

פרק 4: אינטראקציה וכוח

4.1 מהי "אינטראקציה"?



נדמיין שאנחנו בבית, ומגיע אלינו אורח. אנחנו פותחים את הדלת, לוחצים ידיים, מתיישבים על הספה בסלון... ניתן להמשיך את הסיפור, אך נעצור כאן ונדון על הפיזיקה שבעניין.



איור 4.1 – האיש והכורסה נמצאים באינטראקציה. שניהם מושפעים זה מזה – האיש נתמך ואינו נופל, הכורסה מתעוותת.

הפעלים "פותחים", "לוחצים", "מתיישבים" מתארים מגע בין הגופים. בכל מגע היו מעורבים שני גופים. כל אחד מהגופים **משפיע** על השני, וכל אחד – **מושפע** מהמגע.

לדוגמה, כשהאיש מתיישב על הכורסה (ראו איור 4.1), הוא משפיע עליה, הוא "מוערך" אותה. האיש גם מושפע מהכורסה – הוא נתמך ואינו נופל. אפשר לנסח זאת הפוך: הכורסה משפיעה על האיש – תומכת בו ומונעת ממנו ליפול. הכורסה גם מושפעת מהאיש – צורתה מתעוותת.

בשפה פיזיקלית תופעה זו של פעולה בין הגופים נקראת אינטראקציה. **אינטראקציה היא פעולה הדדית בין גופים. בכל אינטראקציה משתתפים שני גופים. שניהם משפיעים זה על זה, ושניהם גם מושפעים זה מזה.**

ייתכן שגוף מסוים ישתתף בכמה אינטראקציות בו-זמנית.

4.2 האם אינטראקציה מתרחשת רק כאשר יש

מגע בין הגופים?

התשובה: "לא בהכרח". כל מגע בהכרח מעיד על קיום אינטראקציה בין הגופים, אך ישנן גם אינטראקציות ללא מגע. לדוגמה, כל הגופים בסביבותינו נמצאים באינטראקציה עם כדור הארץ, בין אם הם נוגעים בו ובין אם לאו. בדוגמה שלמעלה האיש מועך את הכורסה, כי הוא נמשך אל כדור הארץ. מה היה קורה אילו הכורסה הייתה נעלמת פתאום? נכון, האיש היה נופל. ללא תמיכה כל הגופים נופלים ארצה.

מדוע? כולם יגידו – "עקב משיכה אל כדור הארץ!" כלומר, עקב האינטראקציה עם כדור הארץ. עובדה זו ידועה לכולם, אפילו כלב שזורקים לו כדור מצפה שהכדור ייפול לבסוף (ראו איור 4.2).

קיימים שני סוגים נוספים של אינטראקציה ללא מגע. הם מוכרים לנו מחיי היום-יום: אינטראקציה הקשורה לחשמל סטטי ואינטראקציה מגנטית. לדוגמה, אם נשפשף בלון גומי בשיער, השיער יימשך לבלון, כלומר, תהיה אינטראקציה ביניהם, גם מרחוק (ראו איור 4.3).

4.3 האם ההשפעה באינטראקציה היא

בהכרח הדדית?

תשובה: כן, בהכרח. גם אם הדבר אינו גלוי לעין. על מנת לבדוק זאת ניזכר בסיפור ילדים ידוע – אליעזר והגזר (ראו איור 4.4). נתבונן באינטראקציה בין הסבא לגזר. הסבא משך את הגזר. האם הגזר משך את הסבא? אולי אמרתם עכשיו בלבכם: "מה פתאום! גזר הוא סתם ירק! אין לו ידיים כדי למשוך!" אך חכו רגע... בואו ניזכר מה קרה לסבא אליעזר ולכל עוזריו ברגע שבו יצא הגזר מהאדמה (ראו איור 4.5).

כאשר הגזר יצא מהאדמה, כולם נפלו אחורנית! מדוע? "כי הגזר הפסיק למשוך" – אתם עונים? מכאן נוכל להסיק שלפני כן הגזר בכל זאת משך את הסבא. רעיון זה מסתדר עם הגדרת האינטראקציה שלמדנו בתחילת הפרק. הרי אינטראקציה היא בהכרח פעולה הדדית, ושני הגופים המשתתפים בה (הסבא והגזר) משפיעים זה על זה.

