

הרומנטית

מדעי כדור הארץ, אסטרונומיה וביולוגיה

נאסף ונערך בעברית ע"י פרופ' צבי קם

המאה ה-19, המאה הרומנטית

מדוע רומנטית – בהשאלה מהספרות השירה והמוזיקה, אך גם בגישה לחקר הטבע:
דגש על ביולוגיה תיאורית, סוג מיני חיים וצומחים.

אסטרונומיה
ומדעי כדור הארץ

מדעי כדור הארץ

גיל היקום וגיל כדור הארץ

איך ניתן למדוד את גיל היקום? את ממדי היקום? את גודל והמרחק לגורמי שמים?
מה שגוי בציורים של מערכת השמש? (סקלות)
איך ניתן למדוד את גיל כדור הארץ?
איך נוצרו היסודות הכימיים השונים?

מאפיין את המאה ה-19 הוא המעבר מגיאולוגיה של מיון, לחקר המנגנונים שאחראים לשינויים בקליפת כדור הארץ. שחרור מהאילוצים הדתיים איפשר לבדוק תיאוריות חדשות ולאמתם בממצאי מאובנים, פילוג סוגי קרקע וסלעים, רעידות אדמה והתפרצויות געש, סחף אדמה ומשקעים, עקבות תקופות הקרחונים, קרקעית הים, ליבת כדור הארץ ועוד.

לפני המאה ה-19

1650 ארכבישוף אירלנד **James Ussher** – הארץ נוצרה ב-4000 לפה"ס. לא ביום הראשון אלא לפניו – "בראשית ברא"

1715 הליי **Edmond Halley** מעריך גיל הארץ ממליחות הים. החל מתוק, ומליחות מסחר.

1785 פרקינסון **Dr. Janes Parkinson** ממייסדי החברה הגיאולוגית, מציל את מוזיאון הטבע בביכר ליסטר מפשיטת רגל של בעליו **Sir Ashton Lever**. מפרסם "שיירים אורגאניים מעולמות קדומים" שהכתים את שמו.

1795 האטון **James Hutton** מפרסם שני כרכים על תיאוריה של הארץ. מועדון הצדפות: מדוע מאובנים ימיים נמצאים בהרים? נפוטיסטים: עלית וירידת פני הים. פלוטוניסטים: הרי געש ורעידות אדמה. חום גרעין כדור הארץ. תנועת היבשות **Plate tectonics**

1802 המתמטיקאי פלייפר **John Playfair** מפשט עבודת האטון

מתחילת המאה ה-19

1807 נוסדה האגודה הגיאולוגית
1830-3 לייל **Charles Lyell**, בנו של מומחה טחבים וסטודנט של בקלנד, מפרסם "עקרונות
הגיאולוגיה": קטסטרופיזם מול יוניפורמיטריאניזם – התפרצות וולקנית או סחף מגשמים.
הכנסיה תומכת בקטסטרופיזם – המבול...
1841 לייל במסע הרצאות פופולאריות באמריקה

1839 מורצ'יסון **Roderick Murchison** מפרסם את השיטה הסילורית Silurian System. סיורי
שדה ל"שבירת אבנים" כדי לחשוף מאובנים.

Reverend Adam Sedgwick – Cambridge

שכבת סלע קמבריאנית אינה Silurian כמו שמורצ'יסון האמין

1879 אורדוביקיאן – תקופה חדשה בין קמבריאן וסילוריאן:

דבוניאן (מאזור דבון) Devonian
קמבריאן (השם הרומאי לוולס) Cambrian
אורדוביקיאן (שבט וולשי עתיק) Ordovician
סילוריאן (") Silurian
יורסיק (הרי יורה בגבול שויץ-צרפת) Jurassic
פרמיאן (פרן הרי אורל ברוסיה) Permian
קרטי (גיר בלטינית) Cretaceous
פליסטוסין, Pleistocene
פליוסין, Pliocene
אוליגוסין Oligocene
(65 מליון שנים אחרונות, נוסף ע"י לייל)

Pleistocene (most recent), Pliocene (more recent) Oligocene (but little recent)

באמריקה מערכת אחרת: Precambrian, Palaeozoic, Mesozoic & Cenozoic **מדוע?**

סידור זמני הסלעים נעשה ע"י המבנה השכבתי, והמאובנים שנמצאו בהם. אין גיל מוחלט!

איך מאובנים קדומים יותר הגיעו לשיא ההר?

מדוע קשה לקבוע את גיל הארץ? (תלוי בהנחות שמתבררות כשגויות)

George Poulett Scrope

1825 מסיק שהתפרצויות הרי געש בתדירות הנוכחית מסבירה פיזור לבה על פני הארץ

Helmholtz

1854 חישב דעיכת החום ביקום על סמך שיקולים טרמודינאמיים.

W. Thomson

1862 מסיק את גיל השמש המירבי מכמות החום שהיא פולטת. מנוסחאות פוריה לקירור בפליטת קרינה של כדור הסיק שהארץ התמצק ממצבו הנוזלי הראשוני לפני בין 20 ל-400 מליון שנים.

Mayer

1845 מציע שהשמש מקבלת את האנרגיה למליוני שנים מאספקת אסטרואידים.

Samuel Schwabe

1851 מפרסם ממצאיו על מחזוריות של 11 שנים בהופעת כיתמי שמש

Jean Louis Rodolphe Agassiz 1807–1873 Swiss-American

1840 אגסיס מציג תיאורית עידן הקרח. תיעד סלעים לפי גילם. כל המינים היו קיימים מראשית היקום. דארון קרא את סיפרו.

Joseph Louis Gay-Lussac and Jean Baptiste Biot
1804 עפים בבלון מימן, ושוללים ירידה בכוח המשיכה בגובה

גיל היקום

למארק, קיוויה וליל העריכו את גיל הארץ ממאובני חיות, ומתיעוד שכבות משקע וסלעי לבה.

עד סוף המאה ה-19 הערכה גיאולוגית מינימאלית לגיל הארץ היתה גבוהה בהרבה מהגיל המירבי שפיזיקאים קצבו לשמש, בהסתמך על מקורות האנרגיה שידעו. רק כשהיחסיות גילתה את התמרת המסה לאנרגיה נפתרה הדילמה.

שיטות רדיואקטיביות שיפרו את ההערכות לגיל הארץ, שהיה ארוך הרבה יותר מ-6000 שנים שבהם, לפי תיעוד ארכיאולוגי מהימן, כמעט לא היתה אבולוציה לאדם.

גיל הארץ ותורת האבולוציה של דארווין הציגו גילויים מדעיים שעוררו את זעמו של הממסד הדתי, והקשו על קבלת התורות האלה גם ע"י מדענים בגלל אמונתם הדתית. מאות שנים אחרי ההתנגדות לתורות האסטרונומיות של קופרניקוס וגליליי חוזר המאבק של המדע בכנסיה בענין התורות הגיאולוגיות והביולוגיות.

Charles Darwin

1859 מעריך שתהליכים גיאולוגיים שיצרו חלקים מאנגליה ארכו 300,000 שנים

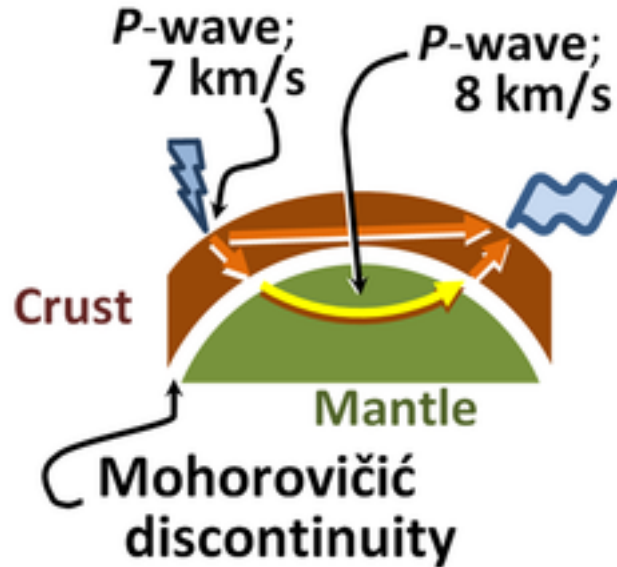
R.D.Oldham

1906 גלי הלם של רעידות אדמה מוחזרים מגרעין הארץ

1909 אי הרציפות של מוהורוביץ 'יץ' **Mohorovičić**

Wallace

1881 מציע שתחילת תקופת הקמבריאן לפני 28 מליון שנים



William Huggins

1863 אוסף ספקטרה מכוכבים ומראה שמכילים גאזים כמו השמש

Osmond Fisher

1850 מציע שגרעין הארץ נוזלי

1895 מבודד הליום He שספקטרום הבליעה שלו נמצא בקרינת השמש ונקרא על שם אל השמש

היווני - Helios

William Thomson == Lord Kelvin. 1824-1907

העריך את גיל הארץ 98_400 מליון שנים, ולא הבין מנין האנרגית לשמש לבעור זמן כה ארוך

Georges Luis Leclerc, Comte de Buffon

1770 גילה עלית טמפרטורה במיכרות פחם. ממדידות התקררות של כדורים העריך גיל

האדמה כ-75,000_168,000 שנים

George Johnstone Stoney

1898 מראה שאטמוספירה קיימת רק אם מהירות המולקולות בה אינה מאפשרת לברוח עקב

כח הכובד

Ernest Rutherford + Frederick Soddy

1901_3 מציעים שהחום בליבת הארץ נובע מרדיואקטיביות

מאחר ואורניום דועך לעופרת, מספק שעון זמן לעפרות אורניום שגילם מוערך ב-700 מליון שנים

דינוזאורים

1787 נמצאו עצמות דינוזאורים ב-Woodbury Creek
עצמות מאמוטות ב-Wistar's city וב-Kentucky

George Cuvier

1795 שיחזור שלד דינוזאור שעצמותיו הובאו מאמריקה
1796 תיאורית השמד - קטסטרופה גלובאלית, צידוק דתי (תיבת נוח)
ז'פרסון Jefferson - סרב לקבל טיעונים

William Smith

1769 מפקח על השיחזור, מתעד גיל סלעים ממאובנים
1815 פירסום מפת סקר אנגליה, ומסקנה - אלהים חיסל את יצוריו שוב ושוב.

Lewis Clark

1806 משלחת למונטנה מוצאת עצמות דינוזאורים

Gideon Algernon Mantell

1822 רופא כפרי בססקס מוצא שן ענקית ואח"כ מאובנים רבים. פותח מוזיאון בביתו.
1823 בדרום אנגליה-נערת הכפר מרי אנינג **Mary Aning** מלקטת שלל מאובנים, כולל שלדי
דינוזאורים, שהוצגו בתערוכות כתגליות מרעישות.

1824 הכמר בקלנד **William Buckland** מגלה עקבות צעדיהם של חיות קדמוניות.

Richard Owen

1841 טובע את השם "דינוזאור" וגוזל אשראי ממנטל, אך מבסס את מוסד המוזיאון לטבע כאתר
ציבורי, ולא רק אקדמי.

Edward Drinker Cope & Othniel Charles Marsh 1868-1897

גילו ומיינו מספר רב של דינוזאורים

מה חשיבות ממצאי הדינוזאורים? מה חשיבות מאובנים של יצורים ימיים נחותים?

תקופות גיאולוגיות שונות.
תפוצה גבוהה למאובנים – תיעוד גיל לשכבות משקע גיאולוגיות.
תפוצה בכל היבשות לדינוזאורים – קשר בין היבשות, וקטסטרופה כלל ארצית שגרמה להכחדותם.

אסטרונומיה

האסטרונומיה במאה ה-19 חוקרת את כוכבי הלכת בקצה מערכת השמש, שביטים, ואסטרואידים, ומגלה את הרכב השמשות.

מתפתחת ההבנה שהארץ אינו כה מיוחד, אלא כוכב לכת אחד מכמה במערכת השמש, וקיימות שמשות רבות ביקום שאנו קוראים להן כוכבים, כוכבי שבת, כי תנועתם איטית יחסית לאורך חיי האסטרונום). בנית טלסקופים עם מראות גדולות יותר ועם פחות עוותים אופטיים איפשרה לראות יותר כוכבים, אך כמובן לראות רק חלק קטן מאד של השמים בשדה הראיה. כל הטלסקופים בעולם עדין לא מכסים אלא חלק זעיר מהרקיע... השימוש בפלטות צילום עם טלסקופים "עוקבים" אחר סיבוב השמים, למעשה מקזזים סיבוב הארץ, יצר תיעוד למפות השמים, הקל על שעות מאומצות של תצפיות בעין, ובעיקר איפשר זיהוי שינויים שקורים בשמים גם בסקלות זמן ארוכות.

מול "אסטרונומים של תצפיות" באו "אסטרונומים מתמטיים".

דווחים היסטוריים על מיקום אורנוס היבהירו לויליאם הרשל שהוא כוכב לכת, שנה שלו = 81 שנות הארץ, אך מעקב אחרי מסלולו הראה 2 דקות מעלה סטיה מחוקי ניוטון, והביא למסקנה שהוא מוסט ע"י כוכב לכת נוסף. מיקומו חושב מתמטית ע"י שני אסטרונומים באופן בלתי תלוי, ואכן נפטון נצפה במקום המחושב. ללא החישוב, חיפוש היה כמו למצוא מחט בערימת שחת.

מדוע כוכב לכת כה גדול קשה לתצפית?

ובכל זאת כך התגלו אסטרואידים, אולי כי הם מרובים): סרס פלאס יונו ווסטה התגלו בשנים הראשונות של המאה, אך ממחצית המאה התגלו בעזרת צילום אסטרואידים בכל שנה והצטברו לאלף עד סוף המאה.

ניוטון היה הראשון לפצל אור לצבעים בעזרת פריזמה. בראשית המאה גילו פסים שחורים בספקטרום השמש, אך כמעט חצי מאה עברה לפני שפותחו ספקטרוסקופים עם כושר הפרדה גבוה לצבעים, והובן הקשר של פסי בליעה ופליטה להרכב כימי. כך החלה ספקטרוסקופיה של כוכבים כדי לגלות את המבנה הכימי שלהם, למרות שהפילוסוף הצרפתי Comte הצהיר בתחילת המאה שמעולם לא נדע את הרכב הכוכבים בגלל המרחק אליהם. ספקטרום הפליטה גם מאפשר הערכת הטמפרטורה של כוכבים.

זוגות המעברים של הונוס על פני השמש ב-1761 ו-1769 חזרים ב-1874 ו-1882. מדידה מדויקת של זמני המעבר מאפשרים קביעת המרחק מהארץ לשמש (ראה מאה 18). עקב ההצלחה החלקית במאה ה-18 (בגינה נשלח קפיטן קוק לטהיטי), יזם Airy שוב משלחות לרחבי העולם.

לקראת סוף המאה מוקמות אגודות אסטרונומיות, מפות כוכבים מופצות, ושיתוף פעולה בין אסטרונומים מפרה את התחום. מתבססת העובדה שהיקום משתרע מעבר לשביל החלב. וזאת בעקבות שימוש בספקטרוסקופיה למדידת מהירות תנועת כוכבים, וטריאנגולציה מפרלקס של מיקום כוכב בקיץ ובחורף.

דיון: הדיוק בטריאנגולציה במשולשים עם בסיס << מהגובה.

אסטרואידים

Giuseppe Piazza

1801 פיצה מגלה אסטרואיד (נקרא תחילה פלנטויד) שקרא לו אח"כ סרס Ceres .

Heinrich Wilhelm Matthias Olbers

1802 אוברס גילה את האסטרואיד פלס Pallas במסלול דומה לסרס Ceres והוא מסיק שהם שאריות התפוצצות של כוכב לכת.

Karl Ludwig Harding

1804 הרדינג מגלה אסטרואיד נוסף יונו Juno

1807 אולברס מגלה את האסטרואיד ווסטה Vesta . הממצאים אוששו את חוק בוד-טיטוס Titius יוהן טיטוס (1729-1796) Bode יוהן בוד (1726-1947) (ראה להלן).

Giuseppi Piazzi

1803 נותן שמות לסרס ופאלס Ceres & Pallas הנחשבים לכוכבי לכת חדשים

הרשל הסיק שהם גופים קטנים וקרא להם אסטרואידים - דמויי כוכבים.

עד 1900 הכירו 1000 אסטרואידים

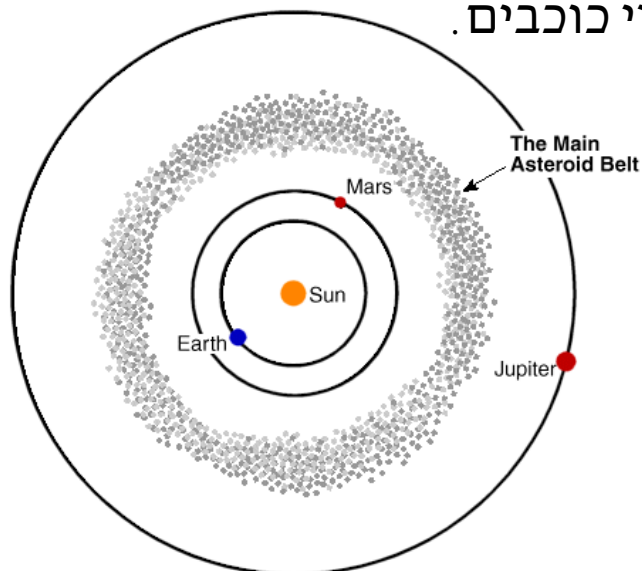
עד 2000 מכירים 26,000 אסטרואידים,

ומחשבים סיכוי התנגשות בארץ...

משערים שטבעת האסטרואידים בין מארס ויופיטר היא

מסה שלא הצליחה להתאחד לכוכב,

או שיירי כוכב שהתפוצץ.



(Orbits drawn approximately to scale)

99-10308-3

מטאוריטים

M. Pons

1818 מגלה שביט - הניכר בזנבו

Encke

1822 מחשב שהשביט יחזור כל 3 שנים ו-16 שבועות ואכן זה אומת.
כיום מכירים 680 שביטים, ואורך הזנב משתנה מ-7 מליון ק"מ ועד 150 קטרי-השמש..

Biela, an Austrian astronomer

1826 מגלה שביט שהארץ עובר דרך זנבו ב-1872 ויוצר מטר מטאוריטים מרהיב

Berzelius

1834 הכימאי הגדול מדווח ממצא של חמרים אורגאניים humic acid במטאוריטים, הנקראים
("carbonaceous chondrites")

Babinet

1857 מעריך שזנב שביט כה דליל, שאם יעבור דרך הארץ לא יורגש אפילו

A.H. Newton (of Yale U.)

1864 ממטרי מטאוריטים, (לרוב בין אוגוסט ונובמבר) קשורים בהתפוררות שביטים

גילוי נפטון

Johann Daniel Titius and Johann Elert Bode.

מצאו כי מרחקי כוכבי הלכת עולים בפקטור 2 $a = 0.4 + 0.3 \times 2^m$ ומילאו את הפער החסר בתיאורית קפלר לקשרים הרמוניים בין צירי המסלולים של כוכבי הלכת. זו המשכת המסורת הקלאסית שחיפשה מספרים הרמוניים בטבע.

1835, Jean Élix Benjamin Valz, Friedrich Bernhard Gottfried Nicolai, and Niccolo Cacciato

1835 הציעו באופן בלתי תלוי שקיום כוכב לכת מעבר לאורנוס פותר רישום היסטורי בלתי מוסבר למסלולי שביט הלוי ולאורנוס עצמו.

Urbain Le Verrier and John Couch Adams

1846 שניהם (באופן בלתי תלוי בצרפת ובאנגליה) חקרו את מסלול אורנוס והסיקו שיש כוכב לכת במסלול רחוק יותר. נפטון אכן נמצא במקום ובזמן המחושב.

Johann Gottfried Galle and Heinrich Louis d'Arrest

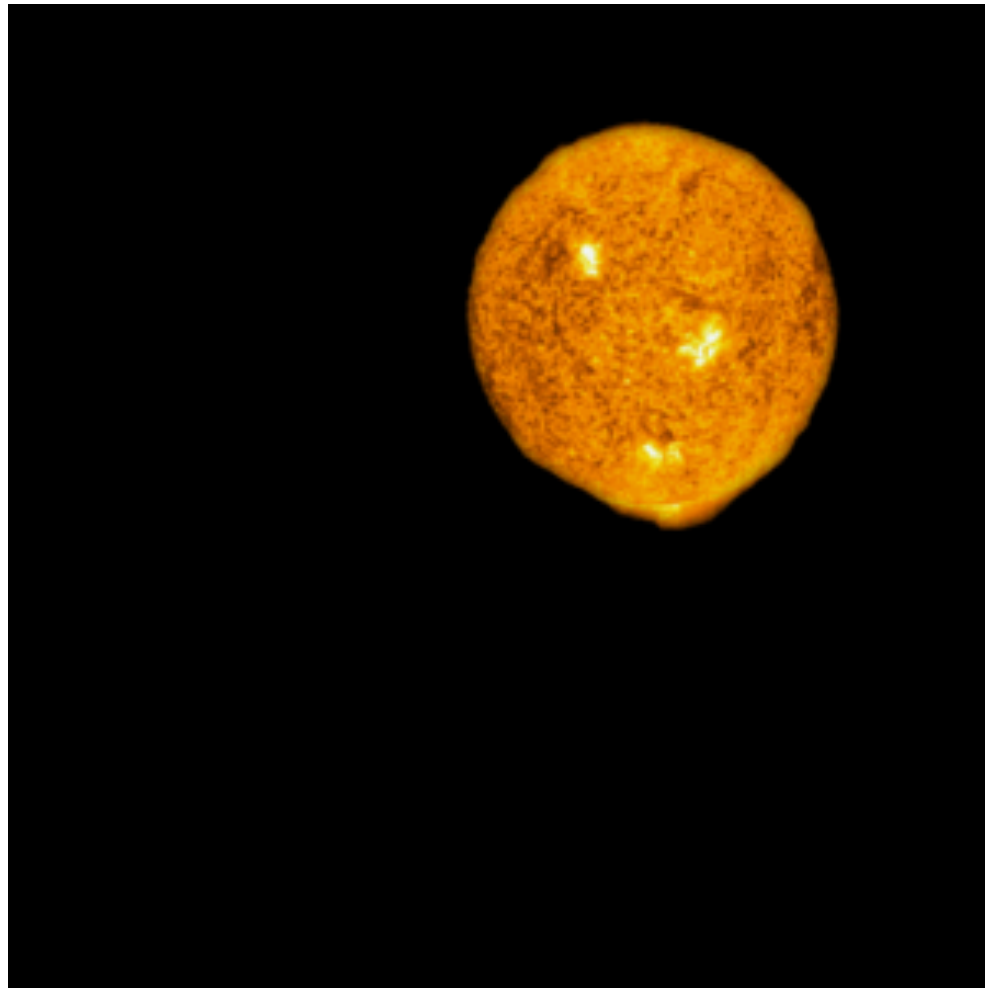
1846 גילוי נפטון לפי המקום ובזמן שניבאו החישובים של ורייה ואדאמס מתוך השפעתו על אורנוס.
חוק בוד נשבר במקרה של נפטון.

Heinrich Wilhelm Olbres (1758-1840) Germany

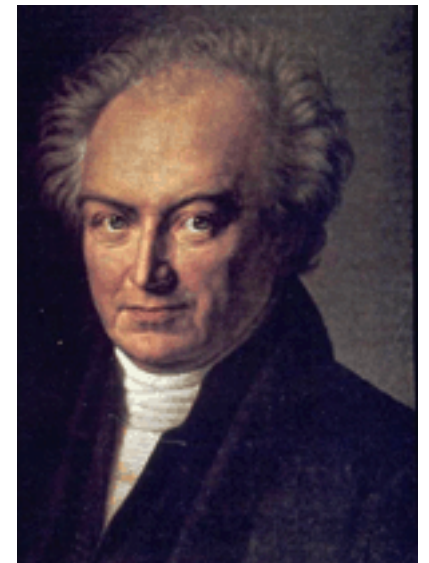
1826 Olbres paradox

פרדוקס אולברס: שמי הלילה החשוכים נוגדים את האפשרות של עולם אינסופי עם צפיפות שמשות קבועה.

מדוע?



ממרחק R אור המגיע אלינו משמש אחת דועך יחסית ל- R^2 אך מספר השמשות (בהנחת צפיפות קבועה) עולה יחסית ל- R^2 לכן סך האור המגיע אינו תלוי ב- R ובאינטגרציה על R עד אינסוף סך כמות האור היא אינסופית: ראה סימולציה- $\rangle$



הרכב הכוכבים

Wollaston

1802 מגלי פסי חשך בספקטרום השמש.

Joseph Fraunhofer 1787–1826

1814 חוקר את "פסי הבליעה" בספקטרוסקופ ארוך (כשר הפרדה גבוה) ומגלה ש"פסי פליטה" קיימים בלהבות גז, ותלויים בחמרים הבוערים.

Robert Wilhelm Bunsen, 1811–99 & Gustav Robert Kirchhoff, 1824–87

1859 פיתוחו ספקטרוסקופ עם תאורת סדק (חריץ), פריזמה ועדשה, ויכולת להשוות ספקטרה מחומר ידוע עם כזה ממקור לא ידוע. כך הוגדר הליום בשמש. בהמשך הוחלפה הפריזמה בשריג high-density diffraction gratings שאיפשר שיפור בכושר הפרדת הצבעים.

Pierre Janssen, 1824–1907 & Norman Lockyer, 1836–1920

1868 בעת ליקוי שמש מזהה ספקטרום של חמר "שימשי" לא ידוע שנקרא הליום

Ramsay

1895 בידוד גז ההליום ממינרל Clevite מנורבגיה, הספקטרום זהה לפסי הבליעה בשמש.

כך בהשוואות ספקטרה של חמרים ידועים מזהים בפסי השמש את כל 36 המתכות הידועות כגון ברזל, מגנזיום, קלציום, כרום, נחשת, אבץ, ניקל, בריום, נתרן ועוד. כיום ניתן גם למדוד ספקטרה מפני השמש בעומקים שונים, ואת הקורונה בליקויים, ולדעת את הרכבם:

photosphere, chromosphere (בעיקר H), corona

קטר השמש פי 109 מהארץ, צפיפותה $\frac{1}{4}$ מהארץ (מסה פי 332,000 מהארץ). לווד קלווין חישוב שהחום שמפיצה השמש שווה לשריפת 13,500 טון פחם לשעה. ספקטרום של כוכבים רבים הראה הרכב כימי דומה לשמש.

