

חייו ומורשתו של איינשטיין כאדם, כפיזיקאי וכיהודי

נתי יעבץ, תיכון אזורי הרטוב, צרעה
עדי רזון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות, וחמד"ע מרכז לחינוך מדעי, ת"א.



איינשטיין המדען

אלברט איינשטיין (Einstein, Albert 1879-1955) נולד בעיר אולם (Ulm) שבגרמניה. בהיותו בגיל שנה, עברה משפחתו להתגורר בעיר מינכן, שם התחנך איינשטיין בימי ילדותו.

המשטר הקפדני בבית-הספר שבו למד עורר בו התנגדות ללימודים. איינשטיין ראה בשיטות ההוראה פגיעה בחופש המחשבה וביצירתיות של התלמידים, ועקב כך היה שרוי בעימותים עם רבים ממוריו, מאז היותו ילד ועד היותו בחור.

בשנת 1894 היגרה משפחתו למילנו שבאיטליה. איינשטיין הצעיר נרשם ללימודים בפוליטכניון שבעיר ציריך (שוויץ) והתפרנס ממתן שיעורים פרטיים בפיזיקה ומתמטיקה.

לאחר שקיבל אזרחות שוויצרית, התקבל איינשטיין לעבודה במשרד הפטנטים שבציריך. תפקידו היה לקבל את הצעות הפטנטים שהגיעו למשרד ולבדוק את יעילותם וכדאיותם הכלכלית. לדבריו, עבודה זו תרמה תרומה חשובה להתפתחותו מבחינה שכלית ומנטלית.

במהלך עבודתו הגיש איינשטיין בשנת 1901 עבודת דוקטורט בנושא "התאוריה הקינטית של הגזים", אולם עבודה זו נדחתה. איינשטיין נטש את הניסיון לקבל תואר דוקטור עד שנת 1905 - "השנה המופלאה של איינשטיין". המאמר שהגיש כעבודת דוקטורט עסק בשיטה מקורית להערכת הממדים של מולקולות מוצק המומס בתוך נוזל. מאמר זה התקבל, והאוניברסיטה של ציריך העניקה לו את התואר דוקטור לפילוסופיה. באותה שנה מופלאה פרסם איינשטיין שלושה מאמרים נוספים שכל אחד מהם תרם תרומה כבירה להתפתחות הפיזיקה.

המאמר האחד היה המשכו של המאמר שהגיש כעבודת דוקטורט. הוא עסק "בתנועת בראון" - תנועה תזזיתית של חלקיקי מוצק קטנים המרחפים בתוך נוזל. הבוטנאי הסקוטי רוברט בראון (Robert Brown, 1772-1858) תיאר תופעה זו לראשונה, בשעה שצפה בתנועה האקראית של גרגרי אבקת פרחים שהונחו בתוך מים, ולכן התופעה נקראת על שמו.

המאמר של איינשטיין אודות תנועת בראון נחשב לאחת הראיות החשובות לקיומם של אטומים. יתרה מכך, במסגרת המאמר הצליח איינשטיין לנבא את מספר המולקולות של נוזל כלשהו בעל נפח נתון.

המאמר השני עסק בקוונטים של אור (שלימים נקראו "פוטונים"), ובאמצעותו סיפק איינשטיין הסבר לאפקט הפוטואלקטרי. כידוע, הפרשנות של איינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי פתחה "תיבת קסמים" אשר הובילה במהרה להתפתחות תורת הקוונטים, שהיא עד היום עמוד תווך מרכזי של המדע המודרני.

המאמר השלישי עסק באלקטרו דינמיקה של גופים בתנועה, והציג את התאוריה שכונתה מאוחר יותר בשם "תורת היחסות הפרטית". תאוריה זו ניתצה את המושגים "זמן" ו"מרחב", המושגים המוחלטים של התאוריה הניוטונית, והראתה כי השדה החשמלי והמגנטי אינם אלא ישות אחת.