בחיי היום-יום אנו נוטים לפעמים לראות צד אחד בלבד של האירועים מבלי לקחת בחשבון את כלל הגורמים. לכן לשאלה "מי מושך את מי?" יענו אנשים רבים: "סבא מושך את הגזר, סבתא מושכת את סבא, הילדה מושכת את סבתא". אך אתם, קוראים יקרים, לומדים פיזיקה, ולכן תוכלו לדייק מעבר להרגלי היום-יום ולומר: "המשיכה היא הדדית. סבא מושך את הגזר והגזר מושך את סבא". הדבר נכון גם בכל שאר האינטראקציות המתוארות.



איור 4.2 – גוף שנזרק מעלה בהכרח ינחת בחזרה מטה עקב אינטראקציה ללא מגע עם כדור הארץ.



איור 4.3 – חשמל סטטי מאפשר אינטראקציה ללא מגע.

4.4 מהו "כוח"?

כדי לתאר את תופעת האינטראקציה באופן כמותי מגדירים גודל פיזיקלי הקרוי "כוח".

כוח הוא גודל פיזיקלי המבטא את ההשפעה על הגוף הנחקר מצד גוף אחר.

כוח הוא מושג מופשט אשר מקל עלינו לנתח את המתרחש בעולם הפיזי סביבנו. לא ניתן "לראות כוח" אלא רק את "תוצאת פעולת הכוח".

מכשיר למדידת כוח נקרא "**מד-כוח**" או "**דינמומטר**" (ראו איור 4.6).

4.5 מה כוח עושה?

בכל המקרים שאנו פוגשים, פעולת כוח מלווה בשינוי בצורת הגוף שעליו הכוח פעל. במקרים אחדים מבחינים בקלות בשינוי, ובמקרים אחרים השינוי נסתר מן העין, וצריך אמצעים מדויקים כדי להבחין בו. לדוגמה, באיור 4.4 עיוות צורת העלים של הגזר בולט לעין, אך עיוות פני העור של ידיו של סבא – קיים, אם כי אינו בולט לעין.

לעתים, בנוסף לכך, חלים גם שינויים במהירות תנועת הגוף. בדוגמה של אליעזר והגזר היו כל הגופים במצב של מנוחה (ראו איור 4.4), אך שנייה

אחר כך חל שינוי בתנועתם והם החלו ליפול, כלומר, החלו לנוע (ראו איור 4.5).



איור 4.4 – אליעזר והגזר. מי מושך את מי?



איור 4.5 – האינטראקציה היא בהכרח עניין הדדי.



איור 4.6 – "מד-כוח" או "דינמומטר"

4.6 כיצד מתארים כוח?

על מנת לתאר כוח כלשהו יש לציין את גודלו ואת כיוונו.

כוח מסמנים לרוב באות F (מהמילה האנגלית Force). בהמשך נכיר אותיות נוספות המסמנות כוחות מסוימים.

כדי לקבוע את גודל הכוח יש לציין ערך מספרי ויחידת מידה. כוח נהוג למדוד ביחידת "ניוטון" (מסמנים N). שם היחידה נבחר על שמו של המדען האנגלי הנודע אייזק ניוטון (Isaac Newton Sir). הוא ניסח את המודל המכני המתאר היטב את המתרחש בעולמנו, ומבוסס על שלושת חוקי הכוח הנקראים גם "חוקי ניוטון".

לדוגמה, כשנשים כוס מים על כף היד (ראו איור 4.7) נרגיש כוח של כ-2 ניוטון שהכוס מפעילה על היד. בשפה מתמטית נכתוב את הנתון כך: $F = 2N$.

כדי לתאר את כיוון הכוח מכינים איור המציג את הגופים המשתתפים באינטראקציה ומוסיפים לאיור חץ. מקפידים על הכללים הבאים:

- תחילתו של החץ – בגוף שעליו פועל הכוח;*
- כיוון החץ – ככיוון פעולת הכוח;
- מקרא – רשום ליד קצה החץ.

