



## פיסיקה ביוניטי ובחיים האמיתיים

### כוחות - Forces

כשמדברים על כוחות ב-unity מתכוונים בד"כ לדחיפה או משיכה של אובייקט.

לדוגמא אדם ואבן גדולה. כאשר האדם דוחף את האבן הוא בעצם מפעיל כוח שגורם לה לנוע. כמה רחוק האבן תנוע תלוי בכמה חזק אותו אדם דחף את האבן, או ב-unity-ית: מה ה-magnitude של הכוח, וכמה המסה (mass) של האבן (יש הבדל בין מסה לסתם משקל, מסה בהגדרה היא המידה בה הגוף מתנגד לשינוי במהירות).

הראשון שהגדיר את זה בצורה פורמלית היה אייזיק ניוטון. ניוטון הגדיר שלושה [חוקי תנועה](#) המהווים בסיס למכניקה הקלאסית.

החוק הראשון קובע שכל גוף יתמיד במצבו, כל עוד אין כוחות חיצוניים שפועלים עליו. כלומר בהיעדר כוחות חיצוניים, גוף השרוי במנוחה יישאר במנוחה, וגוף נע יתמיד בתנועתו במהירות קבועה בקו ישר.

החוק השני של ניוטון קובע שהאצה (= שינוי מהירות) של אובייקט הוא תולדה של יחס הכוח מופעל עליו ומשקלו, ככל שהאובייקט כבד יותר ככה צריך להפעיל יותר כוח כדי להאיץ אותו, או בניסוח פורמלי:  $a = \frac{F}{M}$ , כאשר  $a$  זה acceleration,  $F$  מייצג את המסה.

כמובן שהמשוואה גם לכיוון השני, אם נרצה לגלות כמה כוח הופעל על האובייקט, נצטרך לגלות את גודל השינוי במהירות שלו ליחידת-זמן, ולהכפיל במסה. למשל, נניח שאבן היתה במנוחה, והפעלנו עליה כוח, ותוך 2 שניות היא הגיעה למהירות של 16 מטר לשניה. זה אומר שהתאוצה שפעלה עליה היא 8 (מטר לשניה) לשניה, או  $8 \frac{m}{s^2}$  (ה-m כאן מייצג מטר). נניח שמשקלה של האבן הוא 50kg, כמה כוח הופעל על האבן? התשובה  $= (8 * 50)kg \frac{m}{s^2}$ . הביטוי  $400kg \frac{m}{s^2}$ . נקרא גם בקיצור ניוטון – וזו היחידה הסטנדרטית שבה מודדים גודל של כוח.

אם אותו אדם ימשיך לדחוף את האבן באותו הכוח, היא תעלה את המהירות שלה בהדרגה בהתאם לכוח המופעל עליה, המהירות היא בעצם המהירות ממנה התחיל האובייקט לנוע ועוד התאוצה של האובייקט כפול הזמן של התאוצה, או בניסוח פורמלי יותר:  $v = v_0 + a * t$ . במקרה שלנו האדם התחיל לדחוף את האבן כאשר היא נחה במקום, לכן המהירות ההתחלתית שלה היה 0, כלומר אם אותו אדם דוחף את האבן במשך שניה (באותה תאוצה), יוצא שהאבן תנוע במהירות:  $0 + 8 \frac{m}{s^2} * 1s = 8 \frac{m}{s}$ .

בשביל למצוא את המרחק אותו עברה האבן נצטרך להיזכר בנוסחה שלמדנו בתיכון: מהירות כפול זמן שווה לדרך, היות והמהירות של האובייקט משתנה מ- $v_0$  ל- $a*t$  (המהירות המקסימלית) נחפש את המהירות הממוצעת שעבר האובייקט בתהליך וכך נקבל שהמרחק אותו עבר האובייקט הוא מכפלת ממוצע המהירויות של האובייקט כפול הזמן,

$$d = \frac{at+0}{2} * t = \frac{at^2}{2} \text{ היא: } \frac{1}{2} * 8 \frac{m}{s^2} * s^2 = 4m$$

ניקח את המקרה שלנו כדוגמא ונקבל:  $4m$ . לא קשה לנחש מה יקרה במקרה של שתי כוחות נגדיים שפועלים על אותו אובייקט, למשל נניח שכנגד האדם שדוחף את האבן מהדוגמא הקודמת יש אדם שדוחף אותה בכוח של 600N, הכוח שיופעל על האבן יהיה ההפרש בין שני

$$a = \frac{F}{M} = -\frac{200N}{50kg} = -4 \frac{m}{s^2} \text{ תהיה } 400N-600N=-200N$$

הכוחות: זה מוביל אותנו לחוק השלישי של ניוטון שקובע שכל גוף המפעיל כוח על גוף אחר, הגוף האחר יחזיר כוח שווה בעוצמתו לגוף הראשון. זה מסביר מדוע כאשר אנחנו דוחפים קיר או קופצים במקום אנחנו נהדפים אחורה- מיצרים כוח שחוזר אלינו, למרות שהגוף שאותו אנחנו דוחפים הוא סטטי ולא יכול להחזיר לנו כוח. אם כך כיצד בכלל אותו אדם מצליח להזיז את האבן בלי לזוז בעצמו, אם היא מחזירה לו את אותו הכוח? התשובה



לכך היא משום שמופעלים כוחות נוספים על האדם מלבד הכוח שהאבן מפעילה עליו – למשל חיכוך בין הרגליים של האדם לבין הקרקע. לעומת זאת, אם תנסו לדחוף אבן בחלל החיצון, כנראה שההדף כתוצאה מהדחיפה היה שווה לכוח שתפעילו, ואתם תעופו אחורה.

>אפשר להתעמק יותר בכל הנוסחאות האחרות ( $d = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ ;  $d = vt - \frac{at^2}{2}$ ;  $v^2 = u^2 + 2ad$ ) שהן נגזרות של הנוסחאות שלמדנו ולהראות איך הם באים לידי ביטוי אח"כ בתוכנה <