השמש

Richard Carrington and R. Hodgson

1860 ניצפו ע"י שניהם התפרצויות לשונות שמש בקורונה, ו-18 שעות אח"כ סערות מגנטיות וניצוצות התפרקות בכבלי טלגרף

M. Schwabe

מגלה את המחזור של 11 שנים בהופעת כתמי שמש

1899, Thomas Chrowder Chamberlain

1899 מתעניין בהתנהגות חמרים בתנאים קיצוניים, כמו בתוך השמש, ומניח שיכולים לקבל אנרגיות גדולות בהרבה מתנאים נורמאליים, שיסבירו איך הגיאולוגיה מצביעה על גיל כדור הארץ הגדול בהרבה מגיל השמש לפי הערכת גיל "דעיכת" האנרגיה שבה.

בסל 1784 – 1846 Friedrich Wilhelm Bessel

1838 מדד פרלקסה בין כוכבית (לכוכב Cygni 61). הבסיס למשולש – מסלול הארץ סביב השמש
מדד מרחק 11 שנות אור (שתי מדידות במרחק חצי שנה).

Charles Messier 1730-1817

מזהה צברים מטושטשים של כוכבים

Huggins

1866 נקודות אור של צברי גאז – נאבולות. מהזזת פסי ספקטרום חישב מהירויות כוכבים –
עשרות ק"מ לשניה, ועדין לא ניתן לראות שינוי במקומם בזמן החיים שלנו.

Henry Draper (New York)

1880 צילם עשרות נאבולות

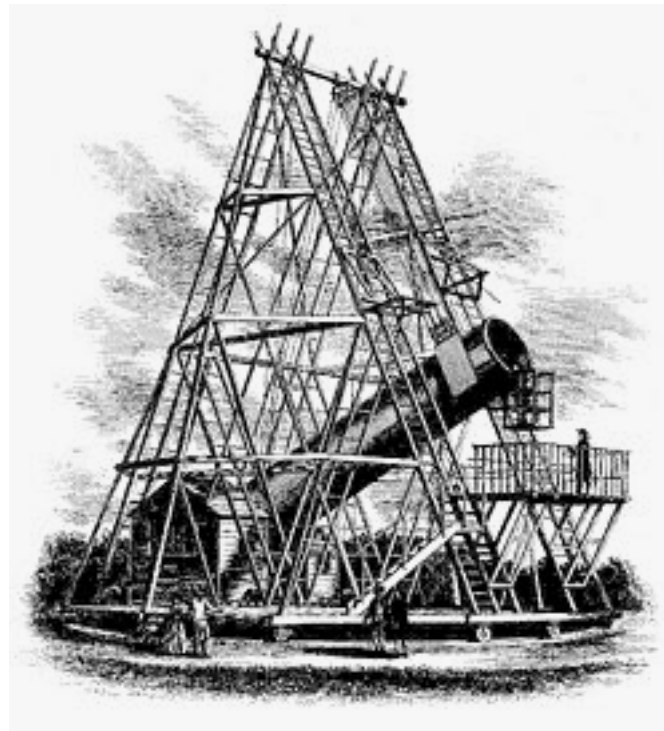
Sir William Herschel 1738–1822

1800 מגלה קרינה אינפרא-אדומה: בפיצול קרני שמש בפריזמה מדד עלית טמפרטורה של מדחום כתלות בצבע, ומצא שהחימום החזק ביותר היה מעבר לאדום. גילה במיקרוסקופ שאלמוגים אינם צמחים – כי אין להם דופן תא. נולד בהנובר, ניגן בתזמורת הצבאית (כמו אביו שהיה יהודי). ועבר לאנגליה עם אחותו, קרולין. (ממלכת הנובר היתה חלק מאנגליה) שם לימד מוזיקה וניהל הרכב מצליח. הוא התפרסם בבנית הטלסקופים המעולים ביותר בזמנו. הוא החל את עבודתו האסטרונומית במדידת גובה הרי הירח, (איך?) ובקיטלוג כוכבים כפולים. תגליתו את אוראנוס ב-1781 הפכה אותו למפורסם וקיבל משרת אסטרונום מלכותי, שאיפשרה לו עבודה מלאה כאסטרונום. בהמשך גילה ירח חדש לשבתאי.

הוא בנה כ-400 טלסקופים, הגדול ביניהם בקטר 126 ס"מ ומרחק פוקאלי 12 מטר.

אך את רוב תצפיותיו ותצפיות אחותו ערכו בטלסקופים קטנים ונוחים יותר. ערך קטלוג של ערפיליות, הבין שמבנה שביל החלב הוא כדיסק, וטבע את השם "אסטרואיד".

בנו ג'ון היה בעצמו אסטרונום



טלסקופים

כזכור האסטרונומיה עד לגליליי התבססה על צפיה בעין. לשם מדידות מיקום ומסלול השתמש קפלר בשפורפרת שהציב על מנגנון מדויק למדידת זוויות (כמה זוויות דרושות להגדרת המיקום?) עם ההתפתחות באופטיקה ובייצור עדשות (זכורות התחרויות הפופולאריות בין בוני הטלסקופים בתקופת הרנסאנס) נבנו טלסקופים משתי עדשות שהיו עם הגדלה וכושר הפרדה טובים יותר. אבל פריצת הדרך היתה השימוש במראה קעורה מחזירה במקום בעדשה, שיוחסה לניוטון. בעיקר השיפור היה באיסוף של יותר אור ולכן יכולת לראות כוכבים פחות בהירים. השימוש בפלטות צילום (החלוץ היה Janssen) שיפר עוד את היכולת לראות כוכבים עמומים שלא נראו בעין. אך זמני חשיפה ארוכים דרשו פיתוח מערכות כוון וסיבוב לטלסקופ שיקזזו את סיבוב הארץ. תיעוד תמונות השמיים יאפשר מדידות תנועה מדויקות לדורות הבאים. מה שהבינו בוני הטלסקופים באופן אינטואיטיבי שימש את הפיזיקאים לביסוס תורת הגלים של האור והמגבלות האופטיות של כושר הפרדה. למשל, הגודל הנראה של כוכב אינו גודלו (או ליתר דיוק זווית הראיה שלו) האמיתיים. עם פיתוח טלסקופים גדולים יותר התגלו ירחים לכוכבי הלכת יופיטר (Barnard) נפטון (1846 Lassell) ומרס (Asaph-Hall), המבנה המטאוריטי של טבעות הסטורן (Keley 1896) כוכבים כפולים (Burnham) והמבנה הספיראלי של גלקסיות.

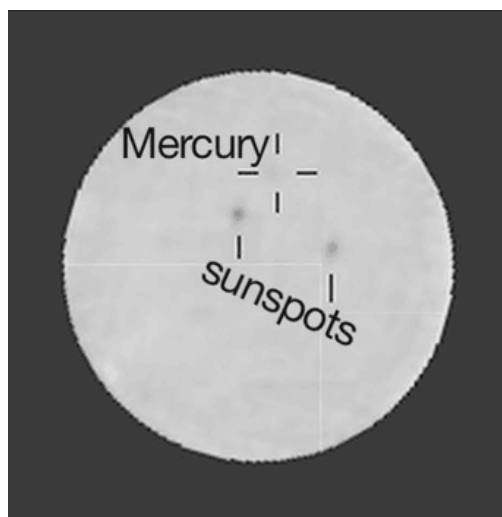
למרות זאת שיקולי כובד הטלסקופ, עוותי זכוכית המראה, הפרעות האטמוספירה, והחזרות אור עקב זיהום אויר הגבילו את ביצועי הטלסקופים הן בכושר ההפרדה והן בתחום הספקטראלי. הפתרונות נמצאו בתחילת המאה ה-20: הצבת טלסקופים על הרים גבוהים רחוק מערים. אופטיקה של שמידט 1879–1935 Bernhard Schmidt יושמה ב-1930 בטלסקופ בהר פלומר לתיקון עוותים מחוץ לציר האופטי ואיפשרו הגדלת שדה הראיה של הטלסקופ. טלסקופים של גלי רדיו דימו את החלל מנקודת מבט חדשה לגמרי, ולקראת סוף המאה ה-20 מצלמות אלקטרוניות ואופטיקה מסתגלת תיקנו הפרעות אטמוספיריות, והצבת טלסקופים בחלל סיפקו הדמיה מהאינפרה-אדום ועד האולטרה-סגול.

.....

תיאוריה של תלות פוטנציאל הגראויטציה במהירות הגוף שגויה, אך עודדה ודחפה לפיתוח התיאור של השדות האלקטרומגנטיים (שם על מטענים פועלים כוחות תלויי מהירות) ע"י מקסוול ולורנץ. טומפסון **William Thomson** גם ניסה להסביר את הפרצסיה של הפרהליון (הנקודה הקרובה ביותר לשמש) של כוכב מרקורי.

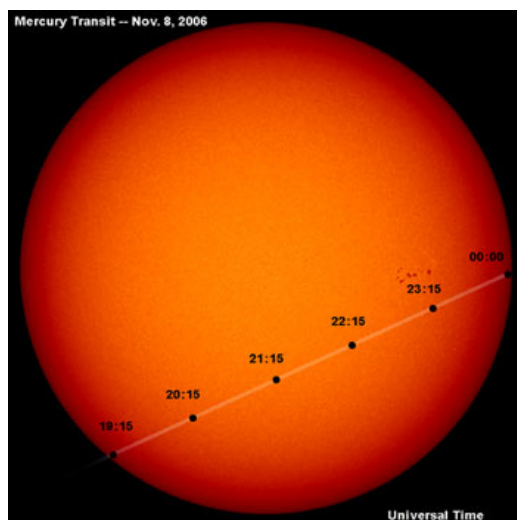
1855 - Urbain Le Verrier

מתעד 35 / 60 מעלות למאה שנה של פרצסית הפרהליון למרקורי (מדידות מזמן מעבר המרקורי על פני השמש) ומייחס אותה למשיכה מכוכב לכת נוסף במסלול פנימי למרקורי שלא נמצא מעולם. דווחים על נקודות זוות על פני השמש התבררו כשגויים. ההסבר הנכון ניתן רק ע"י תורת היחסיות הכללית ב-1917.



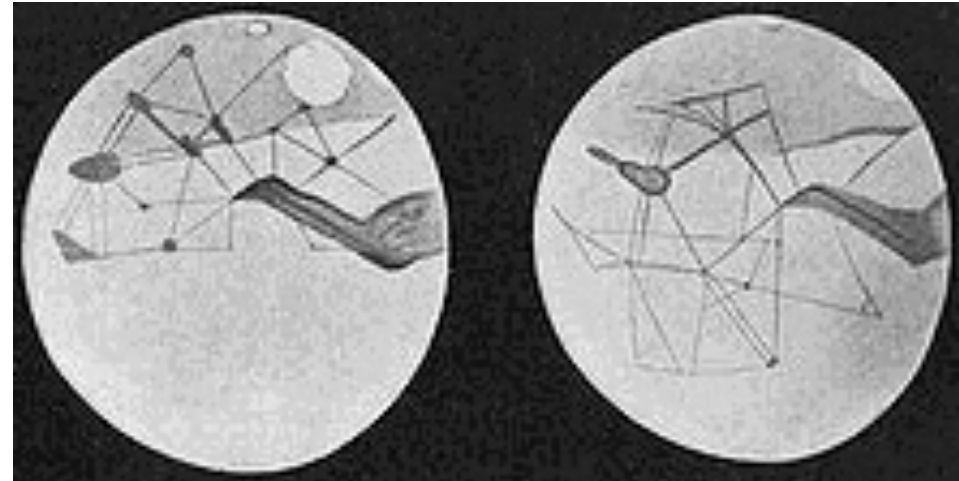
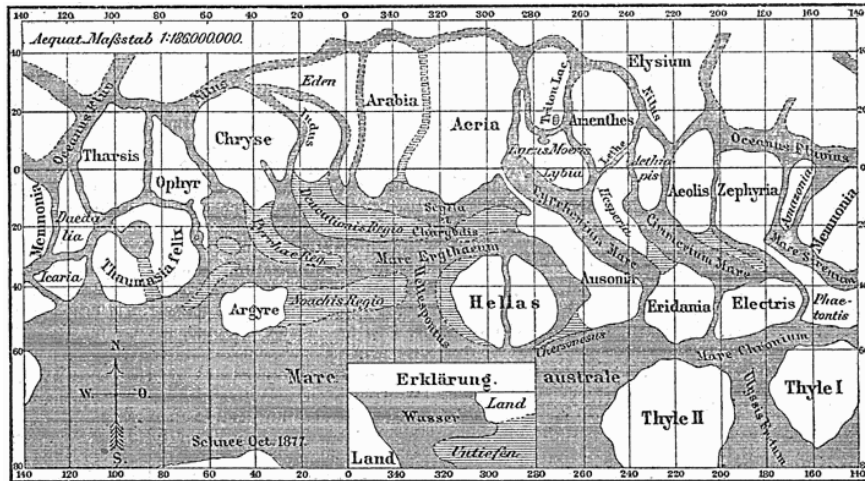
Simon Newcomb

1882 מודד 43 ארק-שניות למאה שנים פרצסיה למרקורי

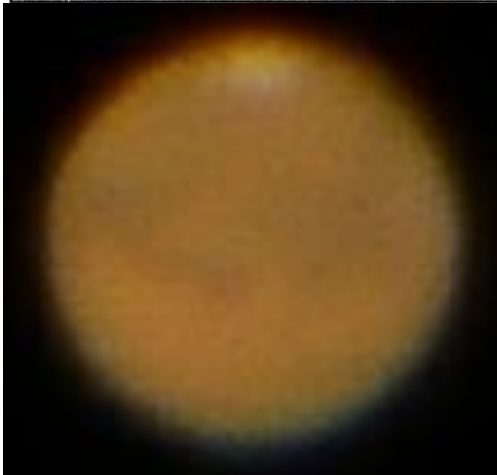


Giovanni Schiaparelli

1877 תיאור מפורט של התעלות על מארס (מאדים) כפי שראה במצב שהמרס והשמש בכוון הפוך. הממצאים תוארו גם ע"י לוול Percival Lowell למרות שהוא תאר קוים ישרים שלא חפפו את ציורי צ'יאפרלי. הם התקבלו בגלל השאיפה לגילוי חיים מחוץ לכדור הארץ, ועקב בניית תעלת סואץ ופנמה, השינויים בדווחים התקבלו כחפירה של תעלות נוספות על המארס...



זה שיחזור תמונת המארס כפי שנראה בטלסקופים בזמנו.
בלי צילום, צפיה בטלסקופ במשך שעות ארוכות בוודאי
גרמה לתעתועי ראייה.



סופרנובה

1885 , Ernst Hartwig

1885 מגלה התפוצצות (נובה) בערפילית אנדרומדה. מודד את עצמתה המירבית לפני שדעכה, ומגלה שהיא שוה לזו של כל הגלקסיה ביחד.

כזכור יש דווחים היסטוריים של סופרנובות בסין ובאירופה:

1054 התפוצצות סופרנובה בערפילית סרטן נצפתה

ב– Sung national observatory at K'ai-feng במשך 23 ימים

(נראתה אפילו ביום).

1604 גלילאו מודד מיקום ומרחק סופרנובה – לא תופעה אטמוספירית אלא רחוקה מהירח

סיכום:

במאה ה-19 העבר הרחוק של כדור הארץ והמרחק לגרמי השמים מהוים מכשול לפתרון שאלות בגיאולוגיה ואסטרונומיה. מיון שכבות גיאולוגיות וממצאי מאובנים רומזים לגיל כדור הארץ שאינו תואם לגיל המקראי. פיתוחים טכנולוגיים באופטיקה של טלסקופים ובספקטרוסקופיה מאפשרים למדוד את תכולת היסודות של שמשות רחוקות. חוקי ניוטון מיושמים לחישובי מסלולים של כוכבי לכת שביטים ואסטרואידים בהצלחה, ואף לנבא קיום גרמי שמיים שלא ניצפו ישירות מכוח המשיכה שהם מפעילים על כוכבים ניצפים.

ביוֹלוֹגְיָה

כיום קשה לנו לדמיין את הידע בביולוגיה (או יותר נכון את חוסר הידע) בתחילת המאה ה-19. למרות שבחירה סלקטיבית של תכונות רצויות בחקלאות היו נפוצות אלפי שנים, המדע לא הסביר את הבסיס לכך.

במאה הקודמת פותח המיקרוסקופ, הכימיה האי-אורגאנית סיפקה שיטות לסינטז והפרדת חמרים, והרפואה משוחררת מאמונות טפלות ומגיה ומאמצת שיטות מדעיות.

מאה זו תרמה את הבסיס המודרני של הביולוגיה:

- תורת התא, התרבות בחלוקה, אורגאנלות תוך תאיות: גרעין, מיטוכונדריה, גולג'י
- אבולוציה ותורשה
- הפריה ואמבריולוגיה – תאי גזע
- נוירוביולוגיה – ממבנה תאי עצב, המוח וחלקיו, פעילות חשמלית וחישה (שמיעה וראיה)
- פוטוסינטזה בצמחים ומטבוליזם בחיות
- מיקרוביולוגיה – חידקים עובשים ווירוסים. מחלות זיהומיות
- הביוכימיה של מולקולות מהחי: חלבונים, שומנים, פחמימות, סוכרים וחומצות גרעין. אנזימים

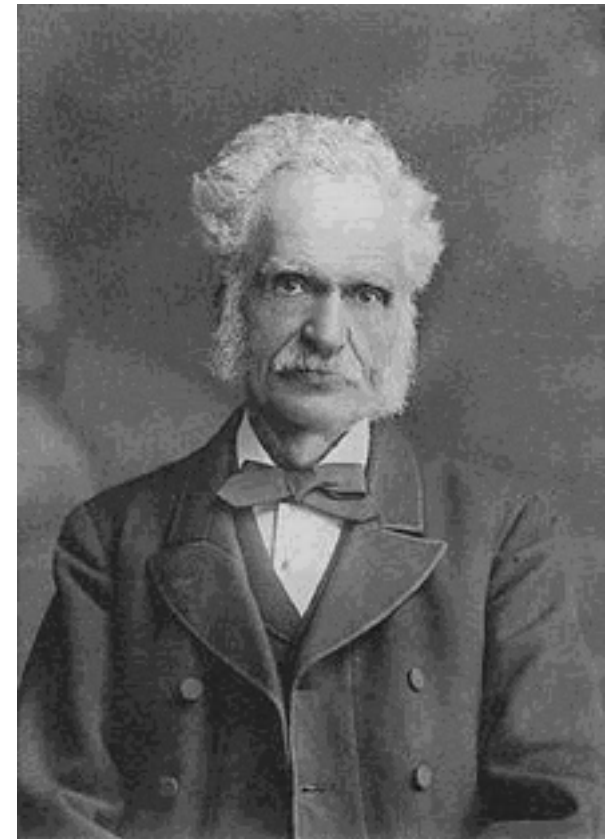
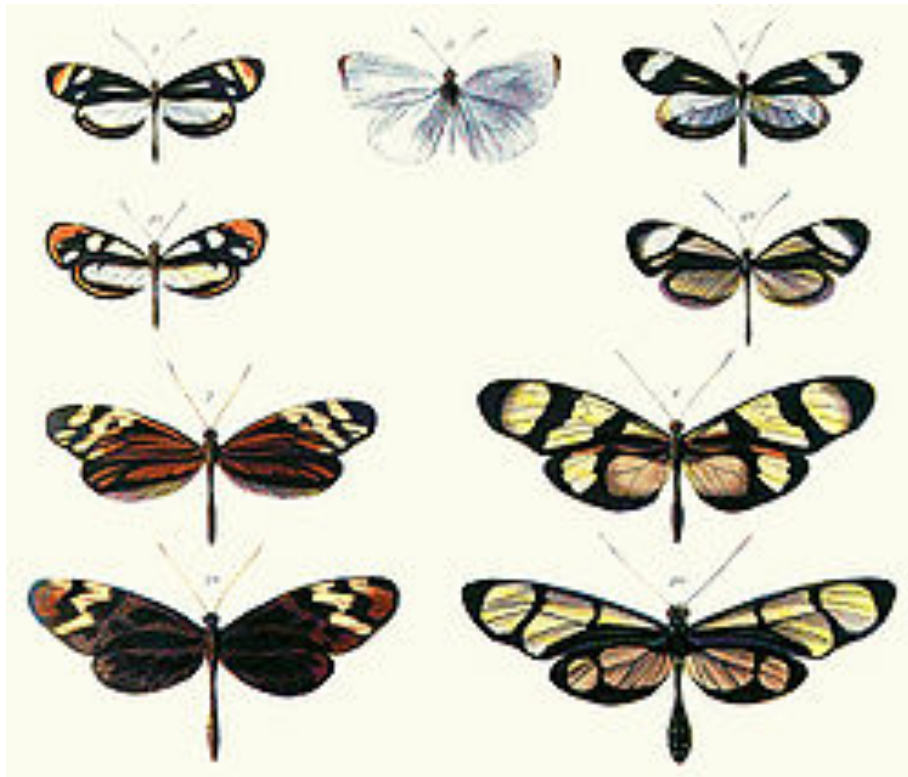
- תפקיד מלחים אי-אורגאניים בתמיסות שומרות חיים ובעצבים
- קבוצות פרוסטטיות: הימוגלובין, כלורופיל (הקשר לויטמינים בעתיד)
- חמרי חיטוי תרופות ורעלים. נוגדנים. חמרי הרדמה. סינטזות של חמרי טבע.

וברפואה –

- הבנת גורמי מחלות זיהומיות, חיסון והגיינה רפואית
- פסיכולוגיה ומחלות נפש

Henry Walter Bates (1825 -1892) English. Naturalist.

1848 יצא עם משלחת ליערות הגשם של האמזונס עם וולס **Aflred Russel Wallace** חזר עם אוסף של 15,000 חרקים, ברובם לא ידועים, (בחלקם אבדו במשלוח כשאניה נשרפה). גילה פרפרים "טעימים" המחקים פרפרים עם טעם גרוע כדי להגן על עצמם מטורפים mimicry וראו בזה הוכחה לברירה הטבעית באבולוציה.

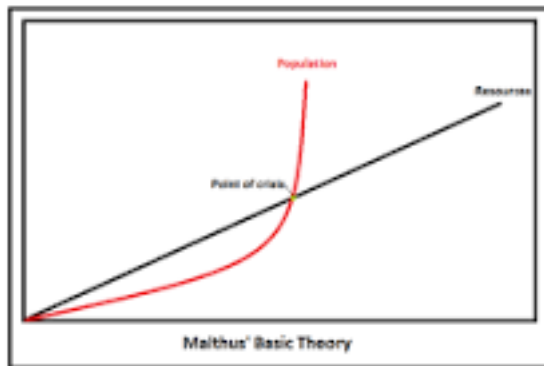




Thomas Malthus 1766-1834

1798 דיון בגידול האוכלוסיה וייצור מזון.
חוק מאלטוס: גידול ליניארי בכמות המזון
וגידול גיאומטרי של אוכלוסיה ייבטל את ייתרת המזון
ויביא לרעב.

למאלטוס היתה השפעה רבה על כלכלנים. המהפיכה הירוקה
מצד אחד הראתה שהעליה בייצור המזון אינה ליניארית.
מאידך ההתקדמות ברפואה הביאה ל"התפוצצות אוכלוסין"
שקירבו את זמן "נקודת המשבר".



גם היום כשברור שעקומות הגידול באמצעי ייצור המזון
ושל התרבות האוכלוסין אינן ניתנות לניבוי ואקסטרפולציה
(בשל מגיפות, מלחמות, בצורת ואפילו הגבלת הילודה בסין),
העקרון של מאלטוס עדין מהווה נושא לדיון בפאנלים כלכליים.

Kaspar Friedrich Wolff

1767 טען שריקמות עובר התרנגולת לא נוצרות ממבנה קיים בביצה, אלא מתפתחות מכלום.

Lazzaro Spallanzani

1768 מוכיח שלא קיימת התפתחות חיים ספונטאנית במדיום עשיר אם הוא מחומם (להרוג אורגאניזמים קיימים) ונשמר בבקבוקים חתומים. גם הראה שהפריה ביונקים דורשת ביצית זרע.

Joseph Priestley

1771 מראה שצמחים פולטים גז הנצרך ע"י בעלי חיים וגם בלהבה. גילוי דו תחמוצת הפחמן וחמצן

Henri Dutrochet (1776–1847) and François Raspail (1794–1878)

התא- היחידה הבסיסית של החיים. אך תיאר בטעות יצירת תאים חדשים בתוך הקיימים.

1832 **Barthelemy Dumortier (1797–1878)**

1832 צופה בחלוקה תאית בצמחים.

כנראה הקדים את **Hugo von Mohl (1805–1872)** שטבע את השם "פרוטופלזמה"

1802 **Franz Bauer** Czech

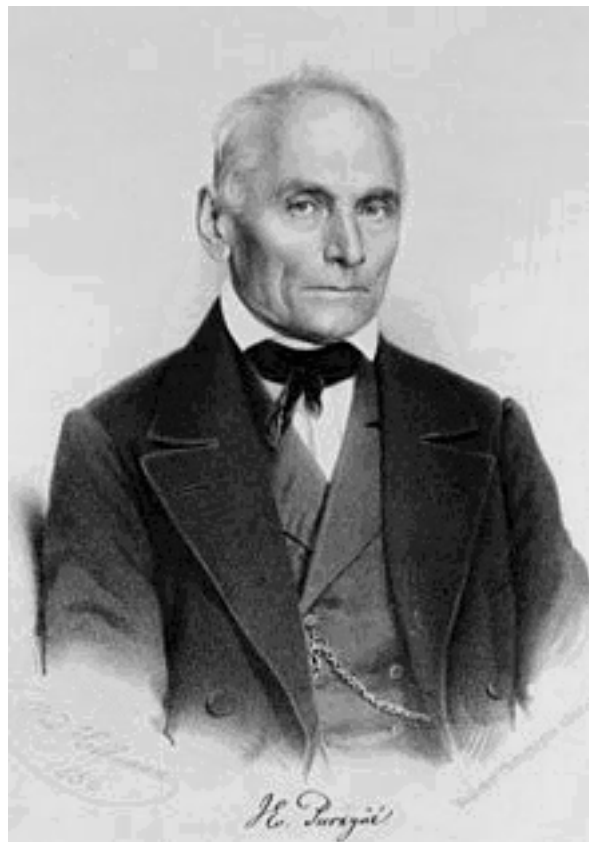
1802 תיאור גרעין התא. השם ניתן ע"י בראון, של התנועה הבראונית) ב-1831

Jan Purkyňe (1787–1869), or **Purkinje**

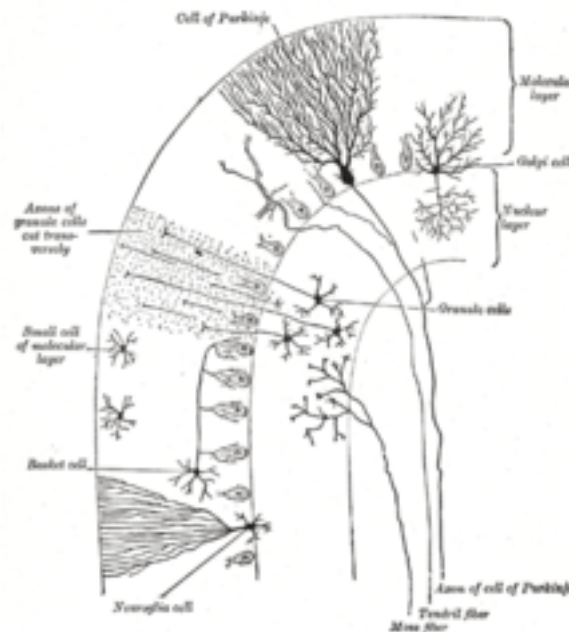
תאים בונים צמחים ובעלי חיים.

