

Geschichte der Physik und Astronomie



(und verwandter Wissensgebiete)


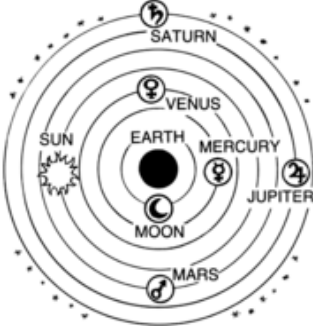
Quellen:



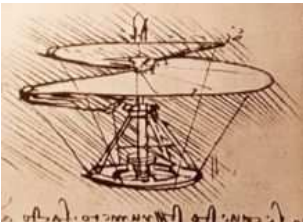
Sir James Jeans: „Der Werdegang der exakten Wissenschaften“

Wikipedia


(Lebens-)Zeit	Gegend / Persönlichkeit o. ä.	Entdeckung(en) – und evtl. anderes wichtiges	im Lehrplan
ab ca. 800 000 v. Chr.	Vorderasien	Verwendung des Feuers	GW
ab ca. 8000 v. Chr.	Anatolien	Kupfer- und Goldgewinnung	
ca. 4000 v. Chr.	Mesopotamien	Erfindung des Rads	GW
ab ca. 4000 v. Chr.	Ägypten	Kalender durch Sternbeobachtung	GW
um 3500 v. Chr.	Mesopotamien	Kalender durch Sternbeobachtungen, Sonnen- und Mondfinsternisse , Sternbildnamen, Planetenbewegungen	GW, B/F 12
um 3300 v. Chr.	Vorderasien	Erfindung der Bronze	
um 3000 v. Chr.	China	Kalender, Sonnen- und Mondfinsternisse , längste und kürzeste Tage, Äquinoktien	GW
zwischen 3000 und 2000 v. Chr.	Ägypten, Anatolien, Mesopotamien	Erfindung der Eisenverhüttung	
um 2500 v. Chr.	Ägypten 	Schiefe Ebene (Rampen), Rollen zur Verminderung der Reibung , ...	Vkl
624 v. Chr. – 546 v. Chr.	Thales von Milet	erste Erwähnung von „ Magnetsteinen “ und ihrer Wirkung auf Eisen; Kontakt- Elektrizität von Bernstein beschrieben; der einzige der Sieben Weisen , der kein Politiker war	GW, Vkl, B/F 12
um 600 v. Chr.	Phönizien	Navigation mit Hilfe des Polarsterns	GW
um 570 v. Chr. – nach 510 v. Chr.	Pythagoras	erste bekannte naturwissenschaftliche Experimente : Zusammenhänge zwischen Tonhöhen und Längen von Saiten, Tonintervalle Spekulationen: Erde ist kugelförmig , dreht sich pro Tag einmal um ihre Achse, bewegt sich mit den anderen Planeten um ein „Feuer“ (nicht die Sonne!); Licht besteht aus Teilchen, die vom leuchtenden Körper zum Auge fliegen	GW
500 v. Chr. – 440 v. Chr.	Empedokles	Spekulationen: Alles besteht aus den vier „Elementen“ Erde, Feuer, Wasser und Luft. Die Geschwindigkeit des Lichts ist endlich . Experimente zum Luftdruck	Vkl


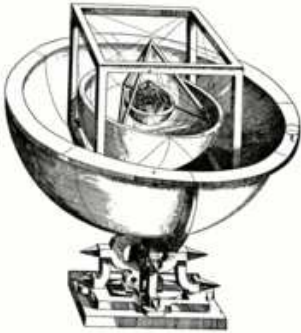
488 v. Chr. – 428 v. Chr.	Anaxagoras	Erklärung von Mondphasen und – finsternissen ; Spekulationen: Sonne ist riesiger weißglühender Metallkörper; Universum entstand aus einem Wirbel in einer ungeordneten Masse	GW
460 v. Chr. – 371 v. Chr.	Demokrit	Spekulationen: Das All besteht aus unwand- delbaren, unteilbaren Atomen und der Leere. Atome bewegen sich so lange, bis sie in ihrer Bewegung gehemmt werden. (--> Trägheit!)	GW B12 / F11
429 v. Chr. – 347 v. Chr.	Platon	Spekulationen: Kugel und Kreis sind voll- kommene Formen ==> Universum ist kugel- förmig, Planetenbahnen sind kreisförmig; Licht besteht aus geraden Linien, die vom Auge zum Gegenstand gehen	
388 v. Chr. – 315 v. Chr.	Herakleides von Pontos	Spekulation: Sonne und die größeren Planeten bewegen sich um die Erde , Venus und Merkur um die Sonne (vgl. Tycho Brahe)	
384 v. Chr. – 322 v. Chr.	Aristoteles 	Erzieher von Alexander dem Großen und fast 2000 Jahre lang unangefochtene Autori- tät in der Physik – obwohl praktisch all seine Lehren falsch waren: Bewegung von Körpern entsteht durch ihre „natürlichen Neigungen“; für Bewegung ist eine „treibende Kraft“ nötig; „Quintessenz“ („Äther“) als fünftes Element; keine Leere (Vakuum) existiert; Erde steht im Mittelpunkt des Universums, darum herum Kugelschalen für die Planeten, Mond, Sonne	
330 v. Chr. – 275 v. Chr.	Euklid	Reflexionsgesetz für Licht; behauptete, man würde etwas sehen, wenn ein vom Auge aus- gehender „Suchstrahl“ den Gegenstand trifft	Vkl
310 v. Chr. – 230 v. Chr.	Aristarch von Samos 	Berechnungen astronomischer Größen aus (leider falschen) Beobachtungen: Sonne ist 19mal weiter von der Erde entfernt als Mond; Erde ist 7mal größer als Mond; richtige Schlussfolgerungen: die Sonne ist sehr viel größer als die Erde , alle Planeten bewegen sich (auf Kreisbahnen) um die Sonne ; Hypo- these zur Erklärung der nicht beobachteten Fixstern-Parallaxe: die Fixsterne sind sehr weit entfernt (vgl. Kopernikus) seine Lehren wurden nicht akzeptiert; er wurde wegen Gottlosigkeit angeklagt	GW, B/F 12


287 v. Chr. – 212 v. Chr.	Archimedes 	Experimente zu Dichte bestimmung, Auftrieb („Heureka!“), Hebel , ...; Archimedische Schraube; Konzept des Drucks ; angeblich Verteidigung von Syrakus mit Brennspiegeln , Katapulten u. a.; getötet durch einen römischen Soldaten bei der Eroberung von Syrakus („Störe meine Kreise nicht!“)	Vkl
276 v. Chr. – 194 v. Chr.	Eratosthenes von Kyrene	erste Messung des Erdumfangs (mittels Sonnenstand an verschiedenen Orten); Ergebnis: 39 060 km (statt dem richtigen 40 076 km); erste Messung der Schiefe der Ekliptik; Ergebnis: 23°51' (statt 23°46')	GW
190 v. Chr. – 120 v. Chr.	Hipparchos von Nicäa	Messung und Katalogisierung von etwa 1000 Sternpositionen ; aus Vergleich mit früheren Daten: Entdeckung der Präzession der Erdachse (45'' pro Jahr statt 50,2'' pro Jahr); Dauer des Mondmonats auf eine Sekunde genau, die Jahreslänge auf sechs Minuten genau bestimmt	
45-125	Plutarch	Spekulation: der Mond wird durch seine Bewegung (seinen Schwung) daran gehindert, auf die Erde zu fallen	GW, B/ F 12
zwischen 200 v. und 300 n. Chr., wahrscheinlich 1. Jh. n. Chr.	Heron von Alexandria	einfache Dampfmaschine ; zeigte: Licht nimmt bei Reflexion immer den kürzesten Weg	Vkl
100-175	Claudius Ptolemäus 	astronomisches Werk Almagest , war 1500 Jahre lang allgemein akzeptiert: Erde im Mittelpunkt des Weltalls, alle anderen Planeten, Sonne und Mond bewegen sich auf Kreisen mit „ Epizyklen “ um sie (geozentrisches Weltbild) Sternkatalog mit 1022 Sternen; Untersuchung der Lichtbrechung (falsches Brechungsgesetz – aber annähernd richtig für kleine Winkel); astronomische Instrumente : Mauerkreis und Astrolabium	
9. Jahrhundert	China	Buchdruck mit Druckstöcken	
965-1038	Ibn-al-Haitham (Al-Hazen)	Lichtbrechung : zeigte, dass das Gesetz von Ptolemäus nur für kleine Winkel gilt; sphärische und parabolische Spiegel ; Abbildung mit Linsen ; Sehen funktioniert, indem vom Gegenstand etwas ins Auge gelangt	Vkl


