

המתמטיקאי הפורה ביותר בכתביו ובילדיו...

בשנה בה נשמעו אקורדים צורמים כתוצאה מהויכוח על המצאת החשבון הדיפרנציאלי-אינטגרלי, שנת 1707, נולד ליאונרד אויילר באחד ממוקדי התמיכה של לייבניץ-בזל, שוויץ. אביו, פאול, שהיה כומר לותרני, שלט במתמטיקה כתלמידו של אחד מבני משפחת ברנולי, יעקב. הוא רצה שבנו ימשיך בעיסוקו הכנסייתי ולכן לימד אותו לימודי דת בצד שפות כמו עברית, למשל. אולם האב לא התאפק שלא ללמדו גם מתמטיקה ומדע להשכלה כללית וליאונרד נדבק עד מהרה בחיידק המתמטיקה. עקב יכולתו וכישוריו המוחוונים התקבל אויילר הצעיר לאוניברסיטת בזל בהיותו בן 13 בלבד ושם הרשים ביכולתו המתמטית את יוהנס ברנולי, אחיו של יעקב, שהיה אחד המתמטיקאים הגדולים של אותה תקופה. ליאונרד התיידד עם שני בניו של יוהנס, דניאל וניקולאוס, שהפכו למתמטיקאים מפורסמים בזכות עצמם והכירו בכשרונו של אויילר הצעיר.

משפחת ברנולי שכנעה את פאול, האב, שהועיד לבנו עתיד של כומר, כי ליאונרד נועד לגדולות במתמטיקה וכך אמנם היה. אויילר הצעיר סיים את לימודי התואר השני במתמטיקה והוא בן 17 בלבד. הוא לא הצליח לקבל משרת הוראה באוניברסיטת בזל וחיכה להזמנתם של דניאל וניקולאוס ברנולי ששהו אותה עת באקדמיה למדעים של סנט פטרבורג לפי הזמנתו של פטר הגדול, שהקים את האקדמיה הרוסית ב-1724.

ההזמנה לרוסיה לא אחרה לבוא. היא הגיעה בשנת 1727, שנת מותם של ניוטון, המדען הגדול ושל קתרינה, אשתו של פטר הגדול, שהיתה היוזמת העיקרית להקמת האקדמיה בסנט פטרבורג. מאחר והמחלקה למתמטיקה אוישה על ידי האחים ברנולי, הוצע לאויילר ללמד במחלקה לרפואה. אויילר, שלא היה נושא שיעמוד בדרכו, הכין את עצמו לקראת משימה זו על ידי שמיעת הרצאות בנושאי רפואה באוניברסיטת בזל. כמו בכל נושא בו נגע, ידע למצוא את הקשר למתמטיקה וכאשר למד על מבנה האוזן ותהליך השמיעה, יצר מודל מתמטי המתקשר לצלילים ולגלי הקול.

אויילר מגיע לרוסיה הנכנסת לתקופת אי-שקט ולמערבולת דמים המשפיעים גם על האקדמיה למדעים - וכך מוצא את עצמו אויילר משרת בצי הרוסי עד שנת 1730. בשנה זו הוא מצליח להתקבל כחבר במחלקה למתמטיקה ושלוש שנים לאחר מכן, כשדניאל ברנולי חוזר לשוויץ, הוא מתמנה במקומו לראש המחלקה. השנה היא שנת 1733, ולמרות המצב המדיני הלא-יציב שם, מחליט אויילר כי סנט פטרבורג תהא המקום בו יחקור, יחיה ויכתוב למשך שארית חייו. הוא מתחתן עם קתרינה, בתו של צייר מפורסם, וכך הוא מתחיל בפעילות מדעית ענפה תוך כדי ביסוס המסגרת המשפחתית.

