

ד. חומר נפץ גרעיני

המבואות: התפתחות מושגים מדעיים

שה, לבחון את שלביה, אשר הביאונו עד הלום, ואף לעמוד על עיקרי-מבנה של פצצה העשויה חומר-נפץ גרעיני או תרמו-גרעיני. לשם כך נצטרך, בין השאר, לערוך מעין סירוב-בחון על-פני החלקים הקשים ביותר של הפיסיקה החדשה. נשתדל לעשות זאת במשקפים בהירות ככל-האפשר; והרי כפי שנראה, עקרונות-היסוד הם פשוטים וברורים — ואין קשיים מיוחדים בהבנתם.

לאחר שסקרנו סקירה-כללית את ענין הנהגת חומר-הנפץ הגרעיני והתרמו-גרעיני בצבאות, המועדון-האטומי; את התפשטות החניג, כחומר-נפץ אלטרנטיבי מחליף לחניג, במדינות רבות אחרות (מדינות-נאט"ו מצד אחד, ומדינות הגוש-הסובייטי מאידך-גיסא); וכן את שיח קוליהן ומאמציהן של מדינות נוספות לפתח חניג עצמי משלהן — הגיעה העת לתת את דעתנו על הבחינה המדעית-טכנולוגית שב-התפתחות החד-

ימי הרתי-עולם.

(ב) התחלת כיבוש החלל — ע"י שילוח ה"ספרי-טניקים" הרוסיים וה"ירחונים" האמריקאיים, החל מסתו 1957.

מאידך גיסא, עוד לא היתה תקופה בה מתאים יותר והולם-יותר לאמר כי מעולם לא ידעו אנשים כה רבים, כל-כך מעט על דברים כה גדולים.

ואם הדברים שלהלן "יסיתו" את הקוראים לעשות מאמץ להבין יותר, ללמוד יותר ולדעת, "קצת יותר" על מהותן של התמורות המדעיות-הטכנולוגיות שב-אקלימן אנו חיים — הרי השיגו את מטרם, וראוי היה שיאמרו.

אנו חיים בתקופה מעניינת ביותר בהסטוריה האנושית, תקופת מהפכות מדעיות-טכנולוגיות הגורמות לשידוד-מערכות מוחלט בכל מחשבותינו, אופי-קיננו, ערכינו, ודרכי חיינו; אלה הם ימים שלהם מתאים, יותר מכלל תקופה אחרת, הביטוי העברי הקדום "ימי הרתי-עולם".

עדיין לא ראינו בהיסטוריה האנושית, בתחומי 15 שנים בלבד, שתי מהפכות עצומות כגון אלה להן היינו עדים במשך 15 השנים האחרונות:

(א) חשיפת מימד חדש-לחלוטין של אנרגיה — שחרור אנרגית גרעיני-האטום.

שתי בעיות-יסוד קוטביות של המחקר הפיסיקלי

השמש. מסתבר כי האנרגיה הגרעינית של פצצת-המימן — היא-היא מקור האנרגיה של השמש ושל כוכבים אחרים. לאחר 6000 שנות היסטוריה אנו-שית, הצליח האדם לשחרר על כדור הארץ — לפי שעה למטרות הרס בלבד — את מקור האנרגיה של השמש.

האדם למד רבות על מבנהו וצפונותיו של האטום, עד כדי שחרור האנרגיה האצורה בין גרעיניו; — לצרכי הרס, כמקור כוח-חשמלי וכחות-הנעה; אולם האטום עודנו עולם מיסורין מלא-רזים, וככל שאנו מרחיבים את מעגל הנודע, כן מתרחבים יותר ויותר תחומי-המגע עם הבלתי-נודע.

המחקר הפיסיקלי בן-זמננו תקף שתי בעיות-יסוד קוטביות — אפשר לומר שני עולמות, עולם-האטום ועולם-הכוכבים: — פיסיקה אטומית וגרעינית מחד-גיסא, אסטרונומיה וקוסמולוגיה (תורת מבנה-החלל) מאידך גיסא; האינסופי הקטן והאינסופי הגדול. שתי המהפכות המדעיות אשר הזכרנון לעיל מייצגות את החתירה לפתרוןן של שתי "בעיות-הקצוות" הללו.

מענין ומוזר הוא לציין כי מסתבר שאין שתי בעיות-היסוד הללו "קטביות" כל כך; ושמשפר, בנקודות-המגע בין שני העולמות גדל והולך, מסתבר כי האטום עצמו דומה במבנהו למערכת

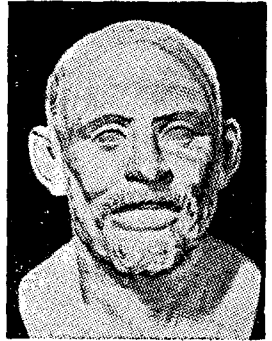
מוטב שניצין תחילה את תויי-הדרך המכריעים שבהתפתחות המדעית אשר הובילה אל שחרור אנרגית-הגרעין — ונבהיר אחר-זאת את משמעותם והשיבותם — כדי לאפשר לעצמנו לעמוד על המושגים הפיסיקליים שנתחדשו-עלינו, המצויים ב"לכסיקון הגרעיני" החדש. נראה כי סרט-ההתפתחות יוליכנו הרחק הרחק במרחב ובזמן — מיון עד יפן, על פני פינות שונות של כדור-הארץ — והחל ממאות שנים אחדות לפסה"נ ועד ימינו אלה.

