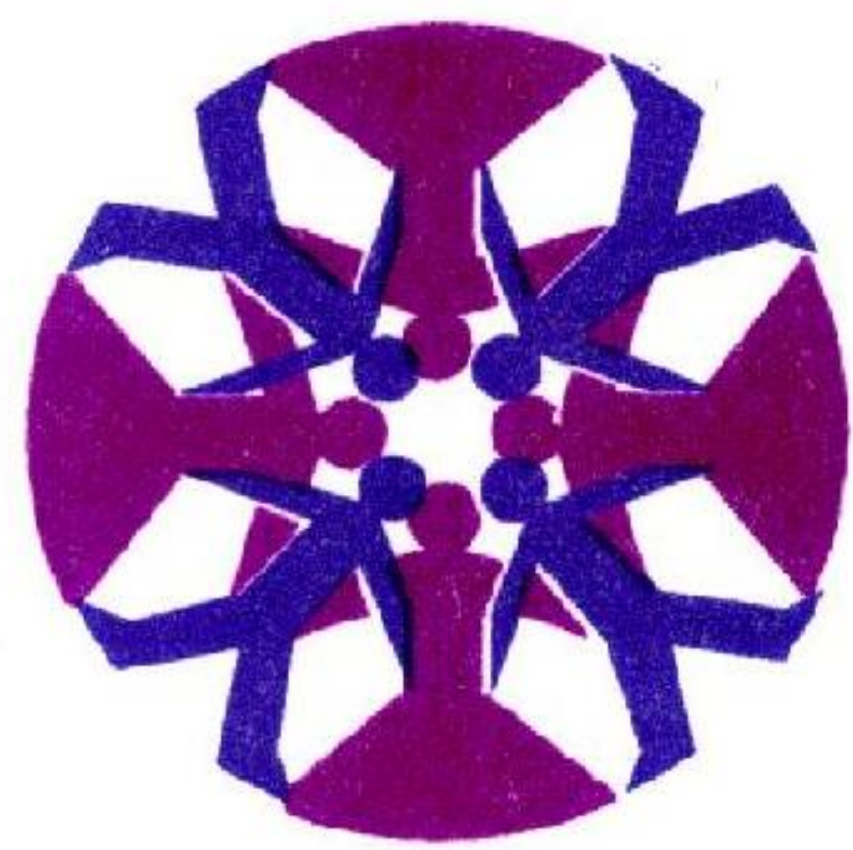




משרד החינוך  
המינהל הפדגוגי  
האגף למחוננים ולמצטיינים

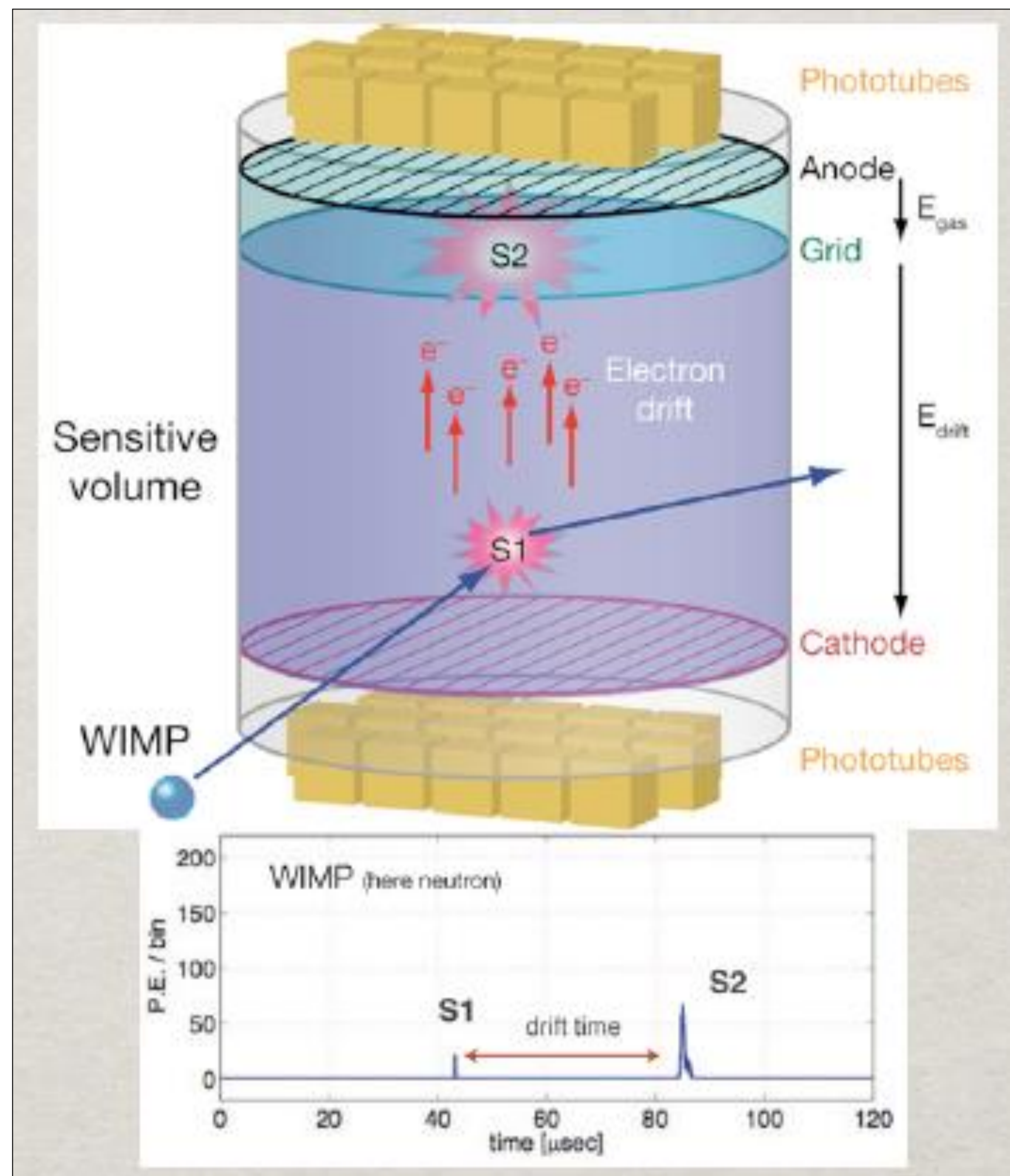
# על התנגשויות נויטרונים כפולות בניסוי XENON100



מכון הנרייטה סאלד  
המכון הארצי למחקר במדעי ההתנהגות

חניך: אורי טייכמן, אשדוד

מנחה-עמית: פרופ' אהוד דוכובני, מכון ויצמן רחובות



## ממצאים

כצפוי, נמצאו הבדלים בין התנגשויות המוגדרות כבודדת הקורות במישור האופקי להתנגשויות כאלו הקורות מעל המישור או מתחתיו, אך לא ברור עדיין אם מקור ההבדלים הוא באחוז שונה של התנגשויות כפולות בלתי מזוהות או בהתנהגות תלויות מקום של הגלאי.

## מסקנות ומחשבות לעתיד

כפי שצויין לעיל, ההבנה של התנגשויות הכפולות מזוהות ולא מזוהות תשפר את ביצועי הגלאי הנוכחי והגלאי העתידי XENON1t (בו תוגדל כמות ה-XENON פי 10, ועל כן סיכווי הגילוי לחומר אפל גדולים בהרבה).

