

הרהורים אחדים על אנרגיה

מאת: חנה גולדרינג
המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע, רחובות

אחת התוצאות המידיות של משבר האנרגיה היתה הופעת ספרים חדשים לכפרים הדינים בנושא של מקורות אנרגיה ודרכים להפקת צורות שונות של אנרגיה. כל הספרים האלה כוללים לפחות פרק אחד על אנרגיה גרעינית. אולם הסבר העובדה שתגובות גרעיניות (לדוגמה ביקוע, מיזוג) הן מקורות עתירי אנרגיה מובא לעתים קרובות בצורה מטעה.

באחדים מן הספרים הנ"ל מיחסים את כמויות האנרגיה הגדולות המשתחררות בתגובות גרעיניות כאופן ישיר ובלעדי למשוואת אינשטיין המפורסמת

$$E = mc^2$$

להלן נביא דוגמא¹:

"... בכל ביקוע של גרעין ${}_{92}^{235}\text{U}$ משתחררת אנרגיה בשיעור של 200MeV. ברור שמקורה של אנרגיה זאת איננו בכוח חשמלי או בכוח הכבידה... ההסבר של האנרגיה המשתחררת בתגובות גרעיניות מתבסס על תורת היחסות של אינשטיין, אשר לפיה הקשר בין מסה ואנרגיה נתון ע"י $E = mc^2$... הסיבה לכך שאפשר לקבל כמויות אנרגיה כה גדולות מתגובות גרעיניות היא ש-c הוא כה גדול..."

הסבר זה הינו מטעה. כמובן נכון הדבר שלפי תורת היחסות אנרגיה ומסה הן שקולות, אבל אין כל קשר בין זה לבין העובדה שהאנרגיה המשתחררת בתגובות גרעיניות (אקטורמיות) היא מסדר גודל של MeV. הסיבה לכך היא שהכוחות הגרעיניים הם חזקים מאוד. בתגובות כימיות האנרגיה המשתחררת היא מסדר גודל של eV היות והכוחות החשמליים בין האטומים חלשים יוחר. עובדה היסטורית היא שהאימות הראשון של משוואת אינשטיין נעשה בתגובות גרעיניות, היות ושינויי האנרגיה בהן כה גדולים, ושקולים כנגד שינוי מסה של אחד באלף. שינויים כאלה ניתנים למדידה ישירה בעוד ששינויי המסה בתגובות כימיות קטנות פי 10^{-6} , ועל כן לא ניתנים למדידה ישירה. לדוגמה, כאשר שורפים 1 ק"ג בנדין משתחררת אנרגיה בשיעור של $5 \times 10^7 \text{ J}$, שהיא שקולה כנגד פחת מסה של $5.5 \times 10^{-10} \text{ ק"ג}$, בעוד שכאשר 1 ק"ג אורניום עובר ביקוע האנרגיה המשתחררת היא $8 \times 10^{13} \text{ J}$, השקולה כנגד פחת מסה של $9 \times 10^{-4} \text{ ק"ג}$. ההבדל בין תגובות גרעיניות ותגובות כימיות בהקשר ואנרגטי הוא בראש ובראשונה בגודלן של אנרגיות הקשר.

מעניין להעיר בהקשר לכך, שאם רוצים להמחיש את השקילות של מסה ואנרגיה, שהוא ענין שונה לחלוטין, אפשר כיום להביא דוגמאות מרשימות הרבה יותר מאשר תגובות גרעיניות. בדוגמאות אלה כל האנרגיה כולה של המערכת הופכת לאנרגיה ולא רק עשיריות של אחוז. דוגמה יפה לכך היא החיסול ההדדי של אלקטרון ופוזיטרון שכתוצאה ממנו נפלטת קרינה אלקטרו-מגנטית. בדוגמה זאת 100% של המסה הופכת לאנרגיה.

- 1) J.F. Mulligan, Practical Physics: The Production and Conservation of Energy, pp. 379-380, Mc Graw Hill Book Co (1980).

תרגום חופשי לעברית של הציטוט



תחרות הדגמים וההמצאות



מודעים על קיום

תחרות הדגמים וההמצאות תשס"ד

- * לתחרות יתקבלו:
 - א. דגמים המסבירים תהליכים במדעי הטבע ועקרונות במתמטיקה.
 - ב. המצאות שימלאו את:
 - ג. עבודות מחקר במועדי הטבע ובמתמטיקה.
- * התחרות מיועדת לבני נוער אשר ביום 1.1.84 טרם מלאו להם 18 שנה.
- * העבודות המצטיינות תזכינה את מגישיהם בפרסים, מחבת "עץ 18" - חוג הצעירים בבנק דיסקונט. כל ייחוד פרס עיני המינהל למחקר מעשייתי במשרד התמ"ת.
- * המשתתפים יוכלו לקבל סיוע והדרכה מאת היחידה לפעולות נוער במכון ויצמן.
- * בדבר פרטים והרשעה יש לפנות לפי הכתובת:
 - היחידה לפעולות נוער
 - מכון ויצמן למדע
 - להגובה 76100
- בתמיכת:
 - הועדה לקידום ההיגיון המדעי לנוער
 - משרד ההיגיון והמנוחות.
 - המינהל למחקר מעשייתי - משרד התמ"ת.