדעית שעמוס דה־שליט העמיד לנו אומצו על ידי המכון כולו, ותרמו במידה רבה לאופיו הנוכחי. הפקולטה לפיסיקה צמחה מתוך אותה מחלקה, שברבות הימים צורפו אליה קבוצות נוספות שהרחיבו את תחומי התעסוקתה – המחלקה לאלקטרופיזיקה, שעסקה אז בעיקר במגנטיות, וקבוצת האינפרה-אדום. הפעילות בפיסיקה גרעינית התרחבה באופן טבעי לפיסיקה של חלקיקים ואנרגיות גבוהות. הפעילות הניסיונית התרכזה אז במאיצי המכון, החל בואן-דה-גראף (שעדיין פעיל אחרי 50 שנה) ועד למאיץ על שם קופלר, שנבנה בשנות השבעים, והמאיצים הגדולים בחו"ל.

בשנות השמונים אנו עוברים שינוי משמעותי. תחומי ההתעניינות מתרחבים, הפעילות במכניקה סטטיסטית גדלה, וכך גם באסטרופיסיקה. מצטרפים אלינו תיאורטיקנים בתחומי החומר המעובה, והם יוזמים את הקמת המרכז התת-מיקרוני. קבוצות חדשות בתחומי דינמיקה לא ליניארית, על-מוליכות, ביופיסיקה ואופטיקה מתחילות את פעילותן. לפני כעשר שנים מתארגנת הפקולטה מחדש בשלוש מחלקות – לחלקיקים, לחומר מעובה ולמערכות מורכבות. כיום הפקולטה עוסקת כמעט בכל התחומים הקשורים לפיסיקה מודרנית. בערך חצי מקבוצות המחקר כיום עוסקות בפיסיקה ניסיונית.



ארצה כחלוץ מארה"ב. הוועדה המדעית פנתה למאיר וייסגל, שעמד בראש המכון והוא פנה אל עמוס דה-שליט בהצעה להצטרף למכון, להקים מחלקה לפיסיקה גרעינית ולעמוד בראשה. לאחר כמה שנים סיפר עמוס:

"הוזמנתי בשלהי 1953 למשרדו של מר וייסגל בניו-יורק (הייתי אז בבוסטון). אני זוכר עוד היום כיצד הגעתי אל אותו בנין מפורסם במערבו של רחוב 57 בניו-יורק, שהיה מוכר לי אז בגלל משרדים ישראלים אחרים ששכנו בו. דפקתי על דלתו של וייסגל שעד אז לא פגשתי אף פעם, פתחתי, ובהיסוס מה לגבי התואר של האיש שישב שם בכורסתו פניתי אליו: "ד"ר וייסגל?". תשובתו הנמרצת מהדהדת עדיין באזני "איני ד"ר, שב". מה בדיוק אמר לי אחרי-כן איני זוכר כיוון שבאותו רגע הציקה לי המחשבה למה לא פניתי אליו בתואר פרופסור. אך לאחר שהתאוששתי הבנתי שמכון ויצמן רוצה או מוכן לצרף את קבוצתנו אליו. עד היום איני יודע למה פנו אלי בענין זה, ועוד פחות ברור לי מהיכן לקחתי את ההעזה להשיב בחיוב, בו במקום, מבלי לשאול בעצת חברי, מבלי לשאול דבר על התנאים ומבלי שאדע למעשה דבר על מבנה המכון ומהותו. משהו קסם לי בצורה הישרה והחותכת שבה הוצג הדבר בפני, הוקסמתי מאישיותו של המציע, ולא ראיתי כל סיבה להגיד "לא". איני יכול לחשוב על שום סיבה נוספת לאמירת ה"הן" המהירה".

כך נענה עמוס לאתגר וקיבל עליו את המשימה. הוא כתב לכולנו על כך והזמין אותנו להצטרף למחלקה החדשה. עמוס נסע אז עם ישראל פלח וצבי ליפקין לכמה חדשים לצרפת, עדיין במסגרת הוועדה לאנרגיה אטומית, להשתלמות בנושא של כורים גרעיניים.

