INTERNATIONAL FOUNDATION OF
THEORIES AND DOCTRINES
بنیاد بین‌المللی تئوری‌ها و دکترین‌ها

گزیده ای از کتاب

قوانین، نظریه های علمی و چیزهای دیگر

نویسنده: سورندرا وارما

ترجمه: دکتر محمد رضا توکلی صابری

انتشارات مازیار

مجموعه گزیده کتب

پارادوکس زنون

زنون (حدود 495 ـ حدود 430 پیش از میلاد) (قرن پنجم پیش از میلاد ـ یونان)

حرکت توهم است.

زنون چهار پارادوکس ارائه داد، که به نظر می‌رسد همه آنها ناممکن بودن حرکت را اثبات می‌کنند.

مشهورترین پارادوکس زنون پارادوکس آشیل و لاک پشت است: اگر در آغاز لاک پشت چند متر جلوتر از آشیل شروع به حرکت کند، آشیل هیچ گاه نمی‌تواند از لاک پشت جلو بیفتد. فرض کنید آشیل قهرمان جنگ تروا که مشهور است که سریع‌ترین دونده جهان بوده، بتواند ده بار سریع‌تر از لاک پشت بدود و لاک پشت 100 متر جلوتر از او شروع کند. هنگامی که آشیل 100 متر می‌دود، لاک پشت 10 متر رفته است و به این ترتیب 10 متر جلوتر از اوست و به همین ترتیب حرکت ادامه می‌یابد. از نظر ریاضی آشیل فقط می‌تواند به لاک پشت نزدیک و نزدیک‌تر شود، ولی هیچ گاه نمی‌تواند از او جلو بزند.

پاردوکس زنون بر این فرض نادرست استوار است که فضا و زمان به طور نامحدودی تقسیم پذیرند؛ یعنی، جمع تعداد بی‌نهایت عدد همیشه بی‌نهایت است. اگر چه این قضیه بر مبنای یک مغالطه است، اما تا دو هزار سال حل نشده باقی ماند. در قرن هفدهم میلادی ریاضیدان اسکاتلندی جیمز گرگوری نشان داد که تعداد بی‌نهایتی عدد می‌توانند با هم جمع شوند و عدد معینی حاصل شود. چنین سری اعداد را سری همگرا (convergent) می‌نامند که هنگامی پیش می‌آید که اختلاف بین هر عدد با عدد پس از آن در این دنباله کوچک وکوچک‌تر می‌شود. مسابقه بین آشیل و لاک پشت از تعدادی مسافت‌های کوتاه تشکیل نشده است، بلکه تا پایان مسیر پیوسته است. البته اگر طول مسافت بیشتر از 102/32 متر باشد، آشیل مسابقه را می‌برد.

نظریه اتمی دموکریت

دموکریت (حدود460 ـ 370 پیش ازمیلاد) (قرن پنجم پیش از میلاد ـ یونان)

ماده از فضای خالی و تعداد بی‌نهایتی ذرات ریز نامرئی به نام اتوموس یا اتم تشکیل شده است.

نظریه اتمی دموکریت احتمالاً بر پایه نظریه‌های پیشین فلاسفه یونان بنا نهاده شده است. این نظریه اولین کوشش علمی برای توضیح ماهیت ماده به شمار می آید؛ هر چند، امروزه ثابت شده است که بسیاری از فرضیه‌های دموکریت نادرست بوده است.

دموکریت که احتمالاً بزرگ‌ترین فیلسوف طبیعی یونان باستان است، همچنین ادعا می‌کرد که اتم‌ها را نمی‌توان تا بی‌نهایت به ذرات کوچک‌تری تقسیم کرد، ایجاد ماده جدید ناممکن است. او می‌گفت اتم‌ها همیشه در حال حرکت اند، و هم چنان که حرکت می‌کنند با اتم‌های دیگر برخورد می‌کنند: گاهی با همدیگر پیوند خورده و به هم می‌چسبند، و گاه پس از برخورد از یکدیگر جدا می‌شوند. لوکرتیوس شاعر رومی (حدود 99 تا 55 پیش از میلاد)، اتم‌های دموکریت را با قلاب‌هایی تصور می‌کرد که آن‌ها را به همدیگر متصل می‌کنند.

درباره زندگی دموکریت اطلاعات چندانی نداریم، اما هر چه را که در مورد نظریه اتمی او می‌دانیم از کتاب زندگی فلاسفه برجسته تألیف زندگینامه نویس یونانی قرن دوم میلادی به نام دیوگِنِس لائرتیوس است. لائرتیوس 73 کتاب دموکریت را نام می‌برد که فقط بخش‌هایی از آن به جا مانده است. معروف است که دموکریت گفته است: «ترجیح می‌دهم یک حقیقت علمی را کشف کنم تا این که پادشاه ایران باشم.»

ارسطو فیلسوف بزرگ یونان (384 ـ 322 پیش از میلاد) نظریه اتمی دموکریت را رد کرده و گفته است که ماده کاملاً پیوسته ویکنواخت است. نفوذ ارسطو خارق العاده بود. تصور و فهم او از ماده اصولاً نادرست بود، اما به مدت 20 قرن آن را پذیرفته بودند تا اینکه نظریه اتمی دالتون در سال 1808 جایگزین آن شد.

اصل ارشمیدس

ارشمیدس (حدود 287 ـ 212 پیش از میلاد) (قرن سوم پیش از میلاد ـ سیراکوز، شهری یونانی در سیسیل)

جسمی که کاملاً در یک سیال (مایع یا گاز) غوطه‌ور است به اندازه وزن سیالِ هم حجم‌اش (یا وزن مایع جابه‌جا شده) از وزنش کم می‌شود.

هرو پادشاه ستمگر سیرا کوز در سیسیل کنونی، ارشمیدس ریاضی‌دان بزرگ را به مبارزه طلبید. آیا او می‌توانست سوء ظن پادشاه را نسبت به خالص نبودن طلای تاج جدیدی که طلا ساز برایش ساخته و آن را با فلز ارزان‌تر و سبک‌تر نقره آمیخته است، تأیید کند؟

گفته می‌شود که ارشمیدس در حمام در خصوص این مسأله به اندیشه پرداخت. او به دو موضوع پی برد. اول آن‌که هنگام ورود به خزینهٔ حمام سطح آب بالا آمد. دوم این که پس از وارد شدن در آب احساس کرد سبک‌تر شده است. ذهن هوشمند او این دو مسأله را بهم ارتباط داد. او احساس سبکی می‌کرد زیرا بدنش جای آب را گرفته بود. هر چه بدنش بیشتر جای آب را می‌گرفت احساس می‌کرد سبک‌تر شده است.

پاسخ هر دو را یافته بود. اگر تاج حاوی نقره باشد در مقایسه با وزن هم حجم‌اش از طلای خالص، فضای بیشتری را می‌گیرد، زیرا چگالی نقره از چگالی طلا کم‌تر است. اگرچه وزن تاج ساخته شده از طلای خالص و یا آلیاژ طلا و نقره در هوا وزن یکسان است، اما وزن ساخته شده از آلیاژ طلا و نقره از وزن تاج ساخته شده از طلای خالص در آب کم‌تر است. زیرا کاهش وزن آب بیشتر است. اگر تاج از طلای خالص ساخته شده بود آنگاه هر دو هم وزن می‌بودند.

بر طبق افسانه ها، این مرد بزرگ چنین از این حرف شادمان شد که از حمام بیرون پرید و در حالی که فریاد میزد «یافتم!» برهنه به وسط خیابان دوید. آزمایش نشان که جنس تاج آمیخته طلا با نقره است.

اصل ارشمیدس توضیح می‌دهد که چرا اشیاء شناور می‌شوند. اگر چگالی یک شیء کمتر از چگالی سیالی باشد که آن‌را احاطه می‌کند (یعنی وزنی کمتر از سیال هم حجم‌اش) آن شیء در آن سیال شناور خواهد شد. زیرا کاهش ظاهری وزن آن بیشتر از وزن آن در هوا خواهد بود، اما اگر چگالی آن بیشتر از سیال باشد، کاهش ظاهری وزن کمتر از وزن آن در هوا خواهد بود و بنابراین در آن فرو می‌رود.

اعداد فیبوناچی

لئوناردو پیسانو (به نام فیبوناچی نیز شناخته می‌شود)

(حدود 1170 - 1250 میلادی ایتالیا)

سری اعدادی که در آن هر عدد مجموع دو عدد پیشین است.

مانند 1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، 34، 55، 89، 144.....

این سری را دنبالهٔ فیبوناچی و خود اعداد را نیز اعداد فیبوناچی می‌گویند.

دنبالهٔ فیبوناچی خواص ریاضی جالب بسیار دیگری هم دارد. مثلاً نسبت هر دو جملهٔ متوالی دنبال (نسبت جملهٔ کوچک‌تر 1/1، 2/1، 3/2، 5/8، 8/5،...) به عدد 1/618 نزدیک می‌شود. این نسبت را نسبت طلایی می‌گویند و با حروف یونانی فی (Ø) نمایش داده می‌شود. یونانیان باستان فی را می‌شناختند و معماران یونانی نسبت Ø: ۱ را در طراحی خود به کار می‌بردند، که مشهورترین آن معبد پارتنون در آتن است. جالب است که فی در طبیعت نیز ظاهر می‌شود. گل‌ها غالباً گلبرگ‌هایی به ترتیب عدد فیبوناچی دارند (به آرایش گلچه‌ها بر روی گل کلم نگاه کنید). تخم آفتابگردان در گل آن به صورت دو مجموعهٔ مارپیچی آرایش یافته است. نسبت تعداد تخم‌ها در دو مارپیچ برابر فی است ـ و همین طور است نسبت طول قد شما به فاصله ناف تا سر انگشتان پای شما.

فیبوناچی هنگام سفر در آفریقا دستگاه دهدهی (اعشاری) اعداد را، که در هندوستان ابداع شده و اعراب آن را به کار گرفته بودند، فرا گرفت. فیبوناچی در کتاب خود، کتاب چرتکه (1202 میلادی) دستگاه شمارش عربی را که امروزه به کار می‌بریم به اروپا وارد کرد.

منظومهٔ کوپرنیکی

نیکلا کوپرنیک (1473 - 1543 لهستان)

خورشید در مرکز منظومه شمسی، ثابت و بی‌حرکت، قرار دارد و سیارات

بر محیط دایره‌هایی کامل به ترتیب زیر آن را دور میزنند: عطارد، زهره، زمین همراه با ماه، مریخ، مشتری، وزحل.

منظومهٔ کوپرنیکی این اصول ایمانی و باور جزمی را که زمین در مرکز عالم بی‌حرکت قرار دارد رد کرد و نظریه جدید خورشید مرکزی عالم را ارائه داد.

کوپرنیک نه تنها خورشید را در مرکز منظومه شمسی قرار داد، بلکه گزارش مشروحی از حرکت زمین، ماه و سیارات دیگری که در آن زمان شناخته شده بودند ارائه داد. اوگفت که زمین بر محور خود می‌چرخد که عامل پیدایش روز و شب است. *[1]

کوپرنیک واقعیت رایافته بود، ولی قانع کردن جهانیان کاری بس طاقت فرسا بود. او یافته‌های خود را منتشر نکرد زیرا این احتمال وجود داشت که با تعالیم کلیسای کاتولیک در تضاد باشند. رهبران مذهبی آن زمان با او مخالفت می‌ورزیدند. مارتین لوتر(بنیان گذار فرقه پروتستان در آلمان) او را طالع بین... واحمق " خواند که می‌خواهد " تمامی دانش ستاره شناسی را واژگون کند." کتاب او به نام شش کتاب در باره گردش کرات آسمانی در پایان حیات‌اش منتشر شد ونسخه‌ای از آن بر بستر مرگ او گذاشته شد. به این ترتیب بزرگ‌ترین ستاره شناس عصر خود بدون دیدن کتاب چاپ شده اش، در گذشت ـ کتابی که در ردیف پرینکیپای نیوتون (صفحه 38 و40 و منشاء انواع داروین صفحه 98) حاصل نبوغ علمی بود.

[1] خواجه نظام الدین طوسی فیلسوف، ریاضیدان و ستاره شناس ایرانی (1201 ـ 1274) اولین کسی است که در کتاب زیج ایلخانی تا پیش از کوپرنیک مدارک تجربی قابل مشاهده در مورد چرخش زمین با استفاده از محل ستاره‌های دنباله دار به زمین ارائه داده است.

استدلال های او شبیه همان استدلال‌هایی است که کوپرنیک در سال 1543 برای چرخش زمین ارائه داده است.

زیج طوسی که روش هندسی است، یک دایره در درون دایره بزرگ‌تری حرکت می کند که قطرش دو برابر قطر دایره کوچک‌تر است. چرخش دایره کوچک‌تر سبب می شود که نقطه‌ای در پیرامون دایره کوچک‌تر در طول قطر دایره بزرگ‌تر به جلو و عقب در نوسان در آید و مجموع ترکیب حرکات دایره‌وار یک حرکت خطی متناوب ایجاد می کند. بعضی مورخین معتقدند که کپرینک یا بعضی دانشمندان اروپایی به متون ستاره شناسی اسلامی دسترسی داشته اند زیرا زیج طوسی در تنظیم ریاضیات ستاره شناسی کوپرنیک به کار گرفته شده است. مترجم

قوانین حرکت سیاره‌ای کپلر

یوهان کپلر(1571 - 1630 آلمان)

قانون اول: هرسیاره روی یک بیضی حرکت می‌کند که خورشید در یکی از کانون‌های آن قرار دارد.

قانون دوم: بردار شعاع از خورشید تا سیاره، مساحت‌های برابر را در زمان‌های برابر جاروب می‌کند.

قانون سوم: مجذور زمان تناوب گردش هر سیاره حول خورشید با مکعب قطر بزرگ‌تر بیضی رابطه‌ای مستقیم دارد.

اندازه گیری‌های مدار سیارات در عصر حاضر نشان می‌دهند که این سیارات دقیقاً از این قوانین پیروی نمی‌کنند؛ با این حال تدوین آن‌ها یک واقعه مهم در تاریخ علم محسوب می‌شود. [۲]

دو قانون اول در 1609 وقانون سوم در 1619 منتشر شد. انتشار آن‌ها نقطهٔ پایانی بر فلک‌های تدویر بطلمیوس نهاد. اعتقاد پر شور و وفادارانهٔ منظومه کوپرنیکی ـ باور به این که "خورشید نه تنها در مرکز عالم، بلکه گوهر محرک آن است" ـ به بی‌مهری رهبران مذهبی نسبیت به او و دریافت لقب "منجم دیوانه" از سوی مردم انجامید.