את מאמרו הראשון מפרסם אויילר ב-1727 ובו הוא משתמש בשיטות מתמטיות מקוריות כדי לפתור בעיה טכנית הקשורה לתרני אוניות! את המאמר הוא כותב במסגרת תחרות על פרס האקדמיה הצרפתית למדעים, ולמרות שאין הוא זוכה בפרס, הוא זוכה להכרה נרחבת. בהזדמנות זו כדאי לציין שהוא פיצה את עצמו על אי-הזכייה בפרס בכך שזכה בו מאוחר יותר לא פחות מ-12 פעמים! מאז זרמו מים רבים בוולגה ואויילר בן ה-26 הפך למתמטיקאי המוביל באקדמיה למדעים. מאז ועד יום מותו עסק ותרם לפיתוחם של נושאים רבים במתמטיקה כמו גם בנושאים מדעיים אחרים מניווט אוניות, אקוסטיקה ועד כלכלה והשקיה. יכולתו האינטלקטואלית, זכרונו המדהים והשיטות האנליטיות בהן השתמש אפשרו לו לכתוב מספר מאמרים באותו יום. מספרים עליו שבין הקריאה הראשונה לארוחת ערב כנהוג בבתי האצולה ובין הקריאה השניה, היה מספיק לערוך חישוב מתמטי הדרוש לו למאמר עתידי ויש אומרים שהיה המתמטיקאי הפורה ביותר עד כדי כך שהאקדמיה לא עמדה בקצב הדפסת מאמריו. אויילר היה פורה גם בהרחבת משפחתו ונולדו לו 13 ילדים מהם מתו חמישה בצעירותם. הוא היה מסור מאוד לילדיו ומספרים עליו שיכול היה להתמסר למאמריו בכל מקום ובכל מצב, כמו למשל, להחזיק את אחד התינוקות ביד אחת בעודו כותב בידו השניה.

בשנת 1735 ישב אויילר שלושה ימים רצופים כדי לפתור בעיה מתמטית מתחום האסטרונומיה שטובי המתמטיקאים לא הצליחו לפתור מזה כמה חודשים. הוא פתר בסופו של דבר את הבעיה, אך המאמץ הרצוף שהשקיע בפתרון זה גרם לו לחלות במחלה שפגעה בראייתו והוא איבד את הראיה בעינו הימנית. אובדן כושר הראיה לא השפיע כהוא זה על כושרו האינטלקטואלי ועל עוצמת הכתיבה. בשנת 1736 כתב את חיבורו "מכניקה", המציג את חוקי התנועה של ניוטון בגישה אנליטית מודרנית בניגוד לגישתו המדגימה של ניוטון שהמשיך את קו המחשבה היווני של ארכימדס. במקביל לפעילותו המדעית-תאורטית, תרם אויילר מרעיונותיו לממשל הרוסי. הוא כתב את ספרי הלימוד במתמטיקה לבית הספר היסודי ופיקח על מחלקת הגאוגרפיה הממשלתית. כמו כן עזר לבצע את הרפורמה במידות ובמשקלות.

בשנת 1741 הזמין פרדריק הגדול, שליט פרוסיה, את אויילר להצטרף לאקדמיה של ברלין אותה יסד לייבניץ כ-15 שנה קודם לכן. הקיסר פרדריק ראה באקדמיה מוסד שמטרתו לפאר ולרומם את שלטונו ולכן הזמין את מיטב אנשי המדע והרוח של אירופה להצטרף למפעלו זה. הוא העדיף משוררים ופילוסופים ולכן לא העריץ את אויילר, אך שילם לו בעין יפה והעריך את עבודתו שתרמה לתחומים מעשיים בקיסרות: תעלות לשיט אוניות, צנרות מים ומערכות הפנסיה. מעבר לחובותיו באקדמיה, המשיך אויילר לחקור ולכתוב במרץ רב והיה שולח חלק מהמאמרים לסנט פטרבורג לצורך הדפסה. הממשל הרוסי לא התעלם מאויילר ומתרומתו והמשיך לשלם לו חלק ממשכורתו למרות שהייתו בפרוסיה. מכך ברור כי מצבו הכלכלי של אויילר היה טוב למדי

והוא ומשפחתו הגדולה חיו ברמת חיים גבוהה. בעת שהותו בברלין פרסם אויילר יותר מ-200 מאמרים, שלושה ספרים בנושא אנליזה מתמטית ושלושה כרכים של מדע פופולרי: "מכתבים לנסיכה גרמנית". הוא לא היה מעורב בחיי החברה של חצר המלוכה והעדיף לבלות את עיתות הפנאי שלו בקרב משפחתו. השקפותיו הפוליטיות והדתיות היו שמרניות למדי ולא תאמו את הלך הרוח שנשבה בחצרו של פרדריק. הסופר והפילוסוף וולטייר, שהיה אהוד על שליט פרוסיה, כינה את אויילר: "קיקלופ מתמטי" (קיקלופ - חיה מיתולוגית בעלת עין אחת ואויילר הרי היה עיוור בעינו הימנית...).

ב-1744 פרסם אויילר את ספרו: "חשבון דיפרנציאלי-אינטגרלי של משתנים". ב-1748 פרסם את ספרו: "מבוא לסדרות אינסופיות". בספר זה הגדיר אויילר את מושג הפונקציה והגדרתו כפי שפורסמה אז היתה מאוד קרובה להגדרה בה משתמשים עד היום. ספרים אלה שימשו שנים רבות כספרי לימוד להוראת הענפים השונים של המתמטיקה.