במאמר הרביעי שפרסם באותה שנה מופלאה, הראה איינשטיין כי כפועל יוצא של תורת היחסות, גם המסה של גוף היא גודל יחסי. תורת היחסות הפרטית הובילה את האדם לפסגה חדשה ומעמיקה בהבנת הטבע. הנוסחה המפורסמת $\Delta E = \Delta mc^2$ היא אחת התוצאות המרשימות של תורת היחסות הפרטית. מספרים כי איינשטיין ניסה להגיש מאמר זה כעבודת דוקטורט, אך הוא נדחה בטענה שזהו מאמר "שלא מן העולם הזה". שלושת המאמרים של איינשטיין פורסמו בכתבי עת מדעיים מובילים, ואיינשטיין הפך במהרה לאחד מהמדענים המפורסמים והמוערכים בקהילייה המדעית.

בעקבות כך התמנה איינשטיין בשנת 1909 לפרופסור לפיזיקה תאורטית באוניברסיטת ציריך. בשנת 1914 שב איינשטיין למולדתו גרמניה, ושם התמנה לפרופסור באוניברסיטת ברלין ולחבר באקדמיה הפרוסית למדעים. שם גם הוענקה לו קצבה כספית קבועה ששחררה אותו מבעיות פרנסה ואפשרה לו להתמקד במחקר המדעי. איינשטיין לא נח על זרי הדפנה. ואכן ההישג האינטלקטואלי הגדול ביותר שלו עוד המתין בעתיד. "המחשבה המאושרת ביותר בחיי" נצנצה במוחו של איינשטיין בשנת 1907. מחשבה זו הייתה "עקרון השקילות". עיקרון זה הוביל את איינשטיין ב-1916 לפרסם את **תורת היחסות הכללית**. בשנת 1919 הצליחה משלחת מדענים בריטית ברשות הפיזיקאי ארתור אדינגטון (Arthur Stanley Eddington, 1882-1944) לאשש את אחת התחזיות של תורת היחסות הכללית: הסטת מסלולה של קרן אור העוברת בסמוך לשמש עקב עיקום המרחב-זמן שיוצרת מסת השמש. עובדה זו פורסמה בכותרות העיתונים, ואיינשטיין הפך לאישיות מפורסמת גם בקרב אנשים מן השורה. כאשר הגיע ב-1921 לביקור בארה"ב לשם גיוס כספים לתנועה הציונית, הוא התקבל שם כגיבור וכמדען דגול על-ידי המוני העם.

בשנת 1921 הוענק לאיינשטיין פרס נובל לפיזיקה. כיוון שעדיין לא היו אז ראיות מוצקות התומכות בתורת היחסות הפרטית ובתורת היחסות הכללית, הוענק לאיינשטיין הפרס "על תרומתו הכללית לפיזיקה התאורטית ובעיקר על המאמר אודות האפקט הפוטואלקטרי".

בעקבות עליית הנאצים לשלטון בגרמניה, היגר איינשטיין בשנת 1932 לארצות-הברית. הוא השתלב במכון החדש ללימודים אקדמיים בפרינסטון ושם עבד עד לסוף ימיו.

משנת 1922 התרכז איינשטיין בעיקר בניסיון לפתח "תורת שדות מאוחדת" - תאוריה אשר אמורה להוכיח כי שדה הכבידה והשדה האלקטרו-מגנטי אינם אלא שני היבטים של אותה מציאות פיזיקלית, ולספק הסבר לסיבת קיומם של החלקיקים היסודיים בטבע ושל הקבועים הפיזיקליים (כגון גודל מהירות האור, מטען האלקטרון וכיו"ב). ניסיונותיו של איינשטיין לגבש תאוריה מאוחדת עלו בתוהו כי בתקופת עבודתו התגלו שני כוחות נוספים בטבע - הכוח הגרעיני החזק והכוח הגרעיני החלש (נוסף לכוח הכבידה ולכוח האלקטרומגנטי). מעתה, תאוריה מאוחדת הייתה צריכה לאחד ארבעה כוחות ולא שניים. כיוון שהידע המדעי באותה התקופה אודות שני הכוחות החדשים היה דל, משימת האיחוד הייתה למעשה בלתי אפשרית.