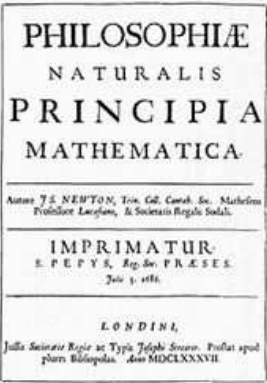
1028-1087	Al-Zarquali (Arzachel)	einfaches Astrolabium, präzise Wasseruhr; aus Beobachtungsdaten: die Erde bewegt sich auf einer Ellipsenbahn um die Sonne, die Apsis dieser Ellipse dreht sich	B/F 12
11. Jahrhundert	China	Erfindung von Buchdruck mit beweglichen Lettern und Schiffskompass	
ca. 500-1500	<i>Mittelalter in Europa („Dunkle Jahrhunderte“)</i>		
13. Jahrhundert	Petrus Peregrinus de Maricourt	Kräfte zwischen Magnetpolen ; durch Zerbrechen eines Magnets entstehen zwei neue mit wieder je zwei Polen	B/F 12
1214-1294	Roger Bacon 	Brechungsgesetz ; Beschreibungen von: Linsen für Brillen, Fernrohre und Brennläser, mechanisch angetriebene Wagen, Schiffe, Flugzeuge, Verwendung von Schießpulver; gegen Platons „vollkommene“ Kreisbahnen und das Ptolemäische System betonte: wissenschaftliche Kenntnisse können allein durch Experimente erworben werden, nicht durch rein logische Spekulationen oder Vertrauen auf Schriften von Autoritäten oder die Bibel ab 1278 wegen „nicht rechtgläubiger Ansichten“ im Gefängnis	Vkl
um 1400-1468	Johannes Gensfleisch (Gutenberg)	Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern	
1452-1519	Leonardo da Vinci  	Erklärung des „ Erdscheins “ auf den Mond; Skizzen für Flugmaschinen, Fallschirme , Hinterlader, Schnellfeuergeschütze, ...; 750 anatomische Zeichnungen; Spekulation über Blutkreislauf : Blut führt den Körperteilen neuen Stoff zu und schafft Abfallprodukte fort; Weltbild mit Sonne im Mittelpunkt , Erde sei ein „Stern wie andere Sterne“; Geschwindigkeit eines fallenden Körpers nimmt mit Fortschreiten des Falls zu (==> Kraft erzeugt Beschleunigung , nicht Bewegung); Licht als Welle Wissenschaft muss auf Beobachtung bauen; Mathematik kann benutzt werden, um Beobachtungen zu prüfen, aber Experiment entscheidet; Gewissheit ist in den Naturwissenschaften ein unerreichbares Ideal	GW B/F 12 B/F 13


<p>1473-1543</p>	<p>Nikola Koppernigk (Nikolaus Kopernikus)</p> 	<p>aufbauend auf Vorüberlegungen anderer (Oresme, Aristarch, Leonardo da Vinci, ...): heliocentrisches Weltbild, aber immer noch die „vollkommenen Kreisbahnen“ Platons, Epizykel ähnlich wie bei Ptolemäus, dazu exzentrische Kreise; Widerlegung der Einwände von Ptolemäus gegen eine bewegte Erde; Spekulation: Fixsterne sind sehr weit entfernt (vgl. Aristarch)</p> <p>veröffentlicht posthum im Buch De Revolutionibus Orbium Coelestium („Von den Umdrehungen der Himmelskreise“) 1543; unautorisiertes Vorwort des Geistlichen Osiander: Buch enthält keine Aussagen über die reale Welt, sondern nur eine „Grundlage für Berechnungen“; dennoch 1616-1822 von der katholischen Kirche verboten</p>	<p>B/F 12</p>
<p>1544-1603</p>	<p>William Gilbert</p>	<p>Hauptwerk De Magnete: unterschied erstmals zwischen Magnetismus und Elektrizität (prägte den Begriff, von griechisch <i>elektron</i> = Bernstein; vgl. Thales); zeigte, dass die Erde insgesamt ein Magnet ist; widerlegte Aberglauben (z. B., dass ein Magnet seine Kraft verliert, wenn man ihn mit Knoblauch abreibt); erfand das Elektroskop; unterteilte mit Experimenten die Stoffe in solche, die elektrische Ladung speichern können (heute: Isolatoren) und solche, die das nicht können (heute: Leiter)</p> <p>vermutete, dass die Planeten durch eine magnetische Kraft auf ihren Bahnen gehalten werden und dass die Gezeiten durch Anziehung des Mondes entstehen</p> <p>Weltbild ähnlich wie Giordano Bruno</p>	<p>Vkl, B/F 12</p>
<p>1546-1601</p>	<p>Tycho Brahe</p> 	<p>wahrscheinlich größter beobachtender Astronom aller Zeiten; Gründer der Sternwarte Uraniburg; Erfinder neuer astronomischer Messinstrumente (Mauerquadrant) und der Mittelwertbildung zur Fehlerminimierung; damit genaueste Beobachtungen von Planetenpositionen; Beobachtung einer Nova und Nachweis, dass diese zur „Sphäre der Fixsterne“ gehört (==> Widerspruch zu Aristoteles, nach dem diese Sphäre unveränderlich ist); eigenes astronomisches Weltbild: Merkur und Venus kreisen um die Sonne, diese, der Mond und alle anderen Planeten um die Erde (vgl. Herakleides von Pontos)</p>	<p>F11</p>

