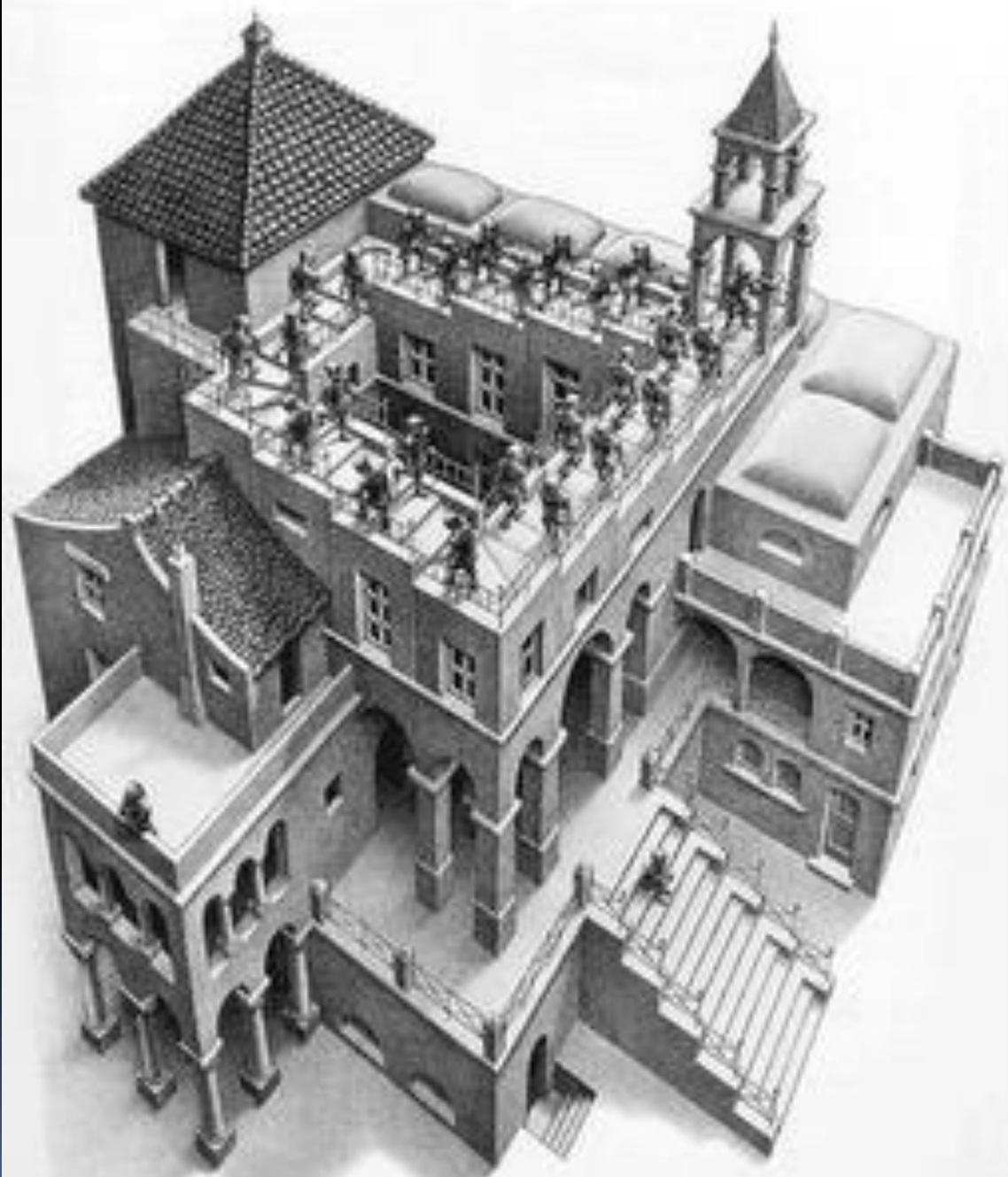
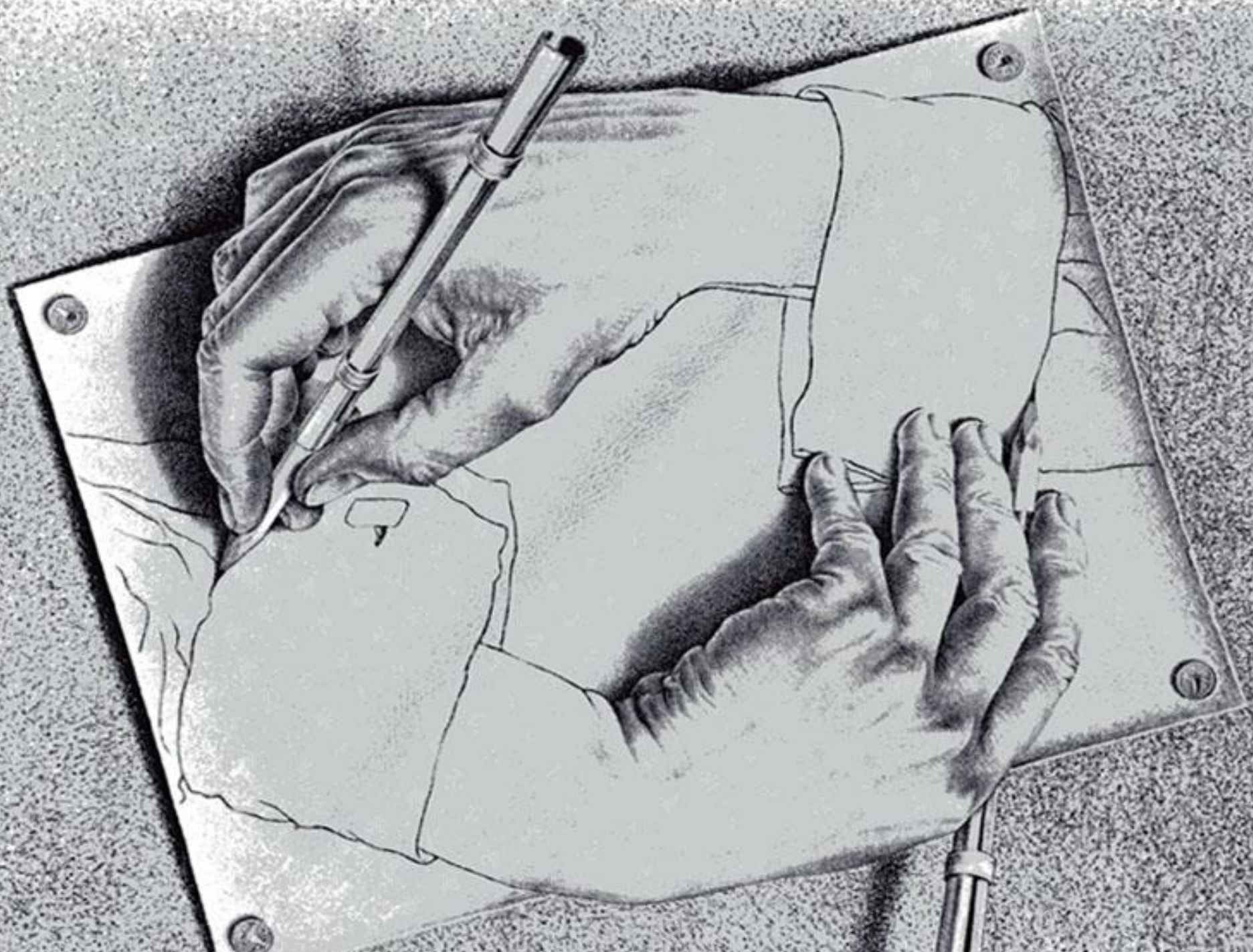