1838 תאי עצב בנויים משני חלקים: אקסונים ודנדריטים.

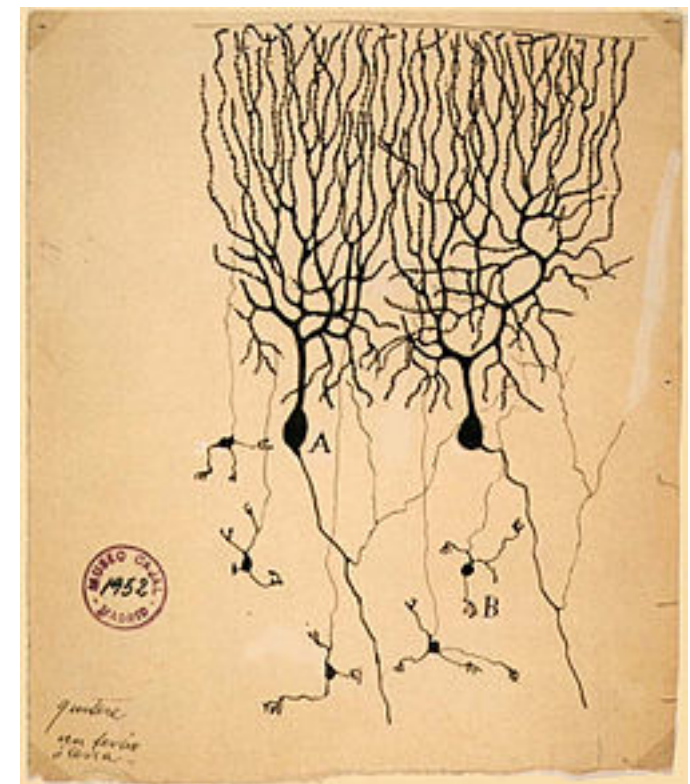
טובע את המונח "פרוטופלזמה". יחד עם מול **Mohl** מגדיר אותה כתכולת התא.



תאי פורקינז'י בסרבולום



תאי עצב = אקסונים ודנדריטים



Theodor Schwann

1836 מגלה פפסין בקיבה – האנזים הראשון

1837 מראה שחימום האויר מונע נמק

Matthias Jacob Schleiden — 1838

1838 מציע שכל הצמחים בנויים מתאים, ומציין את חשיבות גרעין התא.

1839 שוואן **Schwann** מציע שגם כל החיות בנויות מתאים – התא ובו גרעין: החלקיק

היסודי של החיים

1815 קירחוף **Konstantin Sigizmundovich Kirchhof** מדווח שגלוטין מחיטה יכול לספק לגוף

דקסטרין וסוכר

Pierre-Joseph Pelletier and Joseph Bienaimé Caventou
1817 בידוד כלורופיל (ראה בהמשך) פלטיה בודד קוינין (ראה רפואה)

Christian Friedrich Nasse
1820 ניסוח חוק נסה: המופיליה מופיעה רק בגברים אך
מורשת ע"י נשים בריאות

J. L. Prevost and J. B. Dumas
1824 הזרע אינו פרזיט אלא גורם ההפריה

Karl Ernst von Baer 1792-1876
1826 הראה שביציות היונקים נוצרות בשחלות (סוף חיפוש של 200 שנים)
1827 היה חלוץ האמבריולוגיה וניסח כמה כללים:
• צורות כלליות בעובר מתפתחות לפני הצורות המיוחדות את סוג החי הבוגר
• הצורות הייחודיות מתפצלות מהכלליות והן מיוחדות לסוג החי הבוגר

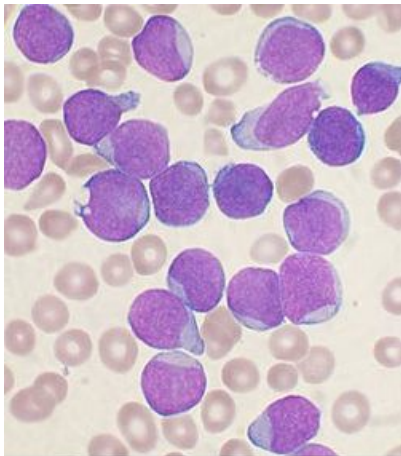
William Prout
1827 סיווג ביו-מולקולות לפחממות, חלבונים וליפידים: (עדין חסרות חומצות הגרעין).

Robert Remark 1815-1865

1852 חלוקת התא ולא "גיבושו בתוך תא קיים כפי שהציע שלירן



זיהה סרטן דם –
לאוקמיה



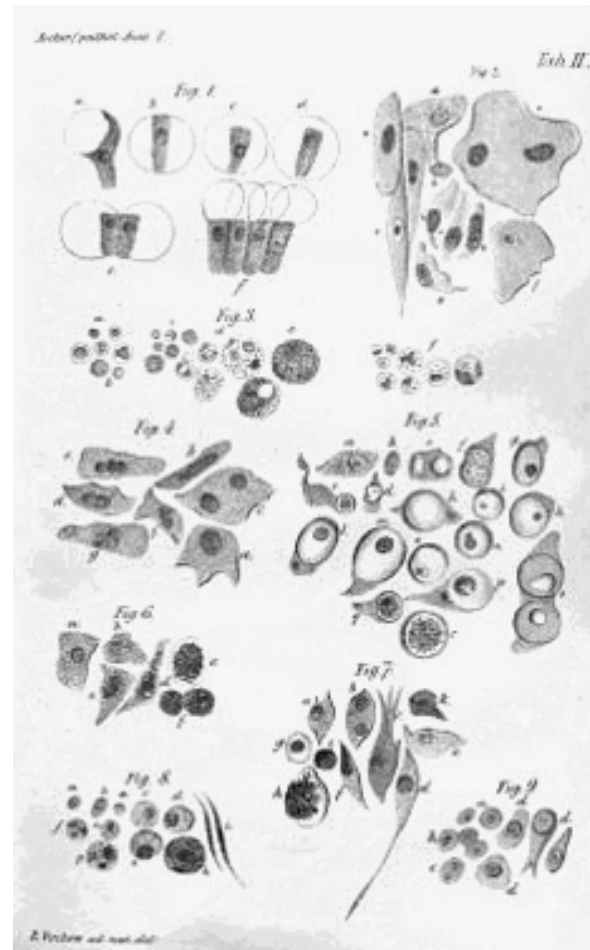
Rudolf Virchow 1821-1902

1858 **תא נוצר מתא** – "Omnis cellula e cellula".

המשפט נטבע ע"י François-Vincent Raspail

איור של תורת התא

והפך פופולארי ע"י וירשאו



תאים מתחלקים.

לא נותן אשראי לרמרק.

זה נדבק נוסף לתורת התא בבסיס

כל החיים של שליידן ושוואן.

התנגד לתורת האבולוציה של דארווין

ולא האמין לממצאי אדם ננדנטאלי

כאבי האנושות.

שלל מדידות גולגולת כקריטריון לגזע

ואסף נתונים ששללו הפרדת ארים

מיהודים.

התנגד לקשר בין מחלות לבקטריות

של פסטר וקוך:

מחלה נובעת מאי-תיפקוד תאים,

ובקטריות מתיישבות ברקמות חולות

אך לא גורמות למחלה

Albert von Kölliker 1817-1905

מפתח שיטות לחתכי ריקמה וצביעות היסטולוגיות

1843 — Martin Barry

1843 מדווח על מיזוג זרע וביצית לארנבת. (מאמר קצר של עמוד בודד בעיתון החברה המלכותית)

1825, Christian Leopold von Buch

1825 מסיק שזנים varieties יכולים להתבדל למינים שונים species במהלך דורות.

Louis Pierre Vieillot 1748– 1830

יישם את שיטת לינאוס למיון מינים לצפורי מרכז אמריקה, וחקר סוגי וצבעי נוצות.

1826, Robert Grant, August Schweigger, and Friedrich Tiedemann

1826 תומכים במקור משותף לצמחים ובעלי חיים

Friedrich August Kekulé von Stradonitz

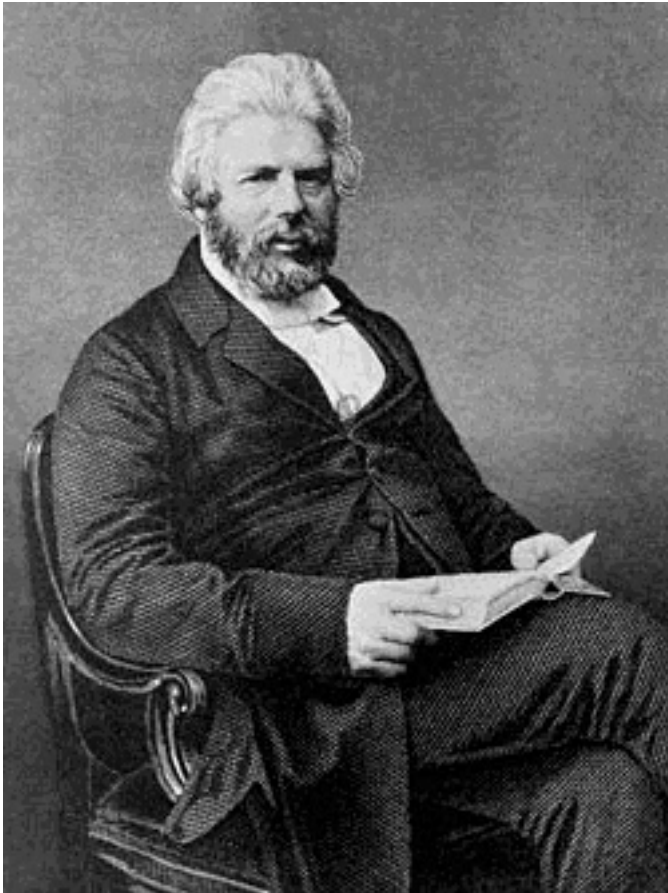
1858 מציע שאטומי פחמן יוצרים שרשרות

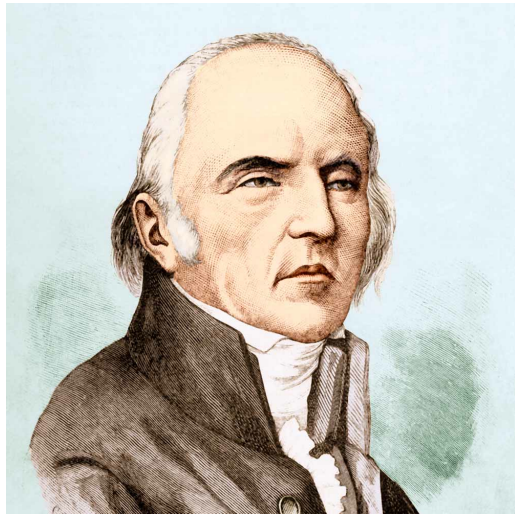
1865 מציע מבנה טבעתי לבנזן

Robert Chambers 1802-1871 Scott

התעניין בגיאולוגיה ואח"כ באבולוציה של החיים
1844 מחשבות נופלות בתוך חוקי הטבע.

מפתח בעקבות עקרון פון בר von Baer's principle תורת אבולוציה למרקית המושפעת
מהחיוביות של קומטה Auguste Comte's postivism (המדע מנסיון וחקר).
מפרסם ללא שמו כמחבר, בגלל הבעיות הדתיות.





Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck

למרק (1744-1829) Jean-Baptiste Lamarck

היה הראשון להציע אבולוציה הדרגתית של חיים. האמין בתורשה "רכה" של תכונות נרכשות. הוא נולד למשפחה צבאית, והחל את חייו כחייל. נפצע בתאונה ועבר להתעניין בביולוגיה. 1778 ערך ספר של פרחי צרפת כשעבד ב"גני המלך" שהפכו אחרי המהפיכה ל"גן הצמחים" חלק מהמוזיאון הלאומי לטבע בפריז. 1801 עסק בזאולוגיה של חסרי חוליות (ציין את ההבדל בגלל השלד) (טרסונומיה) והרחיב את שיטות המיון של לינוס **Linnaeus**.

1809 ממחקר של מאובנים, ובשונה מבופון שהציע שינויים הדרגתיים בטבע, הוא הציע אבולוציה של חיים המתאימים עצמם לטבע, העוברת בירושה ומביאה למגוון. תחילה האמין בתהליך ליניארי, אך מתוך סווג החי עבר להאמין במודל של עץ אבולוציוני שתחילתו ביצירה ספונטאנית של חיים פשוטים (כמו בקטריות). מסתמך על ירושה של תכונות ניקנות ("habtis" או behavior) הבאות מהסביבה, ותכונות מורשות ניתן לטפח ע"י זוג סלקטיבי. למשל: שימוש תדיר בחלק גוף גורם לפיתוחו.

אמנם הבסיס לאבולוציה שלו על תורשה של תכונות ניקנות אינו נכון, אך ידיעתו את הטבע היתה יותר רחבה מזו של דארווין, והתבססה על מיון זנים וסוגי חיים, כולל אדם, שגילו מוטציות שהשתנו בדורות רבים והראו התאמה לסביבה. תרומתו לכן לרעיון האבולוציה חשובה מאד.

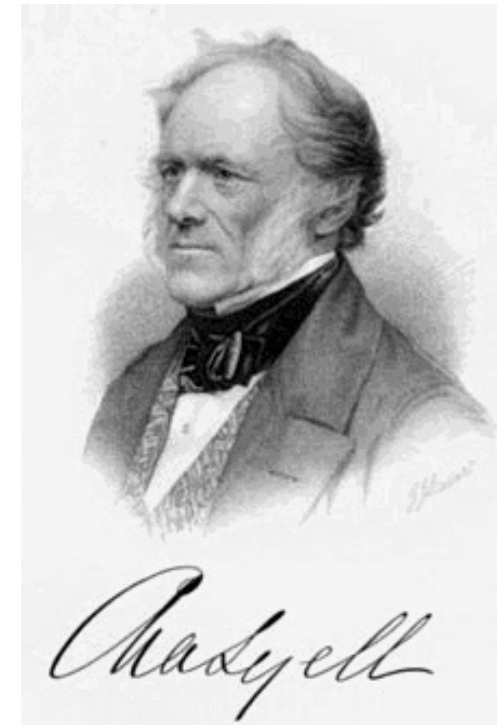
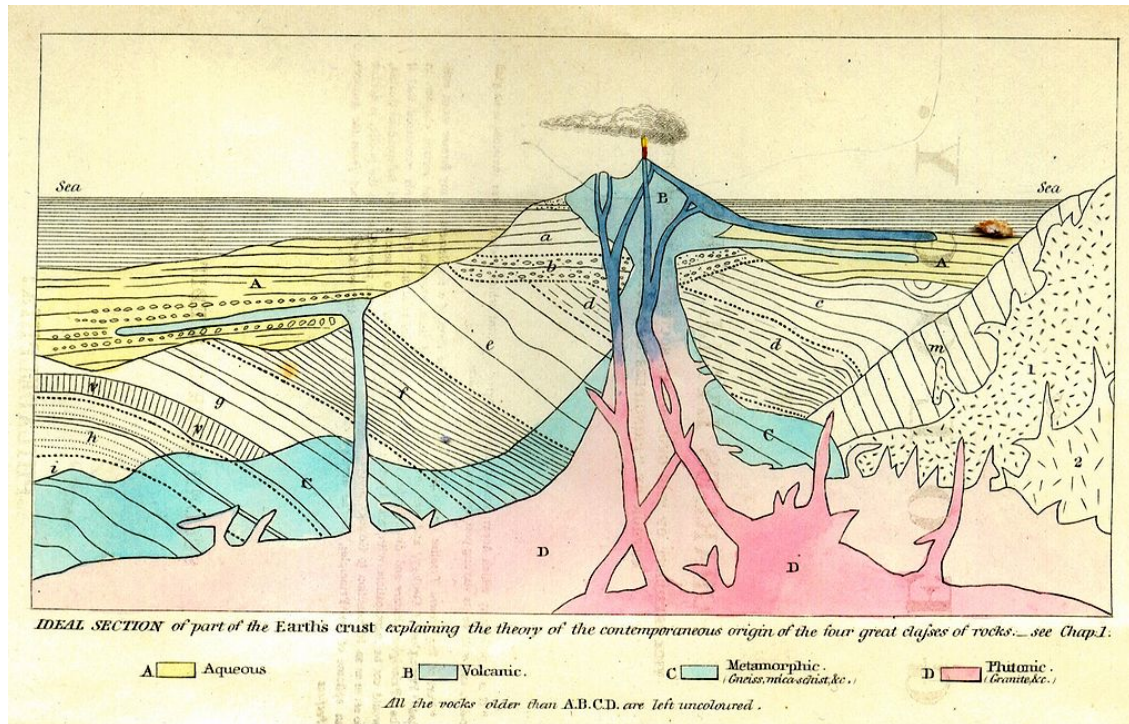
1802 טבע את השם "ביולוגיה" כשטח מדעי - השם גם ע"י **Gotfried Reinhold Treviranus** וע"י **Karl Friedrich Burdach** ומחליף את "ההיסטוריה של הטבע" שכללה זואולוגיה, בוטאניקה ומינרולוגיה.



קיוויה, צרפתי, אבי הפלנטאולוגיה – 1769–1832 Georges Cuvier
1812 מאובנים מונחים בסדר כרונולוגי של יצירתם: דגים, דו-חיים, זוחלים ויונקים. האמין באסונות חוזרים (קטסטרופות) שגרמו להשמדת סוג אחד של חיים ויצירת סוג חדש אחרי האסון והתנגד להתפתחות הדרגתית של למרק **Lamarck**

לייל Charles Lyell 1797-1875 scottish

עו"ד וגיאולוג סקוטי. בתורתו ובתמיכתו האישית סלל את הדרך לדארווין. 1829 מציג הנחה שהתפתחות הארץ והחיים נעשו בתהליך רציף, ולא בקטסטרופות. (עקרון האחידות - יוניפורמיזם שהוצע לראשונה ע"י האטון James Hutton 1726-97 טוען שהשינויים האיטיים ורצופים בהווה מלמדים על העבר) זה נגד את האמונה במבול, שנתמך ע"י הקטסטרופיסטים. האמונה הדתית שקבעה את גיל האדמה כ-6000 שנים לא יכלה להסביר יצירת עמקי נהרות ע"י ארוזיה איטית של רוח מים וקרחונים. מאידך קיפול והיפוך של שכבות סלעי משקע ויסוד, רעידות אדמה והתפרצות הרי געש לא תאם את עקרון האחידות ותמך בקטסטרופות. ספר הגיאולוגיה של לייל, שיצא בארבע הוצאות והתרחב לשישה כרכים, הציג תורה כוללת ומיין שכבות גיאולוגיות לפי ממצאי המאובנים. לייל דן בהרחבה ברעיונות למארק, אך דחה את תורת האבולוציה. רק אחרי פירסום "מוצא המינים" של דארווין קיבל אותה, היה תומך נלהב של דארווין וקידם את פירסומו והרצאותיו.



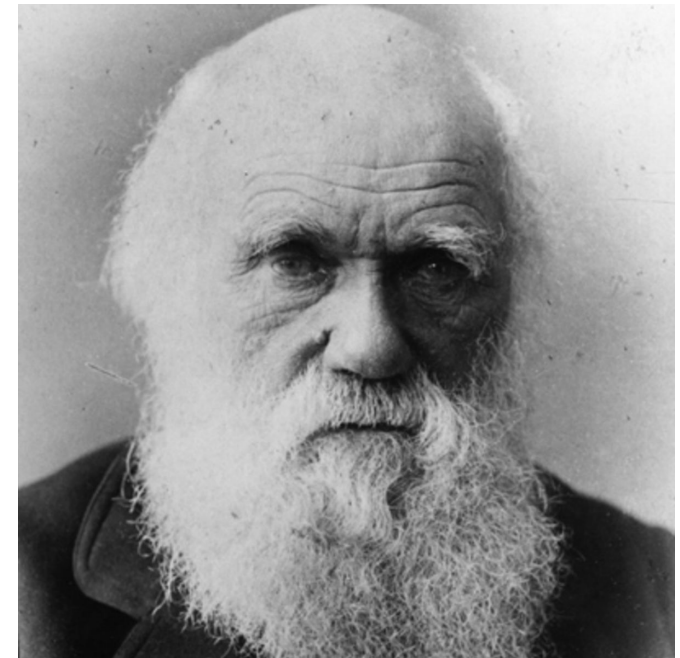
Charles R. Darwin and Alfred Wallace

1844 דארווין כותב, אך לא מפרסם, את "מוצא המינים"
1858 דארווין וולאס, שפיתחו את רעיון "הברירה הטיבעית" באופן בלתי תלוי, מפרסמים
אותו ביחד בעידוד לייל: כל שינוי זעיר שנמצא מועיל נשמר בתורשה. המונח הראשוני היה
"תכונות צאצאים באמצעות שינויים" "descent through modification" ורק במהדורות
הבאות היכניס דארווין את המונח "אבולוציה".

מעניין שהרעיונות באים רחוק מהבית: דארוין במסע הביגל לגאלפגוס ווולס במסע לארכיפלג במלאי

1859 דארוין מפרסם בעידוד לייל את "מוצא המינים". גורם לויכוח חריף בחברה עקב המשמעות של "מוצא האדם מהקוף". אגב דארוין האמין שתכונות הצאצא הן ממוצע של תכונות ההורים

דף ממחברת המסע של דארווין לגלפגוס:



1831 מסע הספינה ביגל

המחקרים הפרטניים שהביאו אותו לרעיון הברירה הטבעית Natural selection השרדות המתאים "survival of the fittest" ועקרון ההסתעפות divergence היו:

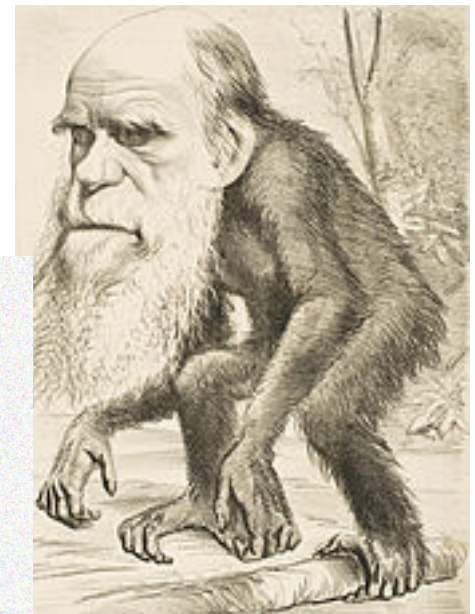
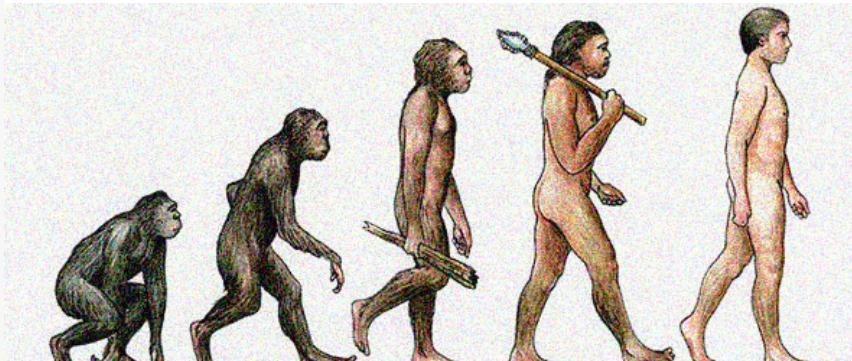
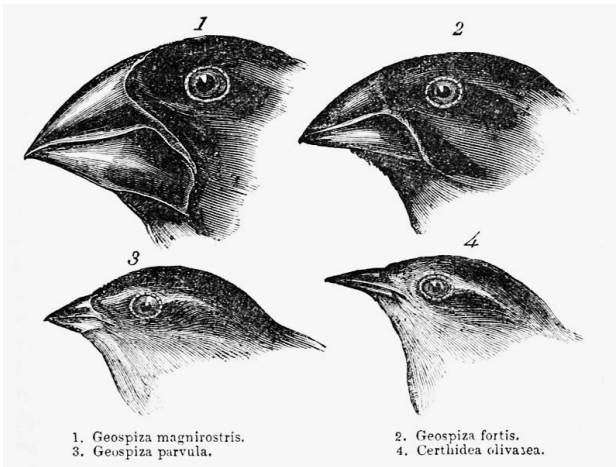
1. מקוריהם של מיני ציפורי הפרושים ground finch המותאמים לסוגי המזון על האי בו התרבו

2. מיני הריאה Rhea בדרום ארגנטינה

3. שלדי מאובנים הזוהים לבעלי חוליות בנות ימינו

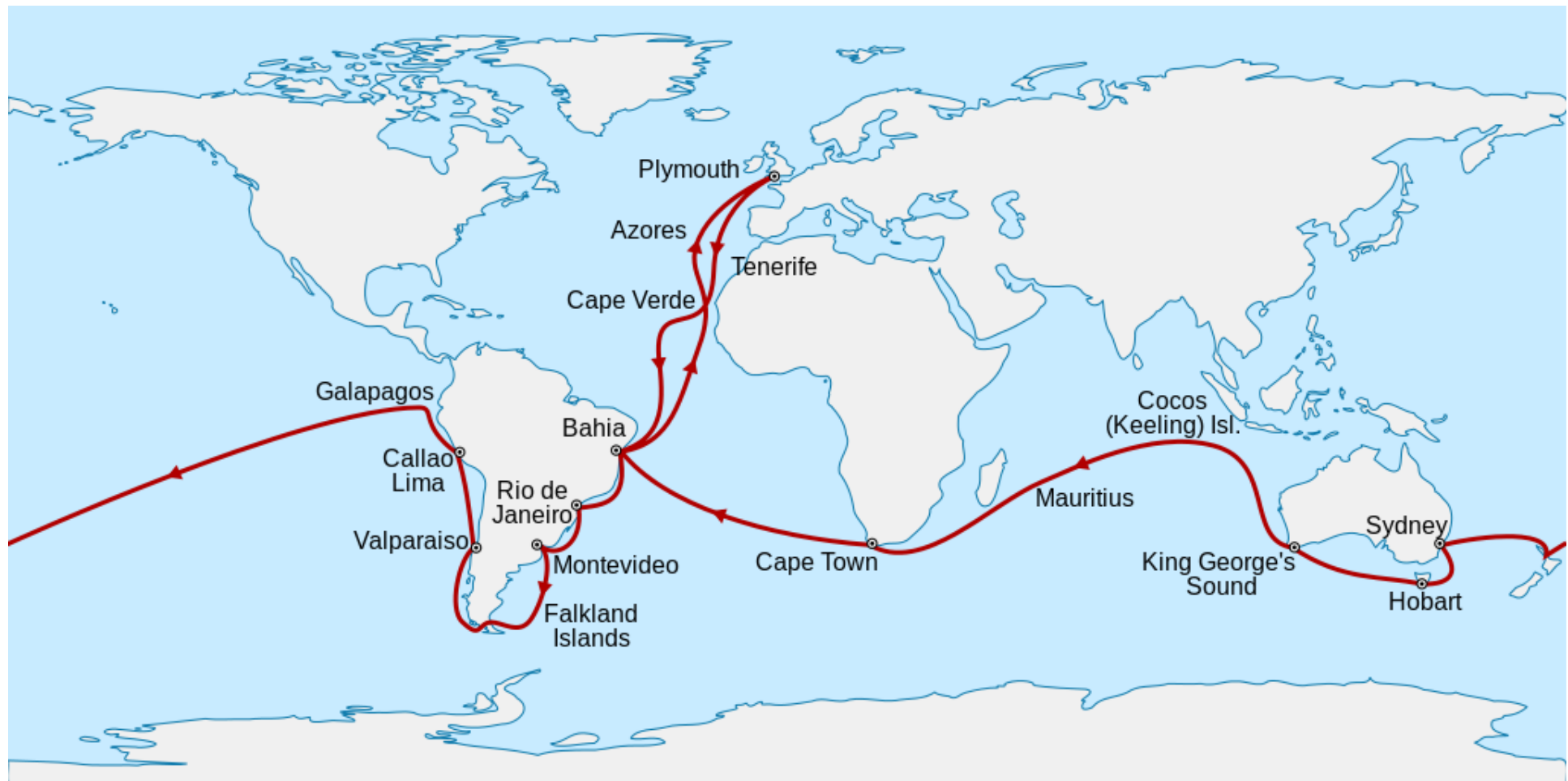
הוא פיתח את רעיונותיו ב-1844 אך לא פירסם עד שראה את סיפרו של רוברט צ'יימברס "שרידים". הספר דן, אמנם בצורה פשוטה, ברעיון האבולוציה אך דרווין חשש שיגנוב לו את ההצגה. הוא גם קיבל לעיון את גירסתו העצמאית של וולס לאבולוציה, והחליט להוציא הודעה משותפת עם וולס בכנס "החברה הלינאית" וסיים לכתוב ופירסם את "מוצא המינים". לייל, שאת סיפרו על גיאולוגיה קרא דרווין במסעו בביגל, תמך נלהבות.