1548-1600	Giordano Bruno	<p>Spekulationen: Weltall ist unendlich und hat keinen Mittelpunkt, es gibt eine endlose Anzahl von Welten wie die Erde, jede Welt bewegt sich um eine eigene Sonne</p> <p>ab 1593 im Gefängnis der Inquisition, dann verbrannt</p>	
1548-1620	Simon Stevin	<p>erfand das Kräfteparallelogramm; Goldene Regel der Mechanik für Hebel und Flaschenzug; leichte Körper fallen gleich schnell wie schwere; hydrostatischer Druck hängt nur von der Höhe der Flüssigkeitssäule ab; Vorgehen: Mischung aus Experiment und Intuition</p>	Vkl, F11, B/F 12
1564-1642	<p>Galileo Galilei</p> 	<p>Experimente zeigen: leichte Körper fallen gleich schnell wie schwere; verbesserte Wasseruhr zur genauen Zeitmessung; schiefe Ebene; Pendelschwingungszeit unabhängig von Amplitude und Pendelmasse (==> Idee der Pendeluhr); Auftrieb hängt von der Dichte des Körpers und der der Flüssigkeit ab</p> <p>Schlussfolgerungen aus Experimenten: Kraft erzeugt nicht Bewegung, sondern Beschleunigung ==> ein Körper, auf den keine Kraft wirkt, bewegt sich gleichförmig immer weiter (Massenträgheit; klar ausgesprochen aber erst durch Descartes); Weg-Geschwindigkeits- und Weg-Zeit-Gesetz für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung; Wurfparabel</p> <p>außerdem: Erfindung des Thermometers; Herstellung eines eigenen Fernrohrs (nach Vorlage von Lipperheys Fernrohr); erster, der damit astronomische Beobachtungen machte; Entdeckungen: Berge, Krater, Mare usw. auf dem Mond, also keine „vollkommene Kugel“ (Platon); Auflösung der Milchstraße in Einzelsterne; vier Jupitermonde; Phasen der Venus (==> Widerlegung von Ptolemäus); Ringe des Saturn; Sonnenflecken (==> Rotation der Sonne); Libration des Mondes</p> <p>wegen seiner astronomischen Ansichten und Veröffentlichungen von der Inquisition 1616 angeklagt und zunächst ermahnt, diese fallen zu lassen; nach Veröffentlichung seines Hauptwerks 1633 unter Androhung von Folter zum Widerruf gezwungen</p>	Vkl, B12, F11


1570-1619	Hans Lipperhey	Erfindung des Fernrohrs	Vkl
1571-1630	Johannes Kepler  	<p>Mysterium Cosmographicum (1597): die Bahnen der bekannten Planeten scheinen sich auf Kugeln anordnen zu lassen, die den fünf platonischen Körpern ein- bzw- umbeschrieben sind; später als nur annähernd richtig erkannt, statt dessen:</p> <p>Drei „Keplersche Gesetze“ (zunächst nur für Mars, später auch auf die anderen Planeten und die bekannten Monde erweitert):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. 2. Die Strecke, welche die Sonne mit einem Planeten verbindet, überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. 3. Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen. <p>Damit war Platons Idee der „vollkommenen Kreise“ widerlegt! Keplers Modell stimmte mit den Daten bis auf weniger als 8'' überein!</p> <p>außerdem: „universelle Anziehungskraft“ zwischen allen Körpern und quadratisches Abstandsgesetz dafür vermutet; Lichtwahrnehmung durch das Auge, Kurz- und Weitsichtigkeit, dreidimensionales Sehen</p>	B/F 12 Vkl
1580-1626	Snellius (Willebrord van Roijen Snell)	Brechungsgesetz entdeckt – aber nicht veröffentlicht	Vkl
1588-1631	Zacharias Janssen	Erfindung des Mikroskops	Vkl
1596-1650	René Descartes (Cartesius)	<p>Verurteilung von Galileis Experimenten, reine Spekulationen: die einzigen „primären“ (echten) Eigenschaften der Materie sind Ausdehnung und Bewegung, alles andere folgt daraus; es gibt kein Vakuum – alles, was nicht von bekannter fester Materie ausgefüllt ist, enthält „ganz feine primäre“ Materie; diese bewegen sich in Kreisen („natürliche Bewegung“) ==> „Wirbeltheorie“ zur Erklärung der Planetenbewegung; im Mittelpunkt ist die Bewegung so stark, dass die Gegenstände zu leuchten beginnen</p> <p>als erster Massenträgheit klar formuliert</p> <p>Brechungsgesetz veröffentlicht (vgl. Snellius), aber: Licht als vom Auge, nicht vom Gegenstand ausgehend angenommen</p>	F11,B12 Vkl

1602-1686	Otto von Guericke 	Erfindung der Luftpumpe ; zeigte, dass Licht den luftleeren Raum durchdringt, aber nicht Schall; Demonstration des Luftdrucks mit „ Magdeburger Halbkugeln “ ==> Widerlegung des „horror vacui“; Erfindung des Barometers und der Elektrisiermaschine ==> Entdeckung der Anziehung gleichartig geladener Körper	Vkl
1608-1647	Evangelista Torricelli	Erfinder des Quecksilberbarometers ; Erklärung des Windes als Folge von Druckunterschieden in der Atmosphäre; Gesetz über die Ausflussgeschwindigkeit einer Flüssigkeit	Vkl
1608-1665	Pierre de Fermat	verallgemeinerte Herons Erkenntnis: Licht nimmt immer, z. B. auch bei der Brechung, den kürzesten Weg (Fermatsches Prinzip)	
1618-1663	Francesco Maria Grimaldi	erste experimentelle Beobachtung der Beugung ==> Licht ist eine Welle ; lange nicht akzeptiert!	B/F 13
1620-1684	Edme Mariotte	unabhängig von Robert Boyle: Boyle-Mariottesches Gesetz entdeckt	Vkl
1625-1712	Giovanni Domenico Cassini	Entdeckung von mehreren Saturnmonden und der nach ihm benannten Teilung in den Saturnringen ; Messung der Entfernung des Mars und Berechnung der Sonnenentfernung daraus (Ergebnis: 140 Mill. km – statt 150); erster Asteroid (Ceres) entdeckt	
1627-1691	Robert Boyle	Begriff des chemischen Elements (im Gegensatz zu den griechischen „vier Elementen“); Atom vorstellung, Idee von „Atomgruppen“ (Molekülen); aus Luftpumpen-Experimenten: Boyle-Mariottesches Gesetz : Gasdruck ist indirekt proportional zum Gasvolumen (für konstante Temperatur); Luft ist fürs Brennen und für Lebewesen notwendig, wird dadurch verbraucht; Luft ist eine Mischung; Gewicht von Körpern nimmt beim Verbrennen i. A. zu ==> erste Widerlegung der „Phlogiston“-Hypothese, aber nicht anerkannt	B/F 13 Vkl
1629-1695	Christiaan Huygens	Wellentheorie des Lichts; Zusammenhang zwischen Kugelwellen und Wellenfronten endgültige Erfindung der Pendeluhr (vgl. Galileo Galilei); Erforschung der Zentrifugalkraft ; Entdeckung der Saturnringe	B/F 13 B12,F11
1635-1703	Robert Hooke	Versuch, die Planetenbewegung durch anziehende Kräfte der Sonne („ universelle Gravitation “ und die Trägheit zu erklären; Vermutung eines quadratischen Abstandsgesetzes; Theorie der Elastizität (Hookesches Gesetz): die Dehnung eines Körpers ist proportional zu der auf ihn wirkenden Kraft Vermutungen: Licht ist eine transversale Welle ; Gasdruck wird durch schnelle Teilchen hervorgerufen, die gegen die Gefäßwände stoßen	Vkl B/F 13