איינשטיין גם תרם רבות לתורת הקוונטים, שהפכה במהרה לעמוד התווך המרכזי בכל התהליכים המיקרוסקופיים שבטבע. כידוע, לפי תורת הקוונטים תהליכי הטבע ברמה המיקרוסקופית הם אקראיים וכפופים לחוקי ההסתברות המתמטית. ואכן, פרט להסבר שנתן לאפקט הפוטו-אלקטרי, עסק איינשטיין לאחר פרסום

תורת היחסות הכללית בהתפלגות הסטטיסטית של בוזונים ואף סיפק את הבסיס התאורטי למנגנון הפליטה המאולצת העומד בבסיסו של הלייזר. ואולם מסקנות תורת הקוונטים, שלפיהן הטבע ברמה המיקרוסקופית אינו דטרמיניסטי וגם אינו אובייקטיבי, עמדו בניגוד להשקפתו הפילוסופית של איינשטיין על הטבע. הוא טען בלהט כי יבוא יום שבו יתברר כי תאוריה זו – על אף הצלחותיה הרבות – אינה מהווה תיאור שלם של המציאות. בעיקר הוטרד איינשטיין מכך שתורת הקוונטים אינה לוקלית ושלפיה מדידות הנערכות במקום אחד יכולות להשפיע באופן מידי על תוצאות של מדידות הנערכות במקום אחר. בשנת 1935 פרסמו איינשטיין, בוריס פודולסקי ונתן רוזן את הפרדוקס הקרוי על שמם: EPR, שהראה שתורת הקוונטים אינה לוקלית. ואולם מאמצייהם של פיזיקאים מפורסמים ובראשם איינשטיין להראות כי קיימת תאוריה יסודית יותר מתורת הקוונטים שהיא דטרמיניסטית ולוקלית עלו בתוהו. איינשטיין הביע את התנגדותו לתאוריה במשפט המפורסם: "איני מאמין כי אלוהים משחק בקוביות".

משהתברר לאיינשטיין כי תורת הקוונטים זוכה להצלחה מסחררת בהסבר היקום ברמתו הבסיסית ביותר, נדם קולו כנגדה, אך הוא סרב כל ימיו לאמצה אל חיקו. התנגדותו לתורת הקוונטים גרמה לו להתרחק מהזרם המרכזי של הפיזיקה, ובסוף ימיו הוא היה מבודד כפיזיקאי. אף על פי כן העולם המדעי מעריך ומוקיר את איינשטיין כאחד מגדולי הפיזיקאים שהצמיחה האנושית. תורת היחסות (הפרטית והכללית) היא גם כיום אחד מעמודי התווך של הפיזיקה – זרקור רב עוצמה, שלאורו צועדים המדענים בניסיונות להבין את צפונות היקום, הן ברמה התת-אטומית והן ברמה הקוסמולוגית.

מאז עבודתו של איינשטיין ועד היום מנסים גדולי המדענים לגבש תאוריית שדה מאוחדת. תאוריה שתוכיח כי ארבעת הכוחות היסודיים בטבע הם היבטים שונים בעלי שורש עמוק ומשותף. כיום המדע מגלה שליטה יסודית בתכונות ארבעה הכוחות היסודיים, ותודות לכך חלה התקדמות מרשימה בנושא. אף על פי כן המלאכה הקשה הזו עדיין לא הושלמה, והיא מהווה כר מחקר לגדולי הפיזיקאים בעולם.

