

מקורות הידע של המדעים, מתמטיקה ובמדעי הרוח - מטלה 2

מגיש: אבישי אלמקיס - 315670778

2 ביוני 2021

סיפור ראשון: איך אייזיק ניוטון מגלה את הגרוויטציה

כותב המאמר במהלך הסברו על אינדוקציה והשימוש שלה במדע, מסביר איך ניוטון השתמש בשיטה זו בשביל לפרמל את התיאוריה שלו לגבי גרוויטציה.

תחילה הוא מסביר מה זה אינדוקציה, הוא טוען שאינדוקציה במדע היא הלב של *Empiricism* (כלומר התפיסה שהגיון המאומת על ידי תצפית מוביל לידע). כותב המאמר אומר שאינדוקציה היא שיטה שאיתה אדם\מדען לוקח מקרים ספציפיים ומנסה להכליל אותם למקרה יותר כללי. הוא אומר שאפשר לחשוב בעצם לחשוב על אינדוקציה כחיפוש אחר כלליות. הוא אומר שמדענים, בעזרת תצפיות, מחפשים מסקנות. חייבים להתחשב בכל מידע שרלוונטית לנושא המדובר. הוא מסכם בכך שאינדוקציה קשורה ליצירת עקרונות וחוקים במדע. חוקים ועקרונות חייבים להיות מבוססים על ידי ראיות כלשהן. גם אם התיאוריות אשר מוכיחות חוקים והעקרונות יופרכו, נקבל כי החוקים והעקרונות ישארו.

כותב המאמר לאחר מכן נותן את הפיתוח של גרוויטציה כשימוש של אינדוקציה, על ידי אייזיק ניוטון. כותב המאמר אומר כי ניוטון כנראה קישר בין מהירות האצה של התפוח, כאשר הוא נופל, לבין מהירות האצה של הירח. תחילה ניוטון הניח שהתנועה מעגלית. הוא הבין כי התפוח נופל במהירות של $9.8 \frac{m}{s^2}$. אח"כ חישב את מהירות התאוצה של הירח בעזרת נוסחאות של מדענים הולנדים. אח"כ השווה בין התאוצה של אובייקטים שנמצאים קרוב למשטח כדור הארץ לבין הירח וגילה שהיחס הוא 3600. למעשה הוא הבין כי מדובר בריבוע מושלם. הוא הניח שיש יחס הפוך בין תאוצה של אובייקט לבין המרחק של אובייקט מכדור הארץ. בעזרת העובדה $F = ma$ ניוטון הסיק כי הכוח שצריך בשביל שהירח ישאר סביב כדור הארץ גם תלוי במסה שלו ושל האובייקט שמושך אותו (כדור הארץ) ניוטון שיער כי מתקיים $F \propto \frac{Mm}{r^2}$. והכניס קבוע כלשהו k . כלומר $F = k \frac{Mm}{r^2}$. רק אח"כ *Henry cavendish* חישב את הקבוע k בעזרת ניסויים.

כותב המאמר אומר שבעזרת אינדוקציה והניסיון של ניוטון להכליל את הגרוויטציה, בעזרת שימוש של תצפיות ונוסחאות, הצליח ניוטון ליצור יחס בין מסות ורדיוס בשביל להבין את *"central force"*. (חשוב להדגיש שאח"כ השתמשו בנוסחא של ניוטון בשביל לגלות כוכבים, ולחשב מתי כוכב שביט יעבור שוב סביב כדור הארץ)

סיפור שני: חישוב המסה של צדק

לאחר מכן כותב המאמר מסביר על הסקה לוגית, והשימוש שלה במדע. הוא מסביר כיצד ניוטון השתמש בשיטה זאת בשביל לחשב את המסה של צדק.

תחילה נסביר מה זו הסקה לוגית: הוא מסביר שאחת המטרות העיקריות של מדענים ומהנדסים הוא לבצע הסקות לוגיות. הם משתמשים באינדוקציה בשביל לפתח עקרונות, חוקים והיפוטזות ובעזרתם לבצע הסקות לוגיות ופרדיקציות לגבי מה שיקרה.

כותב המאמר מסביר איך הגיעו למסה של צדק. תחילה הוא אומר *Johannes Kepler* בהינתן הצפייה במאדים הגדיר שלוש חוקים של תנועה על כוכבי לכת. אחד מהם אומר כי הזמן שלוקח לכוכב לעשות סיבוב סביב השמש הוא $P^2 = c \cdot r^3$ (כך ש P זה $r, period$ זה הרדיוס c הוא קבוע תלוי יחידות מידה). ניוטון בעזרת החוק השני שלו והנוסחא החדשה לגרוויטציה $F = \frac{Mm}{r^2}$. הגיע למסקנה כי $P^2 = \frac{4\pi^2}{kM} r^3 = cr^2$. שהוא למעשה החוק השלישי של קפלר!. צריך לשים לב כי הניתוח היותר רציני של ניוטון גם הביא לפרדיקציה כי מדובר בתנועה אליפטית במקום תנועה מעגלית. בהינתן ההבנה הזאת ניוטון הסיק כי הנוסחא היותר מדויקת היא למעשה $(M + m) P^2 = \frac{4\pi^2(R+r)}{k}$. אם $M \gg m$ ו $R \ll r$ אזי אפשר להסתכל על הנוסחא כ $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GP^2}$. בעזרת תפציות של *Jovian moon* חישבו כי $period$ של הירח הוא $618100s$ ורדיוס ממוצע של $1070000000m$. חישבו כי המסה של צדק היא 1.89×10^{27} .

למעשה אנחנו מקבלים שניוטון אחרי, שהצליח להכליל את הגרוויטציה, הצליח להשתמש בהסקה לוגית בשביל להסיק שבמקום סיבוב מעגלי יש סביב אליפטי, בנוסף בעזרת ההסקה הלוגית הזאת הצליח להגיע לנוסחא אשר נותנת לחשב גודל של כוכבי לכת, אשר בה השתמשו בשביל לחשב את הגודל של צדק. בעזרת הסקה לוגית ותצפיות הצליחו לחשב את הגודל של צדק (ועוד כוכבים בעתיד)