

# הצעות ורעיונות

## הסבר חוק שימור התנע ע"י יישום חוק שימור האנרגיה במערכות ייחוס שונות

מנה פ"ס, פ"ס אורט רמות ירושלים, פ"ס צופית כפר-סנז

ביטוי זה זהה לביטוי המתקבל ע"י שימוש בחוק שימור התנע במערכת נחה.

$$(5) \quad v = \frac{Mu}{M+m} \quad \text{וכמוכן:}$$

ב. התפוצצות

שני גופים שמסתם  $m$  ו  $M$  לחוצים על קפיץ על שולחן אופקי ללא חיכוך. נניח שבזמן שהגופים הם במנוחה, אנרגיית הקפיץ  $E$ . לאחר שמשחררים את הקפיץ,  $M$  נע במהירות  $u$  ימינה ו  $m$  נע במהירות  $v$  שמאלה.

**מבט של צופה נח:**

$$\frac{1}{2} Mu^2 \quad \text{אנרגיה קינטית של } M \text{ לאחר התפוצצות:}$$

$$\frac{1}{2} Mv^2 \quad \text{אנרגיה קינטית של } m \text{ לאחר התפוצצות:}$$

לפי חוק שימור האנרגיה:

$$(6) \quad \frac{1}{2} Mu^2 + \frac{1}{2} mv^2 = E$$

**מבט של צופה הנע במהירות  $v$  שמאלה ומקביל לשולחן:**

$$\frac{1}{2} (M+m)v^2 \quad \text{אנרגיה קינטית לפני התפוצצות של } M \text{ ו } m$$

(זאת בהנחה של קפיץ בעל מסה זניחה)

$$\frac{1}{2} M(u+v)^2 \quad \text{אנרגיה הקינטית של } M \text{ לאחר התפוצצות:}$$

האנרגיה הקינטית של  $m$  לאחר התפוצצות היא 0.

$$(7) \quad E + \frac{1}{2} (M+m)v^2 = \frac{1}{2} M(u+v)^2 \quad \text{לכן}$$

אם משווים את  $E$  מ (6) ו (7) מקבלים:

$$(8) \quad mv^2 = uvM$$

$$(9) \quad mv = Mu \quad \text{ואם } v \neq 0$$

וזהו חוק שימור התנע.

ג. התנגשות אלסטית

גוף שמסתו  $M$  נע במהירות  $v$  שמאלה ומתנגש אלסטית עם גוף נח שמסתו  $m$ . לאחר ההתנגשות מהירות הגוף  $M$  היא  $u_1$

הקדמה

ההסבר הנפוץ לחוק שימור התנע הוא יישום החוק השלישי והחוק השני של ניוטון למערכת סגורה. מאמר זה מציג מבט שונה, המראה שיישום חוק שימור האנרגיה בשתי מערכות ייחוס גלילאיות, מתאים לתוצאות לפי יישום חוק שימור התנע במערכת ייחוס בודדת.

נדון בשלושה מקרים ידועים למערכות סגורות: (א) התנגשות פלסטית (ב) "התפוצצות" (ג) התנגשות אלסטית.

א. התנגשות פלסטית

מסה  $M$  נעה במהירות  $u$  בקו ישר שמאלה לקראת גוף בעל מסה  $m$  הנמצא במנוחה. נניח שהמהירות המשותפת של הגופים היא  $v$  לאחר ההתנגשות הפלסטית.

**מנקודת מבט של צופה נח:**

$$\frac{1}{2} Mu^2 \quad \text{אנרגיה קינטית לפני ההתנגשות:}$$

$$\frac{1}{2} (M+m)v^2 \quad \text{אנרגיה קינטית אחרי ההתנגשות:}$$

לכן אנרגיית החום שמתפתחת עקב ההתנגשות:

$$(1) \quad \Delta E = \frac{1}{2} Mu^2 - \frac{1}{2} (M+m)v^2$$

(נזניח את אנרגיית הקול)

**מנקודת מבט של צופה הנע במהירות  $v$  שמאלה בקו ישר המקביל לתנועה המשותפת:**

$$\frac{1}{2} M(u-v)^2 + \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{אנרגיה קינטית לפני ההתנגשות:}$$

האנרגיה הקינטית אחרי ההתנגשות היא 0.

$$(2) \quad \frac{1}{2} M(u-v)^2 + \frac{1}{2} mv^2 = \Delta E \quad \text{לכן:}$$

מאחר והחום הנוצר ( $\Delta E$ ) בשני המקרים זהה, הביטוי (1) שווה לביטוי (2) ובסוף מקבלים:

$$(3) \quad Mv^2 + mv^2 = Muv$$

ואם  $v \neq 0$

$$(4) \quad Mv + mv = Mu$$

שמאלה ומהירות הגוף היא  $u_2 m$  גם כן שמאלה (זאת הנחה בינתיים).