איינשטיין כאדם וכיהודי

בילדותו למד איינשטיין בבית ספר עממי קתולי בעיר ברלין. הוא היה הילד היהודי היחיד שם. בהשפעות אמו למד לנגן בכינור, עד שהיה לכנר חובב טוב, ומאז נשא עמו את הכינור לכל מקום ונהג לנגן בפני קהל במהלך הרצאותיו.

בבית קיבל איינשטיין הצעיר חינוך יהודי והוא התעניין בדת. בתקופה מסוימת הקפיד לשמור על מצוות יהודיות ואפילו חיבר מזמורי תפילה. תקופה זו הגיעה לקיצה בגיל 12 לערך, עם חשיפתו הראשונית של איינשטיין למדע.

לימים תיאר איינשטיין את המהפך שעבר במשפטים אלה:

"הרי לך בחוץ העולם הענקי הזה, הקיים ללא תלות בנו בני האדם, והניצב בפנינו כחידה כבירה, נצחית, והפתוח להתבוננות ולחשיבה רציונאלית. חקירת העולם קרצה לי כמו פדות. הדרך לגן העדן הזה לא הייתה נוחה ופשוטה כמו הדרך לגן העדן הדתי, אבל היא הוכיחה את מהימנותה, ומעולם לא התחרטתי על שבחרתי בה".

החשיפה של איינשטיין למדע גרמה לו לנטוש את האלוהים האישי "העסוק במעשה בני האדם, המעניש, הכועס והמיטיב" ולאמץ לעצמו את האלוהים האוניברסלי של הפילוסופים.

“אני מאמין באלוהים כפי ששפינוזה ראה אותו; אלוהים המתגלה בהרמוניה השוררת בכל אשר קיים, ולא באלוהים המעסיק עצמו בגורלם ובפעולותיהם של בני האדם”.

מאז ילדותו ניכר היה בו כי הוא מרדן מעצם טבעו, הרגל שעורר עליו את חמתם של רבים ממוריו. איינשטיין סלד משיטות ההוראה הקפדניות של בתי הספר שבהם למד, המדכאות לטעמו את היצירתיות של בני הנוער, ובעקבות כך לא טרח להשקיע בלימודיו כראוי. בגיל 16 נטש איינשטיין את הגימנסיה במינכן לאחר ששכנע רופא לכתוב כי הלימודים עשויים לגרום לו להתמוטטות נפשית. אחד המורים נפרד ממנו בהבטחה כי “ממך לא ייצא כלום”.

גם בעת לימודיו בפוליטכניון שבעיר ציריך נהג איינשטיין להשתמט משיעורים רבים ולהקדיש זמנו לנגינה בכינור, לבטלה בסירות המפרש באגם ציריך ולמחשבות עצמיות אודות היקום. כאשר שמע פרופסור מינקובסקי, המרצה של איינשטיין למתמטיקה, כי הוא פיתח את תורת היחסות הוא הגיב: “איינשטיין? הכלב העצל הזה, הוא כמעט לא פקד את כיתתי”. ההישגים של איינשטיין באו לו תודות למיזוג של כמה תכונות אשר חברו בו יחדיו – כישרון לחדור לעומקו של כל עניין מדעי שנגע בו ולהציג את השאלות הנכונות, ודבקות בלתי נלאית במטרה.