התגליות האטומיות : - מדמוקריטוס ועד ימינו

400 לפסה"נ:

יון

המערכה הראשונה בפרשת-האטום מתחוללת לפני כ-2300 שנה (כ-400 שנה לפסה"נ), על חופו של נמל יוני קטן שבתרקה המרוחקת, כ-200 ק"מ מזרחה לסלוגיקי של ימינו — אבדרה שמו. על החוף יושב פילוסוף תמהוני, דמוקריטוס, והוגה במבנה הקוסמוס ובמבנה החומר. על בסיס שיקולים פילוסופיים-מטפיסיים בלבד מגיע דמוקריטוס למסקנה שהחומר בכללו, וכל סוג וסוג של חומר, בנוי אטומים, חלקיקים קטנים ביותר אשר אינם ניתנים לחלוקה (השם אטום — Atomus — פירושו ביונית: "אינו ניתן-לחלוקה") — בניגוד להשקפותיהם של חכמי יון האחרים, שלפניו ושלאתרו, בענין מבנה החומר (ובניהם אריסטו, סוקרטס והוגים גדולים אחרים).



דמוקריטוס

תושבי הנמל היוני הקטן חושבים את דמוקריטוס למטורף ומזמינים את היפוקרטס, הנחשב ל"אבי הרפואה", לבדוק אותו ולרפאו. תוצאות "טיפולו" של היפוקרטס אינן ידועות לנו. על כל פנים, תורתו זאת של דמוקריטוס נשתכחה למשך מאות-שנים רבות.

1802:

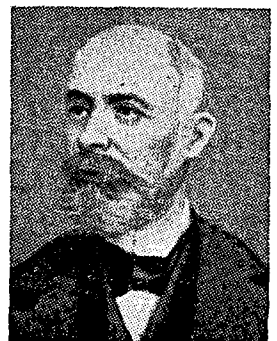
אנגליה

רק בתחילת המאה ה-19 — בשנת 1802 — נתקלים אנו שוב באטומים, ב"תורה האטומית" של ג'ון דולטון; ושוב אטומים: חלקיקים בלתי ניתנים לחלוקה. ברם, במאה-העשרים הסתבר שהאטום אינו "חלקיק אלמנטרי בלתי-ניתן לחלוקה" אלא הנו מערכת מורכבת, דמוית-מערכת-השמש, הניתנת לפיצול, לפיצוץ ולתהליכים מורכבים של שחרור מספר גדול של חלקיקים אלמנטריים. בעית החלקיקים האלמנטריים התת-אטומיים הללו, מהותם, חייהם ומותם, פעולות-הגומלין ("אינטראקציות") שביניהם, — היא אחת מבעיות-היסוד של הפיסיקה החדשה. מכל מקום, החשד הראשון שאין האטום "אטומי" (= "בלתי מתחלק") כל-עיקר מופיע כבר בסוף המאה ה-19; ואנו עוברים עתה, לאחר ה"מערכה הראשונה" ביון, וה"מערכה השניה" שבאנגליה, אל זירת צרפת.

1896:

צרפת

גילוי הרדיואקטיביות הטבעית-ע"י החוקר הצרפתי אנרי בקרל, בשנת 1896 — הוא שעורר הרהורים נוקבים לגבי "אטומיותו" של האטום. קרינה אנרגטית מזרחה זאת, אשר נקראה רדיואקטיביות, על שלושת צורותיה, קרני "אלפא", קרני "בטא" וקרני "גממה" — קרינה אשר היתה מתרחשת בכל מסיבות פיסיקליות שהן — הסתבר שאין ברירה אלא להניח שהיא נובעת מתוך-תוכו ומעמקי-עמקו של האטום. אטום הפולט ממעמקי קרינות מיסחוריות ומורכבות כאלה — ודאי שאיננו חלקיק-אלמנטרי פשוט, אשר אינו ניתן לחלוקה, אלא יש להניח שהוא בעל מבנה מורכב, שיש לעמוד על מהותו ולבחון צפונותיו.



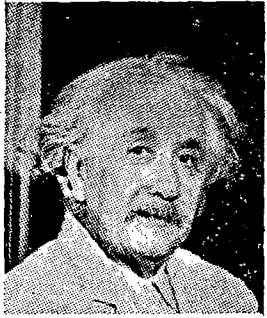
אנרי בקרל

1905 :
שביצריה

ב-1905 רשם אינשטיין, בשביצריה, את „המשויה היסודית של האנרגיה הגרעינית“ — היא היא הבסיס התיאורטי היסודי של כל ההתפתחויות העתידות בשטח ניצול האנרגיה הגרעינית לצרכי הפקת כוח, וכן לייצור חשמל.