کپلر نابغه‌ای همه فن حریف بود که علاوه برکشف این سه قانون، جدول موضع ستاره گان (زیج) را گرد آوری کرد، یک تلسکوپ نجومی ساخت، در زمینهٔ حساب بی‌نهایت کوچک‌ها ولگاریتم کار کرد، علم اپتیک هندسی را بنیاد نهاد، ساختار چشم انسان را مطالعه کرد، جذر و مد اقیانوس‌ها را توضیح داد، و نخستین افسانه علمی را با عنوان "رویا" به زبان لاتین نوشت که در آن ساخت یک کشتی را برای درنوردیدن اقیانوس‌های فضا در عالم توصیف کرد.

[2] ابوریحان بیرونی (973 ـ 1048) دانشمند ایرانی در کتاب الامسئله و الاجوبه به نقد آرای ارسطو و ابن سینا در مورد مسایل فیزیکی و کهکشان شناختی می‌پردازد. در این کتاب ایرادات زیادی به این دو وارد می آورد و از ارسطو به خاطر این که وجود ثقل (گرانش) را در کرات آسمانی محال می‌داند انتقاد و نظر او را بر این که کرات آسمانی مدارت کروی دارند نه بیضوی رد می کند. او ثقل را چنین تعریف می‌کند: «جذب تمام چیزها به طرف مرکز زمین.» مترجم

نظریه احتمال

بلز پاسکال (1623ـ فرانسه1662)

مطالعه احتمال یک رویداد.

شانس عبارت است از چیزی که به شیوه‌ای پیش بینی ناپذیر روی می‌دهد. احتمال مفهوم ریاضی است که با شانس‌های وقوع یک رویداد سروکار دارد.

شوالیه دو مر، نجیب زاده خوش گذران و قمارباز قرن هفدهم دوست داشت حتی بر روی این که در چهار بار غلتاندن یک تاس یک شش می‌آید شرط بندی کند. ولی وقتی شروع به شرط بندی پنجاه پنجاه در این باره کرد که در 24 بار غلتاندن دو تاس دست کم یک شش می‌آید، شانس خود را از دست داد. او از دوست ریاضیدان خود پاسکال پرسید که چرا در این بازی جدیدش بدشانسی آورده است. پاسکال این موضوع را از طریق نامه با دوست ریاضیدانش پیر دو فرما درمیان گذاشت و نامه نگاری آنها در مورد این موضوع به زایش نظریه احتمال انجامید.

نظریهٔ احتمال می‌تواند به شما کمک کند تا هر چیزی را، از شانس بردن بلیط بخت آزمایی تا احتمال صاعقه زدگی، بفهمید. احتمال وقوع یک رویداد را می‌توانید با تقسیم تعداد راه‌هایی که آن رویداد ممکن است پیش بیاید به تعداد کل نتایج ممکن به دست آورید. مثلاً، احتمال بیرون کشیدن یک آس از یک دسته ورق که خوب بر خورده است برابر 4/52 و یا 0/077 است (از 52 برگ یک دست ورق 4 برگ آن آس است). در جدول زیر برخی اصطلاحاتی درج شده‌اند که برای توصیف احتمال به کار می‌بریم:

توصیف	درصد	احتمال
مطلقاً حتمی	100٪	1
بسیار محتمل	90٪	0/9
کاملاً محتمل	70٪	0/7
شانس پنجاه پنجاه (احتمال برابر)	50٪	0/5
نامحتمل	30٪	0/3
بسیار نامحتمل	10٪	0/1
هیچ‌گاه (مطلقاً نامحتمل)	0٪	0

INTERNATIONAL FOUNDATION OF THEORIES & DOCTRINES

قانون گرانش نیوتون

ایزاک نیوتون (1642 - 1727)

دو جسم همدیگر را با نیرویی متناسب که با حاصل ضرب جرم و با نسبت عکس مجذور فاصلهٔ بین آن‌ها می‌ربایند. این نیرو گرانش نام دارد. نیروی صندلی را بر کف اتاق و سیارات را در مدارشان نگه می‌دارد.

این قانون را می‌توان با معادله $F=GmM/r^2$ بیان کرد که F نیرو، m و M جرم دوجسم، r فاصلهٔ بین آن‌ها و G ثابت گرانش است.

هنگامی که نیوتون در باغ خود نشسته بود مشاهده کرد که سیبی از درخت بر زمین افتاد. این اتفاق باعث شد تا نیوتون به فکر بیفتد که چرا سیب مستقیماً به زمین افتاد. او به این نتیجه رسید که سیب به این علت بر زمین افتاد که نیرویی آن را به پایین می‌کشد. این مشاهده اتفاقی او را به پرداختن نظریهٔ عظیم گرانش‌اش هدایت کرد. (گرانی همان گرانش است. واژهٔ گرانی بخصوص برای رابایش اجسام توسط زمین به کار برده می‌شود.)

این حکایت شاید معروف‌ترین داستان در تاریخ علم باشد. این حکایت با مزه احتمالاً جعلی است - به ما نمی‌گوید که سیب بر سر نیوتون خورد یا خیر، ولی به خوبی معلوم است که این ایدهٔ علمی ناگهان به ذهن کسی آمد که بسیاری از رازهای طبیعت را کشف کرد. نیوتون قانون گرانش خود را در سال 1687 در شاهکار خویش تحت عنوان اصول ریاضی فلسفه (پرینکیپا) طبیعی منتشر کرد. انتشار پرینکیپا که به زبان لاتین نوشته شده بود یکی از مهم‌ترین وقایع در تاریخ علم به شمار می‌آید.[۳]

اولین جلد پرنیکیپا قوانین حرکت را بیان کرده و به اصول کلی مکانیک می‌پردازد. دومین جلد بیشتر درمورد حرکت سیالات است. سومین جلد چشم‌گیرترین این مجلدات محسوب می‌شود و گرانش را توضیح می‌دهد. نیوتون نشان داد که یک تک نیروی کلی (الف) سیارات را در مدارشان به دور خورشید نگه می‌دارد، (ب) قمرها را در مدارشان نگه می‌دارد، (ج) سبب افتادن اجسام می‌شود، (د) اجسام را برسطح زمین نگه می‌دارد، (ح) و سبب جذر و مد کشند می‌شود.

چرا اجسام همدیگر را می‌ربایند؟ حتی نیوتون بزرگ نتوانست توضیحی برای آن پیدا کند. نیوتون گفت: "هیچ فرضیه‌ای در ذهن ندارم."

با وجود این، گفت که قانون گرانش جهان‌شمول است: یعنی در مورد تمام اجسام در عالم صادق است. جهان‌شمولی قانون گرانش در سال 1915 تغییر یافت و آن هنگامی بود که انیشتین نظریه مشهور خود را در مورد نسبیت عام منتشر کرد.

[3] محمدبن مویس بن شاکر (800 ـ 873) منجم و ریاضیدان ایرانی در کتاب فی الحرکهٔ الافلاک می‌نویسد که اجرام و کرات سماوی مانند زمین در معرض همان قوانین هستند. تا آن موقع دیدگاه عموم دانشمندان بر این بود که قوانین اجرام و کرات آسمانی به کلی متفاوت از قوانین زمینی است. در کتاب فی معرفهٔ مساوات الانقال می‌نویسد که بین اجرام آسمانی نیروی جاذبه برقرار است. ابن هیثم نیز در کتاب میزان الحکمه به نیروی جاذبه بین اجرام اشاره دارد. مترجم

قوانین حرکت نیوتن

ایزاک نیوتون (1642_1727)

قانون نخست: **هر جسم ساکن کماکان در حالت سکون و هر جسم متحرک همچنان در حال حرکت می‌ماند مگر این که نیرویی خارجی بر آن اثر کند.**

قانون دوم: **مجموع نیروهایی (F) که بر یک جسم وارد می‌آیند برابر است با حاصل ضرب جرم (m) آن جسم در شتاب آن، و یا F=ma.**

قانون سوم: **به ازای هر کنشی (عملی) یک واکنش (عکس العمل) برابر و در جهت مخالف آن وجود دارد.**

اولین قانون مفهوم لختی (اینرسی)، تمایل و گرایش جسم به مقاومت در برابر تغییر سرعت آن را بیان می‌کند. لختی بر جسم به جرم آن مربوط می‌شود. دومین قانون رابطه بین جرم و شتاب را توضیح می‌دهد. سومین قانون نشان می‌دهد که نیروها همیشه به صورت زوج وجود دارند.

قوانین حرکت نیوتون در کتاب پرینکیپا نیز منتشر شده است. این قوانین چنان بنیادی‌اند که همه دانشجویان علوم باید آن‌ها را فرابگیرند. هنگامی که نیوتون روی پرینکیپا کار می‌کرد استاد دانشگاه کمبریج بود. در آنجا باید هر هفته دربارهٔ ریاضیات یک سخنرانی ایراد می‌کرد. اما او چنان سرگرم تحقیقاتش بود که بیش از آن که به این تعهد خود پای بند باشد، از آن غفلت می‌ورزید. جیمز گلیک در کتاب ایزاک نیوتون (2001) می‌نویسد: "هنگام سخنرانی او تعداد معدودی دانشجو شرکت می‌کرد، گاهی هم در کلاس خالی سخنرانی می‌کرد و یا آن را رها می‌کرد به اتاق خود بازمی گشت."

نظریه فتوسنتز ایگن هاوس

یان ایگن هاوس (1730 - 1799)

گیاهان سبز کربن دیوکسید را جذب و اکسیژن گسیل می‌کنند، ولی فقط درمجاورت نور.

جهت این فرایند در گیاهان در شب معکوس است.

این فرآیند اکنون "فتوسنتز" (به معنی نور ساخت) نامیده می‌شود. فتوسنتز این مکان را برای گیاهان فراهم می‌آورد تا از کربن موجود در کربن دیوکسید برای رشد خود بهره گیرند.

فتوسنتز مهم‌ترین فرایند شیمیایی طبیعت به شمار می‌آید: اکسیژن را برای جو و غذا را برای گیاهان فراهم می‌آورد که مستقیم یا نامستقیم انرژی بیشتر موجودات زنده را تأمین می‌کند. از زمان کشف اصول پایهٔ فتوسنتز توسط ایگن هاوس، مطالب زیادی در مورد آن کشف شده است. دو نوع واکنش در گیاهان رخ می‌دهد: در واکنش‌های انجام شده در نور انرژی خورشیدی توسط کلروفیل، رنگ‌دانهٔ سبز رنگ، جذب و به انرژی شیمیایی تبدیل وآب به اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شود. در واکنش‌هایی که در تاریکی انجام می‌گیرد کربن دیوکسید به قند تبدیل می‌شود. بنابراین فتوسنتز انرژی خورشیدی را به انرژی شیمیایی مورد نیاز گیاهان تبدیل می‌کند تا ترکیب‌هایی کم‌انرژی مانند کربن دیوکسید و آب را به ترکیب‌های پرانرژی مانند قند و اکسیژن تغییر دهد.

اکنون دانشمندان دارند شیوه‌های ایجاد فتوسنتز مصنوعی را برای استفاده از انرژی خورشیدی بررسی می‌کنند. از لحاظ نظری انرژی خورشیدی را می‌توان به دو شیوه مختلف از این سیستم‌ها به دست آورد: به شکل الکترون (یعنی الکتریسیته) و یا به شکل هیدروژن (سوختی بدون آلایندگی که می‌تواند برای گرما یا تولید الکتریسیته به کارگرفت). اگر دانشمندان در تقلید از فتوسنتز موفق شوند ممکن است روزی منبع انرژی تجدیدپذیری به دست آوریم که دیگر محیط زیست را آلوده نکند.

نظریه اتمی دالتون

جان دالتون (1766 - 1844 انگلستان)

کل ماده از اتم‌هایی تشکیل شده است که نمی‌تواند خلق، نابود، و یا تقسیم شود. اتم‌های یک عنصر شبیه و یکسان‌اند ولی با اتم‌های عناصر دیگر تفاوت دارند. تمام تغییرات شیمیایی حاصل به هم پیوستن و یا جدا شدن اتم‌ها هستند. البته، که اکنون می‌دانیم که اتم‌ها نابود شدنی و یا تقسیم ناشدنی نیستند.

اکنون وجود اتم را امری بدیهی می‌دانیم، ولی هنگامی که دالتون نظریه اتمی‌اش را منتشر کرد بسیاری از دانشمندان همزمانش مفهوم اتم را به ریشخند گرفتند. هامفری دیوی (1778 - 1829)، مشهورترین شیمیدان انگلستان، نظریهٔ اتمی را "بافتهٔ پوچی‌ها" محسوب می‌کرد. کلود برتوله (1748 - 1822) شیمیدان فرانسوی، نسبت به آن فقط "شک" داشت. بعضی‌ها حتی اعلام کردند که او دچار توهم است - یعنی توپ‌های کوچکی از اتم‌ها را تصور می‌کند. اما در طی چند سال افکار علمی به نظریه اتم‌ها هدایت شد. اکنون می‌دانیم که نظریهٔ دالتون یکی از ستون‌هایی است که دانش شیمی بر شالودهٔ آن نهاده شده است.

دالتون ترکیبات مختلفی را مطالعه کرد که در آن‌ها دو عنصر بیش از یک نوع ترکیب می‌سازند و نتیجه گرفت اگر دو عنصر A و B با هم ترکیب شوند و بیش از یک ترکیب بسازند، جرم‌های مختلف A که با جرم ثابت B ترکیب می‌شود به نسبت یک عدد صحیح هستند. این گزاره را **قانون نسبت‌های مضاعف** می‌گویند.

نظریهٔ لامارک

ژان ـ باتیست لامارک (1744 ـ 1829 فرانسه)

مشخصه‌هایی که یک نسل کسب کرده است می‌تواند به نسل بعدی به ارث برسد.

نظریه لامارک با گردن زرافه پیوستگی جدانشدنی دارد. مولفان کتاب‌های درسی گردن دراز زرافه را برای توضیح نظریه لامارک مثال می‌آورند: اجداد زرافه گردن‌های کوتاه‌تری داشتند که غالباً برای رسیدن به برگ‌های درختان بلند آن را می‌کشیدند. گردن کمی درازتر که به این ترتیب حاصل شده بود به فرزندان آن‌ها منتقل می‌شد. سرانجام توراث گردن‌های کمی درازتر منجر به زرافه‌های درازگردن امروزی شد.

لامارک در کتاب فلسفه جانورشناسی خود که در 1809، سال تولد داروین، منتشر شد، مثال‌های زیادی برای نمایش نظریهٔ خود ارائه داد. چگونه حواصیل ساسق‌های بلند، زرافه گردن دراز، و مورچه خوار زبان دراز پیدا کرد و به همین ترتیب الی آخر. او می‌نویس: "جالب است که نتیجهٔ عادت را در شکل و اندازهٔ ویژه زرافه ملاحظه کنیم. این حیوان، که بزرگ‌ترین پستاندار است... ناگزیر است از برگ‌های درختان تغذیه کند و پیوسته بکوشد تا به آنها برسد. به علت این عادت که به مدت طولانی در نژاد آن باقی مانده است... گردن آن به حدی دراز شده است که زرافه، بدون ایستادن بر روی پاهای عقبی‌اش، به ارتفاعی حدود شش و نیم متر می‌رسد. "همکاران زیست‌شناس او این را در حکم" تصویری بی‌ارزش و غیر علمی" رد کردند.