**מנקודת מבט של צופה נח**, לפי חוק שימור האנרגיה (זאת התנגשות אלסטית בהגדרה):

$$(10) \quad Mv^2 = Mu_1^2 + mu_2^2$$

**ממבט של צופה הנע במהירות  $v$**  שמאלה:

$$(11) \quad mv^2 = M(u_1 - v)^2 + m(u_2 - v)^2$$

$$mv^2 = Mu_1^2 + Mv^2 - 2Mu_1v + mv^2 + mu_2^2 - 2mu_2v$$

לפי (10) ולאחר העברת  $mv^2$  לאגף השמאלי:

$$0 = Mv^2 - v(Mu_1 + mu_2)$$

אם  $v \neq 0$  נקבל:

$$(12) \quad Mv = Mu_1 + mu_2$$

וזהו שוב חוק שימור התנע.

ממשוואות (12) ו (10) מקבלים את המשוואה:

$$(13) \quad v = -(u_1 - u_2)$$

ולכן:

$$u_1 = \frac{(M - m)v}{M + m} \quad u_2 = \frac{2Mv}{M + m}$$

מסקנה

ידוע שחוקי השימור מקורם בסימטריה של חלל-זמן אך ברמה של פיזיקה בתיכון דבר זה אינו בא לביטוי. (אם להסתמך על ספרי הפיזיקה ברמה זו). במאמר זה ניתן לראות כיצד חוק שימור התנע נובע מחוק שימור האנרגיה אם מסתמכים על הסימטריה של הצופים במערכות גליליאיות. אפשר כמובן להתחיל עם חוק שימור התנע ולהראות שחוק שימור האנרגיה תקף במערכות גלילאיות שונות אך תפיסת חוק שימור האנרגיה אצל רוב התלמידים לא מהווה בעיה, דבר שאי אפשר לומר על חוק שימור התנע.

מאמר זה הוא פיתוח של עבודה שנעשתה לקורס מכניקה ע"י המחלקה להוראת המדעים של מכון ויצמן ביוני-יולי 93, תודתי לכל הצוות על ההשראה לעבודה. כמו כן תודתי לאלכס רזניק ואיתמר פוטובסקי מאוני העברית על שיחות מעניינות בנושא.

## הערה להסבר חוק שימור התנע

לאה קרקובר, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.  
ארכיב ללימודים קדם אקדמיים, האוניברסיטה העברית, ירושלים

$$(1) \quad \Delta E = \left(\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1v_{1,0}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2,0}^2\right)$$

**מנקודת מבטו של גוף צופה במערכת שנייה**, הנעה במהירות  $u$  ביחס למערכת הראשונה, השינוי באנרגיה הקינטית בעקבות ההתנגשות הוא:

$$(2) \quad \Delta E = \left(\frac{1}{2}m_1(v_1 - u)^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2 - u)^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1(v_{1,0} - u)^2 + \frac{1}{2}m_2(v_{2,0} - u)^2\right)$$

נחסר את שתי המשוואות האחרונות זו מזו ונקבל (לאחר פעולות אלגבריות של פתיחת סוגרים וכינוס אברים) כי כל האברים הריבועיים מצטמצמים ונותרים רק האברים המעורבים:

$$(3) \quad [(m_1v_1 + m_2v_2) - (m_1v_{1,0} + m_2v_{2,0})] \cdot u = 0$$

מאמרו של שלמה פישר "הסבר חוק שימור התנע על ידי יישום חוק שימור האנרגיה במערכות ייחוס שונות" (בחוברת זו) מעורר מספר שאלות מעניינות הקשורות במערך מושגי היסוד, מקומם של עקרונות סימטריה וחוקי שימור, הבטים דידקטיים בהוראת המושגים ועוד. להלן דיון קצר במספר שאלות המתעוררות למקרא המאמר:

**האם אפשר להכיל את ההסבר להיגיון כללי כלשהו בין שני זופים?**

ההסבר ניתן על ידי הדגמה בשלושה סוגי התנגשות - פלסטית, אלסטית והתפוצצות. האם אפשר לנסח את ההסבר באופן כללי להתנגשות כלשהי ולתת לו תוקף של "הוכחה"? אפשר לעשות זאת יחסית בנקל, באופן הבא:

**מנקודת מבטו של גוף צופה במערכת אחת** השינוי באנרגיה הקינטית בעקבות ההתנגשות הוא:

ובהנחה ש- $u$  איננו אפס מתקבל שימור התנע. זוהי הוכחה בעלת אופי כללי.

### האם ההסבר ניתן להתייחס אליו כאלו כאלו?

שלוש הדוגמאות שבמאמר הן בעלות אופי חד ממדי. מכאן עולה השאלה העקרונית הבאה: האם חוק שימור וקטורי יכול להתקבל כמסקנה של חוק שימור סקלרי? האם תיתכן דרך להכללת ההוכחה? ובכן, ההוכחה דלעיל כתובה כבר כהוכחה וקטורית. אגף שמאל של משוואה (3) הוא מכפלה סקלרית, ומשמעות המשוואה היא שהיטל וקטור השינוי בתנע (הווקטור שבסוגריים המרובעות) על הווקטור  $u$  הוא אפס. אך הווקטור  $u$  עשוי להיות בכיוון כלשהו ולכן וקטור שינוי התנע הוא כזה שהיטל שלו על כיוון כלשהו הוא אפס ולכן זהו וקטור האפס. התכונה הווקטורית נכנסה למערכת השיקולים דרך הווקטור  $u$  (טרנספורמציה גלילאו) ולא דרך חוק שימור האנרגיה.

### האם יש בהוכחה נקודה דיונית מכרעת?

הנקודה המכרעת בהוכחה היא ההנחה כי השינוי באנרגיה הקינטית בעת ההתנגשות ( $\Delta E$ ) אינו תלוי במערכת הייחוס, וכי גם טרנספורמציה גלילאו (מעבר למערכת צירים הנעה במהירות קבועה ביחס למערכת המקורית) אינה משנה את הערך הכמותי של  $\Delta E$ . טרנספורמציה כזאת משנה את הערך הכמותי של האנרגיה הקינטית, אך לא את שיעור השינוי באנרגיה הקינטית. כיצד נצדיק טענה כזאת? ההצדקה במאמר היא זו: בהנחה שהשינוי באנרגיה מתבטא בהתחממות (תוך התעלמות מאפשרויות אחרות), ובהתחשב בנסיגנון שמידת ההתחממות אינה תלויה בבחירת מערכת הייחוס,  $\Delta E$  אינו תלוי במערכת הייחוס.

זוהי נקודת החוזק והחולשה של ההסבר. החוליה המכרעת תלויה במידע ניסויי מחוץ לתחומי המכניקה שלא נידון לעומקו קודם לכן, אך נראה לתלמיד סביר ואינו מצריך הסבר מיוחד.

### האם אכן (דעה שיושם מקורם ברוק שיושם האנרגיה)?

מן התשובה לשאלה הקודמת עולה כי אפשר לנסח את הטענה באופן הבא:

**אם שיעור השינוי באנרגיה הקינטית של מערכת שני גופים, זהה במערכות צירים הנבדלות זו מזו בטרנספורמציה גלילאו, אזי התנע אינו משתנה במהלך ההתנגשות.**

בניסוח זה איננו זקוקים במפורש לחוק שימור האנרגיה, אלא למידע בדבר אי התלות של שיעור השינוי בבחירת מערכת הצירים. מידע זה יכול להתקבל מאחד משני מקורות: מן ההסבר המובא במאמר (הקשור בחום) או מן המכניקה עצמה. ההסבר הקשור בחום אינו הוכחה של ממש אלא הסבר גרידא, על יתרונותיו וחסרונותיו, כפי שראינו. ניתוח מכני מיקרוסקופי של המתרחש במערכת יכול להסביר את אי התלות אך הוא חייב להניח את חוק שימור התנע כנתון מראש.

