

חיכוך ואנרגיה- רק תיאורטי

מבוא

אנרגיה הוא גודל פיזיקלי סקלרי השמור במערכות סגורות. אנרגיה יכולה לעבור מגוף אחד לשני ולהתבטא בצורות שונות.

ניתן לחלק את צורות האנרגיות השונות לשתי קבוצות סוגי אנרגיה עיקריות:

קבוצת האנרגיה קינטית: אנרגיה קינטית קיימת כאשר אחד ממרכיבי המערכת נמצא בתנועה. גוף בתנועה הוא בעל אנרגיה קינטית כמובן, אך בתוך קבוצה זו נכללות גם לדוגמא, אנרגית חום- שהיא תנועת מולקולות בחומר, ואנרגיית קול – שהיא תנודת מולקולות בחומר בתדרים מסוימים.

קבוצת האנרגיה הפוטנציאלית: אנרגיה המצויה במערכת כתוצאה מכוח הפועל על המערכת ואינה באה לידי ביטוי בתנועה, אך היא יכולה לשנות צורה לאנרגיה קינטית כמובן. לקבוצה זו משתייכות לדוגמא האנרגיה האלסטית, אנרגיית הכובד ואנרגיה חשמלית (לדוגמא חשמל סטטי) .

חלק א'- סוגי אנרגיה

במערכת סגורה, האנרגיה הכוללת נשמרת, כלומר האנרגיה הנמדדת בכל אחד משלבי התהליך הינה שווה. האנרגיה יכולה להחליף את צורתה על ידי גלגולי אנרגיה—לדוגמה, מעבר בין אנרגיה פוטנציאלית של גוף מורם לאנרגיה קינטית בעת נפילתו. בניסוי זה, נצפה בסוגי האנרגיה הבאים:

א. אנרגיה קינטית – אנרגיית הגוף הקשורה למהירות תנועתו.

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

E - אנרגיה, m - מסת הגוף, v - מהירות הגוף

ב. אנרגיה פוטנציאלית – אנרגיה האצורה בגוף כתוצאה מכוח הפועל עליו. למשל:

(i) אנרגיה פוטנציאלית כובדית – אנרגיה האצורה בגוף כתוצאה מכוח הכובד. אנרגיה זו תלויה בהפרש הגבהים בין מצבו של הגוף לבין נקודת ייחוס שרירותית, שמטעמי נוחות, מוגדרת לרוב כנקודה בה הגוף מסיים את תנועתו.

$$E = mg \cdot \Delta h \quad (2)$$

E - אנרגיה, m - מסת הגוף, g - תאוצת הכובד ע"פ כדור הארץ, Δh - הפרש הגבהים בין נק' ההתחלה לנק' הייחוס

(ii) אנרגיה פוטנציאלית אלסטית – אנרגיה האגורה בגוף כתוצאה מדפורמציה, הגורמת לשינוי המרחקים הבין-אטומיים, וכתוצאה מכך ליצירת כוחות חשמליים פנימיים בחומר. עבור קפיץ אידיאלי, זוהי האנרגיה אותה הקפיץ אוצר בתוכו, כאשר הוא אינו במצבו הרפוי, כלומר כאשר הוא מתוח או מכווץ.

$$E = \frac{1}{2} k \cdot (\Delta x)^2 \quad (3)$$

E - אנרגיה, k - קבוע הקפיץ, Δx - גודל התרחבות/התכווצות של הקפיץ

ברור כי בעולם ובניסוי זה קיימות צורות אנרגיה נוספות, אך אין צורך להרחיב עליהן כעת.

שאלת הכנה: הראה שלכל צורות האנרגיה יש את אותן היחידות.

איבוד אנרגיה הינו תהליך המתרחש בעת מעבר אנרגיה לצורה שאינה רצויה לשם תהליך מסוים. חשוב להבין כי מדובר בעצם במעבר לסוג אנרגיה שונה. לדוגמה, בתהליך הפקת חשמל, האנרגיה המומרת לחום נחשבת לאיבוד אנרגיה, אך בתהליך חימום בתנור חשמלי, אותו מעבר אנרגיה לחום אינו נחשב איבוד אנרגיה כיוון שהתוצאה הרצויה היא הפקת חום.