نظریه الکترومغناطیسی اورستد

هانس کریستین اورستد (1777ـ 1851 دانمارک)

جریان الکتریسیته میدان مغناطیسی تولید می‌کند.

وقتی عقربه قطب نما در نزدیکی یک سیم حامل جریان الکتریسیته قرار گیرد، منحرف می‌شود.

اورستد که استاد فیزیک دانشگاه کپنهاک بود از مدت‌ها پیش گمان برده بود که بین الکتریسیته و مغناطیس رابطه‌ای را با زاویه قائمه بر بالای عقربه قطب نمایی قرار داد. هیچ اثری مشاهده نشد. پس سخنرانی هنگامی که چندید نفر از دانشجویان به میز او نزدیک شدند، به طور اتفاقی سیم را موازی عقربهٔ قطب‌نما قرار داد. با تعجب مشاهده کرد که عقربهٔ قطب نما از جهت شمال منحرف شده و سرانجام در جهت عمود بر سیم ایستاد. هنگامی که جریان الکتریکی را قطع کرد، عقربه دوباره در جهت شمال ایستاد. او جزیان الکتریکی را در سیم معکوس کرد و در این موقع عقربه در جهت مخالف منحرف شد. اورستد از دیدن تأثیر جریان الکتریکی بر مغناطیس شگفت زده شد.

تمامی کاربرد علمی الکتریسیته در زمان ما بر پایه رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس استوار است، و فقط یک «اتفاق» بود که به این کشف واقعاً مهم انجامید. ریاضیدان فرانسوی ژوزف لاگرانژ (1736 ـ 1813) یک بار گفت: «چنین اتفاقاتی فقط برای کسانی که شایسته آن هستند پیش می‌آید.»

هر چند اورستد الکترومغناطیس را کشف کرد، اما چندان کاری در این زمینه انجام نداد. این وظیفه بر عهدهٔ آمپر گذارده شد.

نظریه عصر یخبندان آگاسیز

ژان لویی آگاسیز (1807 ـ1873 سوئیس)

در طی 600 میلیون سال گذشته 17 عصر یخبندان شناخته شده در زمین رخ داده است.

اعصار یخبندان (که به دوره‌های یخساری هم معروف است) دوره‌ای از تاریخ‌اند که یخ صفحه‌های عظیم نواحی وسیعی از زمین را پوشانده بود که معمولاً از یخ‌های فصلی پوشیده نمی‌شد.

آگاسیز، که طبیعیدان بود، در سال 1836 هنگام گذراندن تعطیلات در کوه‌های آلپ سویس پی برد که سنگ‌ها خراشیدگی‌ها و شکستگی‌های عمیقی دارند. او به این فکر تازه رسید که این شکستگی‌ها در اثر یخسارها ایجاد شده‌اند و زمانی در گذشتهٔ دور تمام اروپا پوشیده از یخسار بوده است. این ایده او را به این نظریه رساند که یخسارها حاصل اعصار یخبندان بوده است. او این نظریهٔ تازه را در سال 1837 به انجمن سویسی (هلوتی) ارائه کرد.

اکنون درباره اعصار یخبندان اطلاعات بسیاری داریم، ولی دانشمندان هنوز نمی‌دانند که چه چیزی سبب پیدایش عصر یخبندان می‌شود. فهرست احتمالات شامل مدار زمین، جدا شدن قاره ها، تغییر در زمین کربن دیوکسیدجو، و پرتوهای کیهانی می‌شود.

آخرین عصر یخبندان در دورهٔ پلئیستوسن (در حدود 2 میلیون سال پیش) شروع شد و از چهار دوره یخچالی تشکیل می‌شد که آخرین آنها از 40 هزار سال تا 10 هزار سال پیش از این ادامه داشته است. امروزه در یک دوره بین یخچالی نسبتاً گرم‌تر به سر می‌بریم و هم‌چنان به سوی یک دوره یخچالی پیش می‌رویم. در عصر حاضر در حدود 10 درصد سطح زمین از یخ پوشیده شده است، ولی در طی عصر یخبندان در حدود 30 درصد زمین از یخ پوشیده شده بود.

قانون اول ترمودینامیک

یولیوس روبرت فون مایر(1814 ـ 1878 آلمان)

گرما شکلی از انرژی و انرژی پایسته است.

بیان این قانون به شکل معادله عبارت است از که $\Delta U=Q-W$ در آن ΔU تغییر انرژی داخلی سیستم است، Q انرژی گرمایی دریافتی سیستم، و کار W کار انجام شده در سیستم است (در فیزیک حرف بزرگ یونانی دلتا، Δ، نماینده «تغییر» در یک کمیت است). در «ترمودینامیک»، «ترمو» به معنی گرما و «دینامیک» به معنی کار است.

قانون اول یکی از مهم‌ترین قانون‌های فیریکی است. به زبان ساده، تکرار قانون بقای انرژی به خلق و نه از بین می‌رود، بلکه ممکن است از حالتی به حالت دیگر تغییر کند.

مایر پزشک فاقد تحصیلاتی در زمینه فیزیک بود. وقتی به عنوان پزشک در یک کشتی هلندی در جنوب شرقی آسیا خدمت می‌کرد پی برد که خون ملوانان بیش از حد سرخرنگ است. فکر می‌کرد که گرمای نواحی گرمسیر آهنگ سوخت و ساز را افزایش داده و در نتیجه به افزایش اکسیژن خون ملوانان انجامیده است. او در استدلال خویش یک گام پیش‌تر رفت: فعالیت‌های عضلانی (کار) نیز گرما تولید می‌کنند و باید بین کار و گرما رابطه‌ای برقرار باشد.

می‌دانم که هومر سیمپسون (عضو خانواده سیمپسون در کارتن تلویزیونی) واقعاً قوانین تومودینامیک را می‌دانسته، ولی او با خشم دور و بر خانه‌اش می‌دود و فریاد می‌زند «ما در این خانه از قوانین تومودینامیک پیروی می‌کنیم.»

قانون دوم ترمودینامیک

رودولف کلاوزیوس (1822 ـ 1888 آلمان)

گرما به خودی خود از جسم سردتر به جسم گرم‌تر جاری نمی‌شود.

احکام معادل قانون دوم فراوان اند، که هر کدام را دانشمند متفاوتی در زمان متفاوتی تدوین و اعلام کرده است.

بنا بر این قانون، بسیاری از فرایندها در طبیعت بازگشت‌ناپذیرند و هیچ‌گاه به عقب برنمی‌گردند: سوخت مصرف شده برای همیشه از بین می‌رود، املت را نمی‌توان به تخم مرغ تبدیل کرد، ماشین‌های منزوی نمی‌توانند در حال حرکت دائم بمانند. این قانون جهت زمان را نیز تعیین می‌کند (زمان نمی‌تواند به عقب برگردد.)

در سال 1865 کلاوزیوس اصلاًح آنتروپی را به عنوان معیار بی‌نظمی و یا کاتوره‌ای بودن هر سیستم به کار برد. هرچه سیستم بی‌نظم‌تر و کاتوره‌ای‌تر باشد، آنتروپی آن افزایش می‌یابد، و هنگامی که به آب گرما می‌دهند و به بخار تبدیل‌اش می‌کنند آنتروپی آن حتی بسیار بیشتر هم می‌شود. آنتروپی هر سیستم بازگشت‌ناپذیر باید افزایش یابد، بنابر این آنتروپی عالم در حال افزایش است.

بنابر قانون سوم ترمودینامیک، که سرد کردن یک جسم تا دمای صفر مطلق ناممکن است. این دما معادل ۱۵/۲۷۳C ° (۶۷ °/۴۵۹F °) است.

جان دبلیو کمپل آمریکایی (1910ـ 1971) نویسنده داستان‌های علمی ـ تخیلی قوانین ترمودینامیک را از این قرار تعبیر کرده است:

اولین قانون ترمودینامیک: نمی‌توانی ببری.

دومین قانون ترمودینامیک: نمی‌توانی مساوی کنی.

سومین قانون ترمودینامیک: نمی‌شود که از این بازی خلاص شوی.

نظریه تکامل داروین

چارلز داروین (1809 ـ 1882 انگلستان)

تمام گونه‌های امروزی از طریق فرایند انتخاب طبیعی از شکل‌های ساده‌تر حیات تکامل پیدا کرده‌اند.

موجودات زنده در طی زمان تغییر یافته‌اند، و آن‌ها که اکنون می‌زیند با آن‌ها که در گذشته می‌زیستندتفاوت دارند. علاوه بر آن، موجودات بسیاری که زمانی می‌زیستند اکنون منقرض شده‌اند.

آیا از واکنش همسر یک اصقف نسبت به این نظریه که انسان از میمون منشاء گرفته است اطلاع دارید؟ او گفته بود: «امیدوارم که واقعیت نداشته باشد ـ اما اگر هم واقعیت داشته باشد... همه آن را ندانند.»

این نمونه‌ای است از خشمی که با انتشار کتاب ماندگار درباره منشاء انواع توسط انتخاب طبیعی (که غالباً به اختصار منشاء انواع گفته می‌شود) در سال 1859 به وجود آمد. تمام نسخه‌های کتاب در اولین روز انتشار به فروش رفت و از ان زمان تا کنون همیشهبه چاپ رسیده و منتشر شده است. مردمان بسیاری به شدت با فکر تکامل مخالف بودند، زیرا با عقاید مذهبی‌شان مبنی بر این که تمام گونه‌ها به شکلی که امروز وجود دارند توسط خداوند خلق شدند و نمی‌توانند هیچ تغییری پیدا کنند در تضاد بود. نظریهٔ داروین هنوز هم بحث‌های اجتماعی و علمی فراوینی را ایجاد می‌کند.

داروین درمورد تکامل انسان‌ها درکتابش صحبتی نکرد. در کتاب بعدش با عنوان اصل انسان که در سال 1871 منتشر شد، ایدهٔ خود را در مورد این که انسان‌ها نیز از بنیاد میمون تکامل یافته‌اند ارائه کرد.

نظریهٔ تکامل در شکل امروزی‌اش شامل ایده‌های زیر است:

- اعضای یک گونه از نظر شکل و رفتار متفاوت‌اند و بعضی از این تفاوت‌ها پایهٔ موروثی دارند.
- هر گونه‌ای بسی بیشتر از حدی که محیط می‌تواند تأمین کند تولید مثل می‌کند.
- برخی افراد بهتر از دیگران برای بقا در محیطی معین سازگاری یافته‌اند. این پدیده را «زنده‌مانی جورترین» (بقای اصلح) می‌نامند، که به این معنی است که در بین خزانهٔ ژنی هر جمعیت تفاوت‌هایی برقرار است و افرادی که مناسب‌ترین تفاوت‌ها را دارند از شانس بقای بیشتری برخوردارند.
- خصوصیات مطلوب در بین افراد بیشتری از نسل بعدی نمودار می‌شود.[4]
- به این ترتیب، برای افرادی که تفاوت‌های‌شان آن‌ها را برای بقا و تولید مثل بهتر سازگار می‌کند، یک «انتخاب طبیعی» وجود دارد.
- انتخاب طبیعی گونه‌های موجودات زنده مناسب تکامل گونه‌های جدید است که از طریق «سازگاری» بهتر با محیط‌شان در نتیجهٔ تغییر ژنتیکی یا جهش انجام می‌شود.

پیشرفت‌های زیست‌شناختی، به ویژه در زمینه شناخت DNA، نظریه تکامل را غنی‌تر کرده است. دیدگاه امروزی نسبت به تکامل هنوز بر بنیاد داروینی استوار است: تکامل از طریق انتخاب طبیعی فرصت‌طلبانه و پیوسته در حال وقوع است.

[4] الجاحظ (781 ـ 868) دانشمند عرب در کتاب الحیوان که یک دایرهٔ المعارف 7 جلدی است از تأثیر محیط بر جانوران و تنازع بقا چنین می‌نویسد: «جانوران برای دسترسی به منابع و جلوگیری از خورده شدن و تولید مثل درگیر تنازع بقا هستند. محیط زندگی بر روی موجودات اثر می گذارد و خصوصیات جدیدی را برای ادامهٔ بقا به وجود می‌آورد و به این ترتیب به گونه‌های جدیدی تبدیل می‌شوند. جانورانی که موفق به تکثیر می‌شوند خصوصیات موفق خود را به اولاد خود انتقال می دهند.»

ایدهٔ تکامل جانوران در رسائل اخوان الصفا، کتاب الفوض الاصغر ابن مسکویه دانشمند ایرانی، و جاحظ وجود دارد. ترجمه انگلیسی رسائل اخوان الصفا در سال 1812 در دسترس بوده است. متن عربی این رسائل و کتاب ابن مسکویه هم در قرن هجدهم در دانشگاه کمبریج وجود داشته است. به این ترتیب تأثیر آن‌ها بر طرفداران تکامل در آن قرن قابل توجه است. چنان‌که ویلیام دراپر از معصران چارلز داروین در سال 1878 در مورد «نظریه تکامل از نظر مسلمانان» می نویسد: «گاهی، با تعجب با ایده‌هایی روبروی می‌شویم که خودمان را به خاطر این که در عصر ما پدید آمده‌اند تحسین می کنیم. نظریهٔ تحول و تکامل معاصر در مدارس آن‌ها آموزش داده می‌شده است. آن‌ها حتی آن را قبل از ما به پیش برده‌اند و آن را به مواد غیرآلی و معدنی تعمیم داده‌اند.» مترجم

معادلات ماکسول

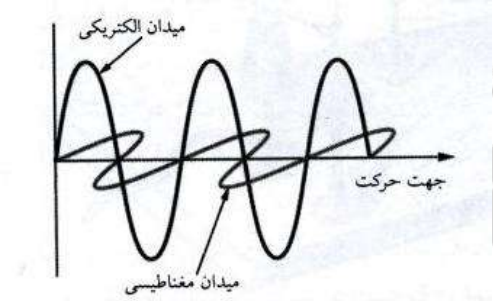
جیمز کلرک ماکسول (1831 ـ 1879 اسکاتلند)

چهار معادله‌ای که شیوه رفتار میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را به زبان ریاضی بیان می‌کنند.

این معادلات هم چنین نشان نمی‌دهند که بین نور با الکتریسیته و مغناطیس رابطه برقرار است.