רק כעבור 18 שנים העז לפרסם את "מוצא האדם" שזעזע את החברה הויקטוריאנית הדתית. אפילו ב-1925 נערך למורה בטנסי שלימד את תורת האבולוציה "משפט הקופים"



מסע הביגל 1831-36

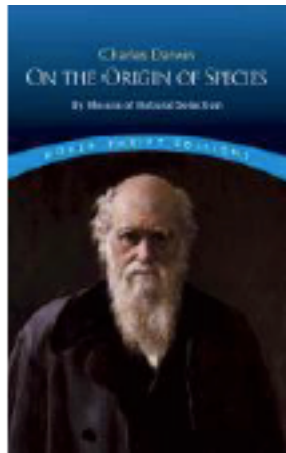
כף וורדה, חופי אמריקה הדרומית, איי פוקלנד, ארץ האש, איי גלאפגוס, טהיטי, ניו זילנד, אוסטרליה, טסמניה, איי קוקוס, כף התקווה הטובה, סנט הלנה ואסנשן.



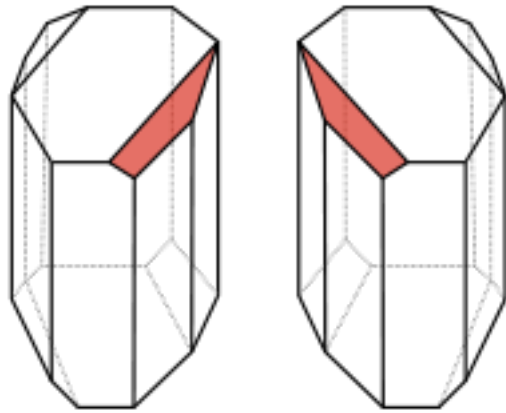
1859 דארווין טוען שמוצא כל החיים מאב משותף, וגוון המינים נובע מברירה טיבעית של ווריאנטים המותאמים טוב יותר לסביבה – בדומה לברירה המלאכותית של מגדלי צמחים ובעלי חיים.

עד דורוין מושג המוטציה השתבש בגלל יישומו במה שלינוס זיהה כסוגים ומינים. לכן חוקרי אנטומיה כגון הקל Ernst Heinrich Haeckel עקבו אחר יחסים וקשרים בין סוגי חיות. דארווין, שהיה גיאולוג מומחה (וגם מזכיר האגודה הגיאולוגית בשנים 1838–41) הקדיש בספרו "מוצא המינים" הוכחות ממאובנים שצורות חיים התפתחו באופן הדרגתי.

1876 וולאס מפרסם את תרומתו לאבולוציה: "הגיאוגרפיה של פילוג החיות".



סיפרו של דארווין
"מוצא המינים"
שהוא רב מכר עד היום



Louis Pasteur (1822 -1895)

1848 גבישים בעלי מבנה שונה לחומצה טרטריק -
 אננטיומרים - לבו. /דקסטרו: תחילת סטיריאוכימיה
 1849 מבחין בין מטבוליזם אירובי ואנ-אירובי (ללא חמצן)
 1856 מצהיר כי מיקרואורגניזמים יוצרים תסיסה
 (סוכר לאלכוהול ע"י שמרים).

1857 מדגים כי החמצת חלב (חומצה לקטית) היא ע"י בקטריות

1862 פסטריזציה - פסטר וברנרד, **Claude Bernard**

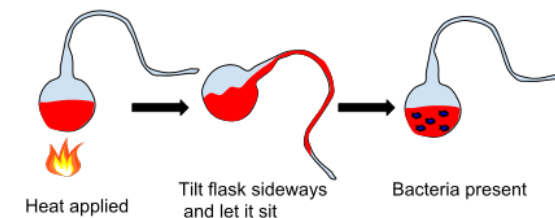
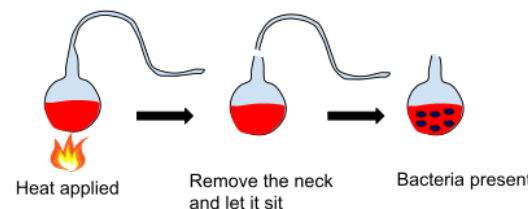
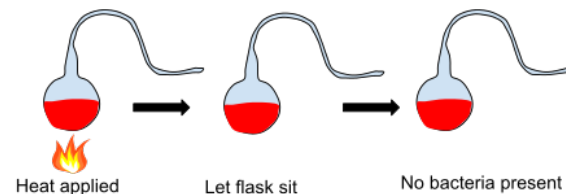
1864 מראה שמדיום עשיר שהורתח וכוסה בפילטר נשאר נקי מאוגאניזמים - ביטול יצירה
 ספונטאנית של חיים.

*** חיסל מחלת תולעי משי ע"י סטריליזציה - עיקור

הראה חיסון ע"י חיידקים מומתים

1885 חיסון לכלבת

1887 מכון פסטר בפריז



טענו נגד פסטר, בעקבות פירסום
 ספרי המעבדה שלו, שנשמרו
 צפונים ע"י ילדיו לבקשתו, שהוא
 זייף תוצאות. מסקנותיו שהוכחו
 במהלך השנים לא תומכות בזה.
 אך ברור שאישיותו לא היתה
 פשוטה ונעימה...

1862 פסטר מפרסם את תורת הנבגים 'germ theory' זיהום נגרם ע"י התרבות מיקרואורגניזמים. תרביות וירוסים מוחלשים, ווקסינים 'vaccines' לכבודו של ג'נר ווירוס הפרות שלו, מבטיחים חיסון.

פסטר האמין בויטליזם: המילה "חיים" היא תחליף לאינפורמציה כימית: לכן תסיסה הוא תהליך פיזיולוגי הקשור לחיי עובש התסיסה, ופיזיקה לא יכולה להסבירו.

Friedrich Miescher, John Goss, Alexander Seton, and T. A. Knight

1822–24 כולם, באופן בלתי תלוי, חוקרים את התמיינות גנים רצסיביים באפונת גינה, אך לא אוספים נתונים לכמה דורות.
עברו עוד 30–40 שנים עד לפירסום עבודתו של מנדל.



Gregor Johan Mendel 1822 – 1884

1859 מפרסם את חוקי ירושה של תכונות באפונת הגינה:

plant hybridization .

מנדל ערך ניסויים גם בעכברים וצמחים אחרים, אך לבחירת אפונת הגינה יתרונות חשובים:

* אברי הרבייה חבויים בעלים – מה שמונע הפריה זרה, ומבטיח זנים טהורים בטבע, אולם מאפשר הפריה זרה במסגרת הניסוי באמצעים פשוטים למדי.

* הזמינות הגבוהה של פנוטיפים קלים לזיהוי ולניתוח.

* מחיר נמוך.

* זמן דור קצר יחסית.

* המקום המצומצם יחסית שדרוש לגידול הצמח: בחצר המנזר.

מנדל השתמש בשיטות מחקר שתרמו להצלחתו: תיכנון מדויק, בידוד משתנים, איסוף מספר גדול של דוגמאות וניתוח סטטיסטי.

7 התכונות שמדד: צבע הפרח – סגול או לבן, מיקום הפרח לאורך הגבעול – צדדי או בקצה הגבעול, צבע האפון – צהוב או ירוק, צורת האפון – חלק או מחוספס, צבע התרמיל – ירוק או צהוב, צורת התרמיל – מנופח או שטוח, גובה הצמח – ארוך או קצר.

תרומתו היא הבסיס לגנטיקה המודרנית אך לא הוכרה בזמנו, בגלל האמונה שתכונות

הצאצאים הן ממוצע של תכונות ההורים. חוסר ההכרה בו ציער אותו מאוד.

רק ב-1900 תורתו נגלתה מחדש ונסיונותיו שוחזרו ע"י

Hugo Marie de Vries , Carl Erich Correns & Erich von Tschermak von Seysegg

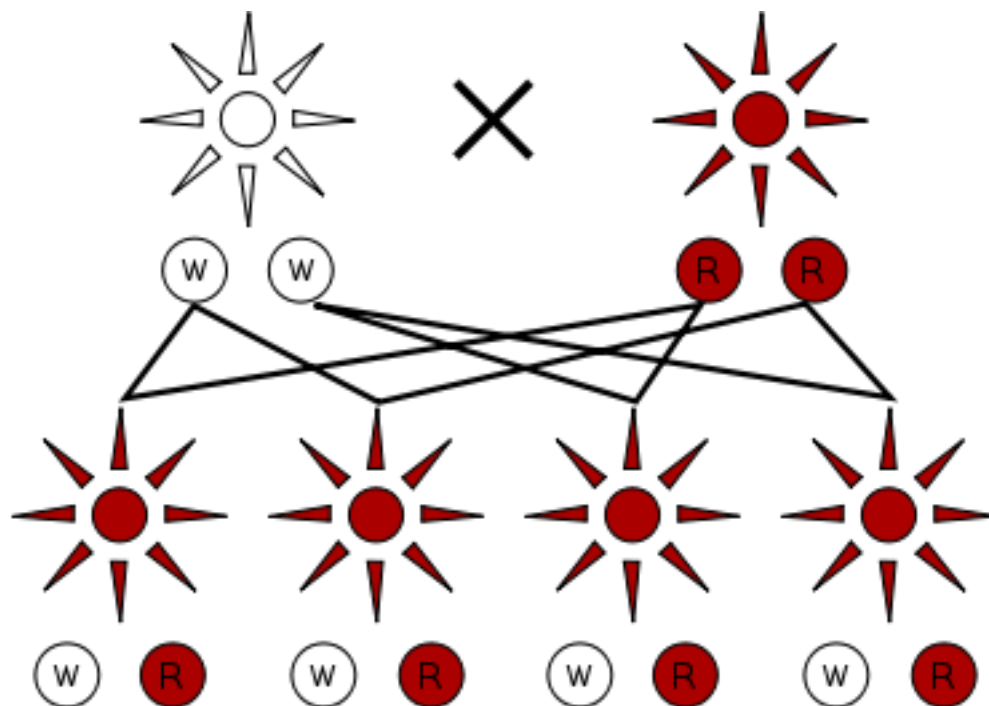
חוקי מנדל

1. עקרון הפיצול (הפרדה Segregation): לכל אורגניזם שני פקטורים (גנים) לכל תכונה, המתפצלים ביצירת ביצית וזרע. באיחודם בצאצא יש תכונות דומיננטיות ורצסיביות. מנדל הוקסם מכך שתכונות הצאצאים אינן תלויות בסביבה אלא רק מהתורשה מהוריהם.

2. עקרון המיון הבלתי תלוי Independent Assortment של הגנים לביצית ולזרע. כל צאצא מקבל תמהיל אחר של פקטורים הקובעים את תכונותיו.

3. עקרון הדומיננטיות בהטרוזיגוט פקטור דומיננטי "יחביא" פקטור רצסיבי ויוכל להתגלות רק בדור שלישי בהומוזיגוט שלו שני הפקטורים רצסיביים.

1

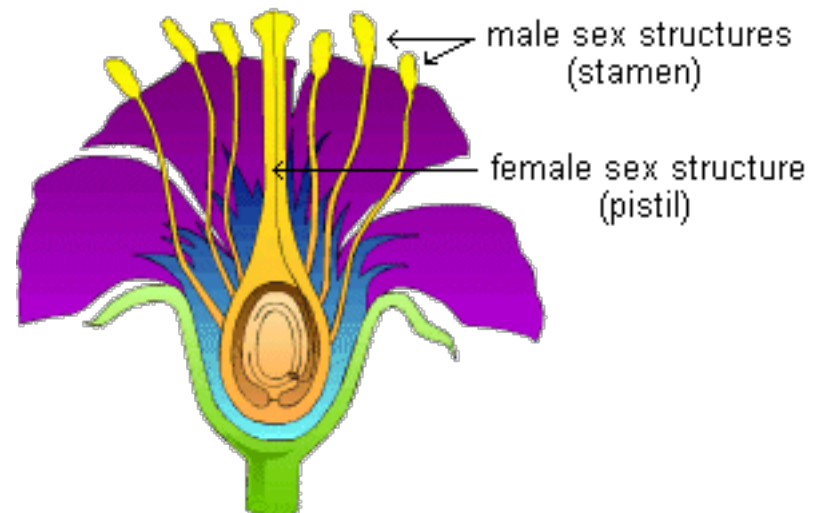


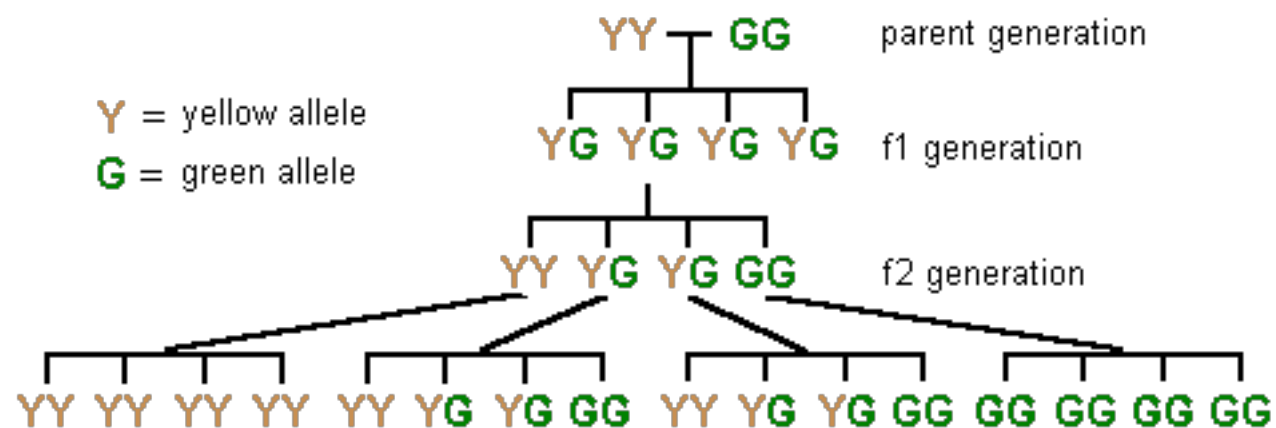
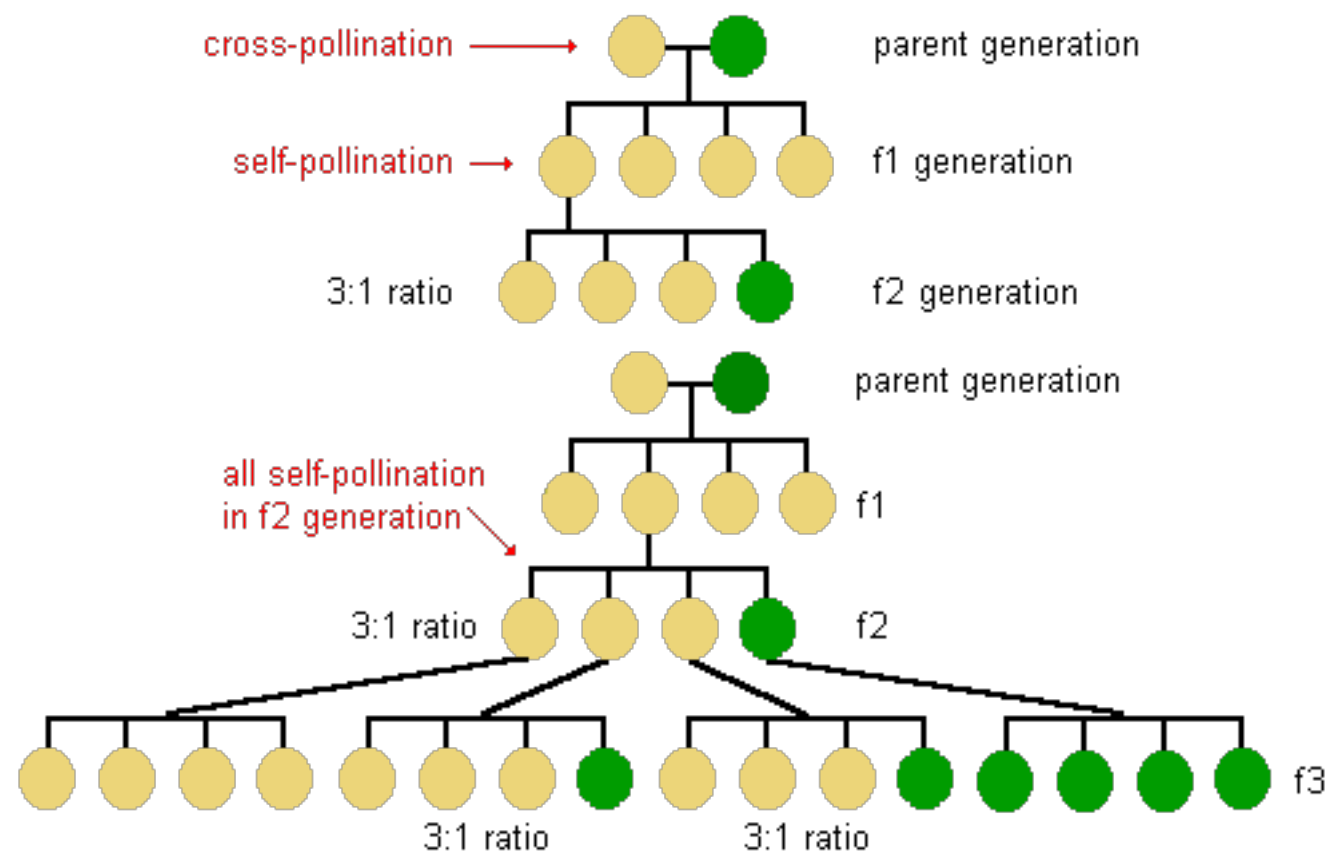
Dominant and recessive phenotypes. (1) Parental generation. (2) F1 generation. (3) F2 generation.



3

×	R	W
R		
W		





לגנטיקה מנדלאית "תיקונים" מודרניים:

היום ברור שיש חוקי תורשה מסובכים יותר:

1. פילוג של תכונות הוא בלתי תלוי לחלוטין רק כשהתכונות על כרומוזומים שונים, לעומת תכונות על אותו כרומוזום – הקשר בסגרגציה תלוי במרחק בין הגנים לאורך הכרומוזום.
2. יש תכונות הממצעות על שני הגנים, לא רק גנים דומיננטיים ורצסיביים לחלוטין. יש תכונות קו-דומיננטיות, כמו נוצות לבנות ושחורות כשהצאצא "מנוקד" בנוצות לבנות ושחורות.
3. כרומוזמי המין, קביעת מין הצאצא. תכונות צמודות מין.
4. לצמחים יש יותר משני גנים, וכמה גנים קשורים בתכונה. הקשר גנוטיפ לפנוטיפ מורכב.
5. תכונה ליטאלית רצסיבית התלויה בגן אחד, למשל: טיי זקס, אנמיה חרמשית, סיסטיק פיברוזיס, משפיעה על פילוג הגנים אבל נעלמת מאוכלוסיה באיטיות רבה. רוב המחלות הן פולי-גנטיות. השפעת סביבה על פילוג גנים באוכלוסיה, אך לא על הגנים המורשים לצאצאים.
5. חישוב ריבוע Punnet: פילוג פנוטיפים לדור ראשון לכמה תכונות דומיננטיות, ממוצעות וכו' להורים הומוזיגוטים או הטרוזיגוטים, לזוג מונו-דו- או טרי-היברידיים

Aa x Aa			Cross: AaBb x AaBb				
			AB	Ab	aB	ab	
A	AA	aA	AB	AB	aB	aB	AB
a	Aa	aa	Ab	Ab	aB	aB	Ab
			aB	aB	ab	ab	aB
			ab	ab	ab	ab	ab

Cross: AaBbCc x AaBbCc								
ABC	AABBCC	AABBCc	AABbCC	AABbCc	aABCC	aABBCc	aAbCC	aAbCc
ABc	AABBCc	AABbcc	AABbCc	AABbcc	aABBCc	aABbcc	aAbBCc	aAbbcc
AbC	AABbCC	AABbCc	AAbbCC	AAbbCc	aABbCC	aABbCc	aabbCC	aabbCc
Abc	AABbCc	AABbcc	AAbbCc	AAbbcc	aABbCc	aABbcc	aabbCc	aabbbc
aBC	AaBBCC	AaBBCc	AaBbCC	AaBbCc	aaBBCC	aaBBCc	aaBbCC	aaBbCc
aBc	AaBBCc	AaBBcc	AaBbCc	AaBbcc	aaBBCc	aaBBcc	aaBbCc	aaBbcc
abC	AaBbCC	AaBbCc	AabbCC	AabbCc	aaBbCC	aaBbCc	aabbcc	aabBcc
abc	AaBbCc	AaBbcc	AabbCc	Aabbbc	aaBbCc	aaBbcc	aabBcc	aabbbc

1869 בודדו "חומצות גרעין" מגרעיני תאים.
1871 בידוד גרעיני תאים מתחבושות של פצועי מלחמה שטופלו בפפסין

Jacobus van 't Hoff and Joseph-Achille Le Bel

1874 סטיריאוכימיה: הצגה תלת-ממדית של תרכובות אורגאניות והצעת המבנה
הטטרגונאלי של פחמן.

Oskar Hertwig and Hermann Fol

1876 במחקרים בלתי תלויים מתארים בקיפוד ים חדירת הזרע לביצית ואיחוד הגרעינים.

Wilhelm Kühne (1837–1900)

1878 טבע את המונח "אנזים"

Walther Flemming, Eduard Strasburger, and Edouard van Beneden

1880 – 1890 מתארים הפרדת הכרומוזומים בחלוקת התא

1879 פלמינג סופר כרומוזומים במיטוזה

Emil Fischer

1884 תחילת האנליזה שלו למבנה ותכולת הסוכרים

1884 מציע מבנה פורינים, סינטז ב-1898

Richard Altmann

1889 ניקוי DNA (אח"כ נמצא שהיה מזוהם בחלבונים)

Hugo de Vries

1871 מתאר חדירות ממברנת התא לאמוניה ולגליצרו

1889 מציע שתורשת תכונות קשורה בחלקיקים שקרא להם (פאן) גנים

Hans Driesch

1892 הפריד בין שני תאי הבת של ביצית קיפוד הים, והראה שכל תא התפתח לעובר שלם. בכך

הזים את תיאורית הקיום המוקדם של עובר קטן ("הומנקולוס" לאדם) והוכיח כי בכל תא

המידע ליצירת כל החי הבוגר "totipotent"

Eduard Buchner

1897 החל הנסיון להתסיס סוכר ממיצוי שמרים וללא תאים חיים.

Anselme Payen and Jean-François Persoz

1833 מבודדים את האנזים הראשון – דיאסטאז diastase ממאלט שעורה, ומסיקים את חשיבות האנזימים בביוLOGיה.

1842 – Mayer

1842 מקשר בין מטאבוליזם חום ועבודה, בהתבססו על תצפיות בדם כשהיה רופא ספינה. חישב את השקול המכאני של חום.

Carl Wilhelm von Nägeli

1842 מבנה כרומוסומים

Naegeli and C. Cramer

1855 מתאר את ממברנת התא כמחיצה הכרחית ליצירת אוסמוזה בתאי צמח

1895-99 Ernest Overton

1895-9 מציג את ההנחות הבאות:

ממברנות שומניות עוטפות את תאי הצמח

הפרדת שומן ממים בבסיס פעולת חמרי הרדמה (הרדמה באלכוהול)

שיחלוף יוני נתון מחוץ לתא עם יוני אשלגן מתוכו

מציע הסעה פעילה הדורשת אנרגיה מטבולית

כלורופיל

Joseph Pelletier

1817 ע"י מיצוי בממיסים עדינים בודד כלורופיל וחמרים ביולוגיים אחרים מצמחים. יחד עם **Bienaimé Caventou** בודד גם קפאין, סטריכנין, קולצ'סין, קוינין, וורטרין.

chlorophyll, caffeine, strychnine, colchicine, quinine and veratrine.