ב-1749, לאחר שבע שנים של התמודדות אינטלקטואלית, הצליח אויילר להוכיח את אחד מטיעוני-משפטיו של פרמה. כמאה שנה קודם לכן, תוך כדי התחקותו אחר תכונות המספרים הראשוניים קבע פרמה, שמספרים ראשוניים מהסוג $4N + 1$ כמו למשל $29 = 4 \times 7 + 1$, ניתן תמיד לרשום כסכום של שני ריבועי מספרים. במקרה של 29 אפשר לרשום כסכום של $4 + 25$ המהווים חזקה שניה של 5 וחזקה שניה של 2. גדולתו של אויילר היתה בהתמדתו למצוא הוכחה לגירוי מרתק, המדהים בפשטות הצגתו אך הוכחתו הכללית מורכבת ומסובכת.

ב-1750 השלים אויילר אתגר נוסף: הוא מצא 62 זוגות של מספרים ידידותיים. מספרים ידידותיים הוגדרו על ידי פיתגורס כזוג מספרים שסכום המחלקים של כל אחד מהם שווה למספר האחר. הזכרתי בפרק על פיתגורס את זוג המספרים הידידותיים הראשון שמצא: 220, 284.

רק ב-1636 מצא פרמה את הזוג השני ודקארט מצא באותה תקופה את הזוג השלישי. האתגר למצוא זוגות נוספים של מספרים ידידותיים הדביק גם את אויילר והוא מצא כאמור לא פחות מ-62 זוגות נוספים של מספרים ידידותיים. למרות מעמדו המדעי המכובד והתנאים הכלכליים הטובים, הרגיש אויילר שאין עתיד לילדיו בפרוסיה והחליט לחזור לסנט פטרסבורג שברוסיה וזאת, על פי הזמנתה של קתרינה הגדולה. ב-1766 חוזר אויילר לרוסיה והצארית מקבלת אותו כאילו לא עזב מעולם, מעמידה לרשות משפחתו הגדולה בית מרוהט ואפילו את אחד מטבחיה.

בתקופה זו הסתובב בחצרה של קתרינה הגדולה הפילוסוף הצרפתי דידרו (1713-1784), שניסה לעשות נפשות לאתאיזם - כפירה באמונה באל אחד. אויילר היה קלוויניסט (אחד הזרמים של הנצרות) והצארית עם אנשי חצרה, שלא אהבו את תעמולתו של דידרו, הפיצו בתאום עם אויילר את השמועה שיש בידי אויילר הוכחה לקיומו של אלוהים. דידרו שמע שהמתמטיקאי

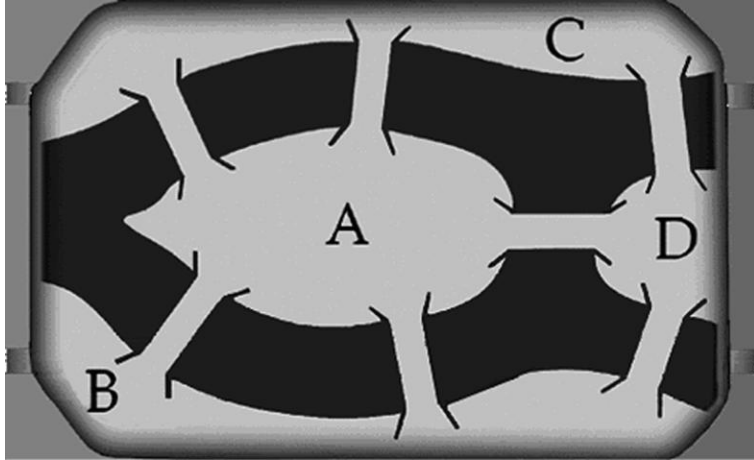
המלומד אויילר מוכן להציג לפני אנשי החצר את ההוכחה בדבר קיומו של אלוהים והסכים לבוא ולשמוע. אויילר בהרצאתו הקצרה השמיע את הביטוי המתמטי חסר המשמעות $x = (n^b + a) / n$ ולכן אלוהים קיים... דידרו, שלא הבין דבר וחצי דבר במתמטיקה, מלמל כמה מילים לא מובנות ועזב בבושת פנים את המקום לקול צחוקם של הנוכחים.

בתקופה זו החל אויילר לאבד את ראייתו גם בעין השמאלית כתוצאה מעכירות בעדשה (קטארקט-ירוד). לפני שהתעוור לגמרי המשיך לכתוב בעזרת גיר על לוח גדול ולאחר שאיבד את ראייתו כליל, נעזר בבניו ששימשו לו ככתבנים. למרות לקות הראיה, גברה יצירתיותו המתמטית והוא נעזר רבות בזכרונו המדהים וביכולתו החישובית שהיתה מקובעת במוחו הגאוני.