<p>1643-1727</p>	<p>Sir Isaac Newton</p>  	<p>Hauptwerk: Philosophia Naturalis Principia Mathematica, darin: Annahme eines absoluten Raumes und einer absoluten Zeit; Definition des Impulses; Drei Newtonsche Gesetze: 1. Trägheitsgesetz 2. Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung: F = ma 3. Wechselwirkungsgesetz: actio = reactio; Universelles Gravitationsgesetz: Zwei Körper (Massen m_1, m_2, Abstand r voneinander) ziehen sich mit der Kraft</p> $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ <p>(G: Gravitationskonstante); Herleitung der Keplerschen Gesetze daraus und aus den Grundgesetzen oben, Erweiterung auf Hyperbel- und Parabelbahnen; Bestätigung des Gesetzes durch Vergleich von Mondumlaufzeit und Erdbeschleunigung; Erklärung der Gestalt der Erde (abgeplattete Kugel), der Gezeiten und der Präzession der Erdschse; Bewegung in Flüssigkeiten und damit Widerlegung der „Wirbel“ von Descartes; erste Behandlung von Bahnstörungen der Planeten durch ihre gegenseitige Anziehung</p> <p>Lichtzerlegung durch ein Prisma; Spektralfarben können nicht weiter zerlegt werden; weißes Licht ist eine Mischung aus allen Farben; Spekulationen: Licht besteht aus Teilchen, die Schwingungen in einem „Äther“ hervorrufen (die Teilchen-Hypothese setzte sich für lange Zeit durch!); Versuch, Gravitation und elektrische Erscheinungen ebenfalls mit „ätherischen Medien“ zu erklären; Körper bestehen aus kleinsten, unteilbaren Teilchen, die durch Anziehungskräfte zusammenhalten</p> <p>ab 1699 Master der britischen Münzanstalt, wegen seines harten Vorgehens gegen Falschmünzer berüchtigt; dafür 1705 zum Ritter geschlagen</p>	<p>B/F 12 F11,B12</p> <p>B/F 12</p> <p>Vkl</p>
<p>1644-1710</p>	<p>Olaf Christensen Römer</p>	<p>genaue Vermessung der Bewegungen der Jupitermonde, daraus eine erste Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit (Ergebnis: 212 000 km/s – statt 300 000); definierte die erste Temperaturskala mit zwei Fixpunkten</p>	<p>Vkl</p>


1656-1752	Edmond Halley 	Methode zur Bestimmung von Aphelien und Exzentrizitäten; erste Beobachtung eines Merkur-transits ; Vermutung, dass die Kometen von 1531, 1607 und 1682 ein und derselbe sind (Halleyscher Komet) und Vorhersage seiner Wiederkehr 1759; Spekulation: die Erde ist hohl, Polarlichter entstehen, wenn Licht aus dem Hohlraum nach oben durchscheint	
1663-1705	Guillaume Amontons	Gesetz von Amontons : der Druck eines Gases hängt linear von der Temperatur ab (wenn der Druck konstant bleibt); vermutete die Existenz eines absoluten Temperatur-Nullpunkts	Vkl
1686-1736	Daniel Gabriel Fahrenheit	definierte die Fahrenheit-Temperaturskala (Fixpunkte nicht genau bekannt: 0°F = tiefste Temperatur in Danzig im Winter 1708 /09 und 96°F: Körpertemperatur des Menschen ?)	Vkl
1692-1761	Pieter van Musschenbroek	erfand die Leidener Flasche zur Speicherung elektrischer Ladung (erster Kondensator)	B/F 12
1693-1762	James Bradley	Entdeckung der Licht-Aberration (==>Nachweis: endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit; Erde bewegt sich) und der Nutation der Erdachse	B/F 13
1698-1739	Charles François du Fay	Annahme von zwei Arten von „elektrischem Fluidum“ in allen Körpern (positive und negative Elektrizität), damit Erklärung der Aufladung von Körpern und der Kräfte zwischen ihnen	Vkl
1700-1782	Daniel Bernoulli	bewies, dass das Boyle-Mariottesche Gesetz folgt, wenn man annimmt, dass der Gasdruck durch unendlich kleine, sich schnell bewegende Teilchen hervorgerufen wird	Vkl
1701-1744	Anders Celsius	definierte die Celsius-Temperaturskala (ursprünglich anders herum als heute: Wasser gefriert bei 100°C und siedet bei 0°C!)	Vkl
1706-1790	Benjamin Franklin	Annahme eines „ elektrischen Fluidiums “ in allen Körpern, damit Erklärung der Aufladung von Körpern und der Kräfte zwischen ihnen; zeigte durch Experiment: Blitz ist eine elektrische Erscheinung; Vorschlag des Blitzableiters	Vkl
1707-1783	Leonhard Euler	Beschreibung der Bewegung eines „starrten Körpers“ (Kreisel) und von Flüssigkeitsströmungen	
1718-1778	John Canton	entdeckte und erklärte die Influenz	Vkl
1730-1817	Charles Messier	Katalog von 103 „ Nebeln “ (darunter Galaxien, Kugelsternhaufen, planetarische Nebel u. a.)	
1731-1810	Henry Cavendish	zeigte experimentell: die Kräfte zwischen Ladungen folgen einem quadratischen Abstandsgesetz (s. Coulomb)	B/F 12
1733-1804	Joseph Priestley	zeigte, dass das Innere eines Leiters nicht geladen ist, wenn man ihn außen auflädt (Faradayscher Käfig); Folgerung: für die elektrischen Kräfte muss ein umgekehrt quadratisches Abstandsgesetz gelten (s. Coulomb)	B/F 12

1736-1806	Charles Augustin de Coulomb 	zeigte experimentell, unabhängig von Cavendish: zwei Ladungen Q_1 und Q_2 , die sich im Abstand r voneinander befinden, ziehen sich mit einer Kraft $F \sim \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ an (Coulombgesetz)	B/F 12
1736-1813	Joseph Louis Lagrange	Verallgemeinerung der Newtonschen Mechanik auf beliebige Körper und mechanische Systeme („ generalisierte Koordinaten “); Prinzip der „ kleinsten Wirkung “ (Verallgemeinerung des Fermatschen Prinzips auf beliebige Bewegungen) für die „ Lagrangefunktion “ (i. W. Differenz aus kinetischer und potenzieller Energie); Einführung des Dezimalsystems für Maße und Gewichte in Frankreich	
1736-1819	James Watt	entscheidende Verbesserungen der Dampfmaschine ; führte die Einheit „ Pferdestärken “ ein	Vkl
1737-1798	Luigi Galvani	Untersuchung der „tierischen Elektrizität“: Muskeln zucken, wenn sie von Strom durchflossen werden; entdeckte dabei: zwischen verschiedenen Metallen entsteht eine elektrische Spannung ==> Grundlage der galvanischen Zelle (Batterie) und der Galvanisierung	Vkl
1738-1822	Francis William Herschel	Entdeckung des Uranus und mehrerer Monde; Katalogisierung vieler Sterne und Untersuchung des Aufbaus des „ Sternsystems “ (der Milchstraße); Erweiterung des Messier-Katalogs auf 5080 Nebel; Entdeckung einer scheinbaren Bewegung der Fixsterne ==> Bewegung der Sonne; entdeckte Doppelsterne ==> Gravitationsgesetz gilt auch außerhalb des Sonnensystems; schlug Spektralanalyse vor; vermutete (falsch), die Sonne befände sich nahe dem Zentrum der Milchstraße und (richtig), dass manche der Nebel Sternsysteme (Galaxien) wie die Milchstraße sind	
1743-1794	Antoine Laurent Lavoisier	widerlegte die Vorstellung, die griechischen Elemente könnten ineinander umgewandelt werden (z. B. Wasser in Erde); Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen (==> Widerlegung der „Phlogiston“-Hypothese); Versuch der Zerlegung zahlreicher Stoffe in Elemente starb bei der Französischen Revolution auf der Guillotine	