גדל והייזנברג נפגשים בבר





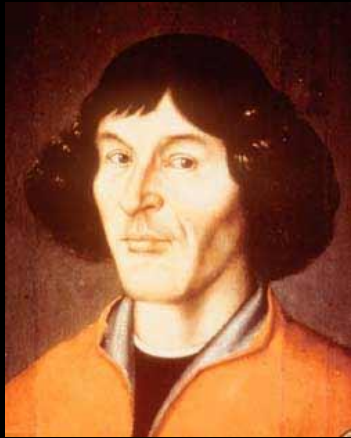
במשפט הזה יש שתי טעויות

יש בו רק טעות אחת.

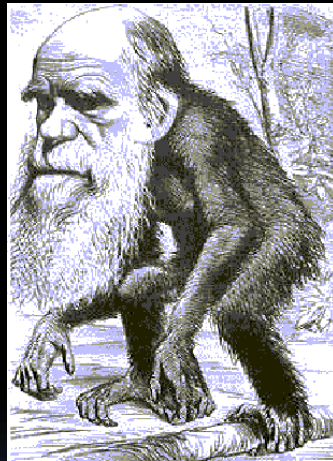
אם כן, הספירה לא נכונה. אם כן יש בו שתי טעויות.

אם כן, יש בו רק טעות אחת...

שלוש מהפכות קופרניקאיות



קופרניקוס (1473 – 1543)



דרווין (1809 – 1882)



פרויד (1856 – 1939)