כלורופיל, החמר הירוק בעלי וגיבעולי צמחים, נחשב למולקולה אחת, אך ב-1864 הראה סטוקס **Stokes** שכלורופיל הוא תערובת: עלים יבשים נטחנו לאבקה והומסו באטנול. לאחר שהתאדה התקבלו גבישי כלורופיל. אך כשאבקת העלים היבשים הומסה באתר או אצטון והתאדה נשאר משקע אמורפי.

Richard Martin Willstatter et al

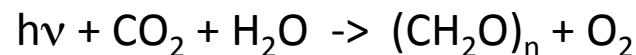
1912 הראו שכלורופיל מכיל שתי תרכובות: כלורופיל-a ו-b נובל בכימיה-1915 ההפרדה נעשתה כשאבקת העלים שהומסה בנפט עורבבה כמטנול + מים: b (ירוק כהה) עבר למטנול ו-a נשאר בנפט (צבע כחול-שחור). כלורופיל טיבעי מכיל 3 פעמים a על 1 חלקי b

Chlorophyll-a ($C_{55}H_{72}MgN_4O_5$, mol. wt.: 893.49)

chlorophyll-b ($C_{55}H_{70}MgN_4O_6$, mol. wt.: 906.51)

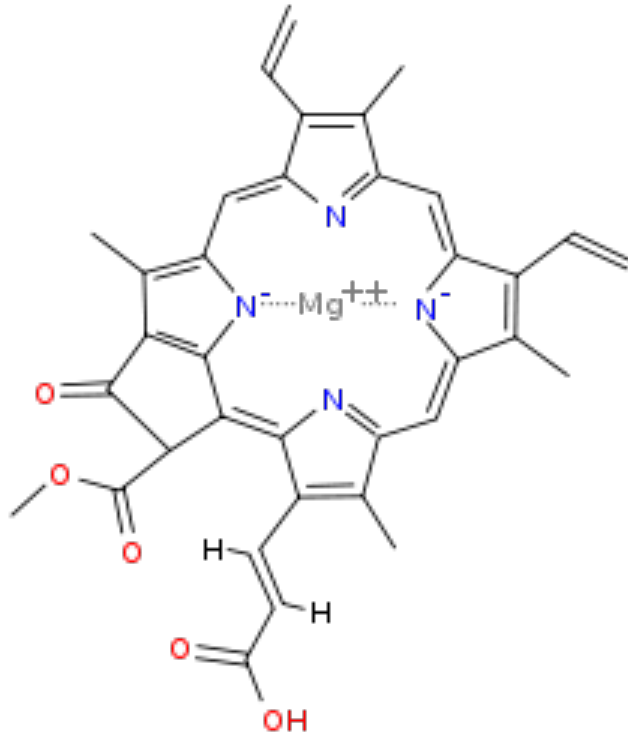
הכלורופיל בולע חזק באדום, ולכן ציבעו הירוק, השימושי לצביעת סבונים, שמני תמרוקים, שעוות נרות, ואף בדים.

האור הנבלע בכלורופיל מותמר לאנרגיה המקבעת דו-תחמוצת הפחמן ומים לפחממות וחמצן, תהליך הנקרא פוטוסינטיזה.



כיום אנו יודעים שפוטון נבלע ומעביר אלקטרון ממים לדו-תחמוצת הפחמן. למעשה דרושים שני פוטונים לחימצון-חיזור של מולקולת מים ודו-תחמוצת הפחמן.

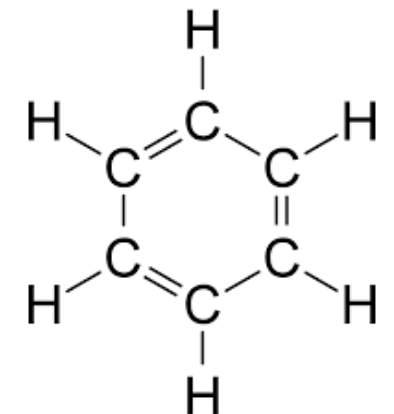
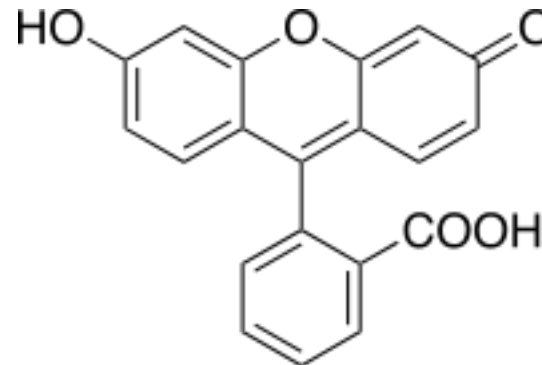
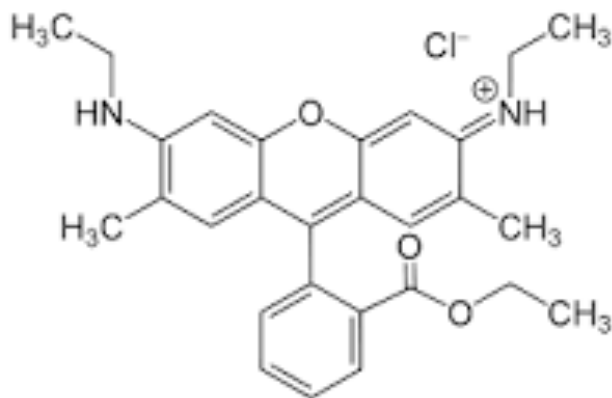
מבנה הכלורופיל מכיל מתכת - מגנזיום במרכז טבעות פחמניות עם קשרים כפולים-ויחידים לסירוגין
 למעשה מבנה כזה יוצר ענן אלקטרוני "המרחף" מעל כל המולקולה. ככל שפרישת הענן האלקטרוני יותר רחבה, אנרגיית הבליעה שלו נמוכה יותר (אדומה יותר).



רודמין
 בולע בצהוב

פלואורסין
 בולע בירוק

בנזן
 בולע בכחול עמוק



Porphyrin

טבעת הפורפורין היא מיבנה בעל שימושים חוזרים בעולם החי והצומח. למבנה וריאציות שונות בתוספות סביבו, ובמתכת שבמרכזו:

לכלורופיל: מגנזיום **Mg** והם קושרים אלקטרון. ציבעו ירוק
להמוגלובין ומיוגלובין: ברזל **Fe** והם קושרים חמצן. ציבעו אדום
לויטמין **B12**: קובלט **Co** ותפקידו במטאבוליזם בתא, ציבעו אדום

methy coenzyme M reductase MCR

האנזים מכיל ניקל **Ni**

ציטוכרום P450

מכיל ברזל ופעיל בהעברת אלקטרונים

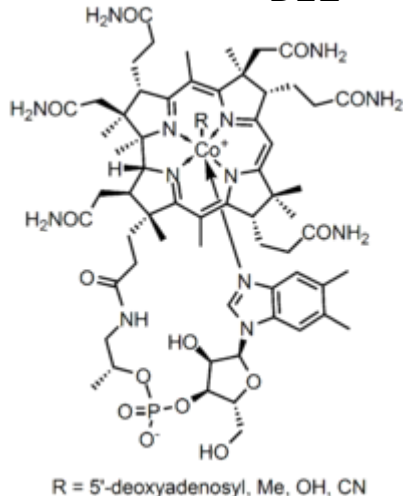
מחומצן הוא חום, ונעשה כתום-ורוד כשהוא מחוזר.

Phthalocyanine

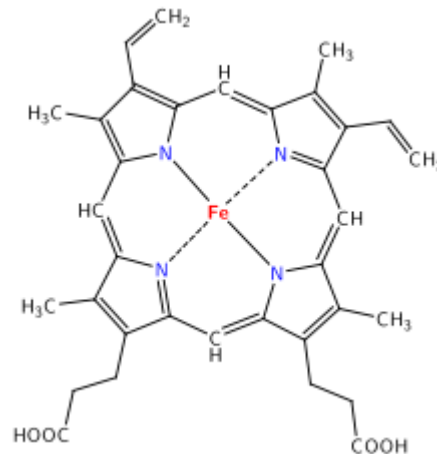
אינו מכיל מתכת וציבעו כחול

הרעילות של עופרת **Pb** נובעת מכך שהיא מחליפה את הברזל בהמוגלובין ועוצרת קישור חמצן

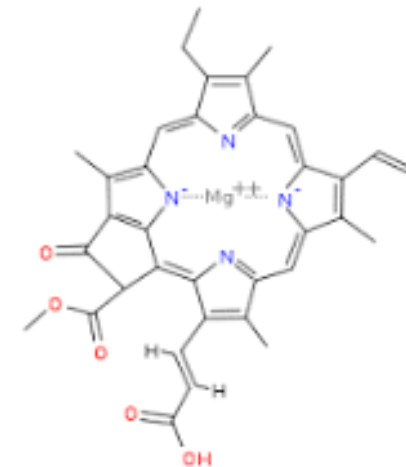
B12



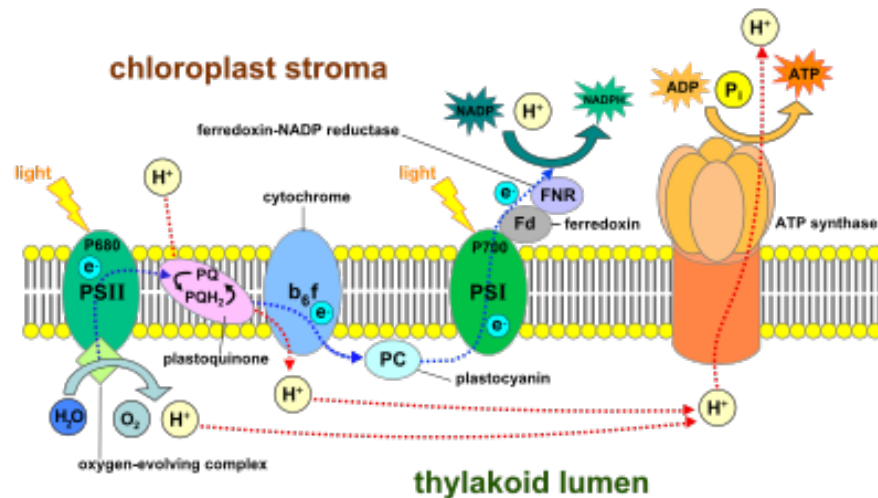
Heme



chlorophyll



Photosystem I – PS I



Subunits II-VII
8-25 kDa
CP I Chlorophyll a
P700
82-83 kDa
LHC I Chlorophyll a+b
20-24 kDa

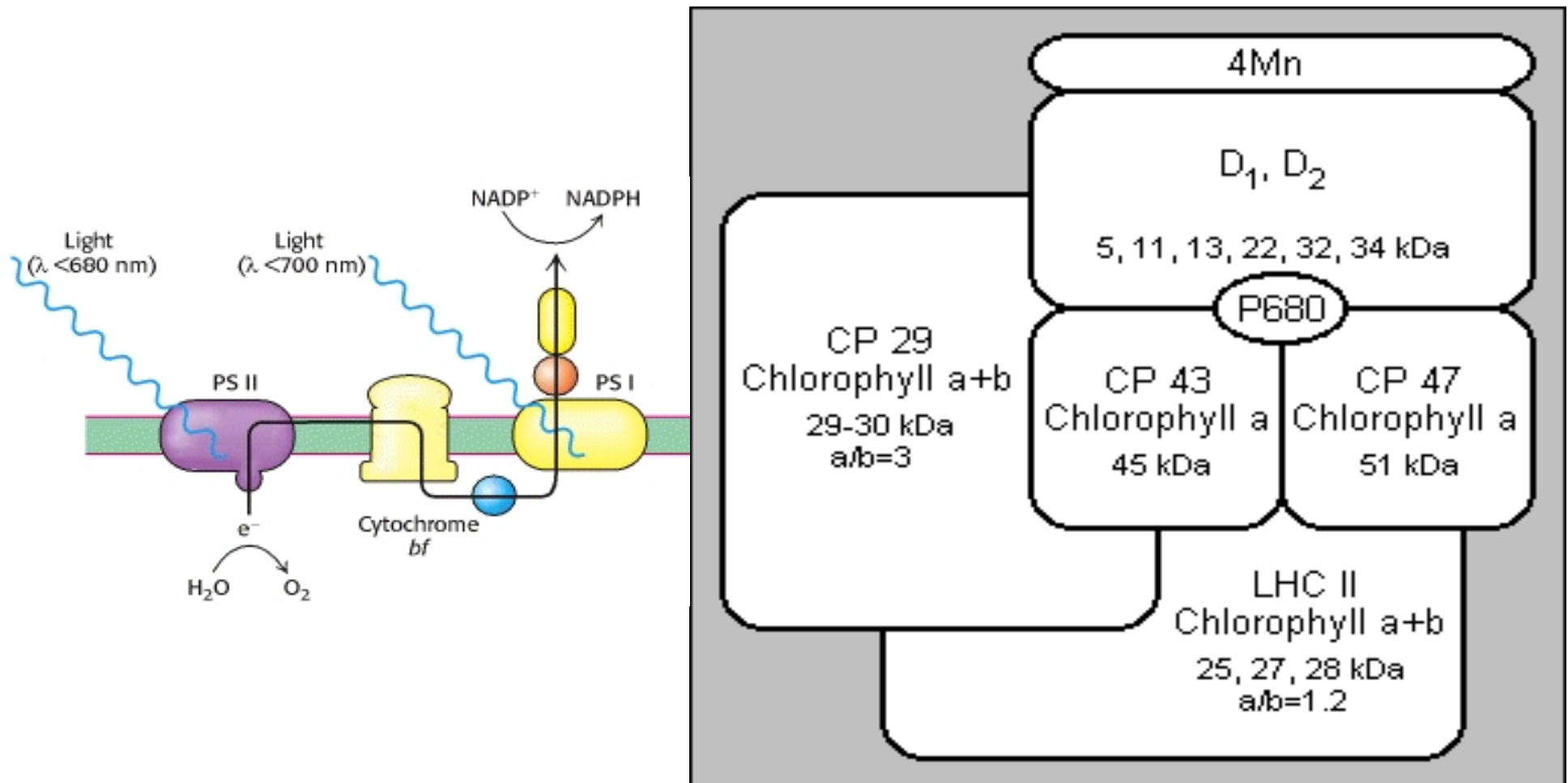
בסכימה רואים את הקומפלקסים שניתן לבודד מממברנות thylakoid של עלי צמחים. בהמסה עדינה מבודדים את כל הקומפלקס הנקרא PS-I-110 ומכיל שני תת-קומפלקסים של כלורופיל-חלבון: reaction centre chlorophyll-a + chlorophyll a+b light-harvesting. באחד "מרכז הריאקציה" המתמיר אור לאלקטרון, ובשני "אנטינות" הקולטות את האור ומעבירות אותו למרכז הריאקציה. כן מכיל PS-I-110 גם כמה חלבונים קטנים. בהמסה בסבון עדין (SDS או LiDS) והפרדה באלקטרופורזה ניתן לקבל קומפלקס P700. במרכז הריאקציה שתי מולקולות כלורופיל קרובות (אורביטאל π ברזונאנס).

איך "משדרות" האנטינות אור למרכז הריאקציה?
מדוע סבון (דטרגנט) מפריד את הקומפלקסים של PS-I מעלים?

דטרגנטים עדינים (כגון SDS-PAGE הנמצא במשחות שיניים) מחליפים את השומנים בממברנות התא, ניתן למצות את חלבוני הממברנה הקשורים לכלורופיל, ולהפריד ולנקות אותם על ז'לים של פוליאקרילומיד.

Photosystem-II

מסובכת יותר מ-PS-I ומכילה כלורופיל הבולע ב-680nm לעומת הבליעה ב-700nm של PS-I
שתי המערכות עובדות יחד כדי לייצר אנרגיה מספיקה לייצור NADPH



Marie François Xavier Bichat

1800 פירסם ספר ראשון בסדרה על פטולוגיה של רקמות

Nicholas-Theodore de Saussure

1804 תיאור התהליכים בפוטוסינטיזה

Friedrich Sertürner

1805 בידוד מורפין מצמחי פרג.

Alexander von Humboldt

1805 מגלה כי מינים וזנים לא נוצרו כולם באותו מקום

Ludolf Christian Treviranus

1805 הזרע ביונקים אנלוגי לאבקנים בצמחים

Louis Nicolas Vauquelin and Pierre Jean Robiquet

1806 מבודדים את חומצת האמינו הראשונה מאספרגוס – אספרגין 'asparagine'

Wollaston

1810 מבודד את חומצת האמינו השניה, ציסטאין, 'cysteine' מאבני כליה

Christian Heinrich Pander

1817 מתאר שלש שכבות עובריות בתרנגולת germ layers

Étienne Geoffrey Saint-Hilaire

1818 מתאר אברים "הומולוגיים" ממקור אבולוציוני זהה, כגון כנפיים וזרועות
1825 טבע את המושג ההומולוגיה. כחבר של למרק מתאר עדויות רבות לחלקי גוף שהשתנו
והסתגלו לתנאי סביבה. הוא מנסה לשלב בין רציפות הדורות, שנראית ממאובנים ועד מיני
חיים, לבין התפתחות לא רצופה של צורות ע"י יצירת מינים חדשים וקטגוריות גבוהות של
חיים בכך שלעיתים נדירות מופיעות צורות תפלצתיות הפורחות בתנאי סביבה מתאימים.

W. C. Wells

1812 מנסחים את עקרון הברירה הטבעית באוכלוסיות אנושיות. לדוגמא: אפריקאים
נבחרים בעמידות למחלות מקומיות.

Christian Leopold von Buch

1825 מסיק שזנים varieties יכולים להתבדל למינים שונים species במהלך דורות.

Karl Ernst Ritter von Baer

1828 מתוך צפיה בעוברי בעלי חיים שונים, מסיק שלכל החיים שלש רקמות עובריות, ושהתפתחות עוברית מאופיינת בהתחלה אחידה (הומוגנית) והתמיינות הטרוגנית בשלבים הדומים לעוברים של בעלי חיים שונים, ונבדלים מהצורה של החי הבוגר.

Friedrich Wöhler

מסנטז אוריאה urea מחימום אמוניום ציאנט.
הסינטיזה הראשונה של חומר אורגאני ממקור אי-אורגאני. מכה נסיונית ל"ויטליזם"
והתחלת הכימיה האורגאנית.

Pierre Jean Robiquet

1830 פיצול הידרוליטי של גלוקוסידים לסוכרים 'amygdalin'

Giovanni Battista Amici

1830 עוקב אחרי גידול צינור האבקנים לכוון שחלת הפרח



Robert Brown

1831 גילה את גרעין התא במהלך תצפיות מיקרוסקופיות על סחלבים
בראון גם דווח על "תנועה בראונית" של אבקנים

תאי אפידרמיס של סחלב,
בהם רואים פיוניות ובכל תא גרעין



המיקרוסקופ של בראון



Anselm Pareflexyen and Jean-François Persoz

1834 בודד דיאסטז 'diastase' משעורה והניח מה חשיבות אנזימים בביולוגיה.



Theodor Schwann 1810–1882

1836 מדווח על פעילות פפסין ומתאר את תכונותיו

נודע בעיקר עקב "תורת התא": "כל החי והצומח בנויים מתאים".

Heinrich Gustav Magnus

1837 מוצא שדו-תחמוצת הפחמן המשתחרר מהריאות הובא לשם ע"י הדם, ושבדם-עורקי arterial יש יותר חמצן ופחות דו-תחמוצת הפחמן מאשר בדם-וורידים venous .

René Dutrochet

1837 מוצא כי כלורופיל הכרחי לפוטוסינטיזה

Hugo von Mohl

1837 מתאר כלורופלסטים בתאי צמח.

Schwann, Charles Cagniard de la Tour, and Friedrich Traugott Kützing

1837-8 חקרו במקביל שמרים, ומדווחים שהם אורגניזמים חיים היוצרים תסיסה. בעקבות הדווח מתעורר ויכוח האם תסיסה הוא תהליך כימי או ויטאלי...

Carlo Matteucci

1838 מודד זרם חשמלי בשריר בעזרת גלוונומטר

Gerardus Johannes Mulder

1838 מפיץ את המונח "חלבון" של ברצליוס

Richard Owen

1839 מבדיל בין "הומולוגי" ו"אנלוגי" כנפי צפור ועטלף אנלוגיות: עצמות השלד והשרירים דומים, אך הנוצות מול הממברנות בין אצבעות העטלף שונות. תמך בקיבוע מינים. (בניגוד לאבולוציה של מינים).

Mohl

1839 מתאר יצירת לוח ההפרדה בין תאים מתחלקים: "מיטוזה"
1870–80 מבינים שחלוקת תאים משותפת לצמחים ובעלי חיים – חיזוק לתורת התא.

Johann Schoenlein

1839 במחקר במיקרוסקופ גילה טפיל אנושי *Trichophyton schoenleinii* הגורם גזזת בשערות הגולגולת.

Christian Swann

1839 מגלה אוזון

T. L. Hünefel

1840 מבחין בגבישים בדם

j. Henle

1840 התיאור המודרני הראשון לבסיס החיידקי למחלות

Albrecht von Kölliker

1841 מראה שתאי זרע הם תאי מין הנוצרים בהתמרת תאים באשכים.

Johann Japetus Steenstrup

1842 מתאר שנוי מהפריה מינית לרבייה א-מינית בחיות ובצמחים.
במדוזות בשלב המדוזי יש רבייה מינית, המולידה שלבי פוליפ או הידרואיד המתרבים באופן א-מיני.

. לשרכים יצירה מספורופיטים 'sporophyte', המייצרים נבגים מהם גדלים גמטופיטים 'gametophyte' המתרבים ברבייה מינית.

Justus von Liebig

1843 שער כי חומצות אורגאניות (כמו מאלית, טרטריט, אוקסאלית) הן תוצרי ביניים
בשרשרת מטאבולית של יצירת פחמימות בצמחים

Karl Friedrich Wilhelm Ludwig

1844 מראה כי חמרי פסולת מסוננים ב- 'Malpighian corpuscle' בכליות ואז מרוכזים
בצינורות tubules ונפלטים

J. Dzierzon

1845 מדווח שזכרי הדבורים בוקעים מביצים בלתי מופרות, אך פועלות ומלכות מביצים
מופרות



K. B. Reichert

1847 ראה תחת המיקרוסקופ דם שהכיל גבישים טטרהדראלים והתקדם בהוכחה שאלה חלבונים

W. Bergmann

1847 מציין שמינים זהים הגדלים באקלים קר גדולים יותר מבאקלים חם, ומסביר שיחס קטן יותר של שטח הגוף לניפחו מאפשר פליטת חום מופחתת.

A. Derbés

1847 מבחין ביצירת ממברנת "הגנה" VITELLIN MEMBRANE מחוץ לממברנת הביצית מיד לאחר חדירת זרעון בהפריה

Emil Du Bois-Reymond

1848 מדגים התפשטות גל מטען שלילי בעצבים, ומניח שהוא נובע משינוי מבני

Franz Unger

1852 תיאוריה על מוצא משותף לכל הצמחים

Georges Newport

1852 עוקב אחר חדירת זרע לממברנת ביצית הקרפדה.

L.Teichmann

1853 מגלה את המולקולה (שאינה חלבון) נושאת הברזל בדם וקורא לה – 'heme'

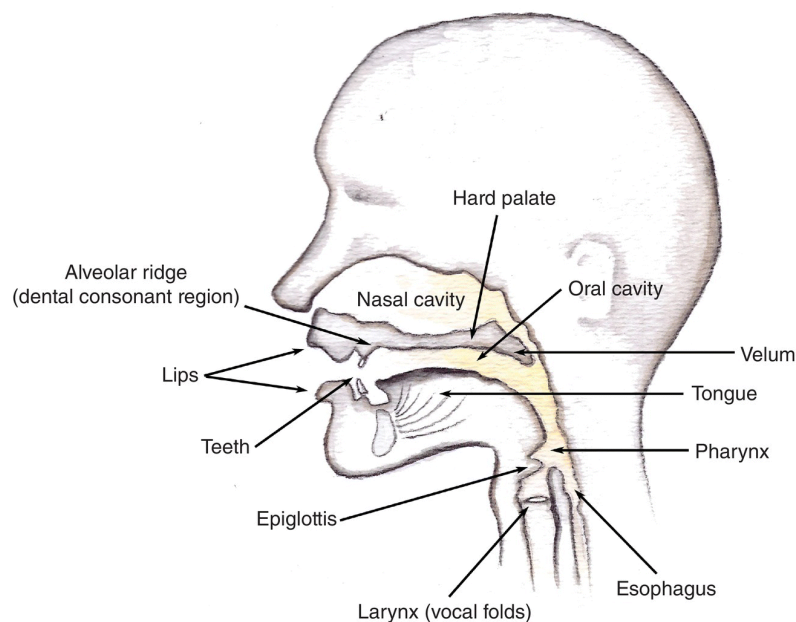


Rudolph Virchow 1821-1902

1854 מפרסם את הרעיון שמנגנוני מחלות יובנו ברמת הכימיה התאית.

Claude Bernard

1848 מגלה תפקיד גליקוליטי של הכבד (פירוק פוליסכרידים לגלוקוז בהידרוליזה)



Müller

1848 מראה חשיבות הלשון ביצירת דיבור
superlaryngeal vocal tract.

