

# מתמטיקה אורגנית

26.3.2015  
משה קליין  
גן אדם



הזמנה לסדרת הרצאות

יו"ר סדרת הרצאות פרופ' דורון אורבך, המחלקה לכימיה, אוניברסיטת בר אילן

**האם הפרדיגמה המדעית  
המטריאליסטית עומדת בפני שינוי?**

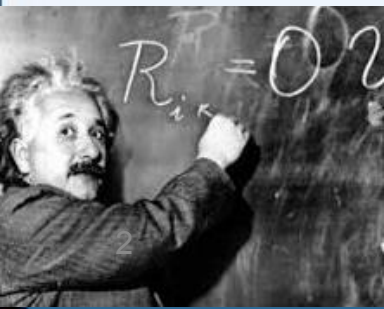


המטרה אמת ע"י

# 100 שנים לתורת היחסות הכללית

שיח מתמטי

- בשנת 1915 פרסם אלברט אינשטיין את תורת היחסות הכללית.
- בהתאם לתאוריה הזו המרחב הגיאומטרי אינו ישר והוא מתעקם בהשפעת כוח המשיכה.
- התאוריה אוששה בתצפיות על כוכבים בעת ליקוי חמה וכן במתן הסבר לתנועה של כוכב הלכת חמה.
- בהמשך חייו, איינשטיין חיפש תאוריה חדשה שתאחד את תורת היחסות עם תורת הקוונטים. לתאוריה הזו הוא קרא תורת השדה המאוחדת.
- המתמטיקאי דיויד הילברט שפעל באוניברסיטת גנטיגן היה מעורב בניסוח המתמטי המדויק של תורת היחסות הכללית.





# אחדות המתמטיקה

שיח מתמטי

- בשנת 1,900 התקיים בפריס הקונגרס העולמי של המתמטיקאים.
- במסגרת הכנס נתן המתמטיקאי החשוב דויד הילברט הרצאה מפורסמת שבה הציג רשימה של 23 בעיות מתמטיות שלא היה להן אז פתרון.
- מאז ועד היום מתמטיקאים בכל העולם ניסו לפתור את הבעיות הללו והצליחו לפתור 20 בעיות מתוכן.
- הבעיות השישית, השמינית והשש עשרה נותרו עדיין ללא פתרון.
- הילברט סיים את הרצאתו באמירה שאלו הן רק דוגמאות של בעיות והוא היה יכול לבחור בעיות אחרות במקומן.
- הוא הביע חשש שבעתיד המתמטיקה תתפצל לענפים ותתי ענפים.
- הוא סיכם את דבריו בחזון לגילוי האחדות האורגנית של המתמטיקה.



- כשמעלים את השאלה לפיתוח מתמטיקה אחרת, תגובה טבעית היא שתמיד יתקיים השוויון הבא:  $1+1=2$ .
- במסגרת ההרצאה אציג התבוננות חדשה על תרגיל פשוט זה שהיא מהווה מפתח לחשיבה אחרת במתמטיקה.





# חשיבה אחרת

שיח מתמטי

אחד המתמטיקאים יוצאי הדופן בתולדות המתמטיקה היה ראמנוג'ן שהיה בעל יכולת של ראייה ישירה.

הוא פעל באנגליה בשנים 1914-1918 במחיצת המתמטיקאי הרדי.

הוא גילה קרוב ל 4,000 נוסחאות חדשות במתמטיקה שהיו רובן נכונות אבל הוא לא היה מסוגל להוכיח שהן נכונות. הוא אמר שהאלה "נאמקל" לוחשת לו אתן באוזן.

הוא עסק רבות בחלוקות של המספר שאלו הן הדרכים השונות להציג מספר כסכום של מספרים קטנים או שווים לו.

בהקשר זה יש לציין ששני התרגילים  $1+1=2$  ו  $2=1+1$  נראים זהים אבל המשמעות שלהם היא שונה. לתרגיל הראשון יש פתרון יחיד ואילו לתרגיל השני יש שני פתרונות  $2=1+1; 2=2$ .





# חקירות מתמטיות פילוסופיות

שיח מתמטי

- בשנת 1931 הוכיח מתמטיקאי בשם קורט גדל את משפטי אי השלמות.
- כל תורה מתמטית מספיק עשירה יהיו בה משפטים שאי אפשר להוכיח שהם נכונים וגם אי אפשר לסתור אותם.
- משפטים אלו סדקו את השיטה האקסיומטית מאז ספר היסודות של אוקלידס ועוררו חשיבה מחודשת על יסודות השיטה המתמטית.
- בעקבות משפטי גדל, הפילוסוף ויטגנשטיין קיים סמינר על יסודות המתמטיקה בשנת 1939 באוניברסיטת קמברידג.
- המתמטיקה היא אינה תגלית אלא המצאה.
- העשייה המתמטית מבוססת על הנחות סמויות של הקהילה המתמטית.
- הוא הציע להגדיר פעולה מתמטית חדשה שהיא הצבעה על אובייקט והפרדה שלו מסביבתו.