1745-1827	Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Graf von Volta	zeigte, dass die Elektrizität menschliche Sinne reizen kann; erfand die Volta'sche Säule (erste Batterie)	Vkl
1749-1827	Pierre Simon Laplace	Grundlagen der Himmelsmechanik : genaue Untersuchungen und Erklärungen zu den Gezeiten, der Abplattung der Planeten, der Einflüsse der Planeten aufeinander (Bahnstörungen), der Stabilität des Sonnensystems; „ Nebular-Hypothese “ für die Entstehung des Sonnensystems (sehr ähnlich zu heutigen Theorien!) Außerdem war er sechs Wochen lang der Innenminister von Napoleon und wurde dann wegen Unfähigkeit entlassen.	B/F 12
1753-1814	Sir Benjamin Thompson, Reichsgraf von Rumford	Untersuchung des Bohrens von Geschützen: das Metall nimmt beliebig viel Wärme auf, wenn nur lange genug gebohrt wird, ohne dass das Gewicht zunimmt ==> Widerlegung der „Wärmestoff“-Hypothese; Wärme ist kein Stoff, sondern entspricht einer inneren Bewegung der Teile, aus denen ein Körper besteht	Vkl
1753-1815	William Nicholson	entdeckte die Elektrolyse ; erfand das Aräometer	Vkl
1755-1826	Joseph Louis Proust	„ Gesetz der konstanten Proportionen “: chemische Verbindungen enthalten die Elemente stets im selben Verhältnis	
1766-1844	John Dalton	Erklärung des Gesetzes der konstanten Proportionen : Körper sind aus Atomen aufgebaut; daraus: Verhältnisse der Gewichte der Atome der verschiedenen Elemente	B/F 13
1773-1829	Thomas Young	untersuchte Wellen (Wasser, Licht, Schall), entdeckte die Interferenz ==> Licht ist eine Welle ; bis Fresnel aber nicht akzeptiert	B/F 13
1773-1858	Robert Brown	entdeckte die Brownsche Bewegung (Wärmebewegung von Teilchen)	Vkl
1775-1820	André-Marie Ampère 	wiederholte Ørsted's Versuch und zeigte, dass sich die Magnetnadel immer senkrecht zum Leiter einstellt; dass sich zwei stromdurchflossene Leiter anziehen bzw. abstoßen und dass ein quadratisches Abstandsgesetz gilt; vermutete, dass fließende Ladung letztlich die Ursache für jeden Magnetismus ist und das Erdmagnetfeld durch Ströme entsteht; erfand das Galvanometer (Drehspulinstrument) und den Telegraphen ; legte die technische Stromrichtung fest	B/F 12
1776-1856	Amedeo Avogadro	Namensgeber „ Molekül “; Avogadro'sche Regel : „Bei gleichem Druck und Temperatur enthält ein gegebenes Volumen Gas stets die gleiche Anzahl Moleküle.“ (Folgerung aus den Gesetzen von Gay-Lussac und Galton); diese Anzahl wurde zuerst von Loschmidt bestimmt, heißt aber ihm zu Ehren Avogadro-Zahl (ein Mol = $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen)	Vkl

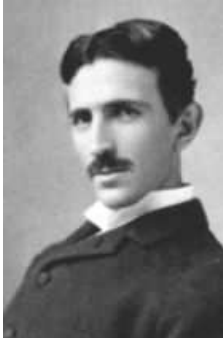


1777-1851	Hans Christian Ørsted	Beobachtung: eine Kompassnadel wird durch einen in der Nähe fließenden elektrischen Strom abgelenkt ==> Elektromagnetismus ; Grundlage für Telegraph und Drehspulinstrument	B/F 12
1777-1855	Johann Carl Friedrich Gauß 	erfand das Magnetometer und baute damit den ersten einfachen elektromagnetischen Telegrafen ; fand unabhängig von Kirchhoff dessen Regeln für Stromkreise wichtige Arbeiten zur Fehlerfortpflanzung ; Methode der kleinsten Quadrate	B/F 12 Vkl F11
1778-1850	Joseph Louis Gay-Lussac	Gesetz von Gay-Lussac : das Volumen eines Gases hängt linear von der Temperatur ab (wenn der Druck konstant bleibt) in chemischen Verbindungen stehen die Anteile der Elemente stets in einfachen ganzzahligen Verhältnissen zueinander	Vkl
1784-1846	Friedrich Wilhelm Bessel	erste Messung einer Fixstern- Parallaxe (für den Stern 61 Cygni); Ergebnis: er ist 640 000 mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde (statt 680 000 mal)	
1785-1850	William Prout	Gewichte aller Atome sind ziemlich genau ganzzahlige Vielfache des Gewichts des Wasserstoff-Atoms ==> Hypothese: alle Materie besteht letztlich aus Wasserstoff-Atomen	
1787-1826	Joseph Fraunhofer	Entdeckung von dunklen Linien im Spektrum der Sonne und anderer Sterne (Fraunhofer-Linien)	
1788-1827	Augustin Jean Fresnel	Erklärung aller bekannter optischer Erscheinungen (einschließlich der Doppelbrechung und des Fermatschen Prinzips) durch eine Wellentheorie des Lichts ; genaue Untersuchung der Reflexion (Fresnelsche Formeln); Erfindung der Fresnel-Linse (siehe Tageslichtprojektor); Messung von Licht- Wellenlängen ; Polarisation des Lichts	B/F 13
1789-1854	Georg Simon Ohm 	Analogie zwischen Stromkreis und Wasserkreislauf : elektrische Stromstärke entspricht der Wasserstromstärke, elektrische Spannung („elektromotorische Kraft“ dem Wasserdruck, eine Batterie einer Pumpe) entdeckte, dass für manche Stoffe die Stromstärke direkt proportional zur anliegenden Spannung ist (Ohmsches Gesetz)	Vkl


1791-1867	Michael Faraday 	untersuchte, wie die abgeschiedene Stoffmenge und –masse bei der Elektrolyse (prägte den Begriff, außerdem Kathode, Anode, Kation, Anion, Elektrolyt) von der geflossenen Ladungsmenge abhängt (Faraday-Konstante); zeigte, dass sich Ladung an der Außenseite eines Leiters konzentriert (Faradayscher Käfig); entdeckte die elektromagnetische Induktion : eine Stromänderung in einem Leiter führt zu einem Strom in einem anderen Leiter; ebenso auch eine relative Bewegung eines Leiters und eines Magneten ==> Grundlage für Dynamo und Elektromotor ; führte das Konzept der Feldlinien ein (Erklärung durch „Druck“ oder „Spannungen“ im „Äther“)	B/F 12
1791-1872	Samuel Finley Breese Morse	Morseapparat (erster brauchbarer Telegraf)	
1796-1831	Sadi Carnot	untersuchte Dampfmaschinen theoretisch; nahm dabei an, dass Wärme in Arbeit umgewandelt wird; idealisierter Carnot-Prozess ; damit Berechnung des idealen Wirkungsgrads	Vkl
1803-1853	Christian Andreas Doppler	theoretische Vorhersage: Veränderung der Frequenz einer Welle, wenn sich Quelle und Beobachter relativ zueinander bewegen (Doppler-Effekt)	B/F 13
1804-1865	Heinrich Friedrich Emil Lenz	formulierte die Lenzsche Regel : induzierte Ströme sind immer so gerichtet, dass sie ihrer Ursache entgegen wirken	B/F 12
1805-1865	Sir William Rowan Hamilton	Umschreibung der Newtonschen Gesetze auf beliebige mechanische Systeme durch Einführung von „ generalisierten Impulsen “	
1808-1896	Antonio Meucci	erfand das Telefon (verlor aber die Patentstreitigkeiten gegen Bell)	
1811-1877 und 1819-1892	Urbain J. J. Leverrier und John Couch Adams	Vorhersage eines neuen Planeten auf Grund von Bahnstörungen des Uranus ==> Entdeckung des Neptun	
1811-1899	Robert Wilhelm Bunsen	Erfindung des Bunsen-Brenners ; zusammen mit Kirchhoff: Entwicklung der Spektralanalyse ; Anwendung zur Erklärung der Fraunhofer-Linien	(B/F 13)
1816-1892	Ernst Werner von Siemens	Begründer der Galvanotechnik , baute den ersten Dynamo	B/F 12
1814-1878	Julius Robert von Mayer	zeigte, dass Arbeit in Wärme umgewandelt werden kann; Ergebnis der Messung des mechanischen Wärmeäquivalents : um 1 g Wasser um 1°C zu erwärmen, braucht man 4,17 J (statt 4,19 J); formulierte als erster den Energieerhaltungssatz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) konnte sich mangels Ausbildung nicht wissenschaftlich ausdrücken; deswegen wurden seine Ergebnisse und Hypothesen lange angezweifelt	Vkl B12 / F11