### האם ההסבר ניתן להתייחס אליו כאלו כאלו?

לכאורה ההסבר הניתן במאמר לחוק שימור התנע תקף להתנגשויות בלבד, מפני שהוא עורך השוואה בין מצב המערכת לאחר ההתנגשות לבין מצבה לפני ההתנגשות ואינו מתעניין במהלך ההתנגשות עצמה. אך כידוע חוק שימור התנע תקף גם במהלך ההתנגשות בין אם היא אימפולסיבית-מהירה ובין היא מתמשכת לאיטה. האם אפשר להכליל את ההסבר?

אם נבדוק במה התבטאה ההנחה שמדובר בהתנגשות קצרה, נגלה שהדבר היה בהנחה שעשינו כי שינוי באנרגיה הקינטית מתבטא בחימום המערכת. אם נוותר על הנחה זו וניקח בחשבון כי תוך כדי האינטראקציה יש המרה של אנרגיה קינטית בפוטנציאלית ולהיפך נראה כי ההסבר תקף לאינטראקציה כלשהי. ראינו כבר כי התנאי הוא ששיעור השינוי באנרגיה הקינטית יהיה זהה במערכות הנבדלות זו מזו בטרנספורמציה גלילאו. כל אינטראקציה שהאנרגיה הפוטנציאלית שלה עונה לדרישה זו תשמר את התנע. לא ניכנס כאן לבירור לעומק. נסתפק בהערה שבמקרה שבו האנרגיה הפוטנציאלית היא פונקציה של המקום "המוחלט" ( $mg y$  למשל) התנאי אינו מתקיים, אך במקרה שבו האנרגיה הפוטנציאלית תלויה בקואורדינטות היחסיות של שני הגופים (אנרגיית אינטראקציה בגרביטציה ובאלקטרוסטטיקה) התנאי מתקיים.

### מה פשוט יותר - שיושם אף או שיושם אנרגיה?

האם אכן כדאי להשתמש בשימור האנרגיה כנקודת מוצא לשימור התנע? האם אכן שימור האנרגיה מובן לתלמיד יותר משימור התנע? בעניין זה יש פנים לכאן ולכאן. מחד גיסא, התלמיד כבר עבר בשנים קודמות "שטיפת מוח" ממושכת באשר לשימור האנרגיה ואפשר לצפות שמושג זה יהיה מושרש אצלו, בעוד התנע הוא מושג חדש. מאידך גיסא

ספק אם התלמיד מבין את שימור האנרגיה טוב יותר מאשר את שימור התנע. אנרגיה היא מושג קשה שאיננו מסוגלים אפילו להגדירו במשפט אחד. קשה להאמין ששימורו של מושג בלתי נתפש זה יהיה פשוט משימור התנע. שימור האנרגיה מוכר יותר משימור התנע, אך אינו פשוט ממנו. אנו מלמדים את המכניקה הניוטונית כך שבבסיסה נמצאים שלושת חוקי התנועה (ולא בפורמליזם לגרנזי או המילטוני) במערכת זו חוק שימור התנע עולה מיידי. השאלה האם להסתמך בכל זאת על ידע מוקדם באנרגיה היא שאלה מעניינת בעלת הבטים מתודיים ודידקטיים. אני אישית סבור כי מן הרגע שבחרנו לעבוד עם חוקי התנועה של ניוטון ככללי יסוד, אין לסמוך את התנע על האנרגיה.

*האם אפשר להסביר בפשטות את הקשר בין חוקי שימור אנרגיה?*

בפיסיקה של המאה העשרים נחשב הקשר בין חוקי שימור

לבין סימטריה לאחד ההבטים העמוקים של הפיסיקה. לא כך היה קודם לכן. שיקולים של סימטריה ושימור לא שיחקו תפקיד חשוב עד לאמצע המאה ה-19, מפני שלמרות היופי שלהם לא נראו פוריים במיוחד. כאמור, במאה ה-20 השתנתה הגישה, ובמקרים שבהם היה אפשר לומר מעט מאוד על הדינמיקה התמקדו בחוקי השימור ובסימטריה. הקשר בין שני אלה מוכר היטב בתורת הקוונטים. בהיות הפיסיקה הקלאסית מקרה גבולי של הפיסיקה הקוונטית ( $\hbar \rightarrow 0$ ) על הקשר להיות תקף גם במכניקה הניוטונית. אנו מצפים כי אם הקשר בעל אופי עקרוני בסיסי יהיה אפשר להסבירו בפשטות מתוך הכללים הבסיסיים - חוקי התנועה של ניוטון. מתברר כי הדבר כרוך בקשיים רבים וכי אפשר למצוא דוגמאות נגדיות במסגרת המכניקה הניוטונית. כדי לראות את הקשר יש לעבור לניסוחים חלופיים של המכניקה (של לגרנזי והמילטון), ניסוחים שבהם עוסקים בכוחות משמרים בלבד.