## חוקי הצורה



• בשנת 1969 פרסם ספנסר בראון את ספרו חוקי הצורה.

• הספר מתבסס על פעולה חדשה הנקראת מובחנות.



• הסימן שלה הוא:

• נוצרת שפה עם אות יחידה שהיא לא לינארית כי אפשר לשים אות ליד אות ואות בתוך אות.



# מובחנות - הצבעה על אובייקט

• המדע מבוסס על תפיסת עולם אובייקטיבית. תורת היחסות של איינשטיין החלה לסדוק את התפיסה הזו.

• ספנסר בראון עשה צעד נוסף והכניס ממד סובייקטיבי לעולם המתמטי.

• הפעולה המתמטית הפשוטה ביותר נקראת מובחנות. זוהי הצבעה על אובייקט והפרדה שלו מסביבתו. סימון הפעולה הוא:  $\sqcap$

• נוצרת שפה דו ממדית שבה אפשר לכתוב סמל ליד סמל או סמל בתוך סמל.

• בעולם של צופה ואובייקט יחידים קיימים שני חוקי צמצום הנקראים חוקי הצורה. אלו הם החוקים האוניברסליים של היקום המתחדש.

$$\sqcap \sqcap = \sqcap$$

$$\sqcap =$$








1.  $\overline{ר ר ר} = \overline{ר ר} = ר$

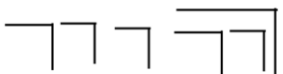
2.  $\overline{\overline{ר ר}} = \overline{ר} =$

3.  $\overline{\overline{\overline{ר ר}}} = \overline{\overline{ר}} =$



 = True

A =       B = 

A or B = AB = 

- סימן המובחנות מייצג את הערך הלוגי אמת.

- הערך שקר מיוצג על יד מקום ריק.

- אין צורך בפעולות הלוגיות : או וגם ושליטה.

- הלוגיקה הבוליאנית של אמת ושקר היא מקרה פרטי של השפה הזו

- בעזרת חוקי הצורה נוצרת מערכת חסכונית יותר עם סימן יחיד.



$\neg$  = True

$\neg A$  = Not A

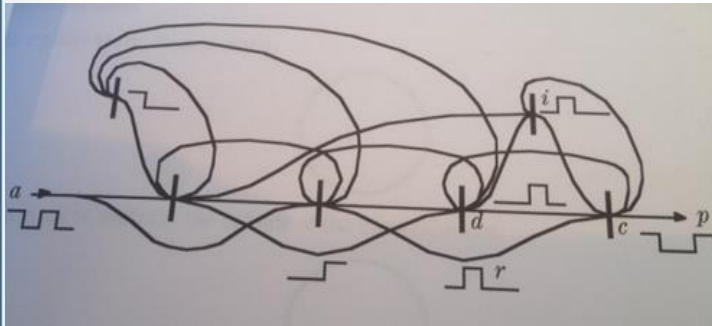
$$A \text{ and } B = \overline{\overline{A} \overline{B}}$$

- סימן המובחנות מייצג את הערך הלוגי אמת.

- הסימן מייצג גם את פעולת השלילה.



# יישום באלקטרוניקה

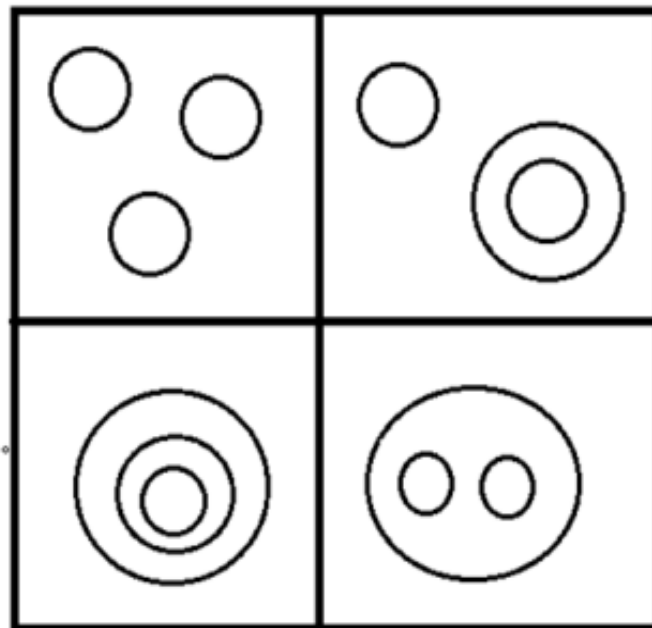


- ספנסר בראון עבד עם אחיו בחברת הרכבות הבריטית.
- ביחד הם פיתחו מערכת שליטה ובקרה אלקטרונית על תנועת הרכבות.
- לצורך ההסבר כיצד המערכת פועלת הוא כתב את הספר חוקי הצורה.