1818-1889	James Prescott Joule 	unabhängig von Mayer Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents ; zusätzlich: auch andere Energieformen sind ineinander umwandelbar; dabei geht nie etwas verloren oder kommt dazu ==> Energieerhaltung ==> Unmöglichkeit eines perpetuum mobile ; berechnete die mittlere Geschwindigkeit eines Luftteilchens (≈ 500 m/s)	Vkl F11,B12
1819-1886	Jean Bernard Léon Foucault	Messung der Lichtgeschwindigkeit mit der Drehspiegelmethode (Ergebnis: 298 000 km/s statt 300 000); Lichtgeschwindigkeit in optisch dichteren Medien kleiner ==> Nachweis der Wellentheorie des Lichts; Nachweis der Erdrotation mit dem Foucaultschen Pendel ; Erfindung des Gyroskops; Entdeckung der Natrium-Linie im Sonnenspektrum	Vkl
1819-1896	Armand-Hippolyte-Louis Fizeau	Messung der Lichtgeschwindigkeit mit der Zahnradmethode (Ergebnis: 315 000 km/s statt 300 000); optischer Dopplereffekt	Vkl
1821-1894	Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz	erfand Helmholtz-Spule und Helmholtz-Resonator ; untersuchte Wirbel in Flüssigkeiten (Wirbelsätze) ==> Grundlagen der Hydrodynamik ; Lösung der Helmholtz-Gleichung (beschreibt Wellenausbreitung); aus Beobachtung: immerwährende Bewegung unter Arbeitsabgabe (perpetuum mobile) ist unmöglich ==> die Energie bleibt erhalten ; Begriff der freien Energie	B/F 12 Vkl, F11, B12
1821-1895	Joseph Loschmidt	Bestimmung der Größe der Luftmoleküle ==> Bestimmung der Anzahl der Luftmoleküle in einem gegebenen Volumen (Loschmidtsche Zahl, daraus berechenbar: Avogadro-Zahl)	B/F 13
1822-1888	Rudolf Julius Emanuel Clausius	zeigte, dass der Druck eines idealen Gases (unendlich kleine Teilchen, keine Kräfte zwischen ihnen) genau $\frac{2}{3}$ der (kinetischen) Energiedichte ist (wenn alle Teilchen gleich schnell sind); folgerte daraus das Boyle-Mariottesche Gesetz , das von Gay-Lussac , und dass die Geschwindigkeit von Gasteilchen indirekt proportional zur Quadratwurzel ihrer Atommasse ist führte den Begriff Entropie ein, und formulierte den 2. Hauptsatz der Thermodynamik (Wärme fließt nie vom kälteren zum wärmeren Körper bzw. Wärme kann in einem reversiblen Kreisprozess nie vollständig in Arbeit umgewandelt werden bzw. in einem abgeschlossenen System kann die Entropie nicht abnehmen)	Vkl


<p>1824-1887</p>	<p>Gustav Robert Kirchhoff</p> 	<p>Kirchhoffsche Regeln für Stromkreise: 1. Die Summe aller Ströme in einem Knotenpunkt ist null. (Knotenregel) 2. Die Summe aller Spannungen einer Masche ist null. (Maschenregel)</p> <p>Entwicklung der Spektralanalyse zusammen mit Robert Bunsen</p> <p>Kirchhoffsches Strahlungsgesetz: das Verhältnis aus dem Absorptions- und dem Abstrahlvermögen ist für alle Körper gleich und nur von der Temperatur und der Frequenz abhängig; Konzept des „Schwarzen Körpers“ (idealer Absorber und damit auch idealer Strahler)</p>	<p>Vkl</p>
<p>1824-1907</p>	<p>William Thomson, 1. Baron Kelvin</p> 	<p>Einführung des Begriffs Energie (vorher i. A. als „Kraft“ bezeichnet); Annahme: Wärme ist eine ziellose Bewegung der Teilchen eines Körpers ==> es gibt einen absoluten Nullpunkt der Temperatur (keine Bewegung mehr); Messung der Temperatur ab diesem Punkt ==> Kelvin-Skala;</p> <p>zusammen mit Joule: Entdeckung des Joule-Thompson-Effekts (Abkühlung eines Gases bei Ausdehnung);</p> <p>berechnete das Alter der Erde zu 24 Millionen Jahren (auf Grund ihrer Abkühlung) und der Sonne zu 20 Millionen Jahren (auf Grund ihrer Zusammenziehung), sah dies als seine größte Leistung an – aber das Ergebnis war falsch, weil die Radioaktivität noch nicht bekannt war</p> <p>außerdem fand er die Telegraphengleichung</p>	<p>Vkl</p>
<p>1824-1914</p>	<p>Johann Wilhelm Hittorf</p>	<p>stellte fest: in gasgefüllten Röhren mit geheizter Kathode breitet sich von dieser aus eine elektrische Strahlung geradlinig aus (Kathodenstrahlen, Glühemission); diese wirft einen Schatten; sie ist durch ein Magnetfeld ablenkbar ==> sie besteht aus elektrisch (negativ) geladenen Teilchen</p>	<p>B/F 12</p>
<p>1830-1895</p>	<p>Julius Lothar von Meyer</p>	<p>Einteilung der Elemente in Gruppen mit ähnlichen Eigenschaften; Beobachtung, dass sich manche Eigenschaften periodisch wiederholen ==> Aufstellung des „Periodensystems der Elemente“; innerer Aufbau der Atome als Ursache der Periodizität vermutet</p>	<p>Vkl</p>

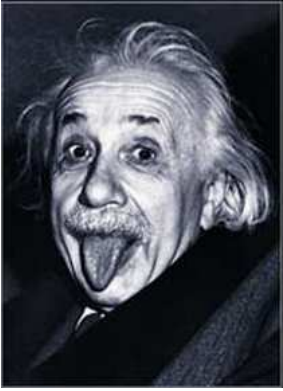
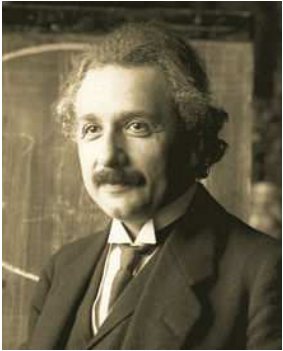
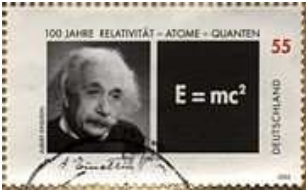
1844-1906	Ludwig Boltzmann	zusammen mit Maxwell Begründer der Statistischen Mechanik ; deutete die Entropie im Teilchenmodell (==> Boltzmann-Konstante); begründete das Stefan-Boltzmann-Gesetz theoretisch (s. Josef Stefan)	
1845-1923	Wilhelm Conrad Röntgen 	(zufällige!) Entdeckung der Röntgenstrahlung (im englischsprachigen Raum: x-rays); erste Röntgenaufnahme (von der Hand seiner Frau)	B/F 13
1847-1931	Thomas Alva Edison	erfand die Kohlefaden- Glühlampe , den Elektrischen Stuhl u. a.; entdeckte den glühelektrischen Effekt	B/F 12
1850-1918	Karl Ferdinand Braun	entwickelte die Kathodenstrahlröhre (Braunsche Röhre); Grundlage für das Oszilloskop und (Röhren-) Fernseher	B/F 12
1852-1908	Antoine Henri Becquerel 	Entdecker der Radioaktivität : stellte fest, dass Uran ständig eine Strahlung abgibt, die Materie durchdringen kann, Fotoplatten schwärzt, Leuchtschirme zum Leuchten bringt und Gase elektrisch leitend macht; Nachweis, dass die entdeckte (Beta -) Strahlung magnetisch ablenkbar ist, also aus (negativ) geladenen Teilchen besteht	B/F 13
1852-1931 und 1838-1923	Albert Abraham Michelson und Edward Williams Morley	Versuch der Messung der Geschwindigkeit , mit der sich die Erde durch den „Äther“ bewegt; Ergebnis: 0! (im Rahmen der Messgenauigkeit; inzwischen mehrmals mit noch genaueren Messinstrumenten wiederholt); Widerspruch zur Aberration! (vgl. Bradley)	B/F 13
1853-1926	Heike Kamerlingh Onnes	erstmalig Verflüssigung von Helium; damit Entdeckung der Supraleitung	
1853-1928	Hendrik Antoon Lorentz	Erklärung des Ergebnisses des Michelson–Morley-Versuchs durch die Lorentz-Kontraktion : bewegt sich ein Körper durch den „Äther“, so wird er in Bewegungsrichtung verkürzt; Hypothese: Licht entsteht durch Bewegung der Elektronen in den Atomen, damit Erklärung des „Zeeman-Effekts“ (Aufspaltung der Spektrallinien in einem Magnetfeld); nach ihm sind die Lorentz-Kraft (Kraft auf bewegte Ladungen in einem Magnetfeld) und die Lorentz-Transformation der Speziellen Relativitätstheorie benannt	B/F 13