## דו-שיח של חרשים...

### האם ניתן לבנות מכונה חושבת?

*רמי ארלי, מחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע*

**מדעני** - נבחן את הנושא **מנקודת מבט התפתחותית**:

בתחילה היו מכונות חישוב מכניות, שהוחלפו על ידי מחשבים חשמליים המבוססים על ממסרים. לאחר-מכן, פותחו מחשבי השפופרות האלקטרוניות (שפופרות הוואקום), שלצורך הפעלתם נדרש בניין עם אספקת חשמל מיוחדת ומערכות הקירור. בהמשך, הומצא הטרנזיסטור, וממנו באופן טבעי עברו לייצור שבבי הסיליקון (גיקים), שהכילו מאות, ואח"כ אלפי, וכיום מאות אלפי טרנזיסטורים בכל שבב.

הכוונה שלנו היא לבנות דור ראשון של רובוטים שיוכל לבנות את הדור הבא של הרובוטים, ילמד מטעויותיו ויתכנן רובוטים מוצלחים יותר, שיתכננו רובוטים מוצלחים יותר וכו'...

**חכמולוגי** - מכונה אינה יכולה לתכנן ולבנות מכונה שהיא יותר משוכללת ממנה.

**מדעני** - מערכת החישוב ברובוט "איינשטיין" היא **מערכת חישוב מקבילי** (Parallel Processing)

דיאלוג בין:

**מדעני** - מדען רציונאלי, העובד בחברה המפתחת את רובוט העתיד, אשר יהווה כפיל מושלם לאדם ויתפקד טוב יותר ממנו בכל המצבים.

**חכמולוגי** - אינטלקטואל ממדעי הרוח, פילוסוף ואיש אמונה המתעניין במדע. לדעתו, יצירת מערכת שתשתווה למוח האדם או אפילו תעלה עליה, היא תהליך **שלא-יתכן עקרונית**, מכיוון שהמתכנן הוא המוח האנושי.

**מדעני** - אנו מתכננים עתה מודל חדש של רובוט שיקרא "איינשטיין", ויוכל לבצע כל מה שעושה האדם בצורה טובה יותר ממנו. אפילו ל"התרבות" (=לייצר רובוטים חדשים ומתוחכמים יותר ממנו)!

**חכמולוגי** - בדבריך אין הגיון, מכיוון שרובוט הוא רק מכונה המבצעת פקודות ואינו מסוגל לחשיבה קוגניטיבית. מכאן שאין לו "Common Sense", וממילא חשיבה אבסטרקטית היא דבר שלא יתכן עבורו.

הפועלת בצורה דומה למוח האדם (Neural Network). כמות המעבדים (פרוססורים) שיפעלו במקביל בו זמנית במערכות החדשות תגדל מדור לדור, כך שכוח החישוב יגדל בהתאם.

**חכמולוגי** - קיימות לפחות שתי סיבות בסיסיות המונעות מכם לבנות מודל אמיתי של מוח האדם:

(1) מוח האדם מורכב ממאה ביליון ( $10^{11}$ ) נוירונים, שכל אחד מהם מקושר ל-1000 עד 100,000 נוירונים אחרים, כלומר: רשת של  $10^{16}$  קשרים בין יחידות החישוב הבסיסיות (נוירונים).

(2) החישובים במוח הם סיכום של סיגנלים אנלוגיים בחלקם (בסינאפסות), וכמות הקשרים האדירה כוללת משוברים מכל צומת חזרה ליחידות החישוב המקוריות. מכאן שלא ניתן ליצור מודל שיהיה מוצלח יותר מהגוף המורכב ביותר בטבע.

