

חיכוך ואנרגיה

(1) רקע תיאורטי:

במערכת סגורה, האנרגיה הכללית נשמרת, כלומר האנרגיה הנמדדת בכל אחד משלבי התהליך הינה שווה. האנרגיה יכולה להחליף את הצורה בא היא באה לידי ביטוי על ידי גלגולי אנרגיה, לדוגמה מעבר בין אנרגיה פוטנציאלית של גוף נופל לאנרגיה קינטית.

בניסוי זה נתקל באנרגיות מצורות שונות:

אנרגיה קינטית – אנרגיית הגוף הקשורה למהירות תנועתו.

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

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

אנרגיה סיבובית – האנרגיה הקינטית של גוף הנע בתנועה סיבובית.

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

כאשר E- אנרגיה, I- מומנט ההתמד של הגוף, ω – המהירות הזוויתית של הגוף

* עבור דיסקה מסתובבת סביב המרכז מומנט ההתמד הינו $I = \frac{1}{2} m r^2$

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

האנרגיה פוטנציאלית כובדית – אנרגיה האצורה בגוף כתוצאה מכוח הכובד, אנרגיה זו התלויה בהפרש הגבהים בין מצבו של הגוף ביחס לבין נקודת ייחוס שמטעמי נוחות לרוב מוגדרת כנקודה בה הגוף מסיים את תנועתו.

$$E = mg\Delta h$$

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

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 נמתח או מכווץ.

$$E = \frac{1}{2} k \Delta x^2$$

כאשר E- אנרגיה, k- קבוע הקפיץ, ו- Δx – גודל ההתרחבות/התכווצות של הקפיץ.

בעולם ובניסוי זה קימות צורות אנרגיה נוספות, אך לצורך ניסוי זה לא נרחיב עליהן כעת.

* שאלה להכנה מקדימה: הראה שלכל צורות האנרגיה יש את אותן היחידות.

מערכות מכאניות שונות מאפשרות גלגול אנרגיה בין צורות האנרגיה השונות, כך שניתן להמיר אנרגיה פוטנציאלית לקינטית כדוגמת ניצול אנרגיה פוטנציאלית של מים במפל לסיבוב טורבינה (אנרגיה קינטית) והמרת האנרגיה הקינטית לאנרגיה חשמלית כמובן גם איבוד אנרגיה לחום.

מעבר אנרגיה לצורה שאינה רצויה לשם התהליך מכונה איבוד אנרגיה, אך זהו בעצם מעבר לסוג אנרגיה שונה. לדוגמה בתהליך הפקת החשמל האנרגיה המומרת לחום נחשבת איבוד אנרגיה אך בתנור חשמלי לעומת זאת אותו מעבר אנרגיה לחום אינו נחשב איבוד אנרגיה כיוון שזוהי התוצאה הרצויה.

נגדיר כעת מושג חדש: עבודה, עבודה היא כמות האנרגיה המועברת למערכת או גוף בשל הפעלת כוח לאורך מסלול כלשהו.

$$W = F \cdot \Delta X$$

כאשר W -עבודה, F -כוח ΔX -מרחק בו פעל הכוח.

צריך לשים לב שהכוח הינו וקטור וכך גם המרחק בו הוא פעל וביניהם יש מכפלה סקאלרית ולכן כאשר הכוח פועל במקביל לדרך של הגוף העבודה מקסימלית.
*בדוק איזה יחידות יש לעבודה.

כעת, לאחר שהבנתם יותר את המושגים עבודה ואנרגיה ננסה להסביר את משמעותו של שם הניסוי: "חיכוך ואנרגיה", חיכוך, (בניגוד לאנרגיה) היינו כוח. מבחינת יחידות ההבדל בין כוח לאנרגיה היינו הכפלה במרחק, כלומר: כוח X מרחק = אנרגיה.

החיכוך הוא סוג של כוח שבאמצעותו מתארים ומסבירים בפיזיקה את האינטראקציה שבין משטחים צמודים הנעים זה לעומת זה או ה"מנסים" לנוע, כלומר נדחפים או נמשכים זה לעומת זה

מקדם החיכוך μ , אשר משפיע ישירות על כוח החיכוך, הינו פונקציה התלויה בעיקר בסוגי החומרים הבאים במגע, באיכות פני השטח בנקודת המגע (כלומר פני שטח חלקים מול פני שטח מחוספסים), ויכולה להיות מושפעת אף מטמפרטורת הסביבה, וממהירות הגוף.

$$F_{friction} = \mu \cdot N$$

כאשר N הינו הנורמל למשטח

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

חיכוך סטטי: הוא חיכוך הפועל בין שני משטחים שאינם נעים זה יחסית לזה 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.

חיכוך הקינטי: הוא חיכוך הפועל בין שני משטחים הנעים זה יחסית לזה בתנועת החלקה. למשל: החיכוך שהמפעילה הרצפה על רגליו של אדם הגורר את רגליו על הרצפה, או החיכוך שמפעילות הידיים זו כל זו כאשר מחככים אותן זו בזו. מקדם החיכוך הסטטי תמיד יותר גדול ממקדם החיכוך הקינטי.

כוח החיכוך מכוון תמיד כנגד כיוון המהירות של הגוף ולכן מאט את מהירותו ולמעשה מקטין את האנרגיה הקינטית של הגוף, האנרגיה אותה מאבד הגוף הופכת לאנרגיות מצורות שונות כגון חום, קול, אור ועוד. על מנת לבדוק את כמות האנרגיה אותה "הפסיד" גוף בגלל כוח החיכוך נכפיל את הדרך אותה הוא עבר בכוח החיכוך.

התנגשות בין גופים

על מנת לדון בהתנגשות בין גופים יש להכיר חוק שימור נוסף והוא חוק שימור התנע, תנע הוא מכפלת המסה במהירות הגוף. יש לציין כי התנע נשמר כל עוד לא מעורבים במערכת כוחות חיצוניים (מערכת סגורה).

$$\vec{P}_{total} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots = \sum_i m_i \vec{v}_i$$

התנגשות אלסטית- בהתנגשות אלסטית נוסף על שימור התנע מתקיים גם שימור האנרגיה הקינטית במערכת, כלומר תנע הגופים והאנרגיה הקינטית שלהם לפני ואחרי ההתנגשות שוות.

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \vec{u}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{u}_2^2 \quad \text{שימור אנרגיה:}$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 \quad \text{שימור תנע:}$$

* איך נגרום לגוף נע להעביר את כל האנרגיה שלו לגוף נייח ?

התנגשות פלסטית- מתקיים שימור תנע ושימור האנרגיה הכללית במערכת אך האנרגיה הקינטית של הגופים אינה נשמרת, כלומר היה איבוד אנרגיה קינטית לצורת אנרגיה אחרת. בהתנגשות פלסטית אידאלית שני הגופים יתחברו לגוף אחד לאחר ההתנגשות .

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_f \quad \text{שימור תנע:}$$