המהפכה הרביעית

גם החשיבה אינה נחלתו הבלעדית של האדם





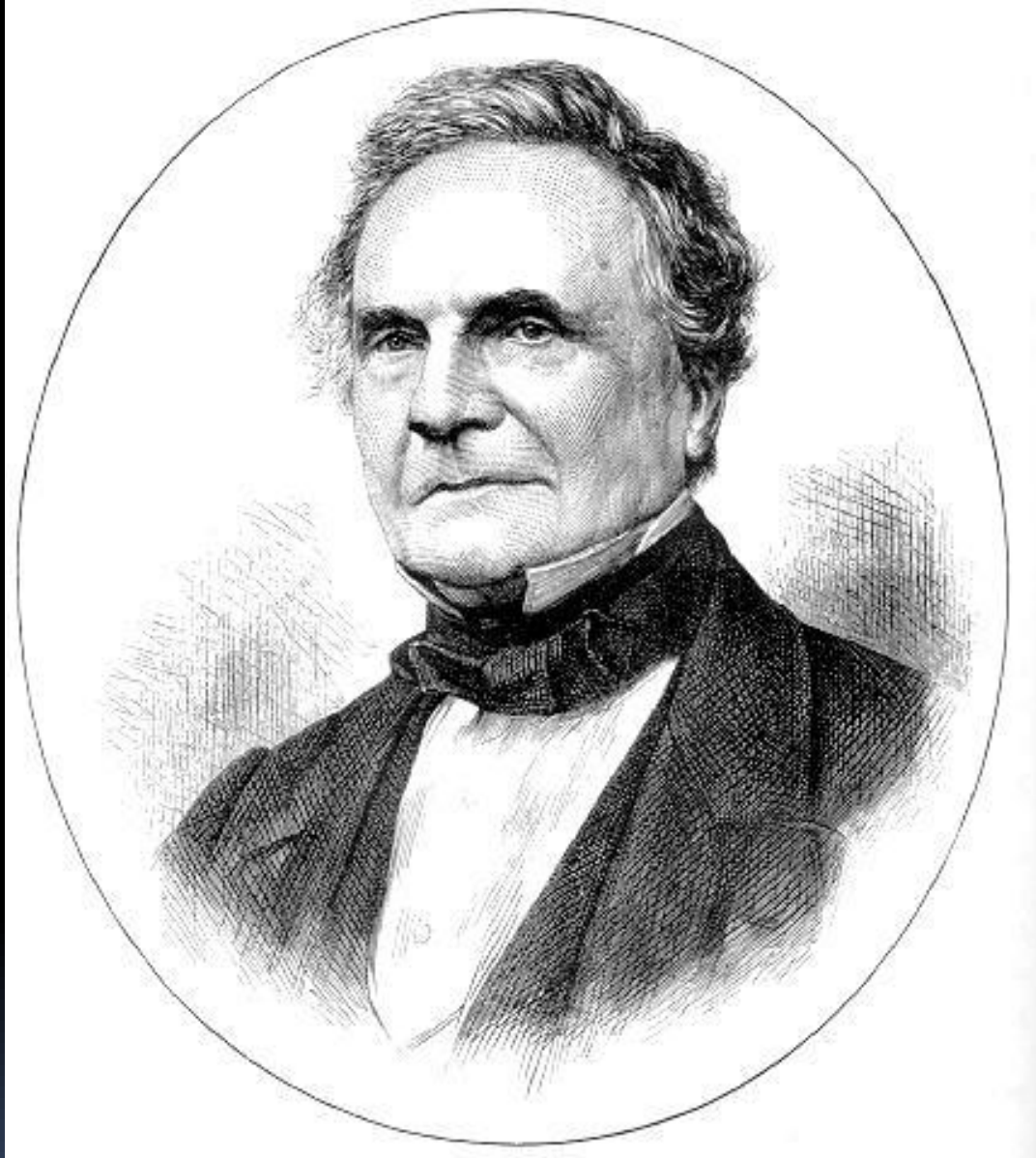
המהפכה הרביעית

גם החשיבה אינה נחלתו הבלעדית של האדם





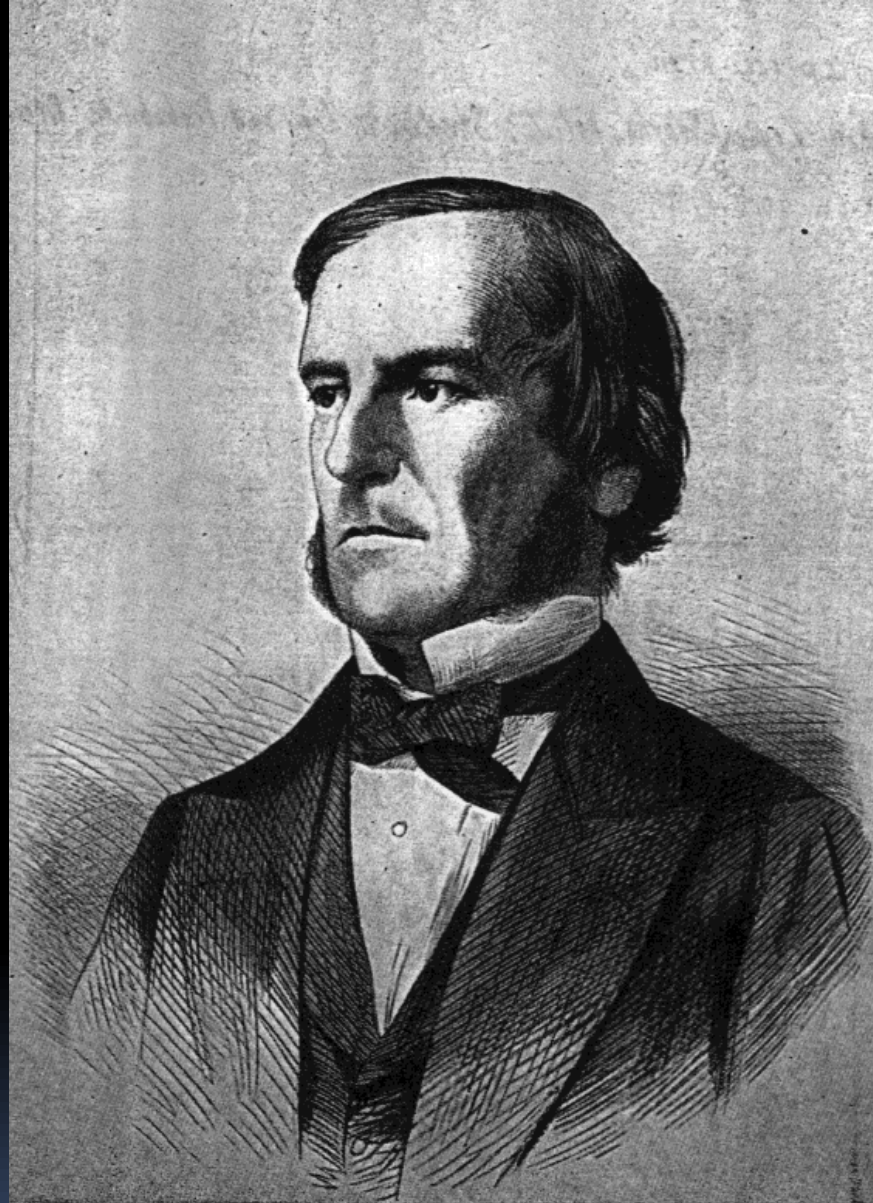
בלז פסקל 1623 - 1662



צ'רלס ב'רג', 1791 - 1871



עדה ביירון-לבלייס, 1815 - 1852



GEORGE BOOLE

ג'ורג' בול, 1815 - 1854

$P \wedge Q$

$P \vee Q$

$\sim P$

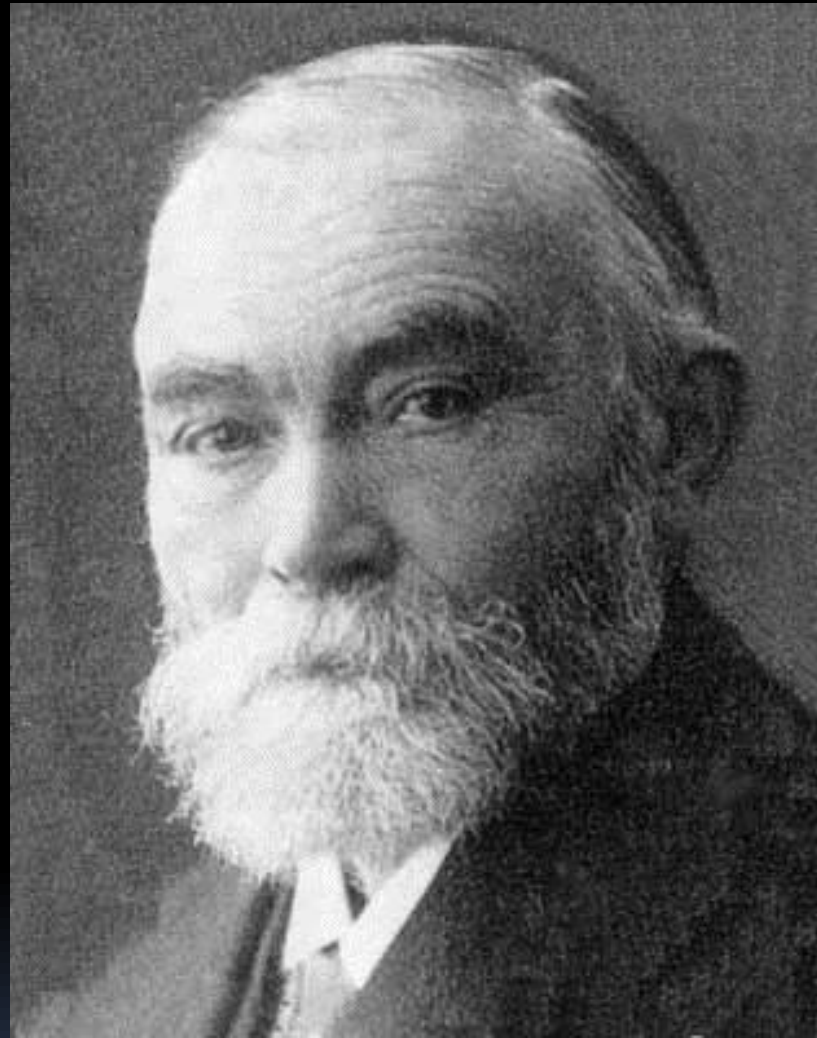
$\sim (P \wedge Q) = \sim P \vee \sim Q$

Q ו P

Q או P

P לא

חוק דה מורגן:



גוטלוב פרגה, 1848 - 1925

הוכחה היא סדרת נוסחאות שכל אחת מהן היא או: אקסיומה, או נובעת מקודמותיה על פי אחד משני כללי ההיסק.