1854-1912	Jules Henri Poincaré	grundlegende Arbeiten, die zu Einsteins Spezieller Relativitätstheorie führten und beitrugen	B/F 13
1854-1919	Johannes Robert Rydberg	fand eine Formel für die Frequenzen der Wasserstoff-Spektrallinien (proportional zur Rydberg-Konstante)	B/F 13
1855-1938	Edwin Herbert Hall	Hall-Effekt (Auftreten einer Querspannung in einem stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld)	B/F 12
1856-1940	Sir Joseph John Thomson	Untersuchung von Kathodenstrahlen ==> Entdeckung des Elektrons ; Messung des Verhältnisses seiner Ladung zu seiner Masse und später auch seiner Ladung ==> Nachweis, dass Elektronen viel leichter als Atome, also Bestandteile davon sind – also dass Atome teilbar sind; Thomsonsches Atommodell (Plumpudding-Modell) : die Elektronen sind in eine Wolke positiver Ladung eingebettet wie Rosinen in einen Kuchen; wies nach, dass Wasserstoffatome genau ein Elektron enthalten; wies nach, dass Atome eines Elements unterschiedlich schwer sein können (Isotope)	B/F 12 B/F 13
1856-1943	Nikola Tesla 	zahlreiche Erfindungen zur Wechselstrom-Technik, z. B. Wechselstrom-Generator, Tesla-Transformator, elektrische Energieübertragung, ... im späteren Leben dann zunehmend verrückte Ideen und Erfindungen	B/F 12
1857-1894	Heinrich Rudolf Hertz 	Nachweis der Existenz elektromagnetischer Wellen (Radiowellen) und dass ihre Eigenschaften mit denen des Lichts übereinstimmen ==> Licht ist eine elektromagnetische Welle ; Grundlage für das Radio (Hertzscher Dipol) ; Entdeckung des äusseren Photoeffekts ; zeigte, dass Kathodenstrahlung Materie relativ leicht durchdringt ==> sie muss aus Teilchen bestehen, die kleiner als Atome sind	B/F 13
1857-1911, 1863-1941, 1866-1952	Williamina Paton Stevens Fleming, Annie Jump Cannon, Antonia Caetana De Paiva Pereira Maury	entwickelten die Harvard-Klassifikation von Sternen an Hand ihrer Spektren ; führten die Spektralklassen und den zugehörigen Merkspruch „Oh, Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me“ ein 	


1858-1947	Max Karl Ernst Ludwig Planck 	<p>erste richtige Beschreibung der Strahlung eines Schwarzen Körpers (Plancksches Strahlungsgesetz), zur Herleitung nötig: Annahme, dass Energie nur in in „Paketen“ (Quanten) der Größe $E = h f$ abgegeben werden kann (f: Strahlungsfrequenz, h: Plancksches Wirkungsquantum) ==> Geburtsstunde der Quantenphysik</p> <p>Arbeiten zur Statistischen Mechanik, speziell zur Entropie; führte die Boltzmann-Konstante ein</p> <p>unterstützte Einsteins Ideen und trug damit wesentlich zur Akzeptanz der Speziellen Relativitätstheorie bei, lehnte aber wie Einstein die (Kopenhagener Interpretation der) Quantenmechanik ab</p>	B/F 13
1860-1934	Paul Ulrich Villard	entdeckte die Gamma-Strahlung	B/F 13
1862-1942 und 1890-1971	Sir William Henry Bragg und Sir William Lawrence Bragg	entwickelten die Drehkristall-Methode für die Röntgenstrukturanalyse (Bragg-Gleichung)	B/F 13
1862-1947	Philipp Eduard Anton (von) Lenard	<p>Untersuchung des Photoeffekts zeigte: die Anzahl der freigesetzten Elektronen hängt von der Intensität des Lichts ab, ihre Energie aber von der Frequenz des Lichts; Untersuchungen zu den Kathodenstrahlen, Erfinder der Entladungsröhre (nötig für Röntgen!)</p> <p>wurde im Dritten Reich einer der Wortführer der sogenannten „Arischen Physik“</p>	B/F 13
1864-1909	Hermann Minkowski	mathematische Deutung von Einsteins spezieller Relativitätstheorie : Raum und Zeit sind nicht getrennt, sondern bilden zusammen die vierdimensionale Raumzeit ; der Übergang zu einem bewegten Bezugssystem entspricht in der Raumzeit einer Art Drehung; Konzept des Viererimpulses , der Vierergeschwindigkeit , des Feldstärkentensors usw.	
1864-1928	Wilhelm Wien	erfand das Wiensche Geschwindigkeitsfilter ; fand das Wiensche Verschiebungsgesetz (die Frequenz, bei der ein strahlender Schwarzer Körper die meiste Energie abgibt, ist proportional zu seiner Temperatur); vermutete, dass sämtliche physikalische Prozesse elektromagnetischer Natur sind	B/F 12