במאי 1954 ובחדשים הקרובים התכנסו בארץ חברי הקבוצה, שהצטרפה ברובה למחלקה לפיסיקה. כעבור זמן קצר, הצטרף אלינו יהודה איזנברג. מחקריו עסקו בקרינה הקוסמית והוא הצטרף אל גדעון שעסק אף הוא בתחום זה. הזמנו גם את מאיר בירק, מוסמך הטכניון להנדסת חשמל, שעבד אתנו בחמ"ד, להצטרף אלינו ולעמוד בראש קבוצת אלקטרוניקה.

מן הראוי לציין שכאשר הצטרפנו למכון, הייתה בו כבר פעילות בתחום הפיסיקה. הייתה בו מעבדה לספקטרוסקופיה באינפרה אדום שאותה הקים ובראשה עמד יוסף (ג'ו) יפה שעלה ארצה מאנגליה. הייתה גם מעבדה לתהודה מגנטית גרעינית שהקים וניהל שאול מייבוש. בתחום קרוב הייתה גם המחלקה לאלקטרוניקה שהוקמה כדי לתת שרות למיכשור האלקטרוני בכל המכון, אך כעבור זמן קצר נזנח הרעיון ובמחלקה התבצע מחקר עצמאי.

את עבודתנו התחלנו בתנאים חלוציים בשני צריפים על גבעת הקיבוצים, "מכון 4" של חמ"ד. הדרך אל הגבעה הייתה מלאת חול בקיץ ובזיף ומים בחורף. לפעמים רק רכב בעל הנעה קדמית

השתלבו היטב בתכנית של הקמת פעילות ממלכתית בפיסיקה גרעינית.

דיברנו על עניינים אלה עם אהרון קציר וברגמן והם אימצו את התכנית שגיבשנו להשתלמות בחו"ל. כמוכן, הביצוע לא נעשה בקצב שרצינו. הקרבות הסתיימו ואף הוחל בשחרור סטודנטים ללימודים, אך הדיון בענייננו נמשך ונמשך. סמכנו על ההבטחות אך לא היה ברור לנו מתי תתגשמה.

בסופו של דבר ובזמן סביר נשלחו כמה מאיתנו להמשך לימודים במקומות טובים בחו"ל. במבט לאחור נראה שהיינו קצרי רוח ולא הערכנו די את הקשיים, ולא דווקא הביורוקרטיים, שעמדו בדרך. קרבות מלחמת העצמאות הסתיימו רק זמן קצר לפני כן. המדינה הצעירה עמדה בפני קשיים עצומים בקליטת המוני העולים שהיו עצורים בקפריסין והעולים ממדינות ערב. היה מחסור חריף במטבע זר וכתוצאה, קיצוב במצרכי מזון. למרות קשיים אלה והבעיות הדחופות הרבות, נמצאו אנשים שדאגו לעתיד ומצאו אופן קשבת אצל הנהגת המדינה ובן-גוריון בראשה. אפשר היום להתפעל מהחזון של קציר וברגמן ומהאמון שנתנו בנו. כל מה שהיה בכתב לקראת צאתנו היה רק עמוד אחד שהגשנו ובו תאור קצר של תכניתנו. קרוב לוודאי שלא היה אשר שלחו אותנו לא היו תכניות יותר מפורטות. אך כפי שקורה, דבר זה היה לברכה. דווקא השתלמות בנושאים רחבים תרמה לפיתוח הפיסיקה בארץ, ואף לפיתוח המחקר הגרעיני, יותר משהייתה תורמת השתלמות מוגבלת לנושאים ספציפיים ומעשיים.

חילקנו בינינו את נושאי ההשתלמות בתחומי הפיסיקה הגרעינית והפיסיקה של חלקיקים. בשני התחומים דאגנו להשתלם גם בצד העיוני וגם בצד הניסיוני.