α_1

α_2

α_3

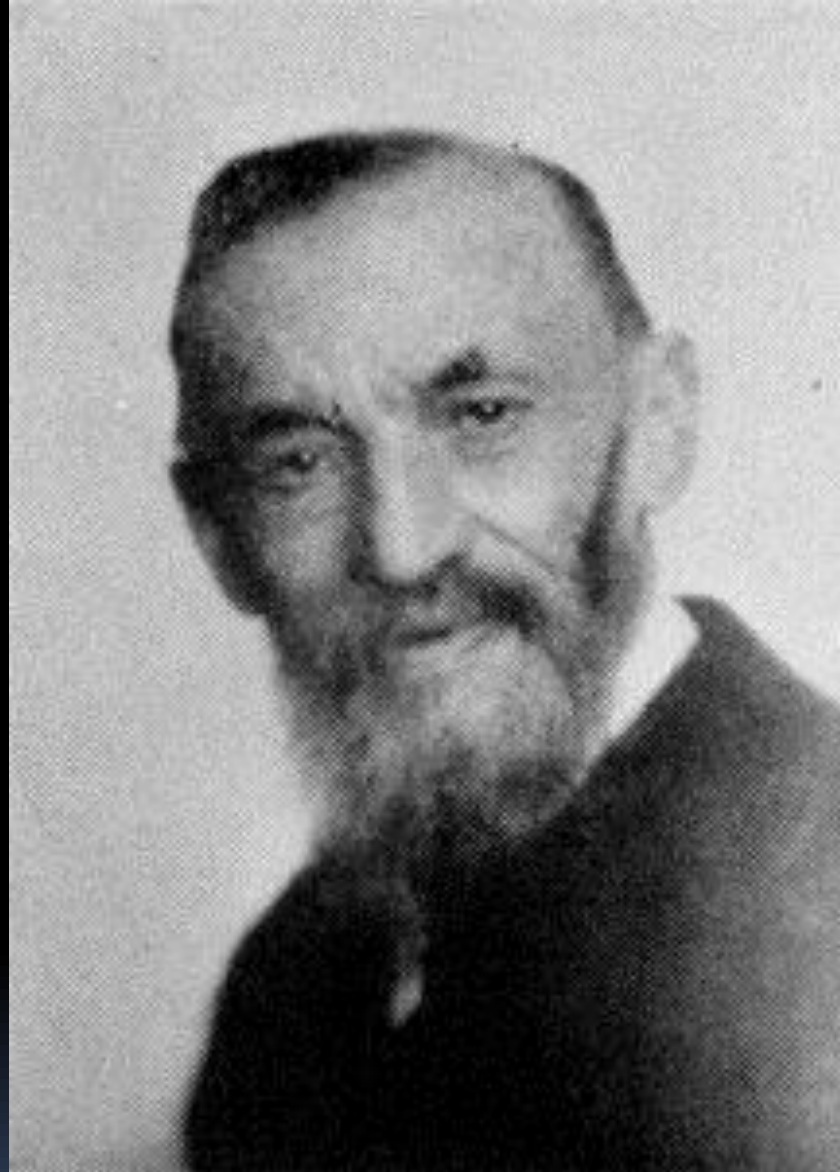
...

α_n

הנוסחה המוכחת היא הנוסחה

α_n

האחרונה,



ג'וזפה פאנו, 1858 - 1932



ברטראנד ראסל, 1872 - 1970



דויד הילברט, 1862 - 1943

הפרוגרמה של הילברט - מכאניזציה של הוכחות מתמטיות

- למצוא אלגוריתם שבודק לכל נוסחה על מספרים אם היא נכונה.
- אם הנוסחה נכונה, האלגוריתם אמור למצוא לה הוכחה מתוך אקסיומות פאנו.
- הוכחות הן משחקים בסמלים. אתגר: הוכיחו מהסתכלות במשחק הזה שבמערכת האקסיומות של פאנו אין סתירה.



ג'ון פון נוימן, 1903 - 1957



קורט גדל, 1906 - 1978

גדל בן ה-24 הפריך הכל

- מערכת האקסיומות של פאנו לא שלמה. כלומר, יש נוסחאות נכונות שאי אפשר להוכיח אותן.
- זה נכון לא רק לגבי המערכת של פאנו. כל מערכת אקסיומות "סבירה" למספרים לא תהיה שלמה. כלומר, בכל מערכת סבירה יש נוסחה נכונה שאי אפשר להוכיח אותה.

ועוד...

- אין אלגוריתם שבודק אם נוסחה היא נכונה.
 - אין אלגוריתם שבודק אם נוסחה ניתנת להוכחה מאקסיומות פאנו.
 - אי אפשר להוכיח מן האקסיומות של פאנו שאין סתירה באקסיומות פאנו.
- יותר מכך – כל זה נכון לגבי כל מערכת אקסיומות "סבירה"

דוגמה למערכת אקסיומות "לא סבירה"

המערכת הכוללת את כל הנוסחאות הנכונות במספרים
הטבעיים.

הרי משפט גדל אומר שאין אלגוריתם לבדוק
אם נוסחה היא נכונה... אם כן, אין
אלגוריתם שבודק אם נוסחה שייכת
למערכת הזאת.

שוב, "אלגוריתם"...

הגדרה מתמטית ל"אלגוריתם"

גדל הגדיר מה זה "אלגוריתם".
מבחינתו – אילו פונקציות ניתנות
לחישוב.

