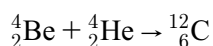
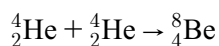




כיצד נוצרו היסודות?

מרים כרמי*

בתוך כוכבים (כגון השמש) נוצרים אטומים כבדים יותר בתהליך הנקרא היתוך גרעיני (nuclear fusion). כגון היתוך גרעיני של אטומי מימן המתחברים ויוצרים גרעיני הליום, כפי שקורה בשמש שלנו. בכוכבים בוגרים יותר מהשמש הקרובה לנו, גרעינים של אטומי הליום עוברים היתוך גרעיני ויוצרים גרעיני בריליום, והיתוך גרעיני של גרעיני בריליום יוצר גרעין פחמן.



וכן הלאה עד שאטומים כבדים יוצרו אטומי ברזל. בשלב זה הכוכב אינו יכול ליצור אנרגיה בתהליכי היתוך והוא דחוס מאוד. זהו שלב שבו הכוכב מתפוצץ תוך כדי פליטת כמות אנרגיה אדירה (סופרנובה) המאפשרת לתהליכים גרעיניים נוספים להתרחש. בתהליכים אלו, אטומי ברזל הופכים לאטומי זהב, אטומי זהב הופכים לאטומי עופרת וכך הלאה עד ליצירת אטומי אורניום. אורניום הוא האטום (והיסוד) הכבד ביותר הנוצר באופן טבעי ביקום.

יסודות טבעיים

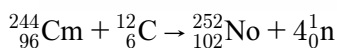
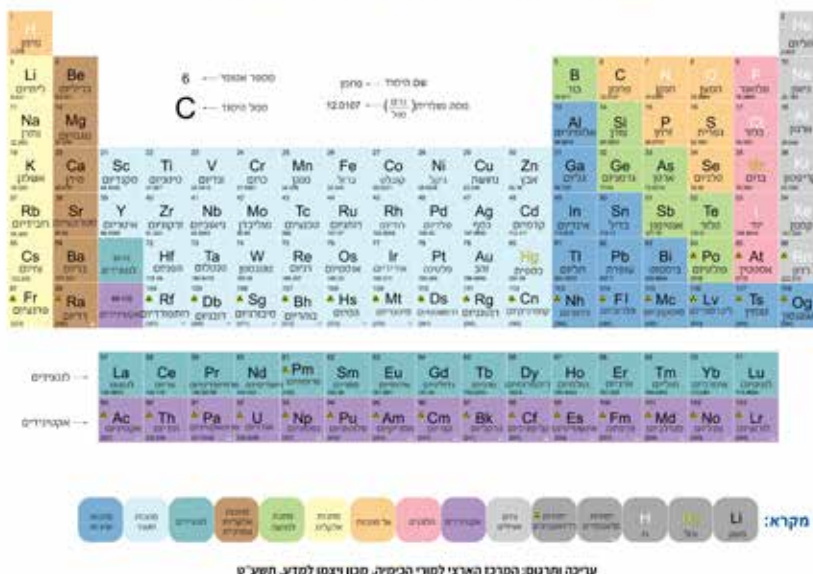
יסוד כימי הוא חומר הבנוי מאטומים בעלי אותו מספר של פרוטונים. מספר היסודות הידועים הוא כמספר סוגי האטומים הקיימים. מבחינים בין האטומים השונים על פי מספר הפרוטונים בגרעין האטום.

אפשר לחלק את היסודות המופיעים בטבלה המחזורית ליסודות טבעיים וליסודות מלאכותיים. כל סוגי האטומים הטבעיים (ולכן כל היסודות הטבעיים) נוצרו מהאטום הראשוני הפשוט ביותר, הוא אטום המימן. יצירת האטומים הכבדים התרחשה באופן טבעי במהלך מיליארדי שנים (13.8) של התפתחות היקום. רוב היסודות נוצרו בליבה של כוכבים (שמשות) רחוקים וכן בעת התפוצצותם של כוכבים אלו. היסוד הכבד ביותר שנוצר כך הוא האורניום.