این معادلات پیچیده‌اند، ولی به زبان ساده توصیف می‌کنند: (1) رابطهٔ کلی بین میدان الکتریکی و بار الکتریکی را؛ (2) رابطهٔ کلی بین میدان مغناطیسی و قطب‌های مغناطیسی را؛ (3) که چگونه میدان مغناطیسی متغیری جریان الکتریکی تولید می‌کند؛ (4) که چگونه یک جریان الکتریکی یا میدان الکتریکی متغیر میدانی مغناطیسی تولید می**کند.** این معادلات وجود امواج الکترومغناتیسی را نیز پیش‌بینی می‌کنند و از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تشکل می‌شوند و هماهنگ با هم در جهت عمود بر یکدیگر ارتعاش می‌کنند (نمودار را ببینید).

ماکسول در مدرسه آن قدر استعداد کمی از خود بروز داد که به «خنگ» مشهور شده بود. اما هنگامی که پدرش او را به یک سخنرانی علمی در انجمن سلطنتی ادینبورو برد، خیلی زود به علوم علاقه‌مند شد و اولین مقاله علمی خود را (درباره روش ترسیم بیضی) در سن 14 سالگی منتشر کرد. دستاوردهای علمی ماکسول با نیوتون و اینشتین قابل مقایسه است.



این نمودار رابطه بین یک میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی متغیری که آن را تولید کرده است نشان می‌دهد.

قوانین وراثت مندل

گرگور مندل (1822 ـ 1884 اتریش)

قانون جدایی: **در موجوداتی با تولید مثل جنسی دو واحد وراثت هر خصیصه را کنترل می‌کند. فقط در یکی از این واحدها یک یاخته تولید مثلی جنسی می‌تواند وجود داشته باشد.**

قانون دسته بندی مستقل: **هر یک از زوج‌های خصیصه‌های متضاد ممکن است با هر یک از زوج دیگر ترکیب شود.**

این قوانین شالودهٔ علم ژنتیک به شمار می‌آیند.

مندل که گیاه‌شناس و راهبی از فرقه آگوستینی بود، از گیاه نخود خوراکی برای پژوهش‌های خود استفاده کرد. هدف او یافتن اثر پرورش متقابل هفت زوج خصیصهٔ متضاد بود. یعنی: شکل دانه، رنگ دانه، شکل غلات یا نیامک، رنگ غلافه یا نیامک، رنگ گل و طول ساقه. او به مدت هفت سال به دقت خصایص موروثی 28 هزار گیاه نخود را ثبت کرد. سپس از ریاضیات برای تفسیر این نتایج سود جست. از روی این تغییرات پی برد که بعضی خصایص گیاهان وابسته به عواملی‌اند که از نسلی به نسل دیگر بدون تغییر انتقال می‌یابند. این عامل را اکنون ژن می‌گویند. او پی برد که برخی عوامل «غالب » و برخی دیگر «نهفته» اند.[5]

مندل نتایج پژوهش‌هایش را در سال 1865 منتشر کرد، ولی به زودی به فراموشی سپرده شد. در سال 1900 یعنی شانزده سال پس از مرگ مندل، سه دانشمند اروپایی به طور جداگانه به آزمایش وراثت در گیاهان پرداختند و متوجه شدند که پیش از آن‌ها مندل همین کار را کرده است. این راهب و نخودهایش فراموش نشده‌اند، آن‌ها تمام کتاب‌های زیست شناسی زنده‌اند.

[5] خواجه نصیرالدین طوسی (1201 ـ 1274) «تغییرپذیری موروثی» جانداران را دلیل اصل تغیر موجودات می‌داند و در کتاب اخلاق ناصری می‌نویسد: «موجودتی که می‌توانند خصوصیات جدید را سریع‌تر کسب کنند، تغییرپذیری بیشتری دارند. در نتیجه آن‌ها بر موجودات دیگر امتیازهایی کسب می‌کنند.» او تغییرپذیری را نه تنها در اثر وراثت، بلکه در اثر محیط زندگی نیز می‌داند و می‌نویسد: «بدن‌ها در نتیجه عوامل داخلی و خارجی تغییر پیدا می‌کنند.» و تطابق جانداران را با محیط خود این‌گونه توصیف می‌کند: «به دنیای جانوران و پرندگان نگاه کنید، آن‌ها همه چیزهای لازم را برای دفاع، حفاظت و زندگی روزمره خود را دارند، از جمله قدرت، شجاعت و اندام‌های مقتضی.» و در جای دیگری می‌نویسد: «انسان‌ها خصوصیاتی را دارند که آن‌ها را از موجودات دیگر متمایز می‌سازد، ولی خصوصیاتی هم دارند که آن‌ها را با دنیای حیوانی، نباتی و حتی بی‌جان متحد می کند.» مترجم

نظریه میکروبی بیماری‌های پاستور

لویی پاستور (1822 ـ1895فرانسه)

منشاء بسیاری از بیماری‌های انسان موجودات ذره بینی اند.

این نظریه یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای علمی قرن نوزدهم به شمار می‌آید.

پاستور که شیمیدان بود همهٔ عمرش را به مطالعه منشا بیماری‌ها پرداخت. در سال 1856 که استاد شیمی و رئیس دانشگاه لیل بود، چغندرکاران به او گفتند در تولید الکل از چغندر با مشکلاتیمواجه شده‌اند. پاستور پس از سال‌ها آزمایش اثبات کرد که تخمیر بر اثر کنش موجودات ذره‌بینی زنده انجام می‌شود. در سال 1862 نشان داد که گرم کردن مختصر و ملایم شراب و آبجو موجودات ذره‌بینی را می‌کشد و به این ترتیب آن‌ها را سترون می‌کند و به فرآیند تخمیر پایان می‌دهد. این فرایند که اکنون پاستوریزه کردن نام دارد هنوز هم در صنایع غذایی کاربرد دارد.
در یال 1865 این پژوهش‌ها او را متقاعد کرد که موجودات ذره‌بینی می توانند در انسان‌ها هم سبب بیماری شوند. او مصمم شد تا راهی برای از بین بردن این میکردب‌ها در محیط کشت یک ماده شیمیایی تولید می‌کند. در سال 1881 به طور موفقیت‌آمیزی کشف خود را در مورد تلقیح کشت ضعیف شدهٔ میکروب سیاه زخم، که بیماری گوسفند و گاو است، و سپس در سال 1885 به درمان هاری در انسان به کار گرفت. برای اولین بار در تاریخ بود که انسان‌ها در برابر میکروب‌های مرگبار پیروز می‌شدند. اما به نظر می‌رسد مردی که چنین شجاعانه بر علیه میکروب‌ها جنگید از آن‌ها می‌ترسید: پاستور به علت ترس از عفونت از دست دادن با دیگران خودداری می‌کرد.

قوانین تناوبی مندلیف

دیمیتری مندلیف (1834 ـ 1907 روسیه)

خواص عناصر توابعی تناوبی از وزن اتمی آن‌هایند.

اتم‌ها را صرفاً بر حسب وزن اتمی‌شان (که اکنون جرم اتمی نسبی خوانده می‌شوند) مرتب کنید، در این صورت بر حسب خواص‌شان نیز آراسته می‌شوند. این آرایش عناصر را جدول تناوبی می‌گویند.

در جدول تناوبی امروزی، عناصر دیگر بر حسب وزن اتمی‌شان آراسته نمی‌شوند، بلکه بر حسب کمیتی بسیار اساسی‌تر، یعنی «عدد اتمی»، مرتب شده‌اند. عدد اتمی هر عنصر تعداد پروتون‌ها در هستهٔ یکی از اتم‌های آن است، تعداد نوترون‌ها که در هستهٔ یکی از اتم‌های آن است، تعداد نوترون‌ها که در وزن اتمی سهیم‌اند نادیده گرفته می‌شود. قانون تناوبی امروزی از این قرار است: خواص عناصر توابعی تناوبی از عددهای اتمی آن‌هاست.

«آری مندلیف دو زن دارد، ولی من فقط یک مندلیف دارم». این بود پاسخ الکسندر دوم تزار روسیه هنگامی که کسی به او گفت که مندلیف با دومین زن خود ازدواج کرده در حالی که از نظر قانونی زن اول خود را طلاق نداده است. در سال 1869 همان «فقط یک » مندلیف در سن 36 سالگی جدول بی‌نظیری از 61 عنصر را که تا آن زمان شناخته شده بود منتشر و پیش‌بینی کرد که چند عنصر کشف نشده جای خالی را در این جدول پر کرد که چند عنصر کشف نشده جای خالی را در این جدول پر خواهد کرد. او با اطمینان نوشت: «پیش‌بینی خواص این عناصر ناشناخته میسر و ممکن است.»

پیش‌بینی او بر مبنای خواص عناصر اطراف جاهای خالی در این جدول استوار بود. او حتی آن‌ها را نام گذاری کرد ـ اکا ـ آلومینیم، اکا ـ بور، و اکا ـ سیلیسیم (اکا در سانسکریت پیشوندی به معنای یک است.) تا سال 1886 پیش‌بینی‌های فوق العادهٔ او با کشف گالیم، اسکاندیم و ژرمانیم تحقق یافت؛ و آنها از خواصی که مندلیف پیش‌بینی کرده بود برخوردار بودند. مندلیف ناگهان به معتبرترین شیمیدان جهان تبدیل شد. تعجبی ندارد که تزار روسیه انقدر برایش احترام قایل بود.

قانون تناوبی مندلیف ـ مفیدترین مفهوم در علم شیمی ـ نقطهٔ آغاز جستجو برای عناصر جدید بود. تا سال 1925، شیمیدان‌ها با موفقیت تمام عناصری را که فکر می‌کردند در طبیعت وجود دارد شناسایی کرده بودند اولین عنصر مصنوعی، یعنی نپتونیوم، در سال 1940 تهیه شد. از آن زمان تاکنون عناصر بسیار زیادی کشف شده‌اند.

عنصر مندلیوم، که در سال 1955 ساخته شد، خاطره شیمیدانی را که شیمیدان‌های دیگر را به راه کشف عناصر ناشناخته انداخت ابدی می‌کند، و هیچ کلاس درس شیمی بدون جدول مندلیف کامل نیست.

بخشی از جدول تناوبی 1869 مندلیف. به جای خالی عنصری با وزن اتمی 44 نگاه کنید. این عنصر در سال 1879 در سوئد کشف شد و اسکاندیم (Se) نامیده شد.

INTERNATIONAL FOUNDATION OF THEORIES & DOCTRINES

مدل اتمی تامسون

جوزف جان تامسون (1856 ـ 1940)

اتم کره‌ای است متشکل از پروتن‌های مثبت بار که به الکترون‌های منفی بار را احاطه کرده‌اند (درست مانند کشمکش‌های درون کیک کشمکشی) که تعداد آن‌ها برای خنثی کردن بار مثبت کافی است.

مدل تامسون اولین مدل ساختار درونی اتم به شمار می‌آید.

در سال 1886 اوگین گلداشتاین (1850 ـ 1931) فیزیکدان آلمانی کشف کرد که لامپ پرتو کاتودی علاوه بر پرتو کاتودی معمولی جریانی از ذرات مثبت بار را هم تولید می‌کند. این ذرات را پروتون نامیدند. یک سال بعد تامسون نشان داد که پرتو کاتودی تحت تأثیر میدان الکتریکی یا مغناطیسی منحرف می شود. او نتیجه گرفت که پرتو کاتودی جریانی از ذرات منفی بار است و این ذرات (که بعدها الکترون نامیده شدند) از اتم‌های فلز الکترود منفی بار، یا کاتود گسیل می‌شوند.

در سال 1909 معلوم شد که جرم الکترون 1/1837 جرم پروتون است. الکترون‌ها واحدهای اساسی الکتریسته به شمار می‌آیند. الکتریسیته جریان الکترون‌ها درمحیطی رساناست. کشف پروتون و الکترون باعث شد تا تامسون مدل اتمی مشهور خود را ارائه کند. پس از کوتاه زمانی مدل تامسون جای خود را به مدل بهتری سپرد که شاگردش رادفورد آن را پیشنهاد کرده بود.

نظریه کوانتومی

ماکس پلانک (1858 ـ 1947 آلمان)

انرژی نه کمیتی پیوسته بلکه کوانتیده است: یعنی به شکل بسته‌ها با کوانتوم گسسته جاری می‌شود. ذرات انرژی را فقط به صورت کوانتا (جمع آن کوانتوم) گسیل می‌کنند.

این نظریه تولد مکانیک کوانتومی (مطالعه حرکت و بر هم کنش ذرات بنیادی) را اعلام کرد.

بر طبق نظریهٔ کوانتومی، انرژی (E) یک کوانتوم (که اکنون فوتون نامیده می‌شود) از معادله $E=hf$ به دست می‌آید که در آن f بسامد تابش و h عددی ثابت است که اکنون به آن ثابت پلانک می‌گویند و مقدارش ($6/6\times10^{-34}$) ژول بر ثانیه است.

نظریه کوانتومی را دانشمندان بی‌درنگ پذیرفتند. در سال 1905، اینشتین آن را در نظریهٔ اثر فوتوالکتریک خود به کار گرفت. در سال 1913 از آن برای تدوین مدل کوانتومی اتم استفاده کرد.

اگرچه پلانک همیشه ضد نازی بود، اما احساس می‌کرد برای مبارزه با روی کار آمدن هیتلر بیش از حد پیر است. در آلمان هیتلر هم‌چنان به عنوان رئیس موسسه کایزر ویلهلم (که اکنون موسسه پلانک نام دارد) به کار خود ادامه داد. پلانک چند ماه پیش از مرگ گزارش مشروحی نوشت در مورد این که چگونه درخواست ملاقات با هیتلر را کرد «تا چند کلمه‌ای در حمایت» از همکاران یهودی‌اش بگوید. دوستش اینشتین هیچ گاه او را به خاطر این که مخالفت جدی‌تری با هیتلر نکرد نبخشید، و پس از جنگ هرگز با او ارتباطی برقرار نکرد.

نظریه انعکاس‌های شرطی پاولوف

ایوان پاولوف (1849 ـ 1936 روسیه)

انعکاس ذاتی و درونی چیزی است که ما بدون اندیشیدن و خود به خود انجام می‌دهیم (مانند این که دست خود را از شعله آتش کنار می‌کشیم). انعکاس شرطی پاسخی اکتسابی نسبت به محرک محیطی است (مثلا، یک زنگ می‌تواند در اثر تجربه، سبب راه افتادن آب از دهان سگ شود). فرایند یادگیری برقراری ارتباط بین محرک و انعکاس را شرطی کردن می‌گویند.

کار پاولوف راه را برای مطالعه عینی رفتار آدمی گشود.

در سال‌های دهۀ 1890 پاولف فیزیولوژیست مطالعات گسترده‌ای را درزمینۀ دستگاه گوارش سگ‌ها انجام داد. او به خاطر این پژوهش‌های پیشروانه‌اش جایزه نوبل 1904 را در فیزیولوژی و پزشکی دریافت کرد. اما پاولوف بهترین کار شناخته شده خود را در مورد انعکاس‌های شرطی در سال 1903 انجام داد و تا زمان مرگ خود به پژوهش در مورد آن ادامه داد.