משויה מפורסמת זאת, $E=mc^2$, טוענת שאין המסה החומרית אלא צורה מאוד-

טובשת של האנרגיה; מגובשת במידה כזאת שיש לכפול את המסה בריבוע של מהירות האור (*) כדי לקבל את ערך האנרגיה האצורה בה. כדי לקבל מושג כמותי נציין ש- $\frac{1}{2}$ ק"ג פחם מספיק, אם נהפוך אותו כולו לאנרגיה, בשביל להעלות מאה מליון טון מים מנקודת-קפאון לנקודת-רתיחה (עשרת אלפים מליון קילוטר-שעה!). הבעיה היתה האם, וכיצד, ניתן להפוך מסה לאנרגיה — ולשחרר ע"י כך כמויות האנרגיה העצומות האצורות בחומר. מן הראוי לציין, שאין הופכים בחומר-נפץ גרעיני את כל המסה לאנרגיה, אלא את אליפת המסה בלבד. וכן אין הופכים בחומר-נפץ תרמו-גרעיני לאנרגיה אלא את מאית המסה בלבד. צא ולמד מה עצמה ניתן היה להפיק אילו היה האדם מצליח (כמעט ואמרנו — „חס והלילה“...) לגרום להכחדה גמורה של החומר, או להפיכת המסה כולה לאנרגיה, בהתאם למשויה של אינשטיין!!



אלברט אינשטיין

אנו מגיעים עתה, בזמן, לשנת 1913; ובמרחב — לדנמרק, מקום בו מפרסם החוקר הדני המהולל נילס בוהר (אשר ביקר לא-מכבד בארץ, עם פתיחת המכון למדעי הגרעין ברחובות, ואשר פסלו מתנוסס בכניסה למכון) את התורה האטומית שלו; בתורה זו נעשה נסיון, על בסיס כל ההתפתחות החל מגילוי הרדיואקטיביות ב-1896, לבחון מה פרצוף יש לאטום עצמו, אשר בפעם הראשונה מתחיל לקבל דמות של מערכת שמש, כשגרעין כבד במרכזה, ואלקטרונים — הם כוכבי הלכת — חגים סביב-סביב.

1913 :
דנמרק

ב-1932 נתגלה באנגליה ע"י החוקר צ'דוויק החלקיק האלמנטרי בעל החשיבות המכרעת בכל נושא האנרגיה הגרעינית, הוא הנויטרון. בגלל חשיבותו של הנויטרון — החלקיק שהגו בלתי-טעון („נייטרלי“) מבחינה חשמלית — יש מי שמכנה את כל נושא האנרגיה הגרעינית „עסקי נויטרונים“ — 'The Neutron Business'.

1932 :
אנגליה

ב-1934 מגלה הווג הצרפתי ז'וליו-קיורי את התגלית אשר בעבורה קיבל פרס נובל; הרדיואקטיביות המלאכותית. הסתבר שאין תופעת הרדיואקטיביות, זו הקרינה הגרעינית, מוגבלת למספר מצומצם של אלמנטים כבדים — כגון רדיום, פולוניום וכד' — אלא, ע"י פגיעה בגרעין באמצעות נויטרונים או חלקיקים אחרים, ניתן להביאו למצב של חוסר-יציבות, ופליטת קרינה רדיואקטיבית; במלים אחרות — ניתן להפוך אלמנט-יציב למה שקרוי היום איסוטופ רדיואקטיבי (איסו-טופ — פרושו: „אותו מקום“ או „שזה-מקום“). האיסוטופ הרדיואקטיבי תופס בלוח-היסודות-הכימיים של מנדלייב אותו מקום כמו האלמנט היציב; במלים אחרות, השנים זהים מבחינה כימית).

1934 :
צרפת

האיסוטופים הרדיואקטיביים תופשים כיום מקום מכריע בכל נושאי המחקר הביו-לוגי, הרפואי, המטלורגי, הבוטני וכד', והם בעלי חשיבות גדולה בהערכת אפקט-הקרינה של פיצוצים גרעיניים. מחקר חומר-נפץ הגרעיני „הנקר“ הוא המחקר המנסה להמציא ככל האפשר את כמות האיסוטופים הרדיואקטיביים המשתחררים בשעת הפיצוץ.

עד כאן — התגליות לביסוס התורה היסודית והעקרונות הראשיים של המדע הגרעיני, עם התגלית הבאה, ב-1939, אנו עוברים לתגליות הקשורות כבר לטכנולוגיה הגרעינית.

(*) מהירות האור: 300.000 ק"מ לשניה. ריבוע מהירות-האור הוא, אם כן, 9×10^{10} — (ולאחריה 10 אפסים).



$$E=mc^2$$