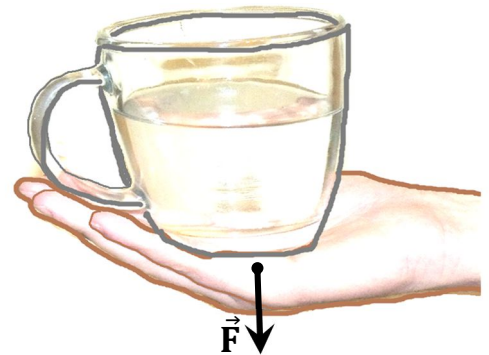
גודל פיזיקלי בעל כיוון נקרא וקטור. כדי להדגיש שמדובר על וקטור מוסיפים מעל האות המסמנת את הכוח באיור חץ קטן: \vec{F} . ** החץ מעל האות הוא סמלי בלבד, ואינו קשור לכיוון הכוח. לדוגמה, באיור המצורף (ראו איור 4.8) יש שרטוט המערכת, ובו סימון הכוח שהכוס מפעילה על היד. תחילת החץ – ביד, כיוון החץ – מטה, ככיוון הכוח, וליד קצהו של החץ רשום " \vec{F} ".

* גם נקודת הפעלת הכוח חשובה, אך בקורס פיזיקה זה אנו נעסוק בתופעות בסיסיות, שלצורך הסברן אין צורך להתייחס לנקודה המדויקת שבה הכוח פועל על הגוף.

** מוסיפים את הסימן וקטור (חץ מעל האות) רק בתרשימי כוחות. בטקסט הספר ובחישובים אין מוסיפים סימן זה.



איור 4.7 – הכוס מפעילה כוח על היד. גודל הכוח כ-2 ניוטון.



איור 4.8 – הכוס מפעילה כוח על היד. כיוון הכוח כלפי מטה.

תרגילים פתורים

תרגיל 1: זיהוי ההשפעה ההדדית

ילד מחזיק סל כבד (ראו איור 4.9).

א. ציינו מהם שני הגופים הפיזיקליים המשתתפים באינטראקציה המתוארת.

ב. תארו כיצד הושפע כול אחד משני הגופים מהאינטראקציה המתוארת.

ג. על איזה משני הגופים באינטראקציה זו פועל כוח כלפי מטה כתוצאה מהאינטראקציה? הוסיפו אותו לשרטוט.

פתרון

א. אופ 1 - ילד; אופ 2 - סל.

ב. ההשפעה על הילד: הילד מרגיש שהסל מכה עליו. ההשפעה על הסל: הסל מחזיק מעצמו הרצפה.

ג. הכוח כלפי מטה פועל על הילד, זאת משום שהסל מכה עליו (ראו איור 4.10).



איור 4.9 - ילד מחזיק בסל - יש כאן "אינטראקציה".



איור 4.10 - החץ מסמן את הכוח שהסל מפעיל על הילד.

תרגיל 2: תיאור כוח נתון

ילד המחזיק משקולת גדולה, מפעיל עליה כוח של 400 ניוטונים (ראו איור 4.11).

א. ציינו מהו כיוון הכוח המתואר. הסבירו.

ב. הוסיפו לתרשים את סימון הכוח כמקובל.

ג. רשמו בצורה מקובלת את נתוני גודל הכוח.

פתרון

א. כיוון הכוח שהילד מפעיל על המשקולת האדומה

יהיה כלפי מעלה, כי האינטראקציה זו היא "תומכת" המשקולת.

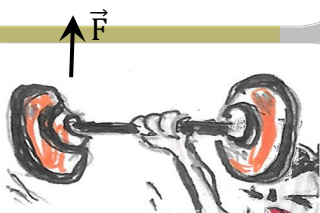
ב. הצת השרטוט נקפיד שהחץ המתאר את הכוח יתחיל מהאופ שלפניו הוא פועל, כלומר מהמשקולת. כמו כן

נצטרף מקרא לתרשים (ראו איור 4.12).

ג. $F = 400N$



איור 4.11 - מתקיימת אינטראקציה בין הילד לבין המשקולת הגדולה.



איור 4.12 - החץ מסמן את הכוח שהילד מפעיל על המשקולת הגדולה.