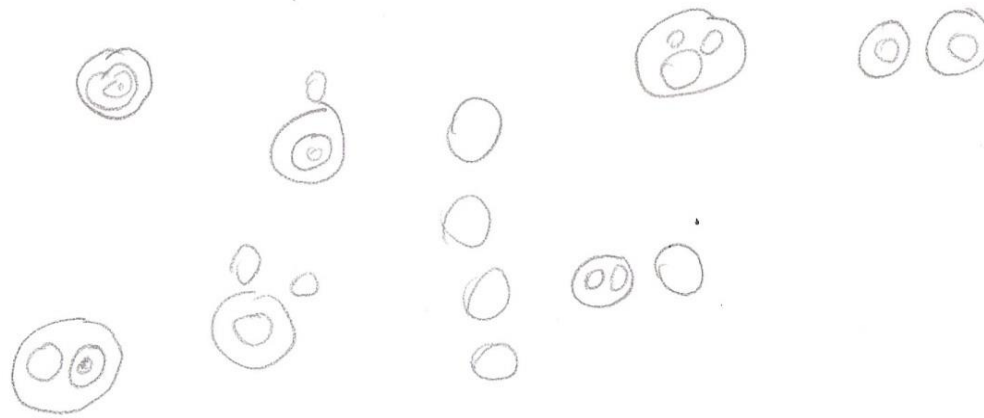
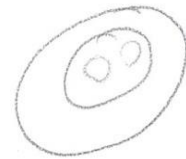


# יישום בגן הילדים

שיח מתמטי

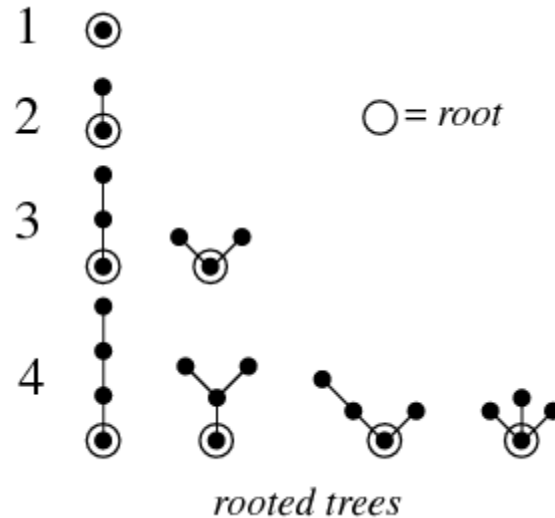


אדם פגין ציפדג - ׀  
(סגס)



# עצים שורשיים

- אפשר להציג את צורות המספר גם על ידי עצים שורשיים.
- המתמטיקאי א.קליי חקר את המבנה של עצים שורשיים.
- עצים שורשיים הם רקורסיה של חלוקות המספר.
- קיים קשר בין חבורת התמורות לחלוקות המספר.



# יישום בפיסיקה מרחבי ההשתקפויות

שיח מתמטי



- תאוריה פיסקלית חדשה שמפתח כיום רעי לוטן.
- גיאומטריה חדשה המבוססת על ה"מרחב" שנוצר כאשר מעמידים מראה מול מראה.
- המושגים הגיאומטריים "נקודה", "קו", "ממד" ו"וקטור" מוגדרים מחדש באופן שונה מן התפיסה הגיאומטרית המקובלת.
- במספרים גדולים אנו מראים כי "מרחב ההשתקפויות" מתקרב למרחב אוקלידי.
- האופי הבדיד של המרחב במספרים קטנים כמו גם אי ודאות מובנית בהגדרת האורך של וקטור עשויים להסביר מדוע הפיסיקאים נדרשים להשתמש במכניקת הקוונטים (קוונטום = מנה בדידה) לתיאור הפיסיקה ברמה החלקיקית ומנין נובע עקרון אי הודאות.
- התכנסות מרחב ההשתקפויות למרחב אוקלידי במספרים גדולים מספקת את דרישות המרחב הפיסי ברמת המאקרו.
- הווקטורים השונים של מרחב ההשתקפויות מתוארים על ידי "צורות המספר".
- איחוד הפיסיקה עם המתמטיקה ניתן למימוש באמצעות הכנסת גורם התודעה וניסוחו בצורה מתמטית מדויקת.





תודה שהקשבתם..