בין השנים 1768-1772 פרסם ספר על אלגברה ותורת המספרים וחיבור המכיל פיתוחים מתמטיים העוזרים להבין עקרונות באופטיקה, באקוסטיקה ובאסטרונומיה. בתחום האסטרונומיה השימושית היתה ליורדי הים בעיה של ניווט באמצעות חיזוי מולד הירח ומופעיו השונים במהלך החודש. ניוטון הצליח להראות כיצד לחשב מסלול של גוף אחד בהשפעת גוף אחר. אולם במקרה של הירח וכדור הארץ מתערב גורם שלישי רב עוצמה - השמש.

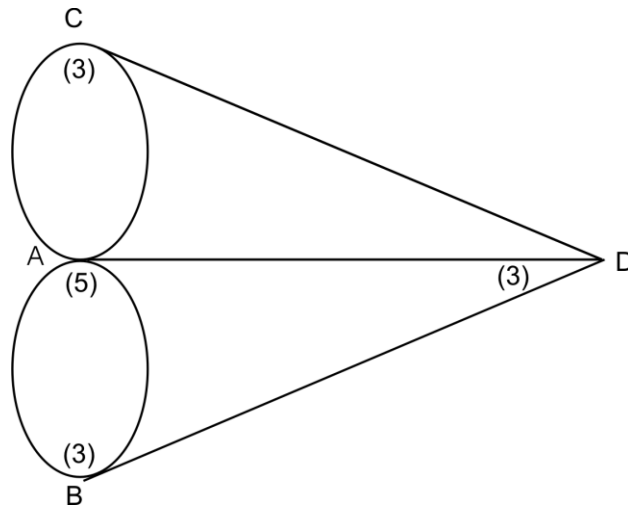
המתמטיקאים, עד לתקופתו של אויילר, לא הצליחו לשלב מתמטית את השפעתו של גוף שלישי על יחסים בין שני גופים ועד היום מכונה בעיה זו שאינה פתירה בצורה מדויקת: "בעיית שלושת הגופים". אויילר הבין שיורדי הים אינם זקוקים למיקום מדויק אלא למקורב. הוא מצא נוסחה המאפשרת תוצאה מקורבת ואותה המשיך לחשב באותה נוסחה 100 פעמים עד שהגיע לקרוב משביע רצון. הוא שלח את הנוסחה לחישוב מופעי הירח, לפי בקשתו של שר הצי הבריטי לשימושם של מלחי הצי וקיבל על כך תשלום של 300 ליש"ט. בשנת 1772 הציג אויילר תאוריה נוספת משופרת על תנועת הירח.

עד ליום מותו ב-1783 הספיק אויילר לכתוב מספר כה רב של מאמרים עד שהיו דרושים 50 עמודים כדי לפרט את הרשימה המלאה וגם אז נותר חלק מעבודתו לא מודפס. בניגוד למתמטיקאים הקודמים שתוארו בספר ותרומתם למתמטיקה קשורה לפרק זמן זה או אחר בחייהם, הרי אויילר תרם למתמטיקה ללא הפסקה וקשה לחבר את לוח הזמנים ליצירה מתמטית מסוימת. חלק מפועלו הוצג בסמיכות הזמנים וחלק הוצג ללא קשר עם הזמן בו בוצע. הוא התעניין כמעט בכל ענף מתמטי והיה סקרן להתמודד עם כל אתגר שהזדמן לו. כך היה כאשר נתקל בבעיית הגשרים של העיר הפרוסית דאז והרוסית כיום קניגסברג בתקופה בה שהה בחצרו של פרדריק. העיר קניגסברג בנויה על הנהר פרגל, המחלק אותה לארבעה חלקים כפי שמראה הציור שלפנינו.



הגשרים של קניגסברג

בין ארבעת החלקים מחברים שבעה גשרים והתושבים שאלו את המבקרים אם ניתן לעבור את כל הגשרים במהלך אחד מבלי לחזור על אחד הגשרים יותר מפעם אחת.



פישוט קווי לבעיית הגשרים. המספרים בסוגריים מציינים את מספר הקווים היוצאים מהצומת.

האם אפשר לעבור את כל הקווים במשיכת קולמוס אחת מבלי לחזור על קו פעמיים?

אם כן, מהו המסלול?

אם לא, מדוע ומהו הכלל הקובע אם אפשר לצייר צורה במשיכת קולמוס אחת?