ואכן, איינשטיין עצמו העיד כי המכשולים שעמדו בפניו, בעיקר המכשולים המתמטיים בפיתוח היחסות הכללית, גרמו לו כמעט להתמוטטות נפשית, אך הוא מאן להיכנע עד שהשיג את המטרה. הדבקות הבלתי נלאית במטרה נבעה בעיקר מאהבתו והערכתו העמוקה למדע. האפשרות שפתח המדע בפני האדם לחדור לעומק המציאות ולהבינה בדרך רציונאלית, דרכו של המדע להעמיד את התאוריות במבחן המציאות ובמבחן הלוגיקה המתמטית, הזיקה הלוהטת של המדע אל האמת הצרופה – כל אלו הטביעו בו רושם עמוק ביותר. תהילתו של איינשטיין באה לו בראש ובראשונה בשל הישגיו המדעיים, אולם הוא זכה להערכה רבה גם מחוץ לעולם המדעי, בשל אישיותו המיוחדת. איינשטיין הביע את דעותיו במאמרים ובהרצאות במגוון רחב של נושאים שעמדו על סדר היום הציבורי כמו לאומיות ולאומנות, מלחמה ושלום, דת ומוסר, יהדות וציונות ועוד. איינשטיין היה פציפיסט שהרבה להטיף למען שלום ואחוזה, ליברליות, חופש האדם וחירות מחשבתו. הוא רחש כבוד לאדם באשר הוא והתקומם בפומבי עקב עוולות שנעשו לבני האדם מסיבות פוליטיות, דתיות או גזעיות. איינשטיין רחש כבוד והערצה למנהיג היהודי מהטמה גנדי. הצלחתו של זה להשיג את מטרות בני עמו בכוח הרוח בלבד, ותוך התנגדות נחרצת לאלמות, עוררו באיינשטיין הערכה רבה. הוא התכתב עם גנדי ועם אנשי רוח הודיים אחרים בנושאי מדיניות, פילוסופיה והשקפות עולם ורחש לפועלם ולהשקפותיהם כבוד רב. במותו של גנדי הספידו איינשטיין במילים:

“לדורות הבאים יהיה קשה להאמין שאדם שכזה באמת התהלך על האדמה”.

העוולות שנעשו ליהודים באירופה ובעיקר בגרמניה הנאצית, עוררו באיינשטיין את הרגש היהודי. בעקבות כך הוא הביע תמיכה פומבית בתנועה הציונית ופעל רבות למען הצלחתה. עקב פרסומו כמדען וכאדם דגול, תמיכתו בתנועה הציונית הייתה נכס אדיר עבור תנועה זו. איינשטיין ראה בתקומת ישראל בארצו דרך להשיב לעם היהודי את גאוותו ולרומם את רוחו, דרך שתאפשר לעם זה לממש את הערכים הנעלים שהוא מייצג – “שאיפה לחקירה לשמה, אהבת צדק עד כדי קנאות ושאיפה לעצמאות אישית”.

בשנת 1921 יצא איינשטיין לארצות-הברית כדי לגייס כספים עבור התנועה הציונית. בשנת 1922 הוא הוזמן לסדרת הרצאות ביפן. בדרכו ליפן התעכב בסינגפור ושם נאם בפני הקהילה היהודית ודחק בה לתמוך בתנועה

הציונית, ובעיקר בהקמת האוניברסיטה העברית, העתידה לקום בירושלים. בדרכו חזרה מן המזרח הרחוק הוא ביקר במשך 12 ימים בארץ ישראל. ביקורו עורר התרגשות רבה בקרב היישוב היהודי, והוא התקבל כגיבור לאומי. הוא התארח במוסדות חינוך, במפעלים וביישובים חקלאיים. בירושלים הוזמן להתארח בארמונו של הנציב הבריטי הרברט סמואל, ובתל-אביב קיבל מראש העיר מאיר דיזנגוף אזרחות כבוד. המראה של יהודים חרוצים ומלאי חזון, היוצרים חברה חדשה משכילה וחלוצית, הותיר באיינשטיין רושם עז וגאוה רבה. גולת הכותרת של ביקורו בארץ היה הביקור באוניברסיטה העברית, אשר טרם פתחה את שעריה באותה עת. איינשטיין נשא כמה הרצאות בתורת היחסות. להרצאה הראשונה הוזמן על-ידי אוסישקין אשר פתח ואמר: "פרופסור איינשטיין, קום שא דברייך, הבמה הזו המתינה לך במשך אלפיים שנה".