רובנו היינו תלמידיו של פרופ' רחוק אך לאור הצורך לקדם מחקר ניסיוני, כמה מהתיאורטיקאים הלכו לכיוון זה. את היעדים לנסיעותינו קבענו לפי מה שידענו, בעזרתו ובתמיכתו של רחוק. לבסוף נשלחו על חשבון המדינה 5 מאיתנו. אורי הבר-שיים לאוניברסיטת שיקגו לעבודה בהדרכת פרמי, ישראל פלח, שהיה כבר בעל ינסיון בפיסיקה נסיונית, למעבדות פיליפס באינדהובן. גדעון יקותיאלי נישלח לבריטול אל המעבדה של פאול שבה התגלה הפיון (המזון π), עמוס דה-שליט ואני למכון הטכני הפדרלי (E.T.H.) בציריך, הוא למעבדה לפיסיקה גרעינית שבראשה עמד שרר, ואני אל פאולי שאליו עמדתי לנסוע בפרוץ מלחמת העצמאות. גבירול (גבי) גולדרינג נסע להשתלמות בלונדון. שם עבד בהדרכתו של דבונס בפיסיקה גרעינית ניסיונית. את המכון ניהלה אז הוועדה המדעית" (שהייתה מורכבת מראשי המחלקות). בוועדה זו וכן בגופים אחרים בהנהלת המכון התגבשה הדעה שכדאי להקים מחלקה לפיסיקה.

נדונו כמה אפשרויות וביניהן גם האפשרות להתבסס על הפיסיקאים בקבוצה שלנו אליה הצטרף גם צבי ליפקין, שעלה



תנים. באותו זמן הוכרז על מילגות ויצמן-מילגות פוסט-דוקטורליות לתקופה ארוכה.

בנובמבר 1957 הגיע מאיץ הון-דה-גרף ועם הפעלתו, נפתחה תקופה חדשה במחקר הניסיוני בפיסיקה גרעינית. עד אז היה מחקר זה מבוסס על שימוש באיזוטופים רדיואקטיביים. גם בתחום זה נעשתה עבודה מרשימה. בתחום אי שימור הזוגיות.

בחודש ספטמבר 1957 התקיים במכון ויצמן הכנס הבין לאומי למבנה הגרעין. קיומו של כנס מרכזי זה ברחובות היה הכרה של הקהילה הבין-לאומית של חוקרי הגרעין במעמדה של המחלקה שלנו. הכנס היה אחד בסדרה שנתית של כנסים שהתקיימו במרכזי מחקר מוכרים. הכנס הקודם היה באמסטרדם ובו השתתף עמוס שהציע לקיים את הכנס הבא במכון. הסכמת הוועדה הבין-לאומית להצעתו של עמוס נתנה לנו מעין "תעודת בגרות". עמוס חזר מאמסטרדם ויחד עם חברים אחדים, החל באירגון הכנס. מאז התקיימו בארץ ואף במכון, כנסים רבים. אך אותו כנס היה ארוע ראשוני, הן בעובדה שהיה ראשון בסוגו והן בגלל התנאים ששררו אז בארץ.

הכנס התקיים רק כמה חודשים אחרי שאי שימור הזוגיות הוכח בניסיון והנושא שהעסיק את כל הפיסיקאים תפס מקום מרכזי בדיונים. לפיכך משך הכנס פיסיקאים שהיו אחראים להתפתחות מרעשה זו, יאנג, לי וג'וב'ו, וכן את פאולי. מבין חוקרי הגרעין שהשתתפו בכנס, ניתן לציין במיוחד את "הורי" מודל הקליפות, שמילא תפקיד מרכזי במחקר העיוני שלנו, ינסן ומריה מאיר, ואת אבות המודל הקולקטיבי, אאגה בוהר ומוטלסון. לכנס נרשמו 220 משתתפים מהם 155 מ-18 ארצות חוץ. הכנס העסיק את העיתונים ומדי יום התפרסמו דיווחים על מהלכו. בארוחה החגיגית בסן מרטין השתתפו, בין השאר, ראש הממשלה דוד בן-גוריון וגולדה מאיר.