הוא קרא להן "פונקציות רקורסיביות"



פרדוקס השקרן

משפט זה שקרי





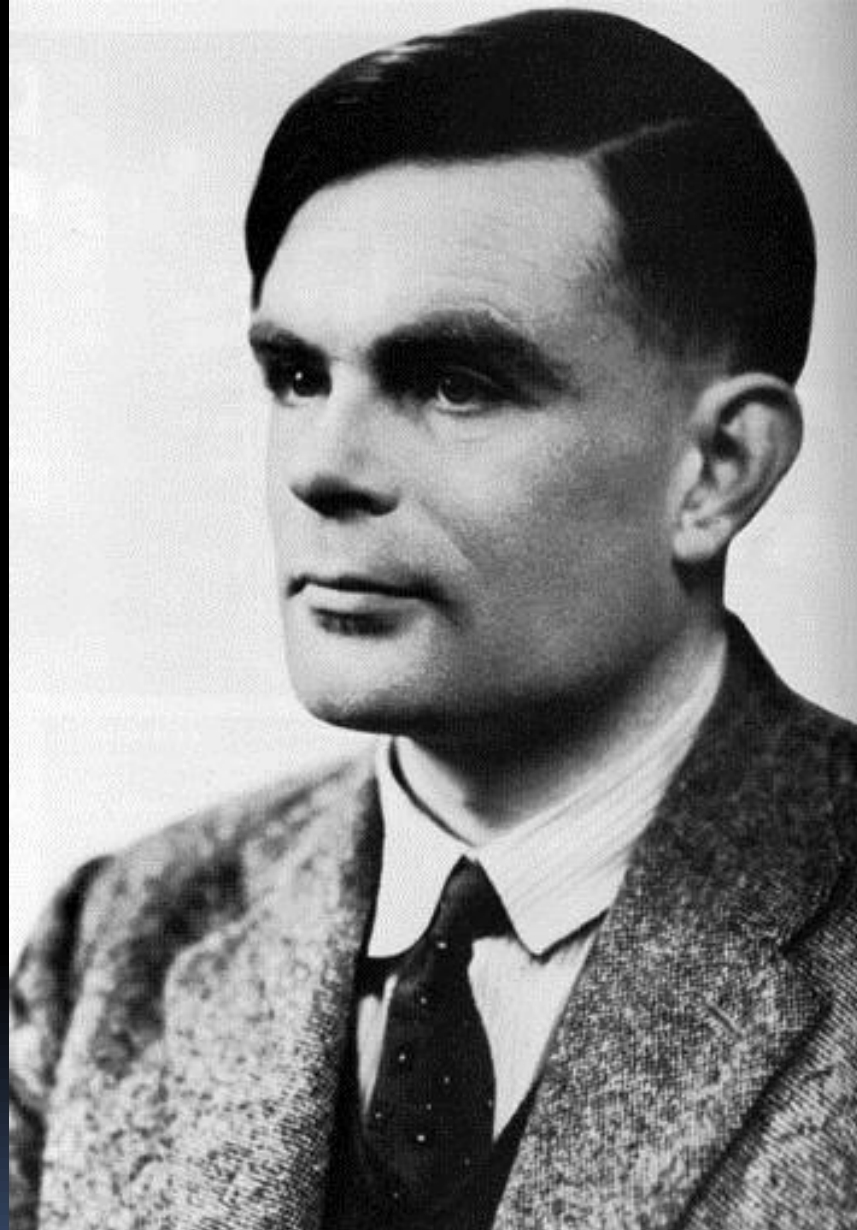
אני אף פעם לא טועה. פעם חשבתי
שטעיתי, אבל זה היה בטעות

הפרדוקס של גדל

משפט זה אינו ניתן להוכחה

- אם המשפט אינו נכון, הוא ניתן להוכחה
- מה שניתן להוכחה נכון, אם כן במקרה זה המשפט נכון
- מכאן: אם המשפט לא נכון, אז הוא נכון.
- מסקנה: המשפט נכון.
- מה שכתוב לעיל הוא הוכחה למשפט.
- אם כן, המשפט ניתן להוכחה.
- אם כן, הוא לא נכון (ראו מה הוא אומר!)
- הגענו לסתירה – המשפט נכון וגם לא נכון.