Franz von Leydig

1850 מגלה תאי ביניים ברקמת החיבור באשכים
interstitial cells in the connective tissue of the testes

Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz 1821-1894

1847 המוח מפקד על תנועות בשינה, וכך יוצר תחושת תמונות. תפישה = הקש תת-מודעי.
1852 מודד מהירות התפשטות פולס עיצבי בעצב הסיאטי (מחוט השדרה לרגל) בקרפדה
1867 מסביר הסתגלות עדשת העין לראיה מקרוב ומרחוק
1868 מציע מודל של תהודה (רזוננס) בשמיעה

Allvar Gullstrand

חוקר את האופטיקה של גלגל העין. נובל – 1911

Jean Baptiste Boussingnault

1850 מדגים שצמחים זקוקים רק לחנקן מהאדמה, ומקבעים פחמן מהאוויר

Ignaz Semmelweis

1850 מבין חשיבות נטילת הידיים למניעת הדבקה בשפעת ילדים

Wallace

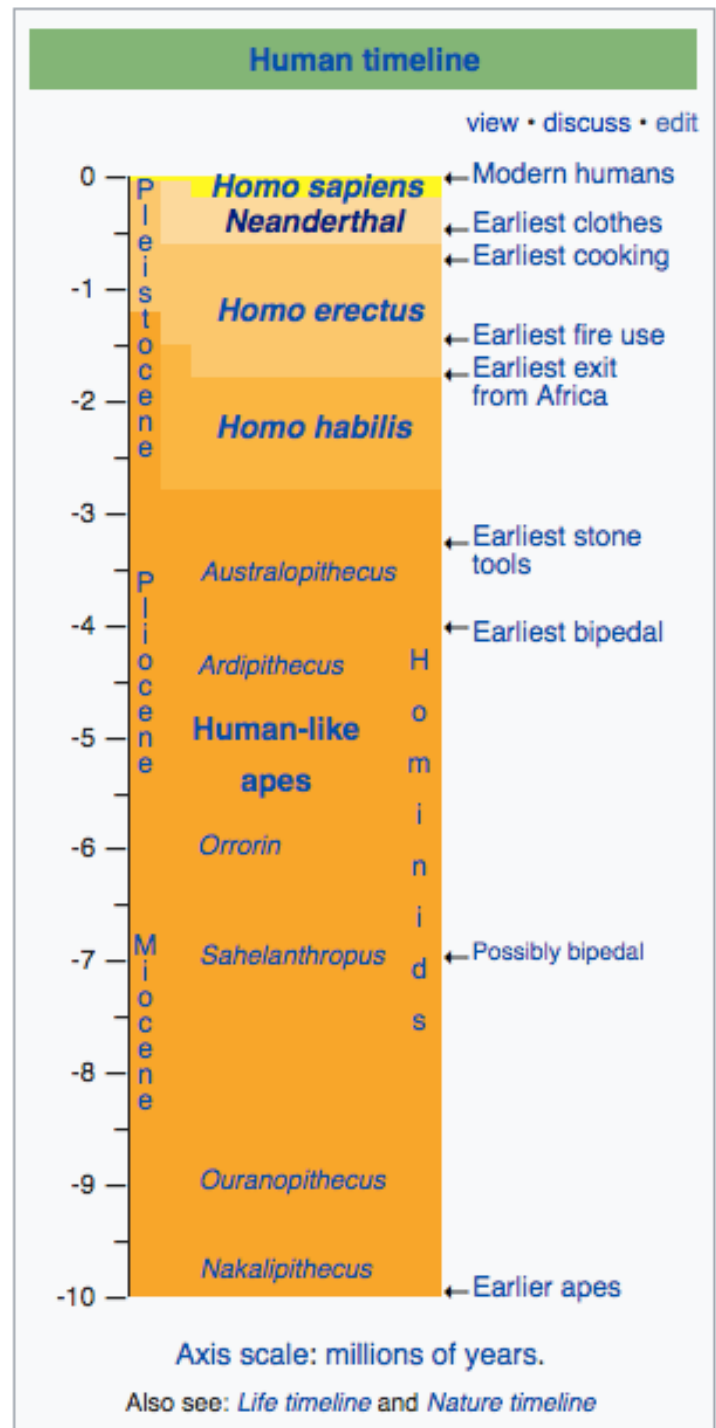
1855 חוק סרווק 'Sarawak Law' טוען כי מינים נמצאים במאובנים בסמיכות למינים שקדמו להם. המסקנה ממסע בארכיפלגוס של האי סלבס במלאי המפריד באוקיינוס עמוק בין שתי עולמות חיים (פאונות) וצומחים (פלורות).

Claude Bernard

1855 מאמין כי שימור הסביבה הפנימית של הגוף נעזרת בהפרשות מכל הרקמות.
1857 מדגים יצירת גליקוגן בכבד

Herbert Spencer.

1855 מתחיל לפרסם 10 כרכים תורת אבולוציה בה התקדמות כרוכה בשלבים של עליה בסיבוכיות.



Neanderthal man

1856 נמצאו מיני אדם הקדומים מההומו ספיאנס
בננדרטאל. נבדלים בנפח המוח, מיקום העיניים
בגולגולת, לסת תחתונה...



Ludwig

1856 מפתח טכניקת הזלפה (פרפוזיה) לאברי חיות השומרים אותם חיים אחרי ההוצאה מהגוף.

Albert von Kolliker

1857 מתאר מה שנקרא אח"כ מיטוכונדריות בתאי שריר

Julius von Sachs

1862 הוכחה נסיונית שעמילן הוא תוצר של פוטוסינטיזה

Helmholtz 1821-1894

1863 מנגנון השמיעה ע"י סיב בעור התוף שבשבלול האוזן cochlea פועל כרזונטור

Thomas Henry Huxley

1863 חיזוק לתורת דארווין

Felix Hoppe-Seyler

1864 קורא לחלבון הדם חסר הצבע "גלובין" ומכאן המוגלובין. עורך מחקר ספקטרוסקופי בדם, אותו ממשיך סטוקס Stokes ומוכיח חימצון וחיזור של הדם.

O. F. C. Deiters

1865 מתאר תמונת תא עצב המקובלת היום: גוף התא והגרעין, דנדריטים רבים ומסועפים, ואקסון בודד.

Claude Bernard

1865 הסביבה הפנימית בגוף מתקנת את עצמה, מחלה היא מקרה קיצוני של תהליכים נורמאליים, ועולם החי נבדל מהדומם רק בסיבוכיות גבוהה. שולל ויטליזם.

Edmund Vulpian

1866 מגלה כי הרעל קוררה curare (חיצים של אינדיאנים) גורם להפסקת התקשורת בין עצבים ושרירים. דוגמא לשימוש ב"הפרעות" ביולוגיות כדי ללמוד על המערכת הנורמאלית.

Ernst Haeckel

1866 מאתגר את החלוקה לצמחים ובעלי חיים, מאחר וחד תאיים לא מתאימים לאף אחת מהקטגוריות. החוק הביוגנטי (קרוי גם חוק הרקפיטולציה) אותו ניסח טוען שההתפתחות העוברית עוקבת אחרי ההתפתחות האבולוציונית של המין. זו הרחבה לתורת בר אך האחרון התנגד להקל. אמנם יש דוגמאות מוגבלות התומכות ברעיון (זנב או זימים לעובר האדם, הנעלמים בהמשך ההתפתחות) אך הקל אסף דיאגרמות לתמיכה בתורתו שהיו מוטות. התמיכה הרחבה בו נבעה בעיקר מכך שהוא שחרר את הדתיים מדילמות...
1862 פאגוציטוזה

Max Schultze

1866 מגלה שני סוגי רצפטורים ברטינה

Helmholtz 1821-1894

1867 תמונות נקלטות נקודה-נקודה ומתאחדות בתהליך תת-הכרתי התלוי בנסיון קודם.

Fleeming Jenkin

1867 שונות תעלם אם תורשה היא מיזוג של ההורים (כמו ערוב צבעים...) זה גרם לדארווין להוצאות מאוחרות של סיפרו להקים לתחיה את תורת למרק של תכונות ניקנות, וזו לא נדחתה עד לגילוי מחדש של מנדל ב-1900 ברצונו להסביר בחירה מינית לא הבין מדוע זחלי פרפרים הם עטורי צבעים, תופעה שוולס Wallace הסביר כהזרה, שהוכחה כיום כנכונה.

..

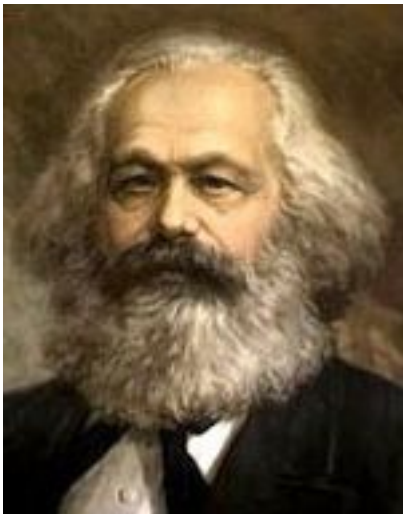
Aleksander Onufriyevich Kovalevsky

1867 מרחיב את מושג השכבות העובריות ביונקים

Karl Marx 1818-1883

1867 "הקפיטל" פורסם בעריכת אנגלס, טוען שבקפיטליזם ערך החילופין של תוצר עבודה שהוא בעודף צובר הון למעסיק.

הקפיטליסטים (כמו אדם סמית 1723-90) האמינו בכוחות השוק החפשי להעשיר כל יזם כלכלי. הטענה כיום שקפיטליזם נכון אם הוא מבוסס על גם על הזדמנות שוה, וזו אינה קיימת בגלל הטייקונים ואלי ההון.



Josef Breuer and Ewald Hering

1868 מדגים ע"י סגירת קנה הנשימה בשאיפה ונשיפה שהריאות מווסטות את הנשימה במנגנון היזון חוזר.

John Hyatt

1869 ייצור צלוליד, הפלסטיק הסינטטי הראשון לשימוש נרחב

Gustave Fritsch and Edward Hitzig

1870 קושר פעילות מוח לחשמל, אך אינם יודעים איך נוצרים זרמי החשמל.

1900 ברנשטיין **Julius Bernstein** מציע שפולס חשמלי בעצב נגרם מפירוק הממברנה



Camillo Golgi 1843 – 1926

1870 מראה שעצבים במוח שולחים הוראות לשרירים ומקבלים מידע מעצבי חישה. מפתח שיטת צביעה בכסף המגלה אנטומיה של נוירונים שלמים במוח. הטריק להפרדה בין דנדריטים צפופים הוא שהצביעה חודרת לרק חלק קטן של התאים.

Spencer

1870 מציע שלימוד קשור בעלית יעילות התקשורת בין עצבים

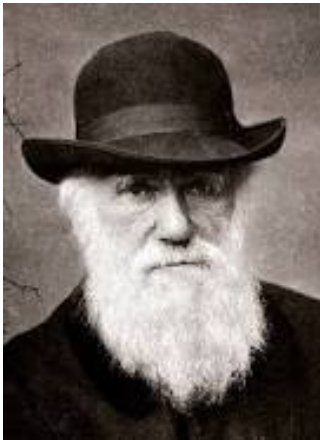
Friedrich Goltz

1870 מציע שהתעלה הקשתית באוזן הפנימית חשה את שוי המשקל

1870-80 תהליך חלוקת התא דומה עקרונית לצמחים ובעלי חיים: חיזוק לתורת התא כבסיס לכל עולם החי.

St. George Mivart

1871 טוען בניגוד לדארווין שמינים מופיעים פתאום עם שינויים רבים. לפי דארווין שונות יכולה להווצר רק אם קיים קצב מוטציות גבוה.



Charles Darwin 1809-1882

1871 מציע שלא היתה אי-רציפות חדה באבולוציה של אדם או חיות אחרות.

Johann Friedrich Miescher

1871 מבודד חומר מגרעיני תאי דם לבנים המסיס בתמיסה אלקאלית (בסיסית) אך לא בחומצה. ייקראו "חומצות גרעין".

John Thomas Gulick

1872 מציין גיוון הכרחי של קבוצות מבודדות זו מזו גם ללא שינויי סביבה

Ludwig and Edward Pfünger

1872 חימצון נעשה ברקמות, לא בדם

Anton Schneider

1873 מתאר כרומוזומים בחלוקת התא (מיטוזה)

Moritz Wagner

1873 מדגיש השפעות סביבה על סוגי חיות

Ernst Mach, Breuer, and Alexander Crum Brown

1873 כולם בנפרד ובהתבססם על הצעת גולץ **Goltz's 1870** מפרסמים שתנועת נוזל בתעלת האוזן הפנימית מעוררים רצפטורים בקצה התעלה. בראון גם ציין כי שתי האוזניים מקבלים גירויים בכוונים הפוכים

Claude Monet

1872 תחילת האימפרסיוניזם – ציור השינויים בטבע בגין אור וצבע בשעות היום ועונות השנה
Paul Cézanne מפשט ציור לצורות גיאומטריות ומוביל לציור מופשט של מאטיס ופיקסו
Henri Matisse and Pablo Picasso.



W. Betz

1874 מגלה שתכונת הפיצול אחורי-קידמי ממשיכה מחוט השדרה אל הטלספלון במוח

S. Bodkin

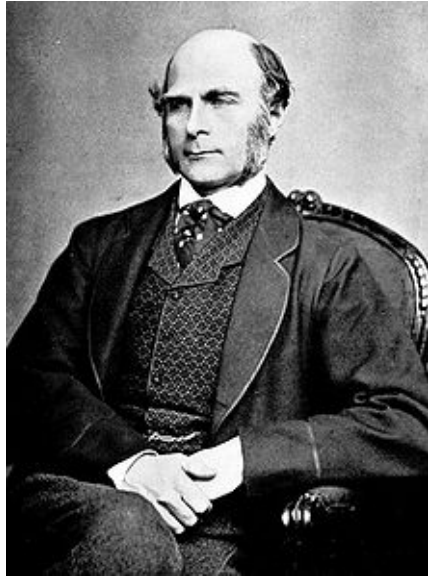
1874 מצא כי לחולי לאוקמיה (סרטן הדם) גירוי חשמלי של הטחול (גירוי על העור) גרם להקטנתו ועליה בספירת כדוריות לבנות (לויקוציטים)

Richard Caton

1875 מדגים שפעילות חשמלית במוח נובעת מקליפת המוח

Eduard Seuss

1875 טבע את השם "ביוספירה" לסביבה תומכת חיים



Sir Francis Galton 1822 – 1911

1875 מדגים שימוש בתאומים לחקר השפעת התורשה והסביבה על תכונות. מיסד תחום ה-Eugenics ששימש אח"כ לאדריכלי תורות הגזע.

Robert Koch 1843-1910

החל מ-1876 במחקר אנטרקס, מפתח צביעות אנילין למיקרואורגניזמים. מבודד בעזרתם תרביות טהורות של חיידק אחד, ומוכיח את המקור החיידקי למחלות זיהומיות כמו טוברקולוזיס, כולירה, דבר, ומחלת השינה. הוכחה לתיאורית החיידקים כגורמי מחלות. נובל 1905



Alfred Russel Wallace OM FRS 1823 -1913

1876 פירסם: הגיאוגרפיה של פילוג חיות: הגירסה שלו לאבולוציה

F. Heinke

1878 מפרסם מחקר על דג ההרינג שמהווה דוגמא למחקרי חיות

Emil Hermann Fischer

1878 מפענח את מבנה פנילהידרזין phenylhydrazine שמוביל למחקר סוכרים, כגלוקוז אותו סינטז, פורינים, סינטז כ-130) וסינטז תרופות כגון נובקאין novacaine להרדמה מקומית.



Walther Flemming 1843 -1905

1879 טבע את השמות "מיטוזה" ו"כרומטין" וקבע נכונה את מספר הכרומוזומים ואת התפצלותם בין תאי הבת.

Sydney Ringer

1880 חוקר את טמפרטורת הגוף כאמצעי איבחון, ותפקיד יונים בפעימות הלב בעקבות פרפוזיה לאברים מחוץ לגוף ע"י לודויג, פיתח תמיסת רינגר – לשמירת לב קרפדה פועם, תחילה 0.75% מלח בישול, והוסיף דם, אלבומין, קלציום ואשלגן.

Eduard Strasburger

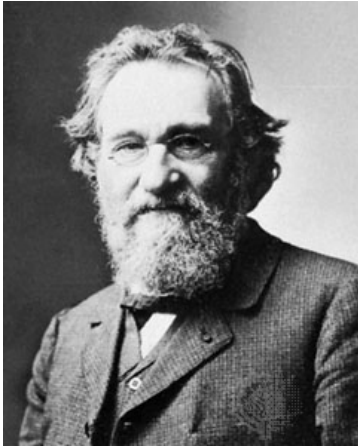
1882 טבע את השמות ציטופלזמה וניוקליאופלזמה

Dmitri Iosefovich Ivanovsky

1882 מדגים שמחלת עלי הטבק נגרמת ע"י גורם מתרבה – וירוס, העובר דרך פילטרים שעוצרים חיידקים (לכן קטנים מחיידקים), אינם ניראים במיקרוסקופ אור, ולא גדלים במדיום עשיר. מתברר שהם גדלים רק כשיש בקטריות.

Martinus Beijerinck

1898 השתמש בפילטרים להוכיח שמחלת עלי הטבק tobacco mosaic disease נגרמת ע"י משהו הקטן מחידק, לו קרא "וירוס"



Ilya Il'ich, also known as Élie, Metchnikoff 1845 –1916

1883 מזהה תאי דם לבנים כספקי הגנה לתאים, היכולים להקיף ולבלוע בקטריות (פאגוציטוזה). מעלה את השאלה איך אורגניזמים מגנים על עצמם מהסביבה ומבחינים בין "עצמי" (self) לאחר? עד תקופה זו עדין השתמשו בהקזת דם.

Edouard van Beneden

1883 חקר חלוקת גרעינים בתולעים, ומסביר את התרומה השווה של האב והאם לתכונות הצאצאים, למרות שהביצית גדולה בהרבה מהזרע, כל אחד תורם מחצית מהכרומוזומים. מכאן הסיק שהכרומוזומים הם נושאי התורשה, וגילה "מיוזה" – חלוקת הפחתה.

Weismann

1883 מציע את "תיאורית תאי הגזע" לאמר – הפרדת וייחוד תאי גזע משאר תאי העובר soma בשלב ההתפתחות העוברית. תאי הגזע חיים לנצח. הצעה זו שוללת אפשרות לאבולוציה למרקית של השפעה סביבתית על תורשה, מאחר ותכונות התורשה הוגדרו כבר בעובר.

Max Rubner

1883 קצב חילוף החמרים בגוף יחסי לשטח הפנים

Oscar Hertwig

1883 טובע את השם מזנכימה mesenchyme לתאים המתמיינים לרקמות חיבור

Wilhelm Roux

1883 מציע שהסיבים בגרעין התא הם נושאי התורשה

Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart and A. P. Thomas

1883 במקביל מצאו ששבוללים הם מתווכי ביניים במחזור החיים של פרזיט הגורם למחלות כבשים ופרות.

Albrecht Kossel

1884 מבודד חלבונים מגרעיני תאידם של אווזים וקורא להם היסטונים.
הערה: תאידם של יונקים הם חסרי גרעין. לא כן לעופות. נובל ב-1910

Julius Kollman

1884 מתאר נאוטומיה בדו-חי: בגרות מינית בשלב התפתחות מוקדם, המאפשר לדו-חי להתרבות במים לפני שגדל ויצא ליבשה, כדרך לשרוד בתנאי סביבה קשים.

Freud

1884 מפרסם מאמר על קוקאין, אלקלואיד בקקאו, היעיל להפגת עייפות וחולשה

Charles Louis Alphonse Laveran 1845-1922

1880-90 כרופא צבאי באלז'יריה חקר את המלריה וקשר אותה לפרזיט פלזמודיום.
פרס נובל ב-1907

הציע שפרזיט המלריה מועבר במוסקיטו, היפוטה שגם **Patrick Manson** הציע והיא אושרה
ע"י **Ronald Ross** שקיבל נובל ב-1902.

Oscar Hertwig and Strasburger

1885 מפתחים את ההבנה שגרעין התא אחראי לתורשה, ושמן הוא איחוד שני תאים

Wilhelm Roux 1850 –1924

1885 בהמשך לרעיונות וייסמן על תאי גזע נצחיים גידלו תאי עובר תרנגולת בתמיסת מלח.

Wilhelm His

1887 מפרסם תצפיותיו שבשלבי התפתחות מוקדמים של עוברים מערכת העצבים בנויה מצבר תאים צפוף ללא אקסונים.

Auguste Forel

1887 תופעות דגנרטיביות מוגבלות לתאי עצב ולדנדריטים

Wilhelm Roux

1888 שלף אחד משני התאים לאחר חלוקה ראשונה של ביצית הקרפדה וקיבל חצי עובר

Pierre Roux and Alexandre Yersin

1888 זיהוי רעלנים מחיידקים (diphtheria bacillus)

George Nuttall

1888 פעילות קטל בקטריות בדם

Emil von Behring & Shibasaburo Kitasato

1890 הדגמת פעילות נוגדנים נגד רעלני דיפטריה וטטנוס : "תורת המרות" לאימונולוגיה

Robert Koch

1891 הדגמת פעולה מושהית של היפר-רגישות

William B. Coley Richard Pfeiffer

1893-4 שימוש בבקטריות חיות ומיצויים לטיפול בסרטן

Santiago Ramón y Cajal 1852 –1934

1888 השתמש בצביעות של גולג'י חקר את האנטומיה של המוח והזים את מודל הרשת העיצבית וקשרים בין תאים. קחל הראה שהדנדריטים אינם יוצרים רשת רציפה ביניהם אלא דרך גופי התא. הקשרים בין דנדריטים ואקסונים נראו רק בעזרת המיקרוסקופ האלקטרוני ב-1950.

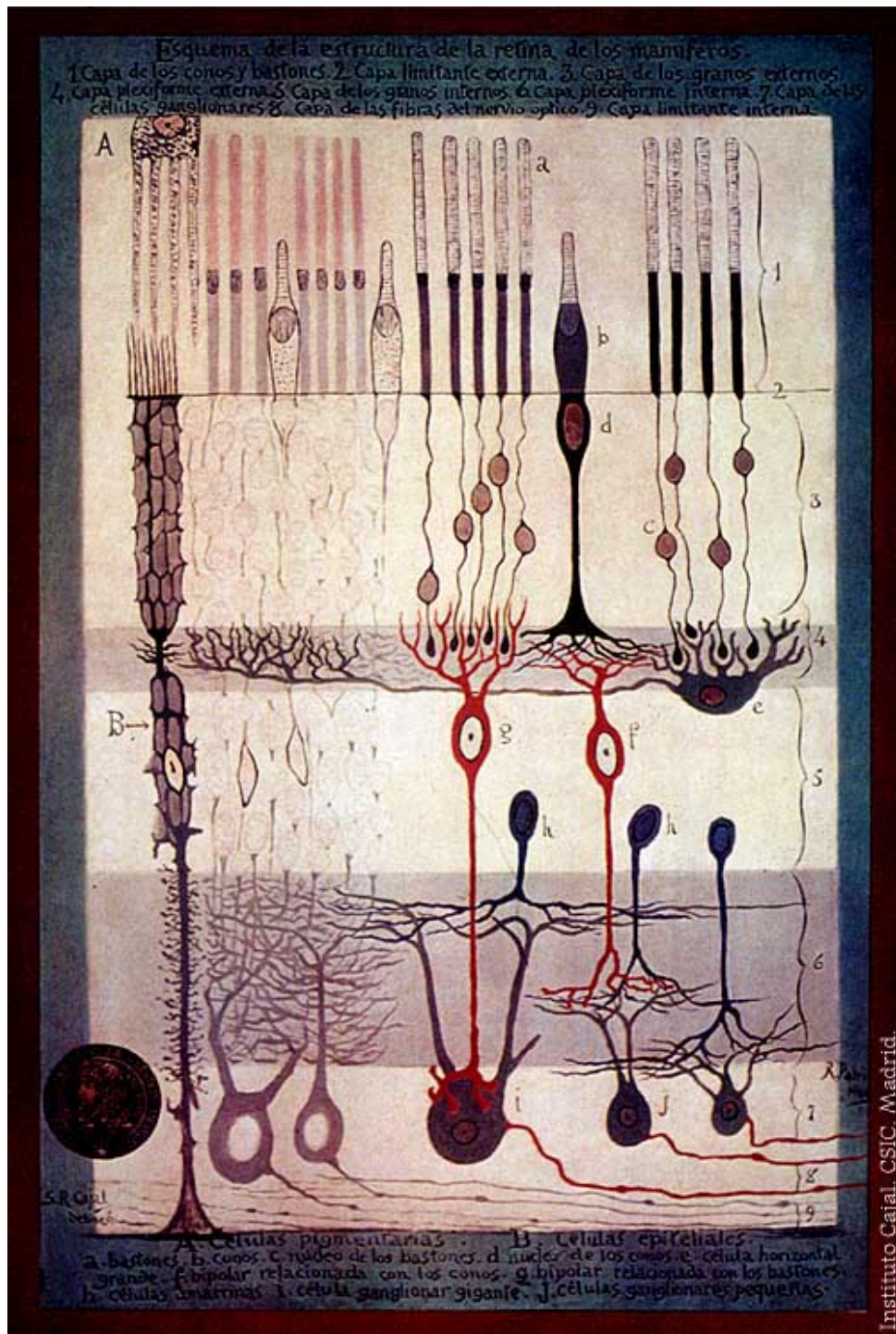
היופי בצביעות של קחל הוא שכיוון בתהליך את מספר התאים שנצבעו, כך שרק חלק קטן מהם נראה בתוך מסת הנורונים הצפופה
נובל עם גולג'י-1906



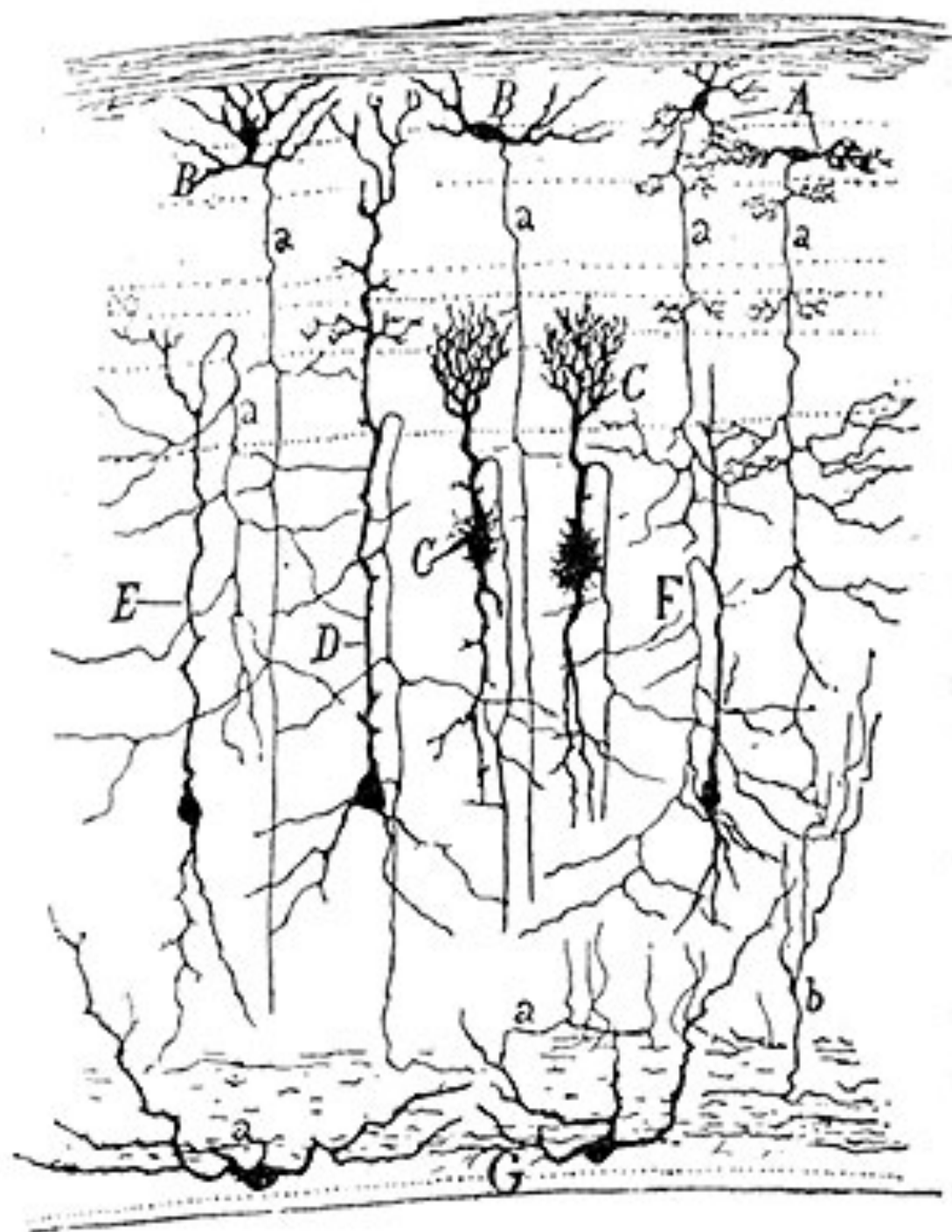
מבנה הרטינה של יונקים

מה היה סוד שיטת הצביעה של קחל שאיפשר לו לראות אקסונים ודנדריטים של תא בודד בתוך מוח?

