

לכך וגילה אותה באופן עצמאי.

הישגיו של טיורינג בקיימברידג' היו בעיקר בתחום תורת ההסתברות, אולם הוא גם עבד על שאלות ספציפיות מאז הצטרפותו לקורס של ניומן. ב-1936 הוא פרסם מאמר על מספרים ניתנים לחישוב. במאמר זה הציג טיורינג מכונה מופשטת, שכיום נקראת "מכונת טיורינג", שעוברת ממצב אחד לשני תוך שימוש בסדרה סופית של כללים (המנוסחים כטבלה בגודל סופי) ותלויות בסמל יחיד שהיא קוראת מסרט. "המכונה יכולה לקרוא סמל מתוך סרט או למחוק סמל מתוך הסרט", כתב טיורינג. חלק מהסמלים הם מספרים עשרוניים המייצגים את המספרים האמיתיים שחושבו, ואחרים הם הוראות עזר למכונה. רק הוראות אלה ניתנות למחיקה.

הוא הגדיר מספר הניתן לחישוב כמספר ממשי המבוטא במספרים עשרוניים, ואשר ניתן לייצרם בידי מכונת טיורינג כאשר מתחילים מסרט ריק. הוא הראה כי פאי ניתן לחישוב, אך לא כל המספרים הם מספרים ממשיים. הוא תיאר מספר שאינו ניתן לחישוב והעיר כי נראה שיש פרדוקס מכיוון שהוא נראה כניתן לתיאור במונחים סופיים, אך הוא מספר שאינו ניתן לתיאור במונחים סופיים. הוא הבין את מקורו של הפרדוקס. קשה להחליט, בהשתמשו במכונת טיורינג אחרת, האם מכונת טיורינג המכילה טבלאות הוראות תוכל להוציא כפלט סדרת מספרים אינסופית.

למרות שהיה מדובר במאמר חשוב ולימים הסתבר שתרם רבות למתמטיקה ולמדעי המחשב, לא היה קל לפרסמו. הסיבה הייתה כי הוא התנגש עם מאמר של אלונזו צ'רץ', שבו תיאר בעיה מתמטית לא פתירה בתורת המספרים היסודיים בכתב העת האמריקני למתמטיקה ב-1936, שגם בו הוכיח כי אין הליכי החלטה לאריתמטיקה. הגישה של טיורינג הייתה שונה מזו של צ'רץ', אך ניומן היה צריך לשכנע את חברי החברה המתמטית של לונדון לפרסם את המאמר. טיורינג קיבל מאמר המכיל הפניות לתוצאותיו של צ'רץ', והמאמר שהושלם באפריל 1936 התקבל בסופו של דבר באוגוסט אותה שנה והתפרסם בשנת 1937.

תוצאה טובה של העימות מול צ'רץ' הייתה קבלתו של טיורינג כסטודנט לתארים מתקדמים באוניברסיטת פרינסטון ב-1936. בפרינסטון הוא חקר תחת הנחייתו של צ'רץ' והוא שב לבריטניה ב-1938. באחת החופשות, בקיץ 1937, הוא פגש את ויטנשטיין. המאמר החשוב שפרסם בפרינסטון היה על מערכות של לוגיקה מבוססת על מספרים סידוריים שפורסם ב-1939.

ייתכן שעבודותיו המרשימות ביותר על מכונת טיורינג היו כאשר תיאר מחשב מודרני לפני שהטכנולוגיה הגיעה לנקודה שבה אפשר יהיה ליישמו. הוא הוכיח בשנת 1936 לראשונה, כי אפשר לבנות מכונת טיורינג אוניברסאלית, שתוכל לבצע עבודה של מכונות ייעודיות, כלומר לקחת כל פיסת חישוב, אם הסרט המכיל הוראות מתאימות הוכנס פנימה. כלומר הרמז הראשון להפרדה בין התוכנה והחומרה.

אף כי המחשב של טיורינג היה אדם שביצע את החישובים, אנו חייבים לראות בתיאור של מכונת טיורינג אוניברסאלית את מה שאנו רואים כיום כמחשב, ואת הסרט - כתוכנה.

בפרינסטון שיחק טיורינג ברעיון של בניית מחשב, אך כששב לקיימברידג' ב-1938 ניסה לבנות מכונה מתמטית אנלוגית כדי לחקור את היפותזת ריימן, שרבים סבורים גם כיום כי היא בעיה בלתי פתירה במתמטיקה. ואולם הוא היה עסוק לאחר שקיבל פנייה מבית הספר הממשלתי להצפנה שביקש ממנו לסייע בפענוח צופן אניגמה הגרמני.

כאשר הוכרזה המלחמה ב-1939, עבר טיורינג לעבוד במשרה מלאה בבית הספר הממשלתי לצופן בפארק בלשטי. אף כי העבודה שם הייתה תחת מעטה סודיות, הוא הצליח לפרסם מאמרים. הרעיונות המבריקים של טיורינג באשר לפתרון הקוד ופיתוח מחשבים לסיוע בפיוצח המסרים המועברים באמצעות הקוד הזה חסכו חיים של אנשים רבים, אולי יותר מאשר כל מערכת הגנה אחרת.