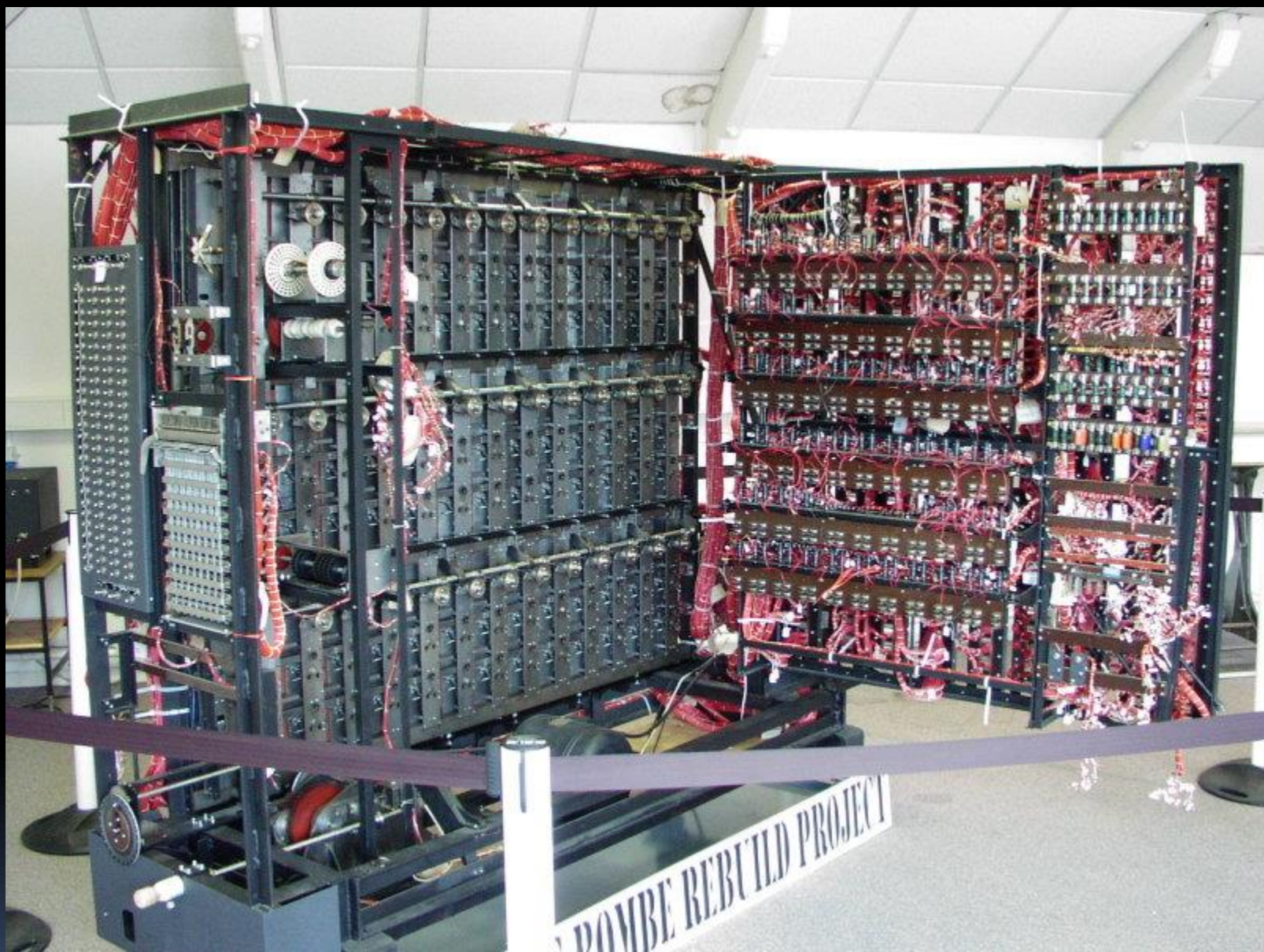
אלן טיורינג, 1912 - 1954

טיורינג הלביש את רעיונותיו של
גדל בלבוש קונקרטי – מכונות.

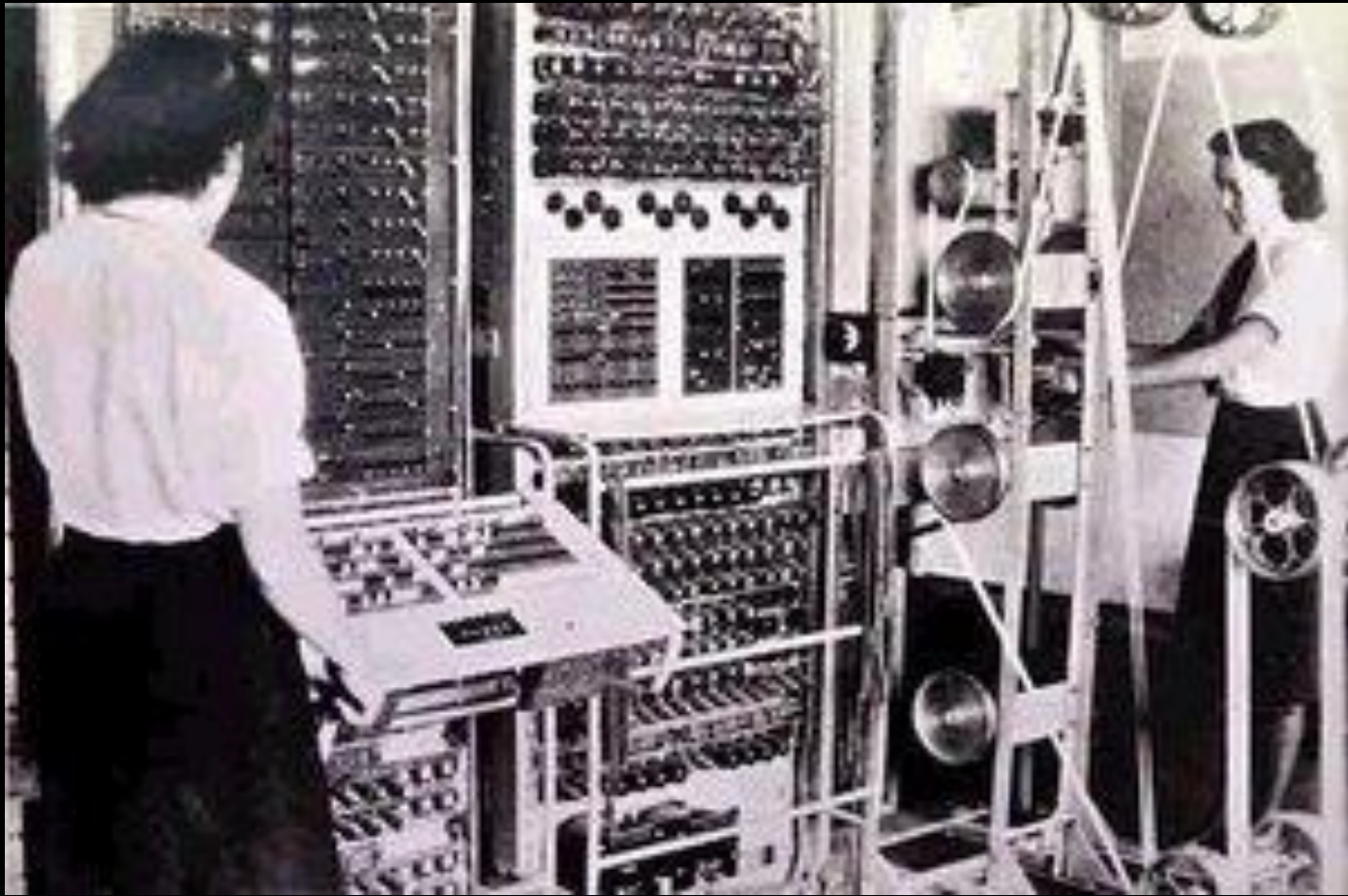
הוא המציא מודל תיאורטי
ראשון למחשב של ימינו –
"מכונת טיורינג".