האטומים הכבדים יותר מאורניום נוצרו בתהליכים גרעיניים במעבדות מעשי ידי אדם והם נקראים "יסודות מלאכותיים".

* ד"ר מרים כרמי, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

טבלה מחזורית של היסודות

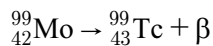


גרעיני אטומים שמספרם האטומי גדול, מעל 100, והם כבדים מאוד, מתפרקים בקלות רבה וזמן מחצית החיים¹ שלהם הוא קצר מאוד. הסיבה לכך היא שכלל שמספר הפרוטונים בגרעין עולה, גדל כוח הדחייה החשמלי ביניהם וגובר על הכוח החזק המחזיק יחד את גרעיני האטומים הכוללים פרוטונים ונייטרונים. השאלה היא, מהו המספר המקסימלי של פרוטונים שגרעין אטום יכול להכיל? על כך יש השערות ותיאוריות שונות.

טכנציום (43)

הטכנציום הוא יסוד מלאכותי בעל מספר אטומי קטן משל אורניום. הוא היסוד הראשון שהתגלה באופן מלאכותי, בשנת 1937. עקבות של טכנציום התקבלו בתהליכי ביקוע גרעיני (nuclear fission) של אורניום-238 ובתהליכי ההתפרקות הרדיואקטיבית של תוצרי הביקוע.

דרך נוספת ליצירת גרעיני טכנציום היא בתהליכי התפרקות של אטומי מוליבדן (42).



גילוי זה הבהיר את העובדה כי יסוד זה נמצא באופן טבעי על פני כדור הארץ במכרות של אורניום, בכמויות מזעריות, מכיוון שאינו יציב.

מקורות

<https://jeries.rihani.com/symmetry/index7.html>

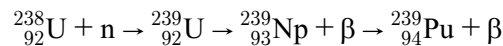
<http://www.ericscerri.com/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nobelium>

כל התרכובות המרכיבות אותנו עשויות מאטומים שנוצרו באופן טבעי ביקום ולכן אפשר לומר כי "אנחנו עשויים אבק כוכבים", כפי שאמר האסטרונום האמריקאי קרל סייגן.

יסודות מלאכותיים

עשרים ושישה היסודות בעלי מספר אטומי גדול משל האורניום, הנקראים היסודות הטרנס-אורניים, נוצרו בצורה דומה של תהליכים גרעיניים, אך לא בכוכבים, אלא במעבדות מעשי ידי אדם, כגון מאיצי חלקיקים או ריאקטורים גרעיניים. השיטה שנקטה הייתה הפצת אטומי אורניום על ידי נייטרונים והפיכתם לאטומים רדיואקטיביים לא יציבים המתפרקים תוך כדי פליטת קרינת בטא ויוצרים אטום (יסוד) חדש, בעל מספר אטומי גבוה מ-92. שיטה זו התאימה ליצירת אטומים כבדים בעלי מספר אטומי 100.



בשלב מאוחר יותר שונתה השיטה, ואטומים כבדים החלו להיות מופצצים על ידי חלקיקים אחרים שאינם נייטרונים, כגון הפצת אטומי איינשטייניום (מספר אטומי 99) בגרעיני הליום וקבלת גרעין חדש ובו 101 פרוטונים (מנדלביום) או הפצת אטומי אורניום (92) באטומי ניאון ליצירת אטומי נובליום (מספר אטומי 102). תהליכים נוספים היו הפצת אטומי עופרת (82) באטומי אבץ (30) ליצירת אטומי קליפורניום (112) או הפצת אטומי עופרת (82) באטומי סידן (20) ליצירת אטומי אונגואקטיום (118).

לדוגמה, תהליך יצירת היסוד שזכה בשם נובליום בשנת 1959 על ידי כימאים שוודים.

1 זמן מחצית חיים - הזמן הדרוש למחצית מהאטומים של איזוטופ רדיואקטיבי כדי לדעוך ולהפוך לאטומים של איזוטופ אחר.