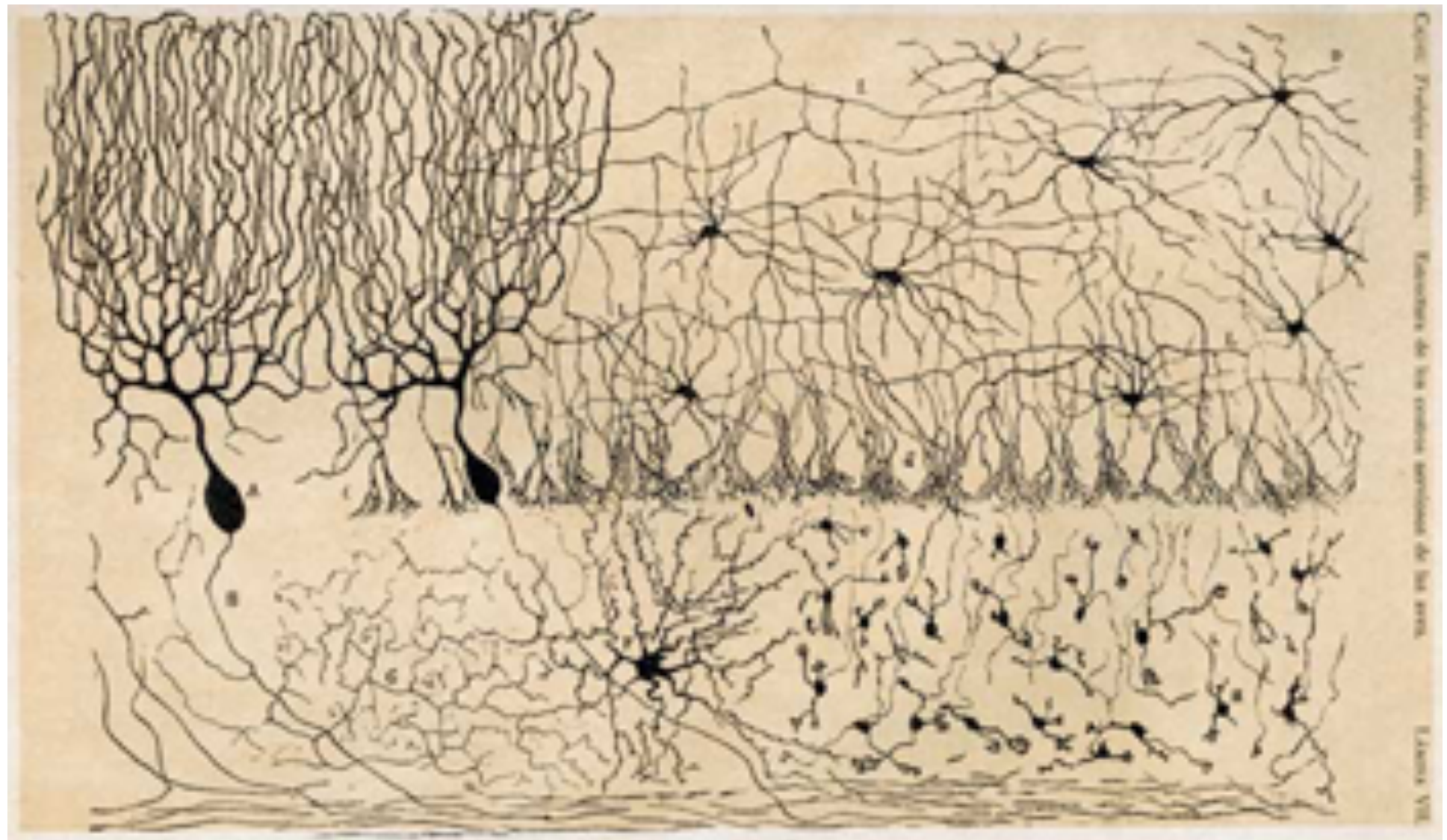
הצבע חילחל רק למעט תאים ומגוף התא לנוירונים הקשורים אליו



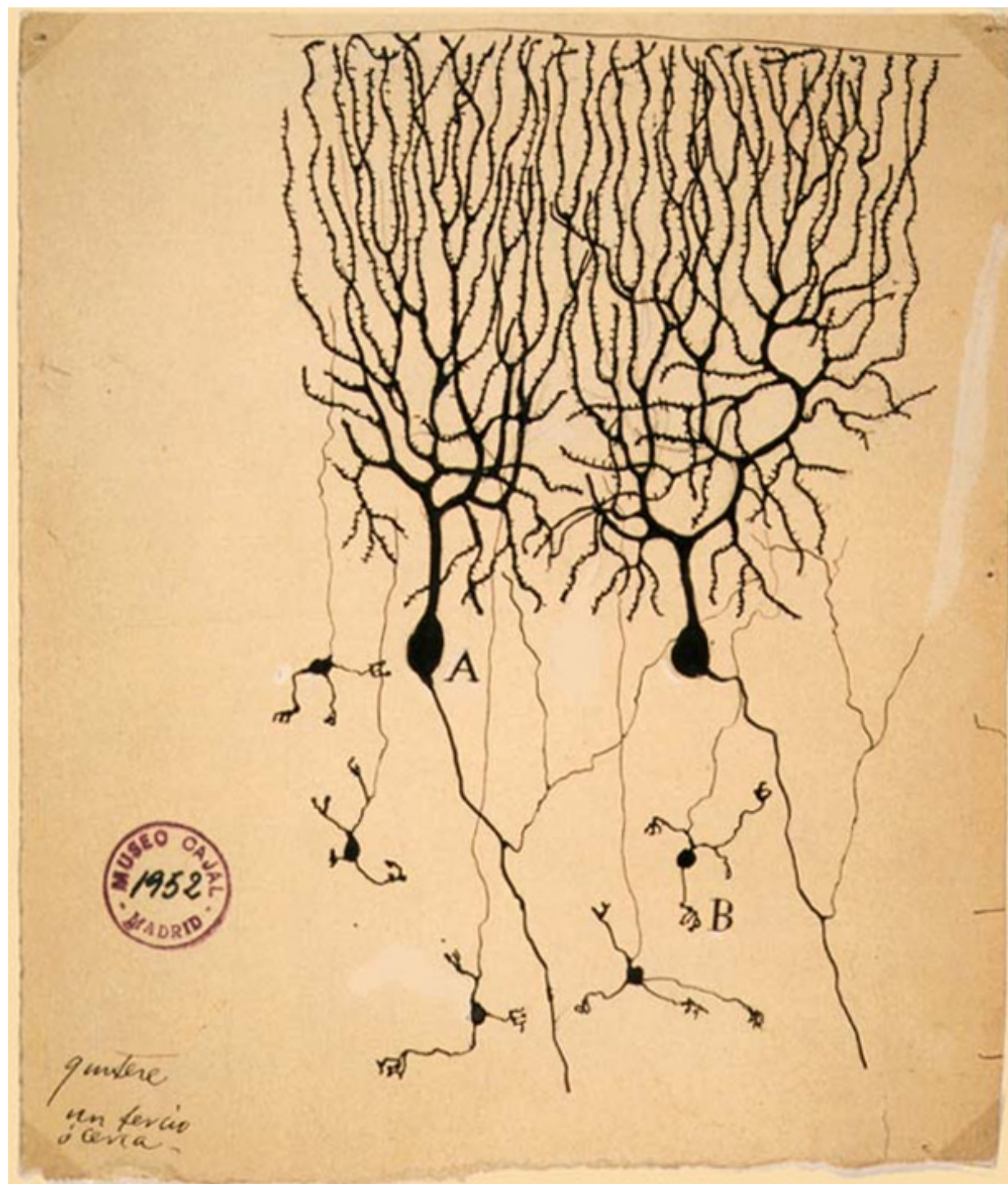
עצב הראיה של פשוש



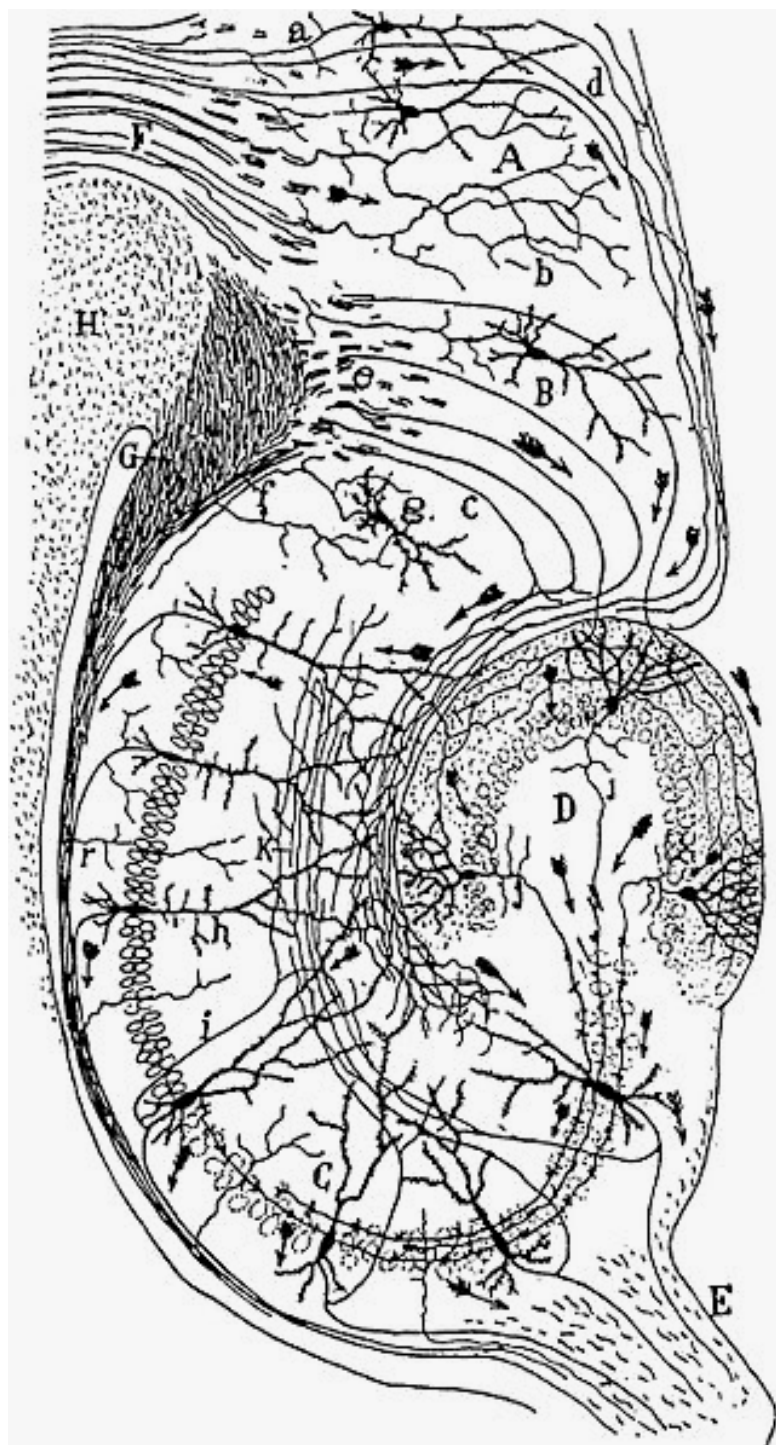
יתרת המוח של תרנגולת



תאי פורקינז'י ממוח יונה



מוח של חולדה



George Henry Falkiner Nuttall .

1888 הראה שנוזל הדם קוטל חיידקים, והסיק (בשגגה) שתאי דם לבנים רק עוזרים בהגנה שמספק הסרום serum.

Heinrich Wilhelm Gottfried Waldeyer

1888 קורא "כרומוזומים" לסיבי הגרעין של Roux משנת 1883
1891 טבע את השם "נוירון" לתא עצב

Theodore Boveri

1888 מתאר את הצנטריוולים היושבים מעל גרעין התא בבעלי חיים ובהרבה צמחים.
הראשון לטעון שסרטן מתפשט ע"י שלוחות תאים.

Jules Jean Baptiste Vincent Bordet

1894 במעבדת Mechnikov בפסטר, מגלה פגוציטוזה של בקטריות ע"י תאי דם לבנים
1898 מתאר המוליזה בחשיפת דם לתאים זרים. פרס נובל ב-1919

Louis Lewin and Arthur Heffter

1889 מבודדים מקקטוס מסקלין – חומר פעיל פסיכי the peyote alkaloid, mezcal.

Wallace

1889 מפרסם את סיפרו על הברירה הטבעית לה קורא "דארוויניזם"

Boveri and Jean Louis Guignand

1890 מבססים את שויון מספר הכרומוזומים מהאב והאם בהפריה

Hans Driesch

1890 מפריד שני תאי חלוקה ראשונה של ביצית קיפוד הים, ובניגוד לתוצאות רואה Roux בקרפדה, מקבל שני עוברים שלמים. נסיון רואה נעשה שוב ומתברר שרק ע"י היפוך התא מתקבל עובר שלם. רואה לא ויתר ובניגוד לתורת תאי הגזע של וייסמן טען שמנגנון התפתחות העובר מפוזר בכל הציטופלזמה וכל שלב תלוי בקודמו. עם מי הצדק?

Richard Altmann

1890 מדווח על אורגניזם החי בתוך התא בסימביוזה – המיטוכונדריה

Emil Adolph von Behring and Shibasaburo Kitasato

1890 הראו שניתן לייצר נוגדנים נגד רעלנים גם מבלי לדעת את הרכבם, למשל טטנוס, דיפטריה ו-botulism. ברינג קיבל נובל 1901

Theobald Smith

1890 מדגים העברת מחלות באמצעות ווקטור פטוגני כפונדקאי (מוסקיטו, קרציה)

William Coley

1898 הבחין שחולי סרטן גילו חיסול הגידול לאחר שחוו דלקת חיידקית חמורה. הוא ניסה לאתגר את המערכת האימונית אצל חולי סרטן וגילה לעיתים הצלחה.



Marie Eugene Dubois

1891 גילוי אדם ג'אווה "הומו ארקטוס"

Emil Theodor Kocher 1841 – 1917

חוקר בלוטת הטירואיד והפטולוגיות שלה, ומנתח. נובל 1909

George Redmayne Murray

1891 מטפל בחולי טירואיד hypothyroid בטירואיד כבשים מעובד

Andreas Franz Wilhelm Schimper

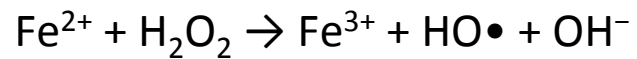
1893 מציע שהמערכת הפוטוסינטטית בצמחים מקורה בציאנו-בקטריות

William Bateson

1894 מדגישים חשיבות שינויים גנטיים לא רציפים – homeotic mutations

H. J. H. Fenton

1894 ריאקצית פנטון – הגורם העיקרי לנזק חימצוני בתא החי



Ramón y Cajal

1894 מרחיב אחרי E. Tanzi and E. Lugaro את הרעיון ששינויים פלסטיים ברשתות המוח-שינוי קשרים בין עצבים- נגרמים ע"י שימוש ולימוד.

George Oliver and Eduard Albert Sharpey-Schaeffer

1894 מדגימים אפקט של מיצוי מבלוטות הורמונים על כוץ כלי דם ושרירים, והעלאת לחץ דם.



Hermann Emil Fischer 1852 –1919

1894 מציע עקרון ההתאמה המרחבית בין תרכובות "כמו מפתח למנעול" שהוא הבסיס לייחודיות של תגובות אנזימטיות.
נובל 1902

Richard F. J. Pfeiffer

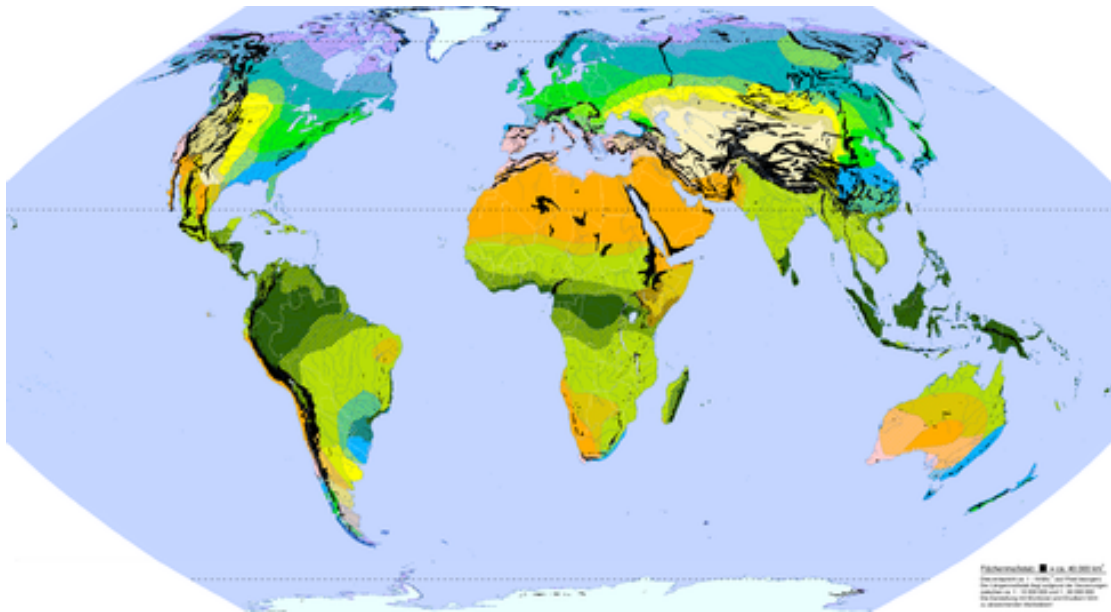
1895 מציע שחמרים פעילים אנטי חידקיים "נוגדנים" נוצרים בהשפעת תאי הגוף ונצרכים בתהליך השמדת החידקים.

Smith

1895 יוצר בחזירוני ים חוסר דם כשמוציא ממזונם ירקות עלים

Johannes Eugenius Bülow Warming 1841–1924

1895 ממפה בתי גידול של צמחים לפי טמפרטורה ולחות



Ferdinand Isidore Widal

1896 מנהיג בדיקה סרולוגית (בדיקת דם) לחולי טיפוס המבוססת על השקעה של חיידקי
טיפוס

Eduard Buchner

1896 מבודד משמרים חומר המתסיס סוכר "זימאז". תחילת הביוכימיה.



Paul Ehrlich 1854–1915

1877 תאי mast בדם
1897 רעלן פועל בגין קישור תואם למבנה תאי. ללא רצפטור אין מחלה.
אם יש מעט רצפטורים – התא מייצר ופולט לדם. התיאוריה הראשונה
על יצירה סלקטיבית של נוגדנים.
בהמשך שינה את גירסתו וטען כי הגוף מייצר נוגדנים כל הזמן.
קיבל פרס נובל ב-1908 עם מצ'ניקוב Ilya Ilyich Mechnikov על
התיאוריה שהגוף מייצר כל הזמן נוגדנים נגד תאי סרטן ומשמיד אותם.

Charles Sherrington

1897 טובע את המושג "סינפסה"

Christiaan Eijkman

1897 מזהה שבדיטת אורז תוספת הקליפות מונע מחלת בריברי, היום ידוע שנובע מחוסר
ויטמין B_1 = טיאמין

Gabriel Bertrand

1897 קורא לתרכובות אנאורגאניות מסויימות "קו-אנזימים" כי נמצאו הכרחיים להפעלתם

Felix Hoffman

1897 מסנטז צורה של חומצה אצטילסליצילית acetylsalicylic acid שאיפשרה שנתיים אח"כ
לייצר אספרין בכמויות מסחריות

Jean Henri Fabre

1897 צופה ברצף פעולות אופייני בחרקים שנקראו "דפוסי פעולה קבועים" ע"י

Konrad Lorenz לורנץ

Wilhelm Fliess .

1897 מציע שכל החיים הם דו-מיניים, ובגרות משמעותה מינית. זה אינו מדויק לחידקים

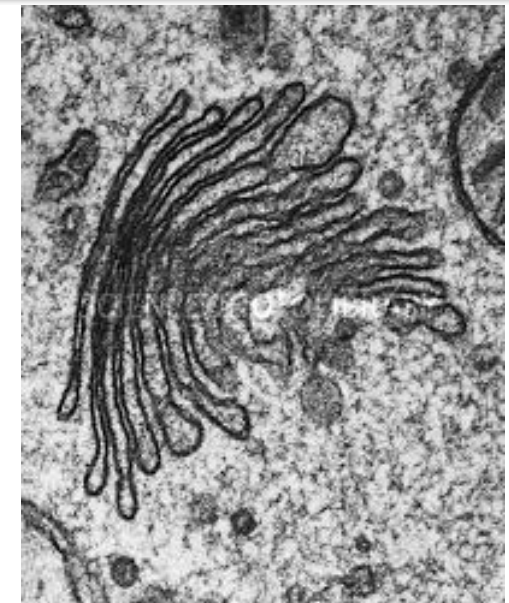
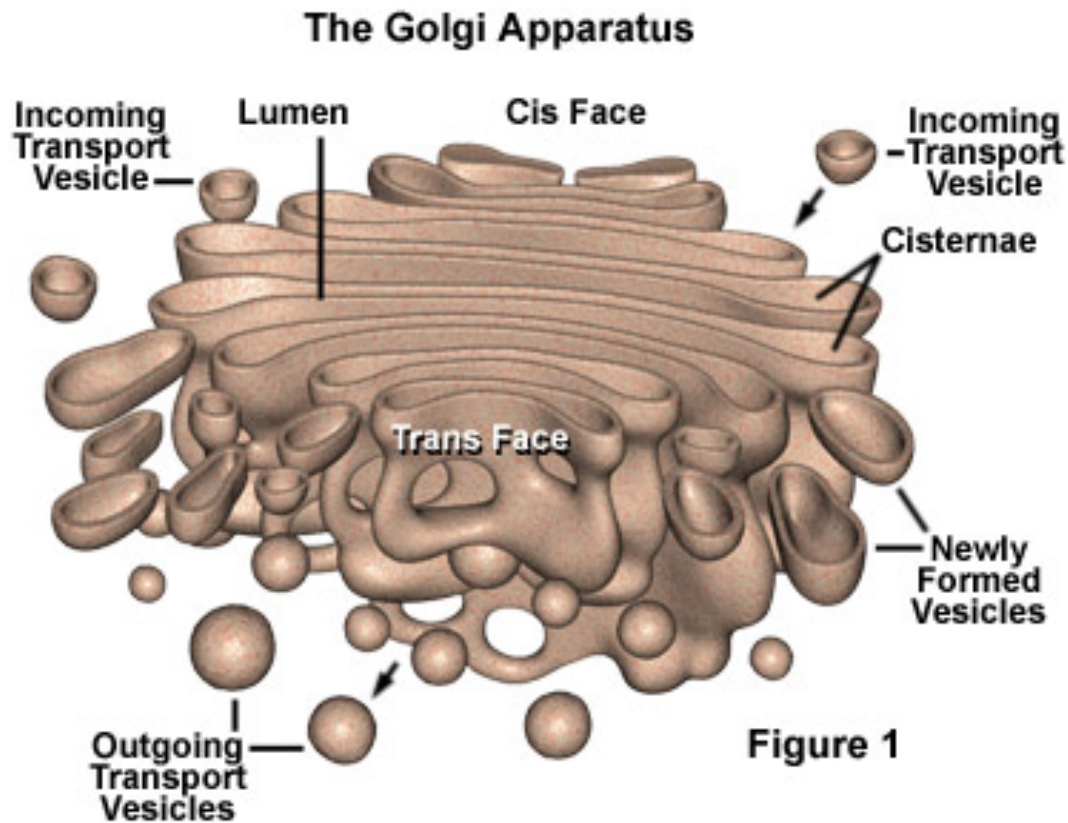
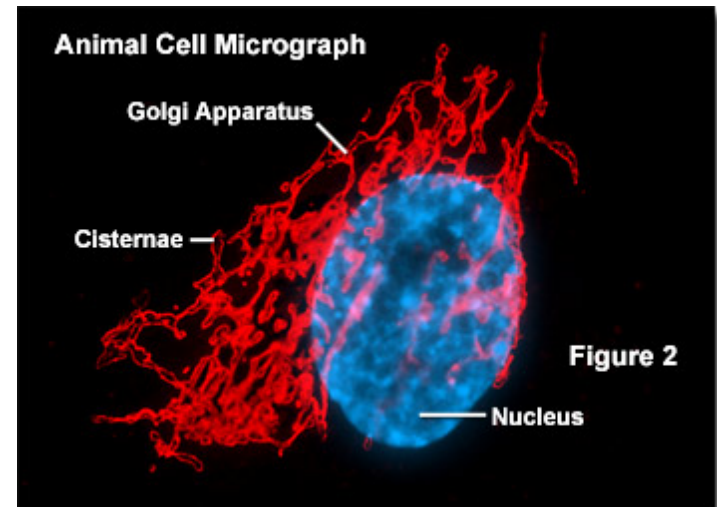
Henry Fairfield Osborne

1898 "הקרנה התאמתית" 'adaptive radiation' התרבות של זנים מאב משותף התופסים כל אחד הביטאט חפשי אחר. מושג של דארווין שאוסבורן תיאר. הוא לא היה מדען חשוב, אך בניהול מוזיאון המדע הלאומי האמריקאי יצר תצוגה מרהיבה של עולם הטבע.