בדפים אלה ניסיתי לתאר את השנים הראשונות של המחלקה לפיסיקה גרעינית. מאז היא גדלה והתפתחה וביחד עם המחלקה לאלקטרוניקה הפכה לפקולטה לפיסיקה. תיאור זה מסתיים בשנת 1957 והמשך, כפי שאומרים, "הוא היסטוריה". לנוכח גודלה של הפקולטה לפיסיקה היום ושפע הפעילות המדעית בה, קשה לתפוס כמה קטנה הייתה ההתחלה וכמה קשים היו התנאים לפני 50 שנה. נדמה לי שאפשר להגיד בביטחון שההתפתחות הרבה התאפשרה בגלל היותנו במוסד מדעי פתוח ששואף להוות חלק אינטגרלי של מאמץ המחקר העולמי. בגלל מצבנו, ייתכן שתרומתנו תהיה צנועה יחסית, אך אנו שואפים שתרומה זו תהיה ממשית. בסיכום ניתן גם לקבוע שבמשך השנים התברר שהתפתחות הפיסיקה בארץ וחלקנו בה, תרמו לביטחון ישראל.

תהודה

יכול היה להגיע. אך כל זה לא נחשב לעומת הקשיים בבצוע מחקר ניסיוני בפיסיקה גרעינית. קשיים אלה נמשכו גם כאשר עברנו למעון הקבע בשטח המכון. הציוד למחקר בחלקיקים היה יחסית פשוט. המקור היחיד היה הקרינה הקוסמית והגלאים היו לוחות צילום שנחשפו לקרינה זו בגובה רב. את הלוחות אחרי פיתוח היו סורקים במיקרוסקופים כדי לגלות ולמדוד עקבות של חלקיקים רבי אנרגיה. את הסריקות הראשונות היו מבצעות טכנאיות - "נערות סרק" לפי גדעון.

למחקר הגרעין היה נחוץ ציוד יקר יותר והמכון הסכים לרכוש מאיץ ון-דה-גרף של 3 מיליון וולט שכנראה הובטח לעמוס עם הצטרפותו למכון. גבי, שאת עבודת הדוקטור עשה על מאיץ דומה לזה שעמדנו לקבל, נישלח ל-M.I.T. כדי להכיר מקרוב את המאיץ הנבנה והולך, ולפקח על הבניה. אותה תקופה הייתה בשלהי שנות הצנע ובארץ היה מחסור חמור במטבע זר. קבוצת האלקטרוניקה עסקה בבניית ציוד סטנדרטי כגון מונים למיניהם. למרות הקשיים בהתחלה, השתדלנו לקיים פעילות אקדמית אינטנסיבית. הנהגנו סמינר שבועי בימי חמישי ואליו הגיע בקביעות רקח ואיתו לרוב, גם סטודנטים אחדים מירושלים. עוד לפני ההצטרפות למכון, הדריכו כמה מהחברים סטודנטים מירושלים בביצוע עבודות גמר לתואר מוסמך. בגבעה היו לנו גם סטודנטים לתואר דוקטור. התברר לנו שהכשרתם לא הייתה מספיקה ואז התחלנו סדרות הרצאות בנושאים חשובים. בין השומעים היו גם חברי המחלקה. הרצאות אלה היו הבסיס שממנו צמחה מדרשת פיינברג של המכון.

המושג של הרצאות לדוקטורנטים לא היה ידוע באוניברסיטה העברית. אלה מאתנו שהיו בארה"ב ושמעו graduate courses הביאו את השיטה ארצה ויישמו אותה כאן. בעקבותינו הלכו גם שאר המוסדות להשכלה גבוהה.

המחלקה לפיסיקה גרעינית הייתה תופעה חריגה בנוף של מכון ויצמן. תחומי המחקר שלנו היו רחוקים משאר הפעילויות. מבנה המחלקה היה שונה מהמקובל עד אז. היינו קבוצת חוקרים עצמאיים, בערך בני אותו גיל שלא כמו המחלקות האחרות שבהן כיהן ראש מחלקה שהיה הרבה יותר בכיר. המחלקה שלנו דמתה יותר לדגם האמריקאי שלא תאם את הדגם האירופי שלפיו נבנה גם סולם הדרגות במכון. כראש המחלקה היה עמוס חבר בוועדה המדעית שניהלה את המכון בכל העניינים, גדולים כקטנים.

אורחים רבים מחו"ל ביקרו אותנו עוד על הגבעה, מהם פיסיקאים גרעיניים ואחרים בתחום החלקיקים. באותם הימים היה המכון מוקף פרדסים ושטחי בור והיינו צריכים להרגיע את אורחינו שהקולות שהם שומעים בלילה אינם של בכי תינוקות אלא יללת