יחד עם מתמטיקאי אחר, **וו. ג' וולכמן**, פיתר טיורינג את *Bombe*, מכונה

שמבוססת על עבודתם של מתמטיקאים פולנים שפענוחו מסר שנשלח בצופן אניגמה לחיל האוויר הגרמני. מכונות אניגמה של הצי הגרמני היו קשות לפענוח בהרבה, אך זה היה סוג האתגר שטיורינג נהנה ממנו. עד אמצע 1941 הגישה הסטטיסטית של טיורינג שקלטה מידע, הובילה לפענוח אותות הצי הגרמני בבלצ'לי.

מנובמבר 1942 עד מארס 1943 שהה טיורינג בארה"ב ופתר בעיות קידוד, וכן נשא הרצאה על אודות מערכות סופיות. השינויים בדרך שבה הגרמנים הצפינו את המסרים גרמו לכך שבלצ'לי איבדה את היכולת לפענחם. טיורינג לא היה מעורב ישירות בפענוח הצפנים המורכבים יותר, אך הרעיונות שלו הוכחו כחשובים לעבודה זו. טיורינג זכה לעיטור OBE ב-1945 בשל תרומתו החיונית למאמצי המלחמה.

בתום המלחמה הוזמן טיורינג למעבדה הפיזיקלית הלאומית בלונדון לתכנן מחשב. הצעתו לבניית מנוע מייחשוב אוטומטי (ACE) התקבלה במארס 1946. היה זה מחשב מודרני, כאשר גודל הזיכרון שדרש היה חסר סיכוי ליישום לפי רבים מאלו שקראו את ההצעה.

טיורינג חזר לקיימברידג' בשנה האקדמית 1947-48, שם התעניין בנושאים רבים שהיו רחוקים מייחשוב וממתמטיקה, בפרט הוא חקר נייורולוגיה ופיסיולוגיה. הוא לא שכח ממחשבים וכתב קוד לתכנות מחשבים. הוא גם החל לעסוק בספורט, היה חבר במועדון האתלטיקה של וולטון, שבר שיאים בריצות 3-10 מייל והגיע למקום החמישי במרתון AAA ב-1947.

בשנת 1948 מונה ניומן לפרופסור למתמטיקה באוניברסיטת מנצ'סטר והציע לטיורינג קתדרה שם. טיורינג התפטר מהמעבדה הלאומית כדי לעבור למנצ'סטר.

ב-1950 פרסם טיורינג מאמר על בינה מלאכותית בעבודה אחרת הוא חזה את השאלות שיצוצו כאשר המחשבים יפותחו. הוא חקר בעיות שהיום נמצאות בלב תחום התבונה המלאכותית. במאמר משנה זו הוא הציע את מבחן טיורינג, שבו אנשים מנסים לענות על השאלה האם מחשב יכול להיות תבוני. הוא היה מעורב במחקרים על אודות ההבדל והדמיון בין מכונות והמוח האנושי.

טיורינג נבחר כעמית החברה המלכותית בלונדון ב-1951, בעיקר בזכות עבודתו על מכונות טיורינג מ-1936. בשנת 1951 הוא עבד על יישום התיאוריה המתמטית בצורות ביולוגיות. בשנת 1952 הוא פרסם לראשונה את המחקר התיאורטי שלו על אודות מורפוגנזיס - פיתוח תבניות וצורות ביצורים חיים.

טיורינג נעצר בעוון עבירה על החוק האוסר יחסים הומוסקסואלים בשנת 1952 כאשר דיווח למשטרה על רומן הומוסקסואלי שחווה. הוא הלך למשטרה לאחר שנשחט. הוא נשפט כהומוסקסואל ב-31 במארס 1952 וטענת ההגנה שלו הייתה שלא ראה בכך שום דבר פסול. הוא הורשע והתבקש לבחור בין מאסר זריקת אסטרונג. הוא הסכים לקבל זריקה ושב לעבודתו האקדמית.

הוא חזר לעבודה על המורפוגנזיס ואף התעמק ברעיונות הקשורים לתורת הקוונטים, ייצוג חלקיק יסוד בידי ספינורים, ותורת היחסות. אף כי היה פתוח באשר לנטייתו המינית הוא היה עצוב מכך שאסור היה לו לדבר על כך בשל הוראות החוק.

טיורינג המשיך לעבוד עבור המכון הממשלתי ללא ידיעת עמיתיו במנצ'סטר, שגם לא ידעו מה עשה במלחמה. לאחר הרשעתו בוטל הסיווג הביטחוני שלו. גרוע מכך, קציני הביטחון חששו כי מישהו עם ידע מושלם כמו שלו על מרכז המחקר הממשלתי עלול להוות סיכון אבטחה. היו לו עמיתים רדים רבים, כמו לכל איש אקדמיה, אך המשטרה החלה לחקור את אורחיו מחו"ל. חופשה שנטל ביוני ב-1953 גרמה למתח בקרב אנשי הביטחון.

טיורינג מת בהתאבדות באמצעות הרעלת אשלגן ציאניד בעודו מבצע ניסויים באלקטרוליה. הציאניד נמצא בתפוח חצי אכול לצדו. הגרסה הרשמית הייתה שהוא התאבד, אך אמו טענה לאחר מכן כי מדובר בתאונה.