پاولوف هنگام آزمایش روی سگ‌ها پی برد که مغز بدون ترشح بزاق پیام شروع گوارش را دریافت نمی‌کند. می‌خواست بداند که آیا فرآیند یادگیری می‌تواند بر ترشح بزاق اثر بگذارد یا خیر. برای آزمایش این موضوع به انجام یک رشته آزمایش روی سگ‌هادست زد که اکنون هر دانشجوی رشته روانشناسی با آن آشناست. طی آزمایشی، پیش از دادن غذا به سگ مترونوم (نوعی زمان سنج) را به کار انداخت. پس از مدت کوتاهی، حتی پیش از رسیدن غذا، در پاسخ به صدای مترونوم بزاق از دهان سگ راه افتاد. از روی این آزمایش‌ها پاولوف نتیجه گرفت که انعکاس‌های ذاتی و شرطی به یک حیوان امکان می‌دهد تا رفتار خود را بر پایه تجربه تغییر دهد.

نظریه نسبیت خاص

آلبرت اینشتین (1879 ـ 1955 سوئیس)

(1) اصل نسبیت: **تمام قوانین علم در تمام چارچوب‌های مرجع یکسان‌اند.**
(2) ثابت بودن سرعت نور: **سرعت نور در خلا ثابت و از سرعت ناظر مستقل است.**

این‌ها دو فرض اساسی این نظریه هستند.

وقتی اینشتین نظریه نسبیت خاص خود را تدوین می‌کرد 26 سال داشت و به عنوان کارمند دفتری در اداره ثبت اختراعات سویس در برن به کار مشغول بود. اهمیت نظریه اینشتین سال‌ها شناخته نشد زیرا هیچ مدرک تجربی برای تأیید علمی آن وجود نداشت.
بنا بر این نظریه زمان کمیتی مطلق نیست. اندازه گیری زمان توسط ما تحت تأثیر حرکت‌های‌مان قرار می‌گیری. سرعت کار کردن ساعت به حرکت نسبی آن بستگی دارد. شخصی که از یک ساعت دور می‌شود به نظرش می‌رسد که آن ساعت کندتر از ساعت خودش کار می‌کند. این نظریه هم‌چنین می‌گوید هم‌چنان که سرعت شیء متحرک زیاد می‌شود، جرم آن هم افزایش می‌یابد و در سرعت نور که 186300 مایل در ثانیه (در حدود 300 هزار کیلومتر در ثانیه) است جرم بی‌نهایت می‌شود و بنابر این هیچ جسمی چیزی نمی‌تواند سریع‌تر از نور حرکت کند.
از لحاظ نظری، برای یک سفینه فضایی که با سرعتی نزدیک به سرعت نور سفر می‌کند بر اساس تقویم زمین نه سال طول می‌کشد تا به قنطرس، نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید برسد. اما به علت تغییر زمان نسبی، هنگام بازگشت به زمین خدمه آن می‌بینند که چندین دهه گذشته است. با این وجود خدمه هیچ تغییری در سفینه مشاهده نمی‌کنند. از دیدگاه آن‌ها سفینه ساکن است و زمین با سرعتی نزدیک به نور حرکت می‌کند و زمان در کره زمین کند می‌شود.
زمان نسبی پارادوکس جالبی را پیش می‌آورد: اگر یکی از دو قلوها با یک سفینهٔ پر سرعت به سفر فضایی برود، هنگامی که بر می‌گردد، جوان‌تر از همزادش خواهد بود که در زمین مانده است.
نظریه نسبیت خاص بر خلاف شعور متعارف است، ولی در نزد اینشتین شعور متعارف فقط «تلقین پیشداوری در پیش از هجده سالگی است.» او یک بار اظهار داشت که همین شعور متعارف بود که زمانی به ایدهٔ کروی بودن زمین اعتراض داشت.
و اگر بتوانید سریع‌تر از نور حرکت کنید، همان طور که بر طبق این ترانه مشهور میس برایت صورت گرفت، روز پیش از سفر خود باز خواهید گشت.
دختر جوانی میس برایت نام
و سرعت سفرش سریع‌تر از نور بود
شب پیش از روزی که به سفر رفته بود،
از آن سفر بازگشته بود.

تا زمانی‌که نظریه اینشتین معتبر است، سفر به گذشته در حوزهٔ افسانه‌های علمی باقی خواهد ماند. در همین حال گفتهٔ ویرژیل بزرگ‌ترین شاعر لاتین: زمان پرواز می‌کند ـ پروازی که بازگشت ندارد.» هم‌چنان به قوت خود باقی خواهد ماند.

$E=mc^2$

آلبرت اینشتین (1879 ـ 1955 سوئیس)

انرژی هر جسم (E) برابر است با حاصل ضرب جرم (m) آن جسم در مجذور سرعت نور (c).

مشهورترین معادلهٔ جهان نشان می‌دهد در شرایط معینی جرم و انرژی به یکدیگر قابل تبدیل اند.

قرن‌ها بود که دانشمندان اعتقاد داشتند انرژی و جرم دو چیز به کلی متفاوتند. اینشتین نشان داد که جرم و انرژی موجودیتی واحداند. معادلهٔ جرم ـ انرژی نتیجه نظریه خاص اینشتین است.

برای درک اهمیت $E=mc^2$ چنین در نظر بگیرید که: E انرژی بر حسب ژول، m جرم به کیلوگرم و c سرعت نور بر حسب کیلومتر بر ثانیه است. به این ترتیب، انرژی رها شده از یک کیلوگرم ماده از این قرار خواهند بود:

= 1 × 300000000× 300000000 ژول

= 90000 میلیون میلیون ژول

= انرژی آزاد شده از 20000 کیلوتن تی ان تی

قدرت بمب اتمی هیروشیما فقط 15 کیلوتن بود. سالیان زیادی بود که اینشتین معتقد بود که انرژی را با با این قیاس بزرگ نمی‌توان آزاد کرد. ولی بمب اتمی هیروشیما ثابت کرد که او استباه می‌کند. می‌توانیم بگوییم $E=mc^2$ منادی عصر اتمی بود.

ابر رسانایی

هایکه کومر لین اونز (1853 ـ 1926 هلند)

برخی مواد، در دماهای بسیار پایین، الکتریسیته را بدون هیچ گونه مقاومت،
یعنی در واقع بدون هیچ گونه اتلاف مقاومت، یعنی در واقع بدون هیچ گونه اتلاف انرژی، هدایت می‌کنند.

این مواد را ابررسانا می‌گویند و کاربردهای فناورانه بسیاری دارند.

در سال 1908 کومرلین اونز فیزیکدان موفق شد هلیم را به دمایی نزدیک به صفر مطلق (۲۲۷۳.۱۵C°ـ) برساند. او از این «یخچال » برای مطالعه خواص فلزات در دمای پایین سود جست. در سال 1911، پی برد که فلزاتی چون جیوه، سرب، و قلع در دماهای پایین ابررسانا می‌شوند. او به این خاطر این کشف در سال 1913 جایزه نوبل را در رشته فیزیک دریافت کرد.
اکنون دانشمندان می‌دانند که در حدود 24 عنصر و صدها ترکیب در نزدیکی صفر مطلق، یعنی دمایی که فقط همراه با هلیم به آن می‌توان رسید، ابرسانا می‌شوند. از آن جا که هلیم کمیاب و گران است، دامنهٔ فناوری ابررسانایی چندان گسترش نیافته بود، تا این که در سال 1986 دانشمندان یک ترکیب سرامیک فلزی تهیه کردند که در دمای نزدیک به دمای نیتروژن مایع، یعنی ۴۱/۱۵۱C °ـ ، ابررسانا می‌شود.
مهم‌ترین کاربرد پزشکی ابررساناها در تصویربرداری به کمک تشدید مغناطیسی (MRI) برای مطالعه بدن آدمی است. در این نوع تصویربرداری از آهنرباهای الکتریکی بسیار قوی استفاده می‌شود. اگر این آهنرباها از فلزات معمولی ساخته شوند، به بزرگی یک کامیون خواهند شد و به چندان گرما تولید می‌کنند که رودخانه‌ای آب برای خنک کردن آن‌ها لازم است. آهنرباهای الکتریکی ابررسانا بدون هیچ‌گونه گرما همین کار را می‌کنند و آن‌قدر کوچک‌اند که می‌توان آن‌ها را بر روی یک میز صبحانه گذاشت.

مدل اتمی رادفورد

ارنست رادفورد (1871 ـ 1937)

اتم از یک مغز یا هسته با چگالی بسیار زیاد و بار الکتریکی مثبت بسیار متمرکز تشکیل می‌شود. قسمت اعظم فضای اتم خالی است، و الکترون‌ها مانند سیارات به دور خورشید، هستهٔ مرکزی کوچک آن را دور می‌زنند.

اصولاً مدل رادفورد هنوز هم اساساً درست تلقی می‌شود، ولی دانشمندان بعدها آن را اصلاَح کردند.

وقتی رادفورد با تبار زلاندنوی نظریهٔ پرتوزایی خود را در سال 1902 اعلام داشت، استاد فیزیک در دانشگاه مک گیل کانادا بود: «پرتوزایی ناشی از تلاشی هسته، یعنی تجزیهٔ اتم به بخش‌های کوچک‌تر است. هر اتم پرتوزا سه نوع تابش ـ ذارت آلفا، ذرات بتا، و پرتو گاما ـ گسیل می‌کند و به عنصر جدیدی وا می‌پاشد». اگر چه این نظریه در ابتدا با دیرباوری و تردید گسترده‌ای روبرو شد (یکی از همکارانش با طعنه از او پرسید که چرا اتم‌های پرتوزا به «جنون خودکشی غیر قابل درمان» مبتلا می‌شوند)، اما در سال 1908 رادفورد جایزه نوبل در رشته شیمی را به خاطر کشف خود دریافت کرد. او با خوشحالی به دوستانش می‌گفت که سریع‌ترین تغییر شکلی که می‌شناسد، تغییر خود او از فیزیکدان به شیمی‌دان بوده است.
در سال 1909 رادفورد که اکنون در دانشگاه منچستر انگلستان مشغول به کار بود از همکارش هانس گاریگر، که بعدها شمارگر مشهور گایگر را اختراع کرد، و ارنست مارسدن، دانشجوی برجسته‌اش خواست تا پراکندگی ذرات آلفا را که هستهٔ مثبت بار هلیم است، مطالعه کنند. آنان یک ورقه نازک طلا را با ذرات پرسرعت آلفا متعلق به یک عنصر پرتوزا بمباران کردند. آنان یک ورقه نازک طلا را با ذرات پرسرعت آلفا متعلق به یک عنصر تقریباً تمام ذرات مستقیماً از ورفهٔ طلا (که در حدود 1000 اتم ضخامت داشت) عبور کردند اما تقریباً یک اتم از هر 20000 اتم برگشت. بنا بر محاسباتی مبتنی بر مدل اتمی تامسون انتظار می‌رفت ذرات آلفای مثبت بار مستقیماً از ورقه طلا عبور کنند، همان‌طور که گلوله از ورقه کاغذ می‌گذارد.
نتیجه آزمایش رادفورد را شگفت زده کرد. رادفورد اظهار داشت که «درست مانند این گلوله‌ای 38 سانتی‌متری به یک تکه دستمال کاغذی شلیک کنید و گلوله برگردد، اصلاً باورکردنی نبود». رادفورد برای توضح این مشاهدات تجربی اظهار داشت که اتم‌های طلا بیشتر از فضای خالی تشکیل شده‌اند و تقریباً تمام جرم و بار مثبت در هستهٔ کوچک آن قرار دارند. بیشتر ذرات آلفا به هستهٔ اتم‌های طلا برخورد نکرده و از ورقه طلا بدون مانعی گذشتند.
رادفورد مدل جدیدی را برای اتم پیشنهاد کرد: «اتم یک مرکز یا هستهٔ بسیار متراکم و بارهای مثبت متمرکز دارد. بیشتر اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد. و الکترون‌ها مانند سیارات حول خورشید، هستهٔ مرکزی و کوچک اتم را دور می‌زنند.» در خلال 12 ماه، گایگر و مارسن آزمایش‌های بیشتری انجام دادند ثابت می‌کرد مدل اتمی جدید واقعاً صحیح است. رادفورد پس از اعلام نظریهٔ اتمی خود در سال 1911، با لبخند گشاده‌ای به یکی از همکاران نزدیکش در مورد منتقاد خود گفت: «بعضی از آن‌ها حاضرند هزاران پوند بدهند تا آن را رد کنند.»

ورقه طلا وجود هستهٔ اتمی را اثبات کرد. در این نمودار مشاهده می کنید که چگونه برخی ذرات الفا به طور مستقیم از ورقه طلا عبور می کنند، در حالی که برخی دیگر منحرف می شوند و یا پس از برخورد با هستهٔ ان‌های طلا بر می گردند.

اتم بور

نیلز بور (1885 ـ 1962 دانمارک)

مکان الکترون‌ها در اتم منحصر به مدارهای معینی است
که «مدارهای مجاز» نام دارند، ولی می‌توانند از یک مدار مجاز دیگر بروند.

مدل بور نخستین مدل کوانتومی برای ساختار درونی اتم بود.

بور که با رادفورد در منچستر کار می‌کرد، مدل اتمی رادفورد را که بنا بر آن الکترون‌ها به دلخواه خود در مداری هسته‌ای اتم را دور می‌زنند بهبود بخشید. مدل بور علاوه بر آن که نشان می‌داد الکترون‌ها محدود در مدارها هستند، بلکه پیشنهاد کرد که:

- مدار نزدیک به هستهٔ اتم کم‌ترین انرژی را دارد و، به ترتیب، هر چه مدار از هسته دورتر می‌شود انرژی بیشتری دارد.
- وقتی یک الکترون به مدار پایین‌تری فرو می‌افتد، یک فوتون گسیل می‌کند.
- وقتی یک الکترون انرژی جذب می‌کند، به مدار بالاتری می‌جهد.

بور این افتادن و جهیدن به مدار دیگر را «پرش کوانتومی» نامید ـ الکترون هیچ‌گاه از فضای میانی عبور نمی‌کند. این واژه‌ها اکنون به زبان روزانه ما وارد شده‌اند. («همانند سازی گوسفندی به نام دالی یک پرش کوانتومی در فناوری ژنتیک بود»)

بور جایزه نوبل سال 1922 در رشته فیزیک را به دست آورد. (پسرش آگ جایزه نوبل فیزیک سال 1975 را برد). در سال 1943 بور مجبور شد دانمارک را که توسط نازی‌ها اشغال شده بود ترک کند. او ابتدا به انگلستان و سپس به آمریکا رفت و در آن جا در لوی آلاموس روی پروژه بمب اتمی کار کرد. بور پیش از ترک دانمارک مدال جایزه نوبل را در یک شیشه اسید حل کرد و آن را در همان جا گذاشت. پس از جنگ طلا را از محلول بازیافت و دوباره مدال را قالب ریزی کرد.