את ההרצאה הראשונה פתח איינשטיין בעברית והביע את יחסו החם כלפי העם היהודי והציונות. כתוצאה מהביקור נוצר קשר בין איינשטיין לבין הנהלת האוניברסיטה, והוא מונה לחבר בחבר המנהלים שלה. לרגל פתיחתה הוא העניק לה במתנה את המאמר הראשוני שלו משנת 1916 ובו הניסוח הראשון של היחסות הכללית. הקשר של איינשטיין לאוניברסיטה בא אל קצו בשנת 1928 בעקבות סכסוכים בינו לבין הנהלת האוניברסיטה. עם זאת הוא המשיך להתעניין בה עד יומו האחרון, ובצוואתו העניק לה את כל הארכיון שלו. איינשטיין ביקר גם במוסד הטכניון ששכן בזמנו בשכונת הדר הכרמל בחיפה. במהלך ביקורו נטע שם שני עצי דקל העומדים שם עד כתיבת שורות אלה. בעקבות ביקורו שם נעתר איינשטיין להתמנות ליו"ר "הוועדה הגרמנית למען הטכניון" ובכך הפך לראש אגודת הידידים הראשונה שהייתה למוסד זה.

היישוב היהודי בארץ ישראל נראה לאיינשטיין חשוב לא מהבחינה הפוליטית, אלא כאמצעי לעזור ליהודים לפעול מבחינה תרבותית ומדעית ולהביא לידי ביטוי את הערכים הרוחניים של היהדות ברוח הנביאים. העימות האלים שבין התנועה הציונית לבין התנועה הפלסטינאית עורר באיינשטיין דאגה רבה. כיוון שהתנגד לאלימות וסלד מלאומנות, הוא הביע את דעתו כי עדיף ליהודים להתפשר ולהגיע להסכם עם הערבים על בסיס של חיים משותפים מאשר להקים מדינה רוויה באלימות. הוא חשש כי העימות שבין שתי התנועות יוביל ללאומנות אשר עשויה להמיט חורבן על המטרות של הציונות כפי שהוא ראה אותן. על רקע השקפה זו התעמת איינשטיין לא פעם עם אבות הציונות (כמו חיים ויצמן). על אף שנראה היה לו כי הציונות מתפתחת גם לכיוונים שאינם מקובלים על דעתו, הוא המשיך לדבר בעדה ותמיד טען כי היא הפתרון היחידי שיכול לאפשר ליהודים להביא לידי ביטוי את הערכים החשובים של תרבותם, ועוד תתברר תרומתה וערכה לאנושות כולה.

גישתו של איינשטיין לציונות היא כנראה זו שמנעה ממנו לקבל את ההצעה של בן גוריון להתמנות לנשיא המדינה לאחר מותו של חיים ויצמן. איינשטיין ראה בהצעה כבוד גדול, אך כתב: "אני חושש שעשוי להיווצר מצב קשה מאוד אם וכאשר הכנסת והממשלה יגיעו לידי החלטות שיעמדו בניגוד לעקרונותיי ולמצפוני. לכן אני נאלץ לדחות הצעה קוסמת ונעלה זו".

בשנת 1939 – זמן קצר לפני פרוץ מלחמת העולם השנייה, נודע לאמריקנים כי גרמניה הנאצית משקיעה מאמצים במטרה לייצר פצצה גרעינית. איינשטיין ידע עד כמה מהווים הנאצים סכנה לשלום העולם, וליהודים בפרט. לכן על אף שהתנגד נמרצות לאלימות, הוא שיגר מכתב לנשיא ארצות-הברית רוזוולט והמליץ שארצות-הברית תשקיע מאמץ כדי להקדים את גרמניה בייצור הפצצה. מכתבו של איינשטיין השפיע. הוא שימש ציון דרך לפתיחת "פרויקט מנהטן" – שם הצופן האמריקני לייצור הפצצה הגרעינית הראשונה.