1867-1934 und 1859-1906	Marie Skłodowska-Curie und Pierre Curie 	Marie: Nachweis, dass Stahl oberhalb einer bestimmten Temperatur (Curie-Temperatur) nicht mehr magnetisch ist; zeigte, dass auch Thorium radioaktiv ist zusammen: bei Untersuchung der Radioaktivität von Pechblende zwei neue Elemente entdeckt (Polonium und Radium – 1 g aus mehreren t Rohmaterial!); Nachweis, dass Radioaktivität von äußeren Einflüssen (Druck, Temperatur, ...) unabhängig ist; Nachweis, dass Beta-Strahlung aus sehr schnellen Elektronen besteht	B/F 13
1868-1921	Henrietta Swan Leavitt	entdeckte die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Cepheiden (Sterne, die periodisch ihre Leuchtkraft verändern) ==> Grundlage für kosmische Entfernungsbestimmungen	
1868-1951	Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld	Erweiterung des Bohrschen Atommodells zur Erklärung der Feinstruktur des Wasserstoff-Spektrums; führte die Feinstrukturkonstante α ein	
1868-1953	Robert Andrews Millikan 	zeigte, dass die elektrische Ladung von Öltröpfchen immer ein ganzzahliges Vielfaches einer bestimmten Ladungsmenge, der Elementarladung , ist Untersuchung der kosmischen Strahlung	B/F 12
1869-1959	Charles Thomson Rees Wilson	erfand die Nebelkammer und machte damit erstmals Alpha-, Beta- und Röntgenstrahlung sichtbar	B/F 13
1871-1937	Ernest Rutherford, 1. Baron Rutherford of Nelson 	Nachweis: es gibt drei verschiedene Arten von Radioaktivität: α-, β- und γ-Strahlung (Durchdringung von Materie, Ablenkung durch Magnete unterschiedlich); Nachweis, dass die Gamma-Strahlung eine elektromagnetische Strahlung ist; exponentielle Abnahme der Radioaktivität mit der Zeit (Halbwertszeit); Zerfallsreihen ; erste Kernumwandlungen und Kernspaltungen ; postulierte die Existenz des Neutrons mit Soddy: Nachweis, dass Alpha-Strahlung aus Helium-Atomkernen besteht; Soddy prägte den Begriff Isotop mit Geiger und Marsden: Rutherford-Streuung und -Atommodell : Nachweis, dass die meiste Ladung und Masse eines Atoms in einem kleinen Bereich (Atomkern) konzentriert ist; die Elektronen bilden die viel größere Atomhülle ; Geiger alleine: Geigerzähler	B/F 13
1877-1956 1889-1970 1882-1945	wichtige Mitarbeiter: Frederick Soddy, Sir Ernest Marsden, Johannes Wilhelm Geiger		

1873-1916	Karl Schwarzschild	Anwendung der Allgemeinen Relativitätstheorie auf statische, kugelsymmetrische Probleme ==> Vorhersage von Schwarzen Löchern (Schwarzschild-Radius, -Metrik)	
1873-1967 und 1877-1957	Ejnar Hertzsprung und Henry Norris Russell	Hertzsprung definierte die absolute Helligkeit eines Sterns; er entdeckte, dass Sterne gleicher Temperatur in zwei verschiedenen Größen vorkommen: Riesen- und Zwergsterne ; entwickelte zur Darstellung ein Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm, das von Russell überarbeitet und erweitert wurde (Hertzsprung-Russell-Diagramm) Russell wies nach, dass die Sonne im Verhältnis 3:1 aus Wasserstoff und Helium besteht; vermutete (falsch), dass sich Sterne im Laufe ihrer Entwicklung entlang der Hauptreihe bewegen	
1874-1937	Guglielmo Marchese Marconi	erfand den Funk (drahtlose Telegrafie)	B/F 13
1877-1944	Charles Glover Barkla	entdeckte die charakteristische Röntgenstrahlung und die Polarisation der Röntgenstrahlung	B/F 13
1877-1945	Francis William Aston	entwickelte den Massenspektrograph ; identifizierte mehr als 200 der 287 natürlich vorkommenden Isotope	(B/F 12)
1877-1946	Sir James Hopwood Jeans	Untersuchung der Bedingungen, unter denen eine Gaswolke zusammenfällt und einen Stern bilden kann (Jeans-Kriterium)	
1878-1968, 1904-1979	Lise Meitner (mit Otto Robert Frisch) 	Zusammenarbeit mit Hahn u. a.; theoretische Erklärung der Kernspaltung , darum wurde Meitner als „ Mutter der Atombombe “ bezeichnet – sie war allerdings eine Pazifistin! Es gab eine lange Diskussion, ob sie zusammen mit Hahn den Nobelpreis verdient hätte – sie selbst war aber nie dieser Ansicht.	B/F 13




<p>1879-1955</p>	<p>Albert Einstein</p>   	<p>Spezielle Relativitätstheorie und –prinzip: Alle Naturgesetze müssen für einen ruhenden Beobachter und einen gleichförmig bewegten gleich sein ==> alle Inertialsysteme sind gleichberechtigt; kein absoluter Raum, keine absolute Zeit, sondern beides von der Bewegung abhängig; keine absoluten Geschwindigkeiten, sondern nur relative; Lichtgeschwindigkeit ist nicht in Bezug auf den „Äther“ konstant, sondern für jeden Beobachter gleich; daraus folgt: „Äther“ ist überflüssig; Längenkontraktion, Zeitdilatation, keine Gleichzeitigkeit, Äquivalenz von Masse und Energie ($E=mc^2$), relativistischer (auch transversaler) Dopplereffekt, elektrische und magnetische Kräfte sind äquivalent; eine streng mathematische Formulierung der Theorie erfolgte erst durch Minkowski.</p> <p>Allgemeine Relativitätstheorie und –prinzip: Alle Naturgesetze müssen für alle Beobachter gleich sein, auch für nicht gleichförmig bewegte; führt automatisch auf eine geometrische Deutung der Gravitation: die Raumzeit ist gekrümmt, alle Körper bewegen sich darin auf „kürzesten Linien“ (Geodäten); freier Fall und Schwerelosigkeit sind äquivalent, ebenso Trägheitskräfte bei einer gleichmäßigen Beschleunigung und die Schwerkraft; damit: richtige Beschreibung der Periheldrehung des Merkur, Lichtablenkung an der Sonne, Rotverschiebung im Schwerfeld; Vorhersage von Schwarzen Löchern, der Ausdehnung des Weltalls (er meinte zuerst, dass Weltall sei statisch, und führte dafür die Kosmologische Konstante in seine Gleichungen ein), von Gravitationswellen und Gravitationslinsen (meinte aber, sie wären nicht beobachtbar, weil er nur an Sterne dachte)</p> <p>Deutung des Photoeffekts mit Lichtquanten (Photonen); dafür Nobelpreis, nicht für die Relativitätstheorie!</p> <p>Einstein-Koeffizienten zur Beschreibung der „stimulierten“ und „spontanen Emission“ von Photonen ==> Grundideen des Lasers</p> <p>wendete die Ideen von Bose auf Atome an ==> Vorhersage von Bose-Einstein-Kondensaten</p> <p>Versuch einer „einheitlichen Feldtheorie“ (Vereinigung von Gravitation und Elektromagnetismus) gescheitert</p>	<p>B/F 13</p> <p>B/F 13</p>
------------------	---	--	-----------------------------


1879-1959	Owen Willans Richardson	rechnerische Behandlung der Glühemission (Richardson-Gleichung)	B/F 12
1879-1960	Max von Laue	Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen ==> Nachweis, dass Röntgenstrahlen elektromagnetische Wellen sind, und dass Kristalle eine Gitterstruktur haben ==> Grundlage der Röntgen-Strukturanalyse von Kristallen	B/F 13
1879-1968 und 1902-1980	Otto Hahn und Fritz Straßmann	Hahn entdeckte zahlreiche radioaktive Isotope und (zusammen mit Straßmann) die Kernspaltung durch Neutronen (Hahn fühlte sich deshalb mitverantwortlich für den Bau der Atombombe); überzeugter Gegner der Nazis, rettete viele Kollegen	B/F 13
1881-1948	Richard Chace Tolman	Nachweis, dass Elektronen die Träger des elektrischen Stroms in Metallen sind und Messung ihrer Masse (Tolman-Effekt); Nachweis, dass die Strahlung eines schwarzen Körpers auch bei Ausdehnung des Universums thermisch bleibt, aber sich abkühlt	
1881-1958, 1896-1971, 1892-1975	Clinton Joseph Davison, Lester Halbert Germer, Sir George Paget Thomson	Davison und Germer einerseits, Thomson andererseits entdeckten unabhängig voneinander die Beugung von Elektronen an einem Kristallgitter ==> Nachweis der Materiewellen de Broglies	B/F 13
1882-1935	Amalie „Emmy“ Noether 	Noether-Theorem (eine der wichtigsten Grundlagen