**מדעני** - אכן נכון, עד לשנים האחרונות נהוג היה לחשוב כי המחשבים מסוגלים רק לפתור בעיות במדעים (לוגיקה), ואילו דברים שנעשים אצל האדם בצורה אוטומטית ומובנת מאליה, כגון זיהוי פנים מוכרות בקהל, לא יוכלו המחשבים לבצע במהירות וביעילות.

לאחרונה, עם התפתחות החומרה של שבבי הסיליקון (למעשה, השבבים החדשים עשויים מגליום ארסניד ולא מסיליקון), מתפתחים גם אלגוריתמים מתוחכמים המנצלים אותם. לדוגמה: התוכנה של עיבוד אותות (ובעיקר זיהוי עצמים - Pattern Recognition) התפתחה במערכות הצבאיות המשמשות למעקב ולזיהוי, ומתחילות להופיע מערכות יעילות יותר מהאדם (מערכות מומחה), בעיקר כאלו המשלבות מספר רב של סנסורים (Sensor Fusion). מערכת חדשה הנמצאת בארה"ב בשלבי פיתוח היא מערכת ראייה צבאית, המשלבת סנסורים בכל טווח הספקטרום האלקטרומגנטי: החל באולטרא-סגול, דרך התחום הנראה, האינפרא-אדום, ועד גלים מילימטריים וראדאר. ע"י עיבוד מקבילי **במחשב אופטי** (המזהה צורות), ניתן היום לתכנן מערכת משוכללת בהרבה מהמערכת האנושית. מערכת זו תבצע זיהוי מטרה בכל תנאי ראות, ביום ובלילה, במהירות וביעילות הגדולים בסדרי גודל מאלו של העין ומח האדם.

**חכמולוגי** - המגבלה בבניית מכונה חושבת היא עקרונית ולא טכנולוגית! מה שאתה מנסה להציע כאן מקביל להצעתו של אדם שהצליח לטפס על סולם לגג בניין בגובה קומה אחת. בהמשך הוא בנה סולם גבוה יותר שאיפשר לו לטפס על בניין בגובה 20 קומות.

עתה הוא טוען שאם הצליח להתקדם מגובה של קומה אחת לגובה של 20 קומות, הרי בעתיד יוכל להגיע עם הסולם לירח.

**לא ניתן לבצע אקסטרפולציה של סדרי גודל**

מכיוון שהבעיות המתעוררות שונות לגמרי ואין דרך נראית לפיתרון. לאדם יש "שכל ישר" (Common Sense) המבוסס על כל חושיו, הדברים שעברו עליו בעבר, ואף התורשה שירש מהוריו. לעולם לא נוכל להקנות תכונות אלו למכונות.

**מדעני** - מערכות המחשב החדשות שלנו (דור חמישי)

מבוססות על **עיבוד היוריסטי** (לעומת אלגוריתם דטרמיניסטי). עיבוד זה מאפשר פתרונות יעילים יותר (ולעיתים היחידים האפשריים) בטיפול בנושא שהוא **תהליכי** מטיבעו (כמו משחק שח-מט). הלוגיקה החדשה שפיתחנו מבוססת על:

"תורת אי הוודאות של הקבוצות המעורפלות" (Uncertainty Fuzzy set Theory) ואנו בדרך למחשב חושב.

בפיתוח נמצא אצלנו "**זיכרון אסוציאטיבי**" הבנוי בדיוק על עיקרון הזיכרון האנושי, ומאפשר קליטת אינפורמציה חלקית על נושא מסויים, תוך שהוא משלים אותה בעצמו מתוך נסיונו בעבר. לצורך שיפוט ביקורתי של אלו השוללים "יכולת חשיבה" של מחשב, מספיק לבדוק את טענותיהם מלפני 10 ו-20 שנה, ולהיווכח כי מספר רב מהנושאים שהם טענו שהמחשב לעולם לא יוכל לבצע טוב יותר מהאדם, מבוצעים כבר היום טוב יותר על ידו.

והויכוח בין השניים נמשך ונמשך, וימשך כנראה עוד שנים ארוכות. . .

המערכת מזמינה את קוראי העיתון להעלות תגובות לכתוב לעיל, כולל הצגת נקודות מבט שונות על נושא זה (מוסר, אמונה וכו'...)