גרמניה נכנעה עוד לפני שהפצצה יוצרה. מאחר שהמלחמה בין ארה"ב לבין יפן נמשכה, החליט הממשל האמריקני להטיל פצצות אטום על יפן. שתי פצצות הוטלו על שתי ערים ביפן, וגרמו למאות אלפי הרוגים ולהרס וחורבן לסביבה במשך שנים. נזקי הקרינה הרדיואקטיבית גבו קורבנות נוספים רבים בנפש ובמחלות גנטיות שנים רבות לאחר הטלת הפצצה. איינשטיין התמלא רגשי חרטה והצטער על כך כל ימיו. הוא קרא להחרים את הנשק הגרעיני וסבר שיש להקים כוח צבאי בינלאומי שרק הוא יהיה רשאי להפעיל כוח כדי למנוע מלחמות בין מדינות.

איינשטיין אהב את מולדתו החדשה ארה"ב והכיר לה תודה על כך שקלטה אותו בחום ובאהבה. ראשית הוא ראה בה את המקום העיקרי בעולם שבו כל בני האדם מכבדים את זכויות האדם ומאמינים בעקרון החופש והצדק. הוא גם הביע לא פעם את הערכתו ליצירתיות, הפטריוטיות וההתלהבות המאפיינות את החברה האמריקנית בכלל ואת המוסדות המדעיים שלה בפרט. לצד זה, לא פעם הביע איינשטיין בפומבי את מורת רוחו מאפליה על רקע גזעי (אפליה כנגד שחורים ויהודים).

איינשטיין אהב מאוד את החיים, אך בז לפחד מהמוות. הוא ראה בעצמו חלק מהתודעה האנושית שתמשיך להתקיים, לשמור ולפתח את הישגיו והישגי האחרים. לכן מותו האישי לא העסיק אותו כלל. סמוך למותו ציווה איינשטיין שישרפו את גווייתו. הוא מת בשנת 1955 בבית החולים של פרינסטון כתוצאה מבקע באבי העורקים של הבטן שנבע ממחלת דם שממנה סבל.

הרצאה שאיינשטיין נשא לילדי בית-ספר בארה"ב הביאה לידי ביטוי את השקפתו על החיים והמוות.

"אני שמח לראותכם כאן היום לפניי, בני נוער של מדינה בת מזל. הדברים שאתם לומדים הם פרי עמלם של דורות רבים, מתרבויות שונות. כל זה עובר בירושה לידיכם כדי שתקבלו, תכבדו ואף תוסיפו ותפתחו דברים משלכם, כך שתוכלו גם אתם להעביר את הדברים הלאה בבוא היום. זוהי הדרך שבה מצליחים בני אנוש להשיג חיי נצח, דרך הדברים הקבועים שאנו יוצרים. אם אכן יהיו דברים אלה תמיד במחשבתכם, תמצאו משמעות בחיים ותרכשו את הגישה הנכונה כלפי עמים וזמנים אחרים".

ואכן, איינשטיין האיש אינו עמנו כיום, אך מורשתו הרוחנית והישגיו המדעיים חיים ומפעמים במכוני המחקר המדעי ובקרב אנשים רבים החפצים בצדק חברתי ובהומניות.

על שכמותו ראוי ללא ספק לומר את אמרת חז"ל; "צדיקים במותם קרויים חיים".