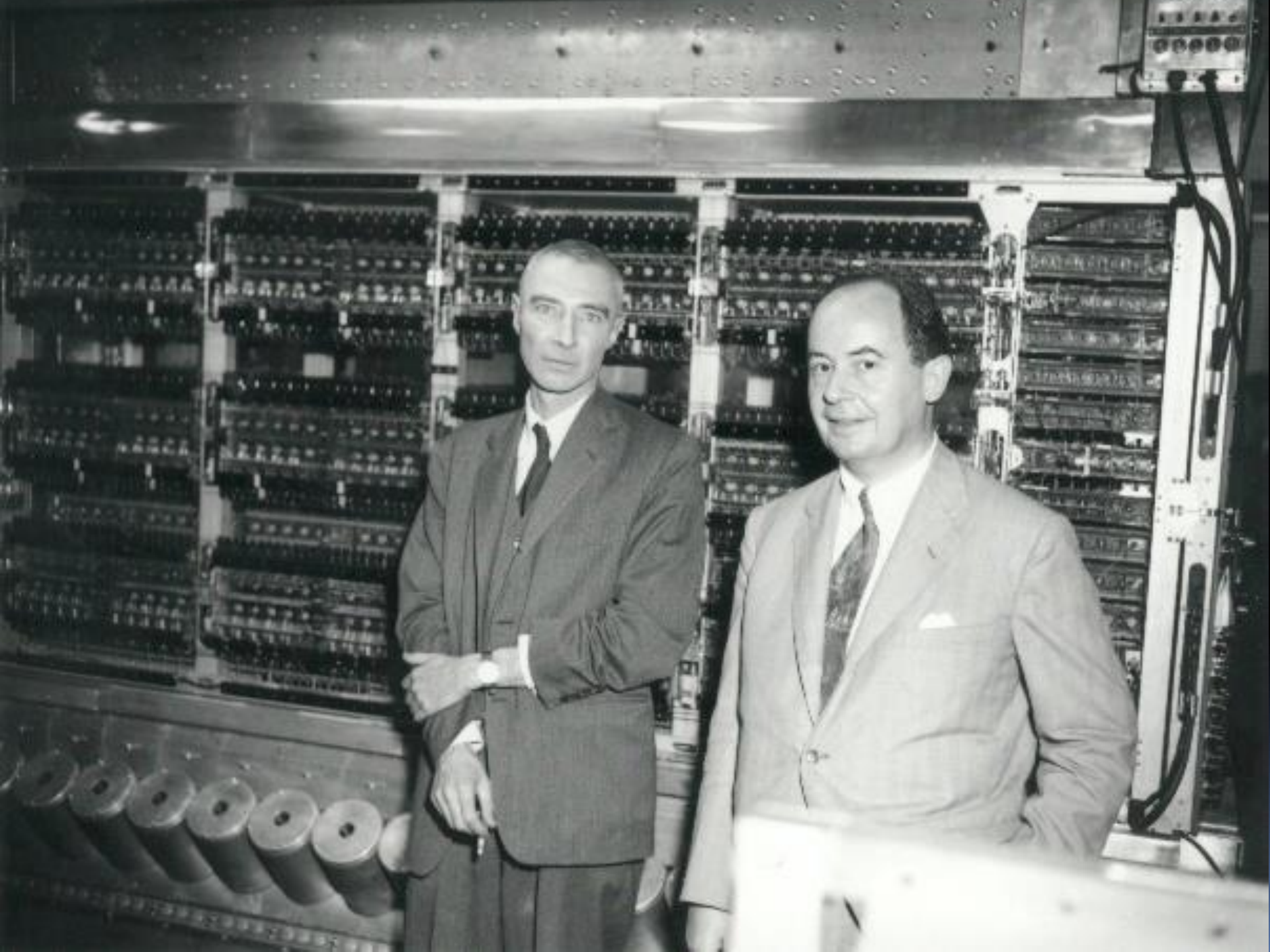
מכונת ההצפנה הגרמנית "אניגמה"



מכונת פיצוח הצפנים של טיורינג

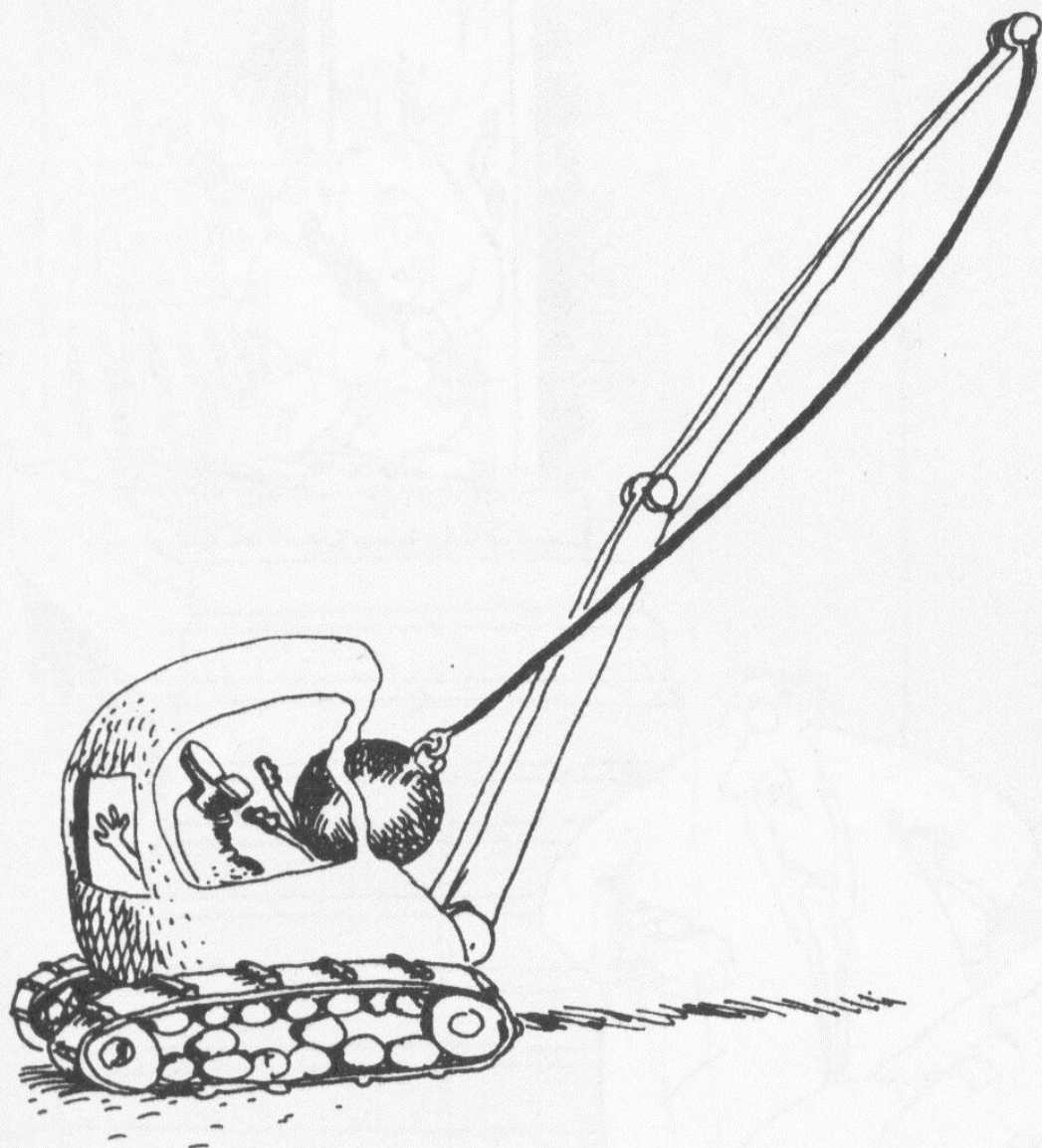


מכונת הפיצוח "קולוסוס"