## רקע

מתצפיות קוסמולוגיות שונות, מסתבר שהחומר אותו אנו מכירים (אטומים, מולקולות) מהווה כ-4% ממסת היקום. חלק גדול יותר, כרבע ממסת היקום, מורכב מ"חומר אפל" שמהותו אינה ידועה ושאינו מגיב כמעט עם חומר רגיל (ועל כן לא ניתן לראותו, מאחר ופוטונים לא יגיבו איתו בשום צורה). המודל המקובל כיום מניח שהחומר האפל מורכב מחלקיקים הקרויים (Weakly Interacting Massive Particles) WIMPs. חלקיקים כאלו חולפים דרך כדור הארץ ללא הפרעה – לפי אותו מודל, מהרגע בו התחלתם לקרוא תקציר זה חלפו כ-10 מיליארד חלקיקים כאלו דרך גופכם. בעבודתי עסקתי בניסוי בשם XENON100 הנחשב למבטיח ביותר לגילוי חומר אפל. הניסוי נקרא כך משום שהוא משתמש בכ-100 ק"ג קסנון נוזלי (בטמפי של כ-100 מעלות). המערכת נמצאת במעבדת Gran Sasso באיטליה, הכרויה בעומק של כ-1500 מ' מתחת לאפנינים, ומוגנת מפני קרינה חיצונית על ידי הסלעים שמסביב ועל ידי שכבות מגן נוספות. חלקיקי ה-WIMP עוברים דרך הסלע ללא הפרעה ומספר זעום מהם, כמה עשרות בשנה, מתנגש בגרעיני הקסנון. הבהוב חלש ביותר של אור (כמה עשרות פוטונים בלבד), ומספר זעום של אלקטרונים נוצרים בהתנגשות שכזו. סביב מיכל הקסנון מוצבים גלאים שנועדו לאתר את הפוטונים והאלקטרונים שנפלטו בהתנגשות. הגלאים רגישים עד כדי כך שהם מסוגלים לאתר פוטון אחד שנפלט במיכל.

כדי לזהות התנגשות של WIMP יש להבין כיצד תראה התנגשות שכזו בגלאי וכיצד יראה רעש הרקע ממנו לא ניתן להיפטר לחלוטין. לשם כך מקרינים את הגלאי בקרינת גמא (ממקור רדיואקטיבי) המדמה את הרעש ובקרינת נויטרונים (חלקיקים ניטראליים המצויים בגרעיני כמעט כל האטומים) המדמים חלקיקי חומר אפל. התנגשויות אלו מותרות בגלאי סוגי אותות שונים.

למרות הדמיון הרב בין התנגשות נויטרון להתנגשות WIMP ישנו הבדל בין השניים. הנויטרון עשוי להתנגש שנית לאחר שעבר מרחק קצר בנוזל, בעוד של-WIMP אין אפשרות שכזו. מקרה זה נקרא **התנגשות כפולה** (Double scatter). ניתן להבחין בין התנגשויות כפולות רק אם המרחק בין שתי ההתנגשויות הוא מעל מסי' מילימטרים. קיומן של התנגשויות כפולות בלתי מזוהות מקטין את רגישות הגלאי. בעבודתנו התמקדנו בהבנת ההתנגשויות הכפולות הבלתי מזוהות.

## שיטת המחקר



במהלך המחקר התבססנו על יכולתו המוגבלת של הגלאי להבדיל בין התנגשויות כפולות כשהנויטרון נע במישור האופקי, יחסית לתנועתו האנכית. הסיבה לכך היא שהגלאי מסוגל להבדיל בין שני מאורעות בתנאי שהפרש הגובה ביניהם הוא מעל שלושה מילימטר. לפיכך (מסיבות גיאומטריות פשוטות), אחוז ההתנגשויות הכפולות הבלתי מזוהות תלוי בכיוון התנועה של הנויטרון. ניסינו למצוא הבדלים בין התנגשויות המוגדרות כבודדות (והמכילות גם התנגשויות בודדות וגם התנגשויות כפולות בלתי מזוהות) במישור האופקי לבין התנגשויות כאלו מעל ומתחת למישור הזה.