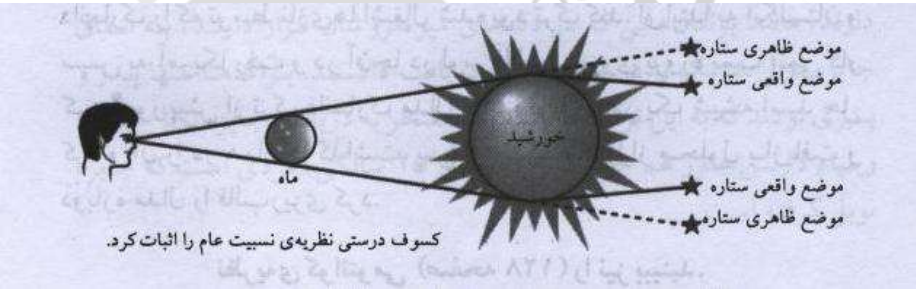
نظریه نسبیت عام

آلبرت اینشتین (1879 ـ 1955 آلمان)

اشیاء با وارد کردن کشش یکدیگر را نمی‌ربایند، بلکه وجود ماده در فضا چنان انحنا یابد که میدانی گرانشی به وجود آید. گرانش (ثقل) خاصیت خود فضا است.

این نظریه پیش بینی می‌کند که نور بر اثر گرانش خم می‌شود و به نظر می‌رسد زمان در نزدیکی اجسام سنگین مانند زمین به کندتر سپری می‌شود.

اینشتین پیش بینی کرد که نور ستاره‌ای که از کنار خورشید می‌گذرد به علت گرانش (ثقل) خورشید به سوی زمین خم می‌شود. بنابراین نور ستاره‌هایی را که در پشت خورشید واقعاند می‌توان به هنگام کسوف کامل مشاهده کرد. کسوف 29 ماه مه 1919 فرصتی را برای آزمودن نظریهٔ اینشتین فراهم آورد. دانشمندان انگلیسی دو هیئت پژوهشی را برای مشاهده کسوف سازمان دادند: یک گروه به جزیره پرینسیپ در ساحل غربی آفریقا و گروه دیگر به سوبرال در شمال برزیل رفت. هنگامی که خبر نتایج مشاهدات دانشمندان به اینشتین رسید، با هیجان کارت پستالی برای مادرش فرستاد و نوشت: «هیئت انگلیسی واقعاً خمیدگی نور در اثر خورشید را اندازه گرفته‌اند.» قانون گرانش نیوتون که به مدت بیش از دو قرن حاکم بود اکنون با چالش روبرو شد.



نظریه رانش قاره یی وگنر

آلفرد وگنر (1880 ـ 1930 آلمان)

زمانی سطح خشکی‌های زمین به شکل ابرقارهٔ بزرگ بود. در حدود 250 میلیون سال پیش از این از هم گسیخت و به شکل قاره‌هایی که اکنون می‌شناسیم در آمد، و از آن زمان تاکنون به وضع کنونی خود رانده شده‌اند.

قاره‌ها هنوز هم بر سطح زمین جابه جا می‌شوند.

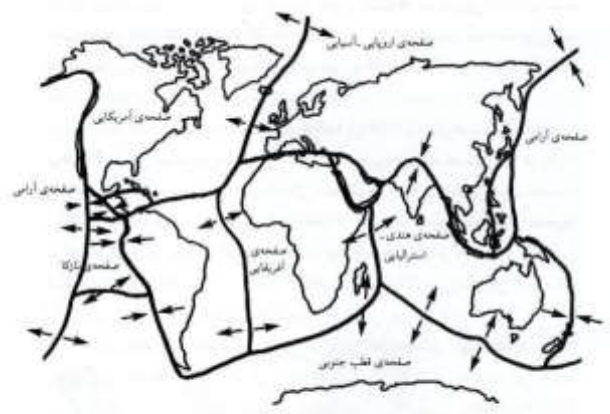
وقتی وگنر نظریه‌اش را در کتاب منشاء قاره‌ها و اقیانوس‌ها منتشر کرد، به علت فقدان مدرک کسی آن را جدی نگرفت. حتی دانشمند مشهوری آن را «به تمام معنی مهمل» خواند. این دیدگاه تا سال‌های 1960 غالب بود تا این که فناوری‌های جدید، مدارک زمین‌شناختی و اقیانوس‌نگاری جدید درستی آن را آشکار ساخت.

در سال 1962، هاری هاموند هس (1906 ـ 1969)، زمین‌شناس آمریکایی، فرضیه گسترش بستر دریاها را ارائه کرد: بنا بر این قضیه کف دریاها در طول شکستگی در وسط یک برآمدگی به طول 62750 کیلومتر ـ به نام برآمدگی در وسط اقیانوس ـ پیوسته درحال از هم جدا شدن است. این خطوط در وسط شمال و جنوب اقیانوس آرام و اقیانوس هند است. مواد آتشفشانی از جبه زمین بالا می‌زند این شکاف را پر می‌کند و پیوسته پوستهٔ جدیدی در اقیانوس می‌سازد.

اکنون نظریه تکتونیک (زمین‌ساخت) صفحه‌ای ایده‌های دانش قاره‌ها و گسترش بستر دریاها را وحدت می‌بخشد. این نظریه می‌گوید که پوستهٔ سخت بیرونی زمین، یا سنگ کره، از شش صفحه عمده و چندین صفحهٔ کوچک‌تر تشکیل شده است که نسبت به همدیگر در حال حرکت‌اند. این صفحه‌ها 69 تا 149 کیلومتر ضخامت دارند و قاره‌ها حوضه اقیانوس‌ها را همانند کلک‌های غول آسایی بر پشت خود حمل می‌کنند.

این صفحه‌ها مانند لایه‌های یخ کند حرکت بر روی جبهٔ زمین، که لایهٔ نیمه مایعی در زیر سنگ کره است، جابه جا می‌شوند. صفحه‌های مختلف با سرعت 1/9 سانتی‌متر در سال حرکت می‌کنند (که در حدود همان سرعتی است که ناخن ما رشد می‌کند.)

زمین لرزه‌ها و آتشفشان‌ها در طول مرز این صفحه‌ها متمرکزند. لبه‌ها یا حاشیه‌های ورقه‌ها می‌توانند از همدیگر دور شوند، به همدیگر فشار آورند، و یا لغزیده و از کنار همدیگر رد شوند. صفحه‌هایی که با هم برخورد می‌کنند کوه‌ها را می‌سازند (کوه زایی). اگر از همدیگر دور شوند، اقیانوس‌ها پدید می‌آیند. صفحه‌های لغزنده برجستگی‌های وسط اقیانوس را می‌سازند. گسل سان آندریاس در کالیفرنیا نمونه مشخص صفحات لغزنده است.



لایه بیرونی سخت زمین به چندین صفحه تقسیم شده است.

معادلهٔ شرودینگر

اروین شرودینگر (1887 ـ 1961 اتریش)

این معادله ریاضی پیچیده الگویی موجی متغیر ذره‌ای چون یک الکترون در یک اتم را توصیف می‌کند. حل این معادله احتمال یافتن این ذره را در یک محل معین به دست می‌دهد.

این معادلهٔ بنیادی در مکانیک موجی، توصیف ریاضی خواص موج گونه‌ای ذرات را ارائه می‌دهد.

حتی اگر چیزی درباره معادلهٔ شرودینگر ندانید، احتمالا درمورد گربه او مطالبی شنیده اید. راستش، نه یک گربه واقعی، بلکه آزمایش فکری که گربه شرودینگر نامیده می‌شود. شرودینگر که یک نابغه ریاضی و علمی بود این آزمایش را درسال 1935 ابداع کرد تا احتمال یافتن یک الکترون را در یک محل معین نشان دهد. جعبه‌ای بسته را تصور کرد که درون آن مقداری مادهٔ پرتوزا، یک قوطی سیانور، و یک گربهٔ زنده قرار دارد. پرتاب آن مقداری مادهٔ پرتوزا رویدادی کوانتمی را پدید آورد که آزاد شدن سیانور را بر می انگیزد. پس از مدت معینی، اگر رویداد کوانتومی رخ داده باشد، گربه خواهد مرد، وگرنه خواهد ماند. شرودینگر استدلال می‌کرد که تا وقتی کسی جعبه را باز نکرده و درون آن را ندیده، گربه نه مرده است و نه زنده. اما پیش از باز کردن جعبه آیا مرده است یا زنده؟ این پارادوکس هنوز کاملاً حل نشده است.
شرودینگر جایزه نوبل سال سال 1933 را در رشته فیزیک به خاطر پژوهش‌هایش در حوزهٔ مکانیک دریافت کرد.

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ

ورنر هازنبرگ (1901 ـ 1976)

تعیین دقیق مکان تکانهٔ یک ذره (مانند الکترون) به طور همزمان ناممکن است.

این اصل وجودی ذرهٔ ساکن را منتفی می‌کند. اصل عدم قطعیت اساس نظریهٔ کوانتومی است.

برای اندازه گیری هم مکان و هم تکانهٔ (تکانه = جرم × سرعت) یک ذره دو اندازه گیری همزمان لازم است: عمل انجام اولیم اندازه‌گیری ذره را «مختل» می‌کند به طوری که یک عدم قطعیت در دومین اندازه گیری پدید می‌آورد. بنابر این، هرچه مکان یک ذره دقیق‌تر دانسته شود، تکانهٔ آن با دقت کم‌تری تعیین می‌شود. این اختلال در دنیای کلان (بزرگ مقیاس) چندان ناچیز است که می‌توان آن را نادیده گرفت؛ اما ذرات موجود در جهان ریز (مقیاس بسیار کوچک) کاملاً چشمگیر است. اصل عدم قطعیت در مورد انرژی و زمان نیز صادق است. انرژی جنبشی ذره را نیز نمی‌توان با دقت کامل اندازه گرفت. هازنبرگ برای این کشف جایزه نوبل فیزیک سال 1932 را دریافت کرد.

در جنگ جهانی دوم، هازنبرگ با اکراه بر روی پروژهٔ بمب اتمی آلمان کار کرد. در سال 1944 ادامه خدمات راهبردی (سازمان پیش از سیا در زمان جنگ) مأموری را برای حضور در سخنرانی هازنبرگ به زوریخ، در سوئیس که بی‌طرفی اعلام کرده بود، فرستاد، با این دستور که اگر کوچکترین اشاره‌ای در مورد پیشرفت پروژه اتمی آلمان کرد، بی‌درنگ هازنبرگ را به قتل برساند. علم شانس آورد، زیرا هازنبرگ در سخنرانی‌اش از پروژه صحبتی به میان نیاورد.

نظریهٔ پادمادهٔ دیراک

پل دیراک (1902 ـ 1984)

هر ذره بنیادی یک پادذره دارد ـ یک دوقلوی آینه‌ای با جرم‌های یکسان اما با بارهای متضاد.

نظریه پادذره اکنون در مورد اتم‌ها نیز به کار می‌رود ـ پاداتم ها، که پادماده را می‌سازند.

اگر از علاقه‌مندان فیلم سفر ستارگان باشید احتمالا می‌دانید که سفینهٔ فضایی اینترپرایز با نیروی پادماده حرکت می‌کند. پادماده خمیرمایهٔ افسانه‌های علمی نیست، بلکه واقعاً وجود دارد. در سال 1898، فیزیک‌دان انگلیسی آرتور شوستر(1851 ـ 1934) این نظریهٔ جالب را پیشنهاد کرد که یک نوع مادهٔ غیر عادی می‌تواند وجود داشته باشد که خواص آن متضاد مادهٔ معمولی است: «اگر الکتریسیته منفی وجود دارد، چرا طلای منفی، به زردی طلای واقعی، وجود نداشته باشد؟» او اضافه کرد که این پیش گویی فقط یک «رویا» است. در سال 1928 دیراک، فیزیکدان نظری برجسته، پایهٔ ریاضی رویای شوستر را ارائه کرد. دیراک پیش‌بینی کرد الکترون، که بار منفی دارد، باید همتایی با بار مثبت داشته باشد: «این نوعی ذرهٔ جدید خواهد بودکه برای فیزیکدانان تجربی ناشناخته است، با همان جرم الکترون اما با باری مخالف بار الکترون. این ذره را می‌توانیم پادالکترون بخوانیم.» محاسبات ریاضی دیراک در مورد ذرات بنیادی دیگر نیز صادق اند.

کشف پادالکترون (که اکنون پوزیترون نامیده می‌شود و مختصر عبارتی به معنای الکترون با بار مثبت است) در تابش کیهانی در سال 1932 توسط فیزیکدان آمریکایی کارل آندرسن (1905 ـ 1991) پیش‌بینی جسورانه دیراک راثابت کرد. بیست و سه سال بعد دانشمندان دانشگاه برکلی کالیفرنیا در یک شتابگر ذرهٔ پادپروتون را تولید کردند. هنگامی که پادماده و مادهٔ معمولی به هم برخورد می‌کنند همدیگر را نابود می‌کنند طی یک انفجار شدید ناپدید می‌شوند که در آن بنا بر معادلهٔ $E=mc^2$ اینشتین، جرم به انرژی تبدیل می‌شود. انرژی رها شده در انهدام ماده ـ پادماده بسیار مهیب است: در برخورد پروتون‌ها و پادپروتون‌ها انرژی هر ذره نزدیک به 200 برابر انرژی هیدرژنی می‌رسد.

اگر ماده و پادماده همدیگر را نابود می‌کنند، احتمال نمی‌رود که پادماده بر زمین یا حتی در منظومه شمسی وجود داشته باشد. بادهای خورشیدی ـ پاشیدن ذرات باردار از خورشید که در تمام جهات پراکنده می‌شود ـ پاد ماده را نابود خواهد کرد. اما، دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که پادماده می‌تواند در بخش‌های دیگر عالم وجود داشته باشد، ولی تاکنون هنوز نشانه‌ای هم از آن نیافته‌اند. این موضوع آن‌ها را از تولید پادماده در آزمایشگاه باز نداشته است. گروهی از دانشمندان در سرن، آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای اروپا در ژنو، همین کار را در 1995 انجام دادند. آن‌ها به مدت 15 ساعت جریانی از اتم‌های گزنون در جهت باریکه‌ای پادپروتون پرتاب کردند. برخورد پادپروتون‌ها و هستهٔ گزنون سبب ایجاد الکترون و پوزیترون شد. این پوزیترون‌ها سپس با پادیترون‌های دیگر ترکیب شدند و پادهیدروژن، ساده‌ترین پاداتم، را تولید کردند.

اگر فکر می‌کنید همهٔ این‌ها دور از دسترس است، پس در مورد ایدهٔ پادعالم ـ عالمی موازی با عالم ما ـ چه می‌گویید؟ وارد این عالم شوید و همتای پادمادهٔ خود را پیدا می‌کنید: ضد شما. با او دست ندهید، زیرا همدیگر را نابود خواهید کرد.