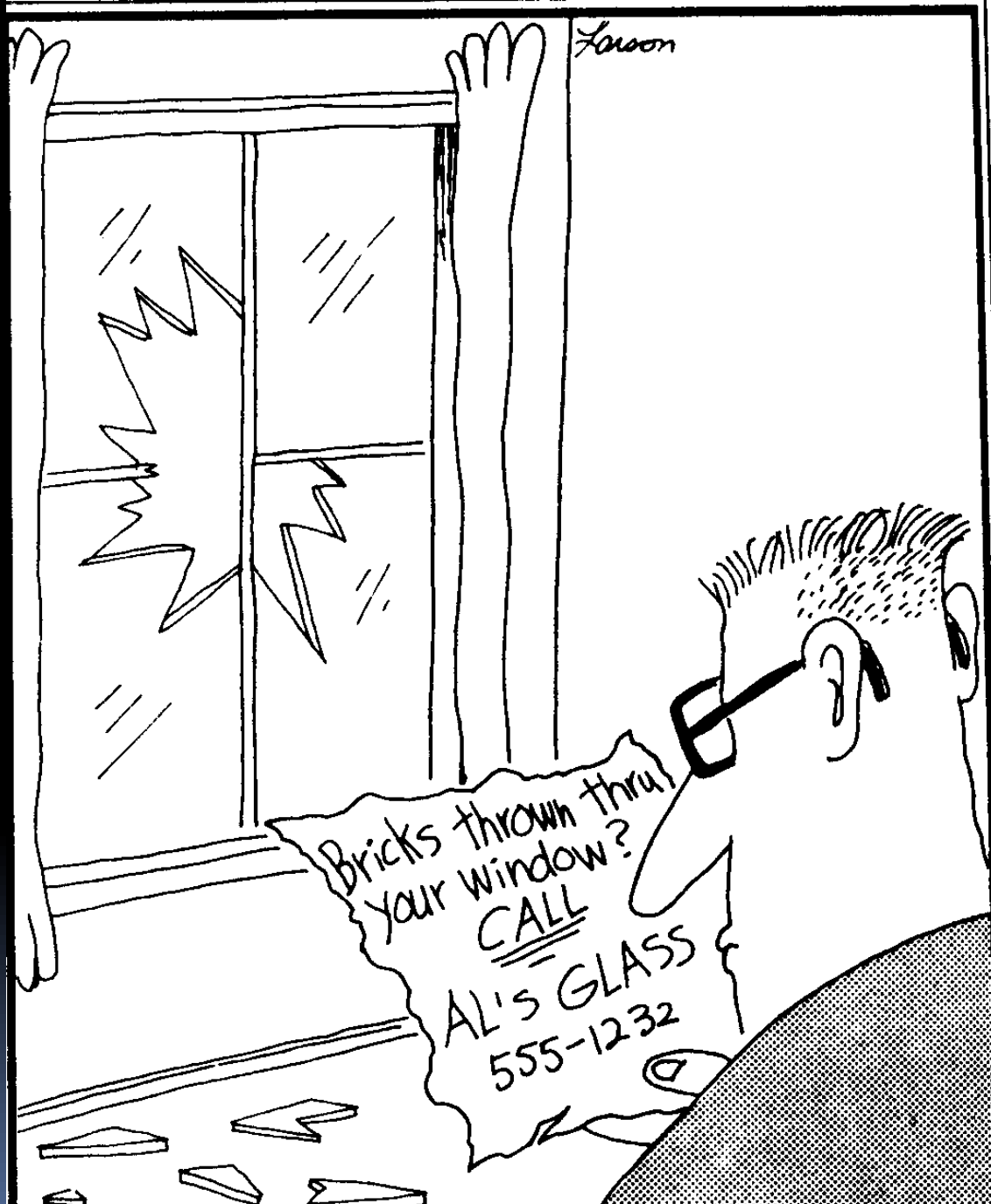


המעגליות היא תחבולת הומור ידועה

- תמיד חשבתי שאני לא החלטי. אבל בזמן האחרון אני לא כל כך בטוח.
- אם הצפצפה שלך מקולקלת, צפור!
- אל תדחה את ההתמהמות! התמהמה עכשיו!
- הסדנה למתמהמים נדחתה, כי עד עכשיו אף אחד לא נרשם.
- 78.3% מהסטטיסטיקות מומצאות.
- מה כתוב במילון בערך "מעגליות"? – ראה ערך "מעגליות".



Larson



לבנים מושלכות דרך
החלון שלך?
צלצל לאל הזגג,
טלפון....



למה זה מצחיק?

כי הסמל מנצח. תשומת הלב מופנית אליו.





בבדיחה סמל מנותק ממשמעותו

סמל יכול להיות מסוגים שונים:



ניתוק ציפיה

שני בני תשעים מתחתנים. בלילה הראשון הוא מגשש אחר ידה, הם אוחזים ידיים, ונרדמים. בלילה השני הוא מגשש אחר ידה, הם אוחזים ידיים ונרדמים. בלילה השלישי הוא מגשש אחר ידה, והיא אומרת: "לא יקירי. לא הלילה. כואב לי הראש".

ניתוק משמעות מטפורית

עשרה גברים מגיעים לגן עדן, והמלאך גבריאל ממיין אותם: אלו שאמרו את המילה האחרונה בבית ימינה, אלו שהאישה לבשה בבית את המכנסיים – שמאלה.

תשעה גברים בריונים פונים שמאלה, ורק בחור אחד, קטן וחלשלוש, פונה ימינה.

מה, שואל גבריאל, אתה רוצה לומר שאתה היחיד שהיית הגבר בבית?

אני יודע, אומר הבחור, אשתי אמרה לי ללכת ימינה.

ניצחוננו של הסמל

בבדיחה מנותק סמל ממשמעותו
במקום לכוון למשהו בחוץ, הוא הופך למושא
ההתעניינות.

בבדיחות של התייחסות עצמית, הסמל מכוון פתאום
לעצמו. זוהי אחת מתחבולה הניתוק.

עוד כמה

- (מתוך דף אינטרנט) הבעיה בציטוטים מן האינטרנט היא שאף פעם לא יודעים אם הם אותנטיים (אברהם לינקולן)
- אני לא מבין בחורות. כל מה שמספרים להן הן מייחסות לעצמן. - אני בכלל לא כזאת!
- מה יותר גרוע – בורות, או אדישות? - לא יודע. אבל מה זה משנה?