גדולתו וייחודו של איינשטיין

איינשטיין לא פעל על קרקע בתולה לחלוטין. הזרע של עקרון השקילות שלו נזרע כבר על-ידי הפיזיקאי ז'אן לה-רון דלאמבר (Jean Le Rond d'A Lambert, 1717-1783). דלאמבר גרס כי כדי שנוכל להשתמש בחוקי ניוטון גם במערכת ייחוס מואצת, ביחס למערכת ייחוס אינרציאלית, עלינו להוסיף "כוח מדומה" על כל גוף שמסתו m הנמצא במערכת ייחוס S המואצת בתאוצה a יש להוסיף לכוחות הממשיים, כוח שגודלו ma וכיוונו מנוגד לכיוון תאוצת המערכת, ובמצב זה יהיו חוקי המכניקה תקפים גם במערכות ייחוס מואצות. כוח דלאמבר דומה מבחינה מתמטית לכוח הכבידה mg הנובע משדה הכבידה הקשור לתאוצה, בהתאם לעקרון השקילות של איינשטיין.

כמו כן הזרע של תורת היחסות הפרטית נזרע כבר על ידי הפיזיקאי הנריק אנטון לורנץ (Hendric Anton Lorentz, 1853-1928). כידוע, כדי שחוקי האלקטרומגנטיות יהיו תקפים בכל מערכת ייחוס אינרציאלית, בהתאם לעקרון היחסות של גלילאו גליליי, הגה לורנץ טרנספורמציה שונה מהטרנספורמציה האינטואיטיבית שהגה גלילאו גליליי.

עם זאת גם דלאמבר וגם לורנץ לא הפליגו עם הרעיונות הראשוניים שהעלו. דלאמבר ראה בעיקרון שלו "טריק" מתמטי בלבד, המאפשר ניתוח תנועות של גופים גם כאשר אנו "קופצים" אל תוך מערכת מואצת.

לורנץ ראה אף הוא בטרנספורמציה שלו כלי מתמטי המאפשר ניתוח תופעות אלקטרומגנטיות בכל מערכת ייחוס אינרציאלית. כמתמטיקאי מבריק הוא הבחין כי מהטרנספורמציה שלו נובע שהזמן והמרחב הם יחסיים. אף על פי כן הוא התנגד נחרצות לאפקט "התארכות הזמן" ומעולם לא פיתח את הזרע שזרע לכלל תאוריה מקיפה.

גדולתו של איינשטיין כמדען הייתה בכך שהוא הצליח להתרומם מעלה מעלה באמצעות רוחו ומחשבתו וללכד את הרסיסים שהגו קודמיו לכלל תאוריה מקיפה על הטבע – תורת היחסות הפרטית אשר התבססה על הרעיונות הראשוניים של לורנץ, ותורת היחסות הכללית אשר התבססה על עקרון דלאמבר ועל תורת היחסות הפרטית עצמה.

ואכן הנוסחה $\Delta E = \Delta mc^2$ המהווה את גולת הכותרת של היחסות הפרטית, והמסקנה כי הכבידה מעקמת את המרחב-זמן – הן תובנות הנזקפות לזכותו של איינשטיין בלבד.

היסטוריונים רבים גורסים כי לזכות איינשטיין עמדו לא רק תבונה יוצאת דופן, אלא גם אופיו המרדני ונטייתו האולטימטיבית לצדק ולאמת. איינשטיין היה ידוע משחר נעוריו כמרדן, הנלחם ללא לאות בקיבעון מחשבתו ובעוולות אנושיות. ייתכן כי זו אחת הסיבות אשר הקנו לו את התעוזה לשחות נגד הזרם ולפתח את הזרעים שזרעו קודמיו לעצים איתנים וגבוהים, אשר מהם נשקפת מציאות עמוקה וחדשנית על הטבע.

מקורות:

1. אייזקסון ו., "איינשטיין – חייו והיקום שלו". הוצאת ידיעות ספרים 2007
2. פריס ט., "מילדות לבגרות בשביל החלב". הוצאת מעריב 1991
3. קלפרייס א., "כמו שאיינשטיין אמר". הוצאת הד ארצי 1999
4. פייגלס ה., "הצופן הקוסמי". הוצאת עם עובד 1982
5. גריבין ג'., "בחיפוש אחר גבולות הזמן" הוצאת כתר 1992.