Camillo Golgi

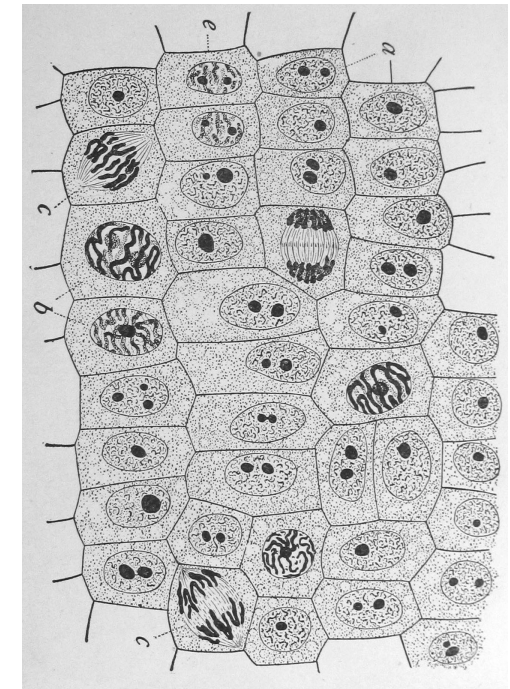
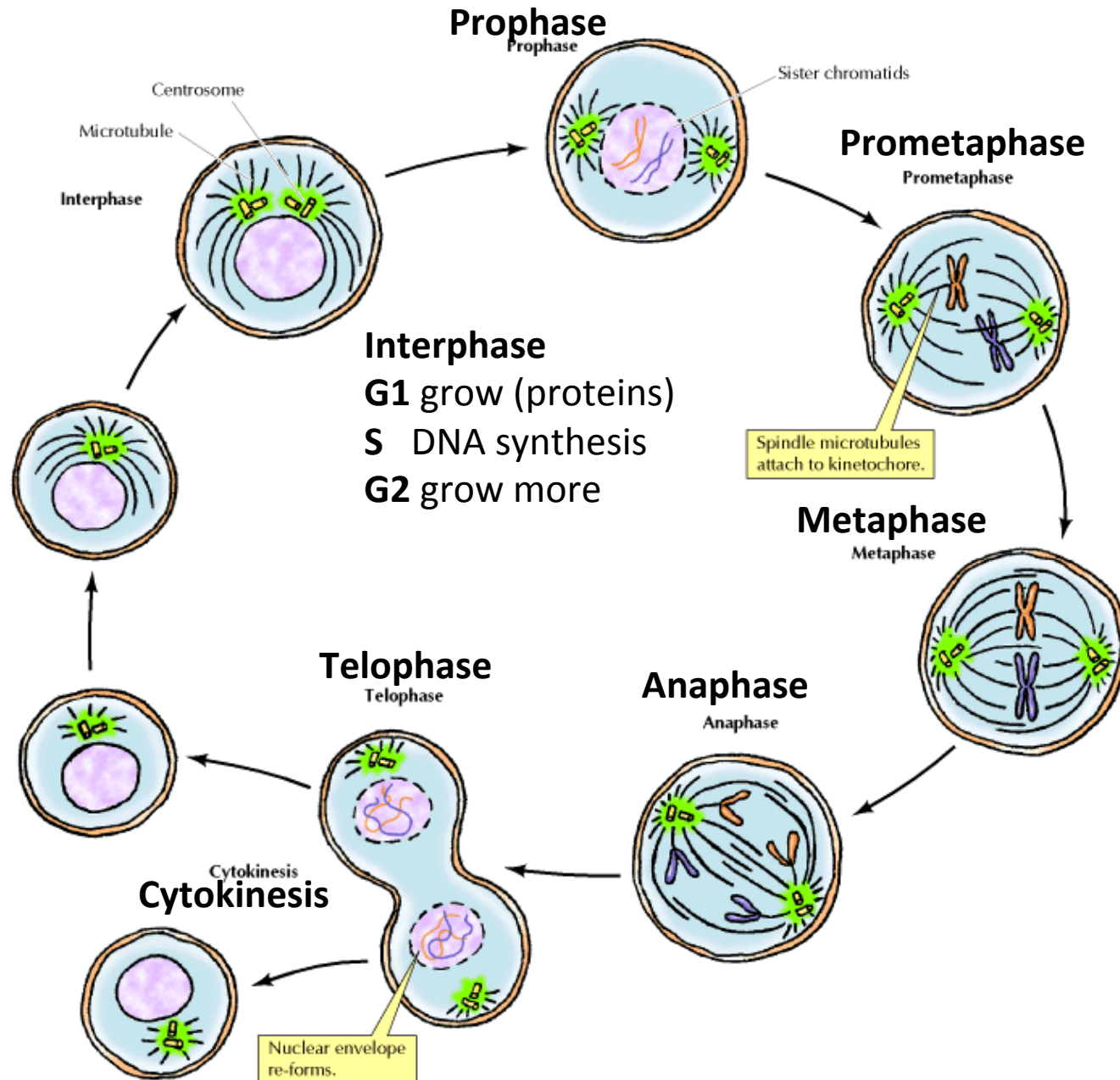
1898 מתאר את מערכת האורגנלות התאית הנקראת על שמו: "גולג'י אפרטוס". כיום אנו יודעים שהחלבונים המיוצרים ב-ER נשלחים ל"שינויים שלאחר השעתוק" (הדבקת סוכרים, זירחון) ומועברים לייעודם בשלפוחיות (וסיקולות). נובל עם כחל 1906



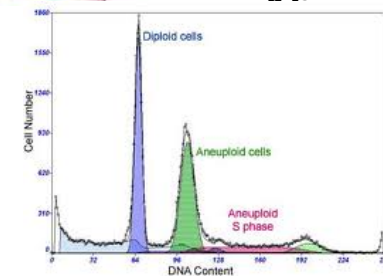
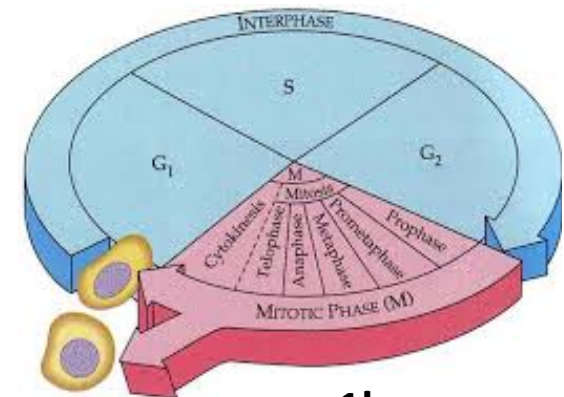
Charles O. Whitman and Oskar Heinroth

1899 בעבודה ביונים ובברווזים באופן בלתי תלוי גילו שהתגובות הסטיריאוטיפיות של
ציפרים מאפשרות מיון (טקסונומיה).

מחזור התא



23h



רפואה

Medical inventions

- * 1540, artificial limb, by Ambroise Paré
- * 1714, mercury thermometer, by Gabriel Fahrenheit
- * 1775, bifocal lenses, by Benjamin Franklin
- * 1792, ambulance, by Jean Dominique Larrey
- * 1796, vaccination, by Edward Jenner
- * 1816, stethoscope, by René Laennec
- * 1817, dental plate, by Anthony Plantson
- * 1827, endoscope, by Pierre Segalas
- * 1846, anesthetics, by James Simpson
- * 1847 Ignác Fülöp Semmelweis wash their hands before attending to women in childbirth
- * 1851, ophthalmoscope, by Hermann von Helmholtz
- * 1853, hypodermic syringe, by Alexander Wood
- * 1865, antiseptic, by Joseph Lister, based on Pasteur's work
- * 1880 Pasteur produced a vaccine against rabies
- * 1885, rabies vaccination, chicken cholera vaccination and by Louis Pasteur
- * 1887, contact lens, by Adolf Fick
- * 1895, X-ray, by Wilhelm Röntgen
- * 1903, electrocardiograph, by Willem Einthoven
- * 1905, sphygmomanometer by Nikolai Korotkov
- * 1928, penicillin, by Alexander Fleming
- * 1938, penicillin as an antibiotic, by Howard Florey and Ernst Chain

Medical inventions (cont.)

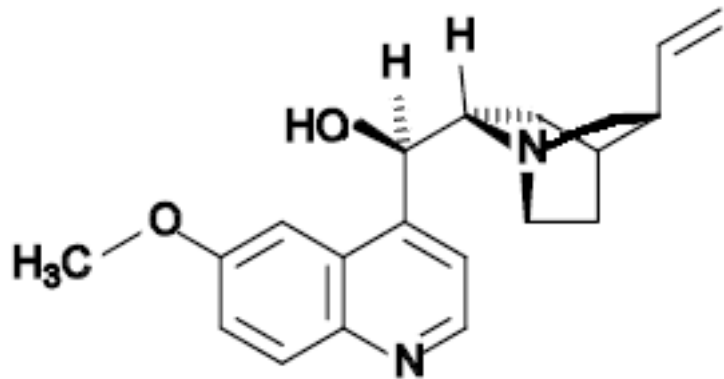
- * 1957, artificial pacemaker, by Clarence Lillehei and Earl Bakken
- * 1967, heart transplant, by Christiaan Barnard
- * 1970, MRI and fMRI, by Paul Lauterbur and Peter Mansfield (and others)
- * 1973, CAT scan, by Godfrey Hounsfield and Allan Cormack
- * 1979, ultrasound scan, by Ian Donald
- * 1982, artificial heart, by Robert Jarvik



Pierre-Joseph Pelletier

1820 פלטיה מבודד קווינין מקליפת עץ הסינצ'ונה

cinchona bark -> **Quinina** טיפול לקדחת



Rene Theophile Hyacinthe Laennec

1816 משתמש בסטטוסקופ לאיבחון באמצעות דופק.

החלפת תורות של מחלות מדבקות (אפידמיולוגיה) בבקטריוLOGיה:

1843 תחמוצת ניטרית NO גאז צחוק (ידוע 40 שנים) לצורך הרדמה בניתוח – anaesthetic

Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865)

1847 הפחתה במות ילדים מחום עקב דרישה מרופאים לטול ידיים – קדמה לתורת הנבגים

Robert Alexis Bárány +Henry Dakin

1914 מפתחים במלחה"ע הראשונה שיטות לתפירת פצעים

X-ray & electrocardiograph

שיטות למעקב אחרי תיפקודי אברים פנימיים בגוף

חיסון

Edward Jenner (1749-1823)

במאה ה-18 מחלת האבעבועות השחורות גרמה למוות, בעיקר של תינוקות, 1798 יינר מפרסם את ממצאיו על אבעבועות הפרות ואבעבועות שחורות לאדם – חלוץ החיסון. הוכשר כרופא צבאי אך בילה את כל חייו כרופא כפרי באזור גלוצ'סטרשייר במערב אנגליה. הוא עקב בקפדנות על מאות מיקרי מחלה case-studies, והכיר מיקרים שחולי אבעבועות הפרות נעשו חסינים לאבעבועות שחורות בצורתה הקטלנית. הוא לכן הזריק לאנשים בריאים נסיון של אבעבועות הפרות, נהל שקרא לו "חיסון" ("Vaccination" מהמילה הלטינית פרה-vacca) ולאחר שהנוהל התקבל ב-1840 ע"י הממשל הבריטי הוא גרם להורדת מקרי המוות מאבעבועות פי 30 או 40. הוא הורחב ע"י פסטר למחלות אחרות.

1980 היכריז אירגון הבריאות הבי"ל על עולם חפשי מאבעבועות. ילדי האזור האחרון הנגוע בבנגלדש חוסנו ע"י האירגון.

מאבקים רפואיים המנסים לתמרן את החיסון הטיבעי של הגוף להאבק במחלות ממשיכים עד היום:

1. המאבק באידס: עד כה נכשל השימוש בחיסון מאחר והוירוס משנה במהירות את חלבוני המעטפת שלו וכך מונע ממערכת החיסון לפתח נוגדנים לוירוס.
2. המאבק בסרטן: עד כה לא נמצא "אפיטופ" או אופיין מולקולארי ייחודי על גבי תאי סרטן שיבדיל אותם מתאי גוף נורמאליים. רוב השיטות לאומנוטרפיה מבוססות על עידוד מערכת החיסון באופן לא ספציפי, כדי שבעצמה תגלה ותתקיף גידולים. לאחרונה יש הצלחות.
3. המאבק בבקטריות עמידות אנטיביוטיקה: עד כה הגישה היא לפתח אנטיביוטיקות מסוג חדש, **והשימוש בנוגדנים עד כה לא צלח. מדוע???**
4. המאבק באלצהיימר: הצלחה בעיכוב התפתחות המחלה ע"י קופקסון – עידוד כללי למערכת האימונית של הגוף.

penicillum antibiotics

Louis Pasteur () +Claude Bernard (1813-1878)

1865 מפרסמים "רפואה נסויית" המבוססת על סטרליזציה

+Robert Koch (Nobel 1905)

מיסד בקטריוLOGיה. מגלה ב-1882 *tubercle bacillus* וב-1883 *cholera bacillus*
ניסח את הנחות קוך למעורבות מיקרואורגניזם במחלה:

1. הוא מצוי בשפע ברקמות פגועות אך נעדר מרקמות בריאות
2. בבידודו הוא מתרבה בתרבית טהורה במעבדה
3. התרבית גורמת למחלה בהדבקת רקמות בריאות
4. בידודו וגידולו זהה למקורי

הוא נסוג מ-1 ו-3 אחרי שמצא שיש נשאים שאינם נפגעים במחלה, ומצא ש-4 קשה ליישום (כמו בעגבת וצרעת)



Florence Nightingale (1820 –1910)

1852 במלחמת קרים ובבית חולים סנט טומס יישמה היגיינה
וחוקי סטרליזציה המביא להורדה מידית בתמותה.
מייסדת מקצוע האחות

Elizabeth Blackwell (1821 –1910)

הרופאה הראשונה בארה"ב

Alexander Wood

1853 מנהיג שימוש במזרק להחדרת מורפיום במלחמת האזרחים האמריקאית.

Rudolph Virchow.

1854 מפרסם את הרעיון (השגוי) שמנגנוני מחלות יובנו ברמת הכימיה התאית.

Thomas Addison

1855 מתאר תיסמונת הקשורה בנוון קליפת המוח: מחלת אדיסון

John Snow

1855 מוכיח גרפית שהתפשטות מגיפת הכולירה נבעה מאחת מתחנות השאיבה למערכת המיים של לונדון. ואכן נמצא שם המקור – אשה חולת כולירה.

Crawford Long

1842 אנסטזיה Anaesthesia

William Morton

1846 גילוי האנסטזיה – מדגים שימוש באתר כחמרי הרדמה ואלחוש בניתוחים.

James Esdaile

1847 הראשון בשימוש בהיפנוזה להרדמת מנותחים

Henry Bence-Jones

1847 מזהה חלבונים מסויימים בשתן של חולי מיילומה.

Marie-Jean-Pierre Flourens

1847 מגלה תכונות הרדמה (אנסטזיה) לכלורופורם

Ignaz Philipp Semmelweis

1861 מפרסם מסקנתו שחום תינוק נולד מועבר על ידי הרופא בזמן הבדיקות שלו

Joseph Lister

1865 משתמש בחומצה קרבולית לניקוי כלי הניתוח ומוכיח יעילות החיטוי antiseptic and sterilizing בטיפול בפצעים ובניתוחים.

המוח ופסיכולוגיה

Arthur Schopenhauer

1819 קורא לאברי המין מוקד הרצון המתגלם בחוש הטבעי המיני המשמר את המין
בהזדווגות

המוח והעצבים

Franz Joseph Gall

בראשית המאה ה-19 גאל העריך שקליפת המוח cerebral cortex מייצגת את הרמה הגבוהה של מוח היונקים. הוא רצה להוכיח שתכונות "גבוהות" ומופשטות, כגון אהבת אם, ממוקמות באזורים מוגדרים, שיגדלו עם התפתחות התכונה, כמו פיתוח שרירים.

יחד עם **Johann C. Spurzheim** עקבו אחרי עצבים בגולגולת cranial nerves מהמוח המוארך medulla oblongata אל גזע המוח והטלמוס בבסיס המוח basal ganglia בקליפת המוח גילו את הצטלבות עצבי הפירמידות contralateral decussation of the pyramids ולכן אונה ימנית שלטת על שמאל הגוף וההפך.

פירסמו 4 כרכים על מבנה המוח ומערכת העצבים, וביססו פסיכולוגיה כתחום בביולוגיה, אך גם הביאו לפרנולוגיה – קשר בין מבנה איברים לתכונות מופשטות כגון אינטלגנציה.

התורה המסולפת סחפה מספר מדהים של אנשים כגון **G. W. F. Hegel, Otto von Bismarck, ...Marx, Balzac, the Brontës, George Elliott, President Whitman, and Victoria as well as in the scientific writings of Auguste Comte, G. H. Lewes, Spencer, Chambers, and A. R. Wallace**

Emil Kraepelin 1856-1926

1899 בהוצאה הששית של "פסיכיאטריה" מסווג מחלות נפש
1930 נהלים רפואיים בפסיכיאטריה לגרימת התקפים ע"י שוק חשמלי, אינסולין ותרופות
אחרות, חיתוך חלקים מהמוח (לויקוטומיה - למוח קידמי ולובוטומיה - לאונת המוח).
הנוהלים נשארו עד 1970 לטיפול בסכיזופרניה. אחרי מכה"ע השניה הופסקו ניתוחי מוח, אך
המשיכו בטיפולי עקרות עוד שנים רבות.

1950 תרופות פסיכיאטריות (antipsychotic chlorpromazine) פותחו במעבדה לשימוש רפואי

Francis Galton 1865 eugenics

רופא וסטטיסטיקאי שניסה להוכיח כי גאונות ואינטליגנציה גבוהה הן תכונות תורשתיות,
הדורשות לכן זווגים נכונים ליצירת גזע אנושי משובח. הוא גם קישר זאת למדידות חלקי הגוף
(אנטרופומטריה) בעיקר לגולגולת (פרנולוגיה). תורתו מצאה לה תומכים בארה"ב כדי להוכיח
את פחיתותם של השחורים, וכמובן בגרמניה הנאצית. Alexis Carrel הצרפתי, שקיבל פרס נובל
על חיבור כלי דם והשתלות, היה תומך נלהב של גאלטון.
1883 גלטון דוגל ברביה בררנית של בני אדם "יוגניקה" (יוונית: ירושה אצילית)

Johannes Peter Müller

1833 מפרסם ממצאיו שחוויות אינן נשלטות ע"י גירויים אלא תלויות בחושים, כשכל איבר חישה גורם לחוויה משלו: למשל עצבי הראיה נותנים תחושה של אור.

Marshall Hall

1833 מדגים מנגנון של גירוי המייצר תגובה שבלתי תלויה בחישה או ברצון מודע, טבע את המושג "רפלקס".

Marie-Jean-Pierre Flourens

1824 טוען שבעוד לכל חלק של המוח יש תפקיד משלו, החלקים פועלים ביחד כך שכל התחושות מופעלות מאותם חלקים של יתרת המוח.
היה מתנגד נחרץ של פרנולוגיה של גאל Gall.

Jean Baptiste Bouillard

1825 מאתרים את מיקום השפה והדיבור באונה הקידמית של קליפת המוח, בהתאמה לממצאי גאל. כן מצאו שתיתכן פגיעה הדיבור בלי פגיעה בתיפקוד הגפיים

James Mill

1829 בספר על מוח האדם – דמיון בין שני זכרונות מצטמצם לאירוע בו-זמני, מקרה פרטי של סדר כרונולוגי.
הוא היה עורך באנציקלופדיה בריטניקה, והתעניין בפסיכולוגיה.

Auguste Comte

1830 התפתחות תבונתית מכילה שלשה שלבים: דתי (אירועים על-טיבעיים), מטה-פיזי (תופעות טבע מיוחסות לכוחות בסיסיים) והחיובי (תופעות מיוחסות לתצפיות, הנחות ונסיונות). טבע את המושגים סוציולוגיה ואלטרואיזם (אהבת הזולת).

Wilhelm von Humboldt

1836 בעבודה שפורסמה לאחר מותו, כתב שלימוד הוא העלאת מה שנמצא חבוי במוח.

Ralph Waldo Emerson

1837 מצהיר כי חיים הם מה שאדם חושב כל היום... "דע את עצמך" ו"למד את הטבע" הם הינוהך.

James Braid

1843 מציע את השם "היפנוטיזם" מהמילה היוונית לישון (השם הקודם - מגנטיות אנושית)

Jacques-Joseph Moreau

1845 מחלת נפש אינה נובעת מגירויים חיצוניים אלא מהקטנה של תפקודי מוח ושיירי פעילות פסיכית

Carl Gustav Carus

1846 מחקר פסיכולוגי למודע ותת-מודע

Gustav Theodor Fechner

1860 מנסה לטעון שהפיזיקאלי והפסיכי הם שני מבטים של אותה מציאות.
הוא מנסח חוק שעצמת תחושה יחסית ללוגריטם עצמת הגירוי.
השפיע רבות על פרוינד.

Paul Broca

1861 מראה שפגיעה באונה השמאלית גורמת לאיבוד דיבור (אפזיה) ובכך מדגים אסימטריה
שגאל לא שיער.

Theodor Meynert

1867 מראה שהמבנה השכבתי של קליפת המוח נובע משכבות מקבילות של סוגי עצבים
שונים

Wilhelm Griesinger

1867 מחלות נפש הם מחלות מוח

Eduard von Hartmann

1869 החל את המחקר בתת מודע בו כלל רעיונות (של הגל Georg Frederick Hegel) ורצונות (של שופנהאור Schopenhauer)

George M. Beard

1869 מבדיל בין מחלות נפש של גברים ונשים (היסטריה)

Karoly Maria Benkert

1869 מסווג הומוסקסואליות כתכונה התנהגותית.

Francis Galton

1869 "בסיס גנטי לאינטליגנציה". ממציא סטיות תקן כדי לטפל בשונות באוכלוסיה.

Franz Brentano

1874 תהליכי מחשבה הם רצוניים ולא פסיביים. היה מהמורים של קפקא ופריד.

George Henry Lewes

1875 חקר תגובות המתהוות כתוצאה משילוב גורמים, אך אינן דומות לסכום או הפרש התגובות לאחד הגורמים

Carl Wernicke

1876 מתאר צורה חדשה של אפזיה כפגיעה בהבנה ולא בביצועים שתוארה ע"י ברוקה Broca. לדעתו קישורים בין אתרים שונים במוח מאפשרים סיבוכיות.

Wilhelm Wundt

1878 ייסד את המעבדה הראשונה לפסיכולוגיה פיזיולוגית. האמין ששינה כרוכה בהעצמה ודיכוי אזורים שונים במוח

George John Romanes

1883 פירסם "התפתחות נפשית של חיות" – לראשונה השוואה אובייקטיבית להתנהגות אדם וחיה
1896 התנהגות היא תלוית מין החיה והיא מורשת. טבע "ניאו-דארוויניזם" לתורת האבולוציה אחרי וייסמן ותאי הגזע בעובר.

Jean-Martin Charcot

1883 קיבל הכרה בהיפנוזה, וטיפל במצבי היסטריה בהם ראה כמו בהיפנוזה – מצב פטולוגי

J. Hughlings Jackson

1884 תצפיות על מיקרי אפילפסיה ואפזיה. חילק את המוח לנמוך-חוט השדרה ולשד העצם, השולט בתנועות, בינוני-החלק המוטורי של קליפת המוח, והגבוה-בקדמת המוח. כל חלק מעכב את שמתחתיו, וכשהוא פגוע יש עכבה חיובית מתחת ושלילית מעל. העלה השערה שפטולוגיות נוירולוגיות של "צימצום" 'dissolution' גורמות להיפוך בתיפקוד.

Friedrich Wilhelm Nietzsche

1883-5 מפרסם "כה אמר זרטוסטרה": דן בזהות הייצרית האנושית, עכבות והתרוממות רוח.

Hippolyte Bernheim

1886 כל אחד יכול להתהפנט. הפרדה בין התנהגות מודעת ותת-מודעת. הנושא תופס מקום ברפואה, בחברה ובספרות כגון: **E. T. A. Hoffman, E. A. Poe, Honoré de Balzac, Alexander Dumas, Victor Hugo, R. L. Stevenson, Fyodor Dostoevsky** ואחרים, ומייחסים להפנוזה גם אפשרויות מוגזמות.

Pierre Janet

1886 טובע את המושג תת-מודע

Richard von Krafft-Ebing

1886 טובע את המושגים סדיזם (אחרי המרקזיז דה-סאד Donatien de Sade) ומזוכיזם (אחרי ליאופולד זאכר-מזוך Leopold Sacher-Masoch)

William James

1890 כל התנהגות נובעת ממערכת העצבים, לימוד קשור בעלית הפעילות בה, וזכרון קצר טווח הוא המודע הזוכה לתשומת לב סלקטיבית.

Eugen Bleuler

1890 סכיזופרניה ניתנת לטיפול

Freud and Josef Breuer

1893 מפרסמים ספר המתחיל את הפסיכואנליזה

Emile Durkheim

1893 סדרת ספרים בסוציולוגיה

Conwy Lloyd Morgan, James Mark Baldwin, and Henry Fairfield Osborn

1896 כולם בנפרד הציעו איך תכונות נרכשות יכולות לעבור בירושה. מורגאן הסיק ששינויים אבולוציוניים באנטומיה מובילים לשינויים בהתנהגות. בלדווין קרא לגירסה שלו "בחירה אורגאנית" מאחר ודרשה שיתוף האורגניזם בתהליך הלימוד שיוצר התאמה טובה יותר לברירה ולרבייה.

Freud

1896 מציע לבדוק עימותי ילדות בטיפול בנוירוזות. מפתח שיטה של אסוציאציות כדי להעלות נושאים טעונים בטיפול. בהמשך – משתמש בחלומות, מעידות לשון, פעולות כושלות, שיכחת שמות, וזכרונות ילדות.

Edward L. Thorndike

1898 מבסס שיטה למדידת לימוד בחיות

Emil Kraepelin

1899 קריטריונים איבחוניים לסווג מחלות נפש (דימנציה, סכיזופרניה, מניה, ופרנויה)