



# היקום המתכווץ

ג'ין צירקל וס. ליטל  
המכללה הקהילתית של נסאו, גרדן סיטי, ניו יורק

מלימודי הפיסיקה ידוע, שגופים מתפשטים או מתכווצים כאשר הטמפרטורה שלהם משתנה. הנוסחה לשינוי באורך היא, כידוע:

$$L_1 = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

כאשר  $L_0$  האורך המקורי של הגוף ו- $L_1$  הוא האורך החדש של הגוף בעקבות השינוי בטמפרטורה  $\Delta T$ , ו- $\alpha$  הוא מקדם ההתפשטות הקווית, שערכו תלוי בחומר ממנו עשוי הגוף. שימו לב, שאם מעלים את הטמפרטורה של גוף נתון שאורכו  $L_0$ , ב- $30^\circ\text{C}$ , ואורכו החדש הוא  $L_1$ , ולאחר מכן מורידים את הטמפרטורה של גוף זה ב- $30^\circ\text{C}$ , ואורכו יהיה  $L_2$ , נקבל:

$$L_1 = L_0 (1 + 30\alpha) \quad (1)$$

$$L_2 = L_1 (1 - 30\alpha) \quad (2)$$

אם מציינים את ערכו של  $L_1$  מתוך (1) אל (2) מקבלים:

$$L_2 = L_0 (1 - 900\alpha^2)$$

כלומר  $L_2$  קטן במקצת מ-  $L_0$ . הגוף הנתון התכווץ במידה מזערית! ברור שקשה מאוד למדוד שינוי קטן כזה; אולם במשך מאות בשנים הטמפרטורה של כדור הארץ עולה ויורדת חזרה בכל יממה. דבר זה יגרום להתכווצות מצטברת במשך פרק זמן ארוך, ואת זאת אפשר יהיה למדוד! ברור שאם נמשיך לחמם ולקרר חליפות את הגוף דלעיל, ונניח שהטמפרטורה שלו עולה ויורדת ב-  $30^\circ\text{C}$  בממוצע בכל יממה, נקבל:

$$L_4 = L_2 (1 - 900\alpha^2) = L_0 (1 - 900\alpha^2)^2$$

$$L_6 = L_0 (1 - 900\alpha^2)^3$$

$$L_{2n} = L_0 (1 - 900\alpha^2)^n$$

פרוש הדבר שסרגל אלומיניום ( $\alpha \sim 2.57 \cdot 10^{-5}$ ) שאורכו 30cm, יהיה כעבור 10 שנים באורך  $L$  של  $^2$ :

$$L = 30 [(1 - 900 \cdot (2.57 \cdot 10^{-5})^2)]^{3650}$$

$$L \sim 29.93 \text{ cm}$$

אולם כעבור 1000 שנים יהיה אורכו של סרגל זה:

$$L = 30 (1 - 900 [2.57 \cdot 10^{-5}]^2)^{365000} \sim 24.2 \text{ cm}$$

ואילו סרגל דומה העשוי מעץ אורן ( $\alpha \sim 3.41 \cdot 10^{-5}$ ) יתכווץ עד כדי  $^3$ :

$$L = 30 (1 - 900 [3.41 \cdot 10^{-5}]^2)^{365000} \sim 20.5 \text{ cm}$$

כמובן, שכעבור זמן מספיק ארוך הסרגל יעלם לחלוטין, שכן העץ לא תוכל להבחין בו, כשם שלא תוכל גם להבחין בחוברת זו שאתם מחזיקים בידכם.

---

2. כנראה שלא הבחינו בהתכווצות זו עד עידן המחשבים, שאז התאפשר לבצע חישובים אלה בקלות.  
3. נעיר כאן, לשמחתם של תלמידים העובדים במעבדה, שיייתכן ושינויים אלה הם הסיבה לשינויים במדידה שנתקלים בהם בניסויים.