חלק ב' - עבודה

עבודה היא כמות האנרגיה המועברת למערכת או גוף, כתוצאה מהפעלת כוח לאורך מסלול כלשהו.

$$W = F \cdot \Delta x \quad (4)$$

W - עבודה, F - כוח, Δx - המרחק לאורכו פעל הכוח

צריך לשים לב שהכוח הינו וקטור, וכך גם המרחק בו הוא פועל, וביניהם יש מכפלה סקלארית, ולכן העבודה מקסימלית כאשר הכוח פועל במקביל לכיוון תנועתו של הגוף.

שאלת הכנה: בדוק איזה יחידות יש לעבודה.

חלק ג'- חיכוך

כעת, לאחר שהוגדרו המושגים עבודה ואנרגיה, ננסה להסביר את משמעותו של שם הניסוי: "חיכוך ואנרגיה". חיכוך, בניגוד לאנרגיה, הינו כוח. מבחינת יחידות, ההבדל בין כוח לאנרגיה (או עבודה) הינו הכפלה במרחק, כפי שניתן לראות בנוסחא (4) המתארת עבודה.

בעת אינטראקציה של שני גופים על ידי מגע ישיר בין משטחיהם, פועלים כוחות מגע, וביניהם **כוח החיכוך**, בכיוון המקביל למשטח המגע. מדובר בסוג של כוח מעכב, המכוון תמיד כנגד כיוון המהירות של הגוף, ולכן מאט את מהירותו, ולמעשה מקטין את האנרגיה הקינטית שלו. האנרגיה אותה מאבד הגוף, כתוצאה מעבודת כוח החיכוך, הופכת לאנרגיות מצורות שונות, כגון חום, קול, אור ועוד. על מנת לבדוק את כמות האנרגיה אותה "הפסיד" גוף בשל עבודת כוח החיכוך, יש לכפול את הדרך אותה הוא עבר בכוח החיכוך (בעצם, להשתמש בנוסחא (4)).

מקדם החיכוך μ , אשר משפיע ישירות על גודלו של כוח החיכוך, הינו פונקציה התלויה בעיקר בסוגי החומרים הבאים במגע. בנוסף, הוא מושפע מאיכות פני השטח בנקודת המגע (משטח חלק לעומת משטח מחוספס, למשל), ויכול להיות מושפע אף מטמפרטורת הסביבה, וממהירות הגוף.

$$F_{friction} = \mu \cdot N \quad (5)$$

N - הנורמל למשטח

ישנם שני סוגים של כוח החיכוך ולכל סוג מקדם חיכוך משלו:

א. חיכוך סטטי: חיכוך הפועל בין שני משטחים **שאינם נמצאים בתנועה יחסית**, למרות שהם נדחפים (או נמשכים) זה ביחס לזה בכיוון אופקי. לדוגמה, כוח חיכוך סטטי פועל בין כיסא לרצפה כאשר אדם דוחף את הכיסא והוא עוד לא זז, משום שהרצפה מפעילה עליו כוח חיכוך סטטי השווה בגודלו ומנוגד בכיוונו לכוח הדוחף את הכיסא.

ב. חיכוך קינטי: חיכוך הפועל בין שני משטחים הנעים זה יחסית לזה בתנועת החלקה. לדוגמה, החיכוך שמפעילה הרצפה על רגליו של אדם הגורר את רגליו על הרצפה, או החיכוך שמפעילות הידיים זו על זו כאשר מחככים אותן זו בזו.

שאלות הכנה:

1. גוף בעל מסה של 100 גרם נע במהירות של 10m/s . בשלב מסוים הוא מתחיל להתחכך עם משטח, וכתוצאה מהחיכוך הקינטי איתו, הוא נעצר לאחר 20 מטר. מהו מקדם החיכוך הקינטי של הגוף עם המשטח?
2. מהו מומנט התמד (אינרציה)? מצא/י ביטוי לאנרגיה של גוף מסתובב בעל מומנט התמד I ותדירות סיבובית ω .
3. הסבר/י בקצרה את המושגים גלגול ללא החלקה, גלגול עם החלקה.

סיכום

בניסוי זה נצפה באמצעות מערכת פשוטה המתוארת בתדריך, בשינוי צורתה של אנרגיה פוטנציאלית לאנרגיה קינטית. נבחן את חוק שימור האנרגיה במערכת כמעט אידיאלית, ונראה כיצד הכנסת חיכוך באופן מאולץ משנה את התוצאות.