قانون هابل

ادوین هابل (1889 ـ 1953 آمریکا)

کهکشان‌ها با سرعت در حال دور شدن از ما و از یکدیگرند.
هرچه کهکشانی دورتر باشد، با سرعت بیشتری از ما دور می‌شود.

این نظریه به این است که عالم مانند یک بادکنک در حال انبساط است.

قانون هابل نشان می‌دهد که نسبت سرعت کهکشان‌ها به فاصله‌شان مقداری ثابت است. این ثابت را ثابت هابل می‌گویند که آهنگ انبساط کنونی عالم ـ یعنی 22 کیلومتر بر ثانیه در هر میلیون سال نوری است.
در سال‌های اولیه دهدهٔ 1920 هابل در رصدخانه مانت ویلسون در کالیفرنیا شروع به کار کرد و تا پایان عمر در همان جا ماند. در مانت ویلسون از تلسکوپ 2/54 متری بهره برد که بزرگترین تلسکوپ زمان هود بود. با این تلسکوپ کهکشان‌هایی فراتر از کهکشان ما را کشف، و آن‌ها را به سه گروه تقسیم بندی کرد: بیضوی، مارپیچ، و نامنظم. اکنون در مورد قابل کهکشان‌ها اطلاعات بسیار بیشتری داریم:125 میلیارد کهکشان در عالم قابل مشاهده کنونی وجود دارد (و شمارش آن‌ها هنوز هم در حال انجام است) که هر کدام میلیاردها ستاره دارند. قطر آن‌ها از چند هزار تا صد هزار سال نوری متفاوت است. اما ما فقط می‌توانیم کهکشان‌هایی را بشناسیم که در حدود شعاع معینی‌اند و به آن‌ها شعاه هابل می گویند، زیرا کهکشان‌هایی که فراتر از این شعاع واقع‌اند با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کنند. تخمین زده می‌شود شعاع هابل حدود 12 میلیارد سال نوری باشد.

نظریه منشاء حیات اپارین

الکساندر اپارین (1894 ـ 1980 روسیه)

در جو اولیهٔ زمین، ترکیب‌های ساده با یکدیکر ترکیب شدند و ترکیب‌های آلی پیچیده‌ای را تشکیل دادند که اولین یاختهٔ زنده را تشکیل دادند.

پیشرفت‌های جدید در زیست‌شناسی مولکولی این نظریه را عملاً در معرض آزمون گذاشته است.

اپارین می‌گفت در اوایل پیدایش زمین جو آن از هیدرژن غنی بوده است. ترکیب‌های ساده‌ای مانند آب، متان و آمونیاک می‌توانستند ترکیب‌ها آلی تشکیل دهند. این ترکیب‌های آلی به تدریج از جو به سطح زمین فرو ریختند و در آن‌جا باران ـ که پس از سرد شدن زمین و تراکم بخار آب تشکیل شد ـ این ترکیب‌ها را شست و به آبگیرها و سرانجام اقیانوس‌ها برد. طی میلیون‌ها سال این مولمول‌های آلی در این «سوپ آغازین» به هم پیوستند و زنجیرهٔ دراز مولکول‌های پروتئین‌ها و DNA را به وجود آورند تا این که یاخته‌ای پدید آمد که واکنش‌های لازم و ترکیب‌های لازم را دارا بود تا موجود زنده محسوب شود. این اولین یاخته می‌توانست تولید مثل کند و بنابر این از مشخصات اولین موجود زنده برخوردار بود.
در سال 1953 استانلی میلر، دانشجویی در دانشگاه شیکاگو نخستین تأییدیهٔ تجربی را در حمایت از نظریه اپارین فراهم آورد. او مخلوطی از متان، آمونیاک بخار و هیدرژن را در وعرش چندین جرقه الکتریکی قرار داد. او تصور می‌کرد که این مخلوط تقریباً شبیه شرایط اولیه زمین است که در آن قرار داشت. پس از یک هفته، مولکول‌های غیر آلی به هم پیوستند و اسیدهای آمینه، یا واحدهای ساختاری حیات، را به وجود آورده بودند.

نظریه بازی ها

جان فون نویمان (1903 ـ 1957)
اسکار مرگن اشترن (1902 ـ 1977) جان نش (19028 ـ) (انگلستان)

یکی از روش‌های ریاضی تحلیل رفتار راهبردی ـ چگونگی رفتار افراد وقتی در شرایط رقابتی قرار می‌گیرند.

این نظریه در اقتصاد، علوم کامپیوتر، روانشناسی، جامعه شناسی، سیاست، جنگ، تکامل، بازار سهام، و بسیار حوضه‌های دیگر کاربرد دارد.

بنابر نظریه‌ها، تمام بازی‌ها در سه چیز اشتراک دارند: قواعد، راهبردها، و بازده. بازی‌ها شامل صفر ـ مجموع (هر بازیکن از ضرر دیگران بهره می‌برد)، بازی‌های غیر صفر ـ مجموع نیستند یا بازی‌های یاری‌گرانه (افراد می‌توانند چانه بزنند)، بازی‌هایی با اطلاعات کامل هستند. تعادل هر بازی را تعادل نش می‌گویند که راه حلی است که منفعت هر کسی را به حداکثر می‌رساند. نظریهٔ بازی وقتی ابداع شد که فون نویمان پی برد پوکر، که او را گه گاه بازی می‌کرد، صرفاً از نظریهٔ احتمال پیروی نمی‌کند و «بلوف زدن » یکی از راهبردها و مخفی کردن اطلاعات از بازی‌کنندگان دیگر نیز بسیار مهم است. این نظریه را نویمان و مورگن اشترن در سال 1944 و نش در سال1949 بسط دادند. نش مقالهٔ اساسی خود را با عنوان «بازی‌های غیر یاری گرانه» هنگامی نوشت که دانشجوی دکتر پرینستون بود. چند سال غیر یاری‌گرانه» هنگامی نوشت که دانشجوی دکتر پرینستون بود. چند سال بعد دچار اسکیزوفرنی پارانویی شد. در اوایل سال‌های 1990 بر این بیماری غلبه یافت و پژوهش‌هایش را از سر گرفت. او جایزه نوبل در رشته اقتصاد را در 1994 دریافت کرد. کتاب سیلویا ناصر به نام یک ذهن زیبا (1998) و فیلمی به همین نام (2001) داستان شگفت زندگی او را نشان می‌دهد. (فون نویمان پیش از برقراری جایزه نوبل در اقتصاد درگذشت.

نظریه مهبانگ

جوزف گاموف (1904 ـ 1968 آمریکا)

آغاز عالم هنگامی بود که یک نقطه واحد از ماده بی‌نهایت متراکم داغ خودبه‌خود منفجر شد. خرده‌های این انفجار شروع کرد به پراکنده شدن از نقطهٔ انفجار و هنوز هم آن از دور می‌شود و به زور نامحدودی به دور شدند از آن ادامه خواهد داد. همهٔ کهکشان ها، ستاره‌ها و کرات از این خرده‌ها درست شده‌اند.

زمان در هنگام مهبانگ آغاز شد که 12 میلیارد سال پیش از این بوده است.

در سال 1927 ستاره‌شناس بلژیکی ژرژ لامتر (1894 ـ 1966) اظهار داشت که در گذشته‌ای بسیار دور تمام مادهٔ عالم در یک نقطه متمرکز شده بود. عالم هنگامی آغاز شد که این «اتم اولیه» منفجر شد. این نظریه را گاموف تکمیل‌تر کرد و نشان داد علم از یک «آتشگوی» شروع شده و بقایای گرمای این آتشگوی اولیه هنوز هم عالم را پرکرده است. دمای این تابش‌های باقیمانده اکنون باید 3 درجه کلوین که گاموف پیش‌بینی کرده بود دما ۲۱۴.۱۵C°ـ باشد. این تابش‌ها در سال 1965 یافته شد و همان طور که گارموف پیش‌بینی کرد ۲۱۴.۱۵C°ـ است.
آیا عالم برای همیشه انبساط می‌یابد؟ در این مورد دو دیدگاه متفاوت وجود دارد: این انبساط ممکن است برای همیشه ادامه یابد، یا روزی ممکن است دوباره به «اتم اولیه» برمبد که به رمبش بزرگ معروف است. واژه مهبانگ را فرد هویل ساخت که به نظریهٔ حالت پایا اعتقاد داشت. هنگامی که آن را در یک مصاحبه رادیویی در 1950 با تمسخر کاربرد، منظورش خوار شمردن این نظریه بود.

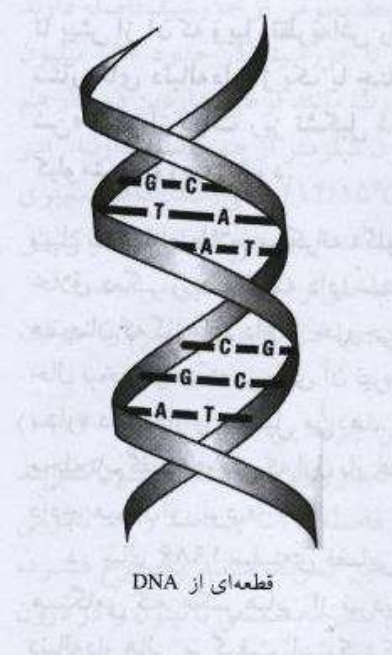
ساختار مارپیچ دوگانه DNA

فرانسیس کریک (انگلستان 1916 ـ 2004) جیمز واتسون (آمریکا 1928 ـ)

ساختار مولکولی ژنتیکی خودتکثیر DNA به شکل یک مارپیچ دوگانه (مضاعف) است.

این ساختار توضیح می‌دهد که چگونه DNA اطلاعات را ذخیره و خودش را تکثیر می‌کند. کشف «رمز حیات» DNA در زیست‌شناسی مولکولی انقلابی برپا کرد و فهم ما را از حیات گشترش بخشید.

رشته‌های مارپیچ DNA (دیوکسی ریبونو کلئیک اسید) از زنجیره‌های متناوب گروه‌های قند و فسفات تشکیل شده است. چهار نوع باز ـ آذین (A)، سیتوزین (C)، گوانین (G)، و تیمین (T) ـ پله‌های نردبان DNA را می‌سازند که از طریق پیوند هیدروژنی فقط به چهار ترتیب ـT ـA، ـC ـG، ـT ـA، و ـG ـC می‌توانند به هم وصل شوند. رمز حیات بر پایه ترتیب این چهار باز استوار است که DNA را از یک نسل به نسلی دیگر منتقل می‌کند. ردیف زوج بازها در طول این رشته‌ها در DNAی موجودات زندهٔ مختلفی یکسان است که یک ژن را از ژن دیگری متفاوت می‌سازد.
کریک نوبل سال 1962 در رشته فیزیولوژی و پزشکی را با فیزیکدان انگلیسی موریس ویلکنز (1916 ـ 2004) به اشتراک دریافت کردند.



قطعه‌ای از DNA

نظریه سرطان هورسفال

فرانک هورسفال (1906 ـ 1971 آمریکا)

سرطان از تغییرات در DNAی یاخته‌ها ناشی می‌شود.

این نظریه پایه‌ای را برای پژوهش در حوزهٔ سرطان فراهم آورد.

سرطان هر یک از گروه‌ها شامل بیش از صد بیماری مشخص و متفاوت است که در آن‌ها برخی یاخته‌ها به طور غیر قابل کنترلی رشد می‌کنند. این فرانید رشد ناشی از آن‌جاست که یکی از میلیاردها یاختهٔ بدن به نحوی آسیب دیده است که به طور غیر عادی همتا سازی (replicate) و تعداد بسیار زیادی یاخته‌های آسیب دیدهٔ همانند تولید می‌کند. این یاخته‌ها نیز به نوبهٔ خود همتاسازی و سرطان یا تومور ایجاد می‌کنند. از آن جا که هر رفتار هر یاخته را DNAی آن کنترل می‌کند، سرطان در اثر آسیب به DNA ایجاد می‌شود. DNAی آسیب دیده یک جهش یافته ممکن است به ارث برسد و یا ممکن است در اثر مواد سرطان‌زا، مانند مواد پرتوزا، مقدار زیادی تایش ایکس، پرتو بنفش و بعضی مواد شیمیایی، سبب ابتلا به سرطان می‌شود.

هورسفال، پزشک و ویروس‌شناس برجسته، هنگامی که کشف کرد سرطان حاصل بروز تغییراتی در ماشین ژنتیک (DNA) یاخته‌هاست، رئیس موسسه اسلون کترینگ پژوهش‌های پزشکی د رنیویورک بود. او گفت ک بین عوامل شیمیایی و ویروسی سرطانزا رابطه برقرار است. این مفهوم وحدت بخش تغییر مهمی را در مطالعه سرطان به وجود آورد و منجر به پیشرفت‌های سریعی در معرفت ما نسبت به سرطان شد. مردی که این همه به پژوهش در سرطان یاری کرده بود، در سن 65 سالگی بر اثر ابتلا به سرطان در گذشت.

نظریه آلودگی زیست محیطی کارسون

راشل کارسون (1907 ـ 1964)

«برای اولین بار تاریخ جهان، هر انسانی از لحظه وجود تا لحظه مرگ در معرض تماس با مواد شیمیایی خطرناک است.»

به این ترتیب، کارسون در کتاب خود با عنوان بهار خاموش چنین فرضیه‌ای را ارائه داد، که به بالا بردن آگاهی ما نسبت به محیط زیست کمک کرد.

کارسون پس از این که فوق لیسانس خود را در جانورشناسی گرفت. به عنوان زیست‌شناس در سازمان شیلات و حیات وحش آمریکا به کار پرداخت. او اولین کتاب خود را در سازمان شیلات و حیات وحش آمریکا به کارپرداخت. او اولین کتاب خود را با عنوان باد زیر دریا در سال 1941 منتشر کرد که فقط چند نسخه فروش رفت. اما موفقیت عظیم کتاب دوم‌اش تحت عنوان دریای پیرامون ما (1951) به او کمک کرد تا به طور تمام وقت به تالیف بپردازد. کتاب بعدی او با عنوان لبهٔ دریا (1955) نیز به همین ترتیب موفقیت آمیزبود.
در سال 1957 یکی از دوستانش به او نوشت که چگونه سمپاشی هوایی حشره‌کش د.د.ت برای کنترل و آفات نباتی، پرندگان او کشته است. کارسون چهار سال بعد را به پژوهش در مورد آثار زیان‌بار حشره‌کش‌ها بر محیط‌زیست پرداخت. او در شاهکار فصیحانه خود با عنوان بهار خاموش (1962) نظریه‌اش را همراه با شواهد علمی، در مورد این که حشره‌کش‌های سمی اغلب به حیات وحش آسیب می‌رسانند و نیز آثار درازمدت آن‌ها بر بهداشت آدمی، ارائه داد. این کتاب با واکنش‌های خصومت آمیز صنایع شیمیایی روبرو شد که او را «زنی هیستریک» خواندند. درسال 1963 یک هیئت علمی دولت آمریکا قسمت اعظم استدلال‌های او را تأیید کرد. کارسون در سال 1964 بر اثر سرطان پستان در گذشت و جنبش زیست محیطی را که بهار خاموش آغاز کرد از آن وقت تاکنون هر روز نیرومندتر شده است.

اثر پروانه

ادوارد لورنز (1917 ـ آمریکا)

رفتار هر سیستم دینامیکی به شرایط اولیهٔ کم دامنهٔ آن ارتباط دارد.

در هر سیستم آشوبناک (chaotic) مانند آب و هوای جهانی، کوچکترین تغییر می‌تواند دگرگونی عمده‌ای را پیش آورد. دیدگاه نظری، عمل کوچکی مانند بال زدن یک پروانه در برزیل می‌تواند یک هفته بعد طوفانی را در هزاران مایل دورتر از آن در تگزاس ایجاد کند.

لورنز، یک دانشمند علوم جو، یکی از نخستین کسانی بود که مدل‌های کامپیوتری جو را تهیه و از آن‌ها برای پیش‌بینی هوا استفاده کرد. هنگامی که در انسیتوی تکنولوژی ماساچوست خدمت می‌کرد، مدل کامپیوتر ساده‌ای برای پیش‌بینی تغییر هوا در چندید محل تهیه کرد. در یکی از معادله‌هایش از عددی گرد شده، مثلا از 0/506 به جای 0/506124 استفاده کرد. از ملاحظهٔ این که مدل او اکنون شرایط کاملاً متفاوتی را پیش‌بینی می‌کرد در شگفت شد. اظهار داشت که حتی یک وظعیت کم دامنهٔ اولیه غیر قابل پیش‌بینی مانند پر زدن پروانه، می‌تواند تغییر بزرگ‌تری در مقیاس جهانی در وضع آب و هوا به پدید آورد.

اثر پروانه فقط یکی از جنبه‌ها نظریهٔ آشوب است که یک رشته جدید و جالب علمی است که سیستم‌های بی‌نظم را توصیف می کند. پیش‌بینی رفتار سیستمی دخالت بازار بورس، همه گیری بیماری ها، و جمعیت حیات وحش کاربرد دارد.

نظریهٔ سیاهچالهٔ هاوکینگ

استیون هاوکینگ(1942 ـ انگلستان)

در خلال نخستین لحظات مهبانگ که تولد عالم را اعلام کرد، برخی نواحی بر اثر آشفتگی، به جای انبساط، ناگزیر به انقباض شدند. این امر ممکن است ماده را چلانده و به سیاهچاله‌هایی تبدیل کرده باشد که ابعاد آنها از یک ذره تا حدود یک متر متفاوت بوده است (جرم آن‌ها از جرم چند گندم تا جرم یک سیارهٔ بزرگ متغیر بوده است.) این انبوه ابر از سیاهچاله‌ها ممکن است هنوز هم وجود داشته باشند، از جمله بعضی از آن‌ها در منظومه شمسی، و یا در مداری به دور زمین.

این سیاهچاله‌های کوچک هنوز یافته نشده‌اند، حتی شواهد تفصیلی برای وجود آن‌ها در دست نیست.

در سال 1974، هاویکینگ گفت که «در هر حال سیاهچاله‌ها واقعاً سیاه نیستند: آن‌ها مانند یک جسم داغ می‌درخشند، و هر چه کوچک باشند درخشندگی بیشتری دارند.» او سازوکاری را پیشنهاد کرد که طی آن جرم سیاهچاله‌ها به تابش و ذراتی تبدیل می‌شود که سیاهچاله را ترک می‌کنند. نتیجه‌اش این است که سیاهچاله‌ها به تدریج تبخیر می‌شوند. بنابر این، ابدی نیستند. مقدار تابش خروجی از هر سیاهچاله که اکنون تابش هاوکینگ نامیده می‌شود با عکس مجذور جرم آن متناسب است. یعنی، هرچه سیاهچاله کوچک‌تر باشد، طول عمر آن نیز کوتاه‌تر است.
هاوکینگ، که فیزیکدانی برجسته است، مولف پرفروش‌ترین کتاب علمی زمان ما یعنی تاریخچهٔ مختصر زمان، از مهبانگ تا سیاهچاله‌ها (1988) است.

فرضیه گایا

جیمز لاولاک (1919 ـ)

زمین مانند اَبَرموجود زنده عمل می‌کند.

حیات و محیط زیست دو پاره از یک سامانهٔ واحدند. حیات با تأثیر بر محیط زیست زمین شرایط مناسب را برای خودش می‌پرورد و آن را حفظ می‌کند. اگر این سامانه به نحو خطرناکی آسیب ببیند می‌تواند خودش را بازسازی کند.

وقتی لاولاک این ایدهٔ غیر عادی، یعنی زمین به مثابه یک موجود زنده، را ارائه داد، همسایهٔ او ویلیام گلدینگ رمان‌نویس (خداوند گارمگس‌ها، 1954) نام گایا را برای این قضیه پیشنهاد کرد. گایا نامی‌است که یونانیان باستان به الهه زمین داده بودند.

لاولاک زمین را مانند یک موجود زنده می‌دید که ما بخشی از آن هستیم، نه صاحب آن، به مستاجر آن، و نه حتی مسافری در آن استعاره متروک یعنی سفینه «سفینهٔ زمین». هرگونه‌ای تأثیر زیانباری بر محیط زیست نهاده باشد محکوم به فناست، اما حیاط هم‌چنان ادامه می‌یابد. سال‌ها پیش از این مقاله‌ای در مورد گایا در مجلهٔ نیو ساینتیست باعث شد تا خواننده‌ای بپرسد: «ممکن است که ایدز پاسخ بوم سازگان به گونهٔ ناجور یعنی هوموساپینس (انسان اندیشه‌ورز) باشد که هم چون خطری برای پایداری ـ و یا در واقع زنده‌مانی ـ سامانه محسوب می‌شود؟» این ایدهٔ گایایی بحث‌هایی را در صفحهٔ نامه‌های آن نشریه برپا کرد. با این حال، آخرین حرف را یک کارتون زد با این زیرنویس: «اگر قصد داشت که ما از ایدز بمیریم درختان کائوچو را به وجود نمی‌آورد.»[۶]

فرضیهٔ گایا مخالفان بسیاری دارد، زیرا نمی‌تواند نظریه تکامل را هم دربربگیرد.

[6] کائوچو ماده اولیه در ساخت فرآورده‌های پلاستیکی مانند کاندوم است.

نظریهٔ تخلیهٔ اوزون

ف. شروود رولند (1927 ـ آمریکا)
ماریو مولینا (1943 ـ آمریکا)

گازهای کلروفلئوروکربن لایه اوزون جو فوقانی را منهدم می‌کنند.

لایهٔ اوزون قسمت اعظم پرتو فرابنفش زیان‌بخش خورشید را جذب می‌کند و به این ترتیب موجودات زنده را از بدترین تابش‌های خورشیدی محافظت می‌کند.

ترکیبات کلروفلئوروکربن (غالباً با نام تجاری فوئون) ترکیباتی شیمیایی‌اند و به عنوان خنک کننده و ماده کف‌کننده در پلیمرها به کار می‌روند. در سال‌های 1970 نیز معمولاً به عنوان پیشران در قوطی‌های افشانه مصرف می‌شدند. ترکیبیات کلروفلئوروکربن اصولاً ترکیب‌هایی غیر فعال‌اند: با هوا واکنش نمی‌دهند، در باران نامحلولند، مقیاس‌ها آن‌ها را جذب نمی‌کنند، و بر اثر تابش نور خورشید تجزیه نمی‌شنود.
رولند و مولینا فرض کردند که چون ترکیب ترکیبات کلروفلئوروکربن در جو پایینی کاملاً خنثی هستند، در نهایت به لایه اوزون راه می‌یابند و در آن‌جا بر اثر تابش نور خورشید تجزیه می‌شوند. اتم‌های کلری که به این ترتیب عمل آزاد می‌شوند، می‌توانند در یک رشته واکنش به مثابه کاتالیزور عمل کنند که نتیجه آن تبدیل اوزون به اکسیژن خواهد بود. انهدام لایهٔ اوزون سبب می‌شود که نور فرابنفش بیشتری به سطح زمین برسد. فرضیهٔ رولند و مولینا در ابتدا با سخره مواجه شد، اما هنگامی که دانشمندان پی بردند لایهٔ اوزون بر فراز قطب شمال و قطب جنوب کاهش چشمگیری یافته است احترام و تأیید جامعه علمی را به دست آورد. بیشتر کشورهای صنعتی اکنون استفاده از ترکیبات کلروفلئوروکربن را کاهش داده‌اند. رولند و مولینا به همراه پل کراتزن جایزه نوبل را کاهش شیمی سال 1995 رابه خاطر پژوهش‌ها یشن دریافت داشتند.

فرضیهٔ هشیاری کریک

فرانسیس کریک (1916 ـ 2004)

هرگاه مغز را در حکم یک جعبهٔ سیاه تلقی کنیم نمی‌توانیم به درکی از هشیاری دست یابیم. دانشمندان فقط با بررسی نورون‌ها و ساختار داخلی بین آن‌ها می‌توانند معرفتی را که برای ایجاد یک مدل علمی آگاهی لازم است، گردآوری کنند.

به بیانی کوتاه‌تر، هشیاری (یا روح) چیزی جز یک شبکه پیچیده از نورون‌ها نیست.

فیلسوف و ریاضیدان فرانسوی، رنه دکارت (1596 ـ 1650)، معتقد بود که ذهن چیزی است جاودانی که اساس موجود انسانی را در بر می‌گیرد و از مغز جداست، اما به نحوی با آن تداخل می‌کند. هنوز هم بعضی دانشمندان طرفدار ایدهٔ دکارت در مورد استقلال ذهن و مغز هستند. اما بسیاری هم اکنون معتقدند که تمام جنبه‌های ذهن ـ از جمله هوشیاری، معرفت ذهنی بی‌واسطه از جهان و خودمان ـ را احتمالا می‌توان با شیوه‌های مادی تری توصیف کرد، همان طور که رفتار 50 میلیارد یاختهٔ عصبی مغز را.

تا همین اواخر دانشمندان عصب‌شناس و روان‌شناسان به مطالعه آگاهی توجهی نداشتند: این موضوع یا مسئله‌ای «فلسفی» به حساب می‌آمد و یا از نظر تجربی مطالعه آن بسیار دشوار بود. اما پژوهش‌های اخیر کریک و دیگران علاقه‌مندی علمی را برای یافتن توضیحی دو مورد چگونگی پیدایش هشیاری از طریق فرآیند پیدا نکنند. کریک فرضیه‌اش را در کتاب فرضیه حیرت آور: جستجوی علمی در پی روح (1994) منتشر کرد.

نظریه همه چیز

فیزیکدانان سراسر جهان

نامی شوخی‌آمیز برای مدلی ریاضی که همه چیز را در جهان مادی در بر می‌گیرد و توضیح می‌دهد.

کشف آن هنوز تأیید نشده است.

فیزیکدانان به مدت چندین، هم‌چون شوالیه‌ها در جستجوی جام خیالی، در سراسر جهان جستجوی یک تک نظریه بوده‌اند که نظریهٔ وحدت یافتهٔ ذرات بنیادی و نیروها را شامل شود.

ذرات بنیادی واحدهای بنیادی ماده‌اند. الکترون، نوترون، و پروتون شناخته شده‌ترین ذرات به شمار می‌آیند.

اجزای عالم را مطابق مدل استاندارد چهار نیروی بنیادی تنگ هم نگهداشته است. گرانش (ثقل) نیرویی دوربرد است: صندلی را بر زمین و سیارات را در مدارشان نگه می‌دارد. نیروی الکترومغناطیسی عامل ربایش و رانش بین ذرات باردار است: این نیرو سب می‌شود که چراغ برق نور بتاباند و آسانسور بالا و پایین برود. نیروی هسته‌ای قوی اجزای اتم را در تنگ هم نگه می‌دارد: این نیرو عامل ارتباط پروتون‌ها و نوترون‌ها در هستهٔ اتم است. نیروی هسته‌ای ضعیف نیز یک نوع نیروی هسته‌ای است: این نیرو سبب می‌شود ذرات بنیادی در هنگام واپاشی هسته‌ای پرتوزایی مانند اورانیوم از هسته اتم به بیرون پرتاب شوند. تفاوت توان این نیروها بسیار پردامنه است. این نیروها، به ترتیب قدرت‌شان، عبارتنداز: نیروی هسته‌ای قوی، نیروی الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ای ضعیف، و نیروی گرانش. نیروی هسته‌ای قوی صدبار قوی‌تر از نیروی الکترومغناطیسی است که سکستیلیون (عدد 1 با 36 صفر پس از آن) بار قوی‌تر از نیروی گرانش است.

اینشتین پس از انتشار نظریهٔ نسبیت عام خود در سال 1915 که رفتار گرانش را توضیح می‌دهد، سعی کرد بین گرانش و نیروی الکترومغناطیسی رابطه برقرار کند، ولی و موفق نشد. در سال‌های 1970 فیزیکدان‌های دیگر نشان دادند که نیروی هسته ضعیف و نیروی الکترومغناطیسی را می‌توان هم چون جنبه‌های متفاوت یک نیروی الکتروضعیف واحد محسوب کرد. نظریه‌هایی که سعی دارند نیروی هسته‌ای قوی را به این مجموعه اضافه کنند نظریه‌های وحدت بزرگ (GUTs) نامیده می‌شوند. اما افزودن نیروی نهایی ـ گرانش ـ مدت‌های زیادی است که فیزیکدان‌ها را به خود مشغول کرده است.

در سال‌های 1980 گشایشی در موضوع پیش آمد و آن هنگامی بود که فیزیکدان‌ها وجود هر چیزی را بر حسب ابر ریسمان‌ها پیشنهاد کردند که ریسمان‌های پیچ در پیچ و بی‌نهایت نازکی‌اند که اگر 1000 کوینتیلیون (عدد 1 با 33 صفر پس از آن) آن‌ها را دنبال هم قرار دهند طول آن‌ها 1/25 سانتی‌متر می‌شود. علاوه بر نظریه ابرریسمان، اکنون نظریه‌های همه چیز بسیار دیگری مطرح است، ولی توافقی در این مورد وجود ندارد.

قوانین، نظریه های علمی و چیزهای دیگر

نویسنده: سورندرا وارما

ترجمه: دکتر محمد رضا توکلی صابری

انتشارات مازیار

آدرس سایت :

www.theorium.net

آدرس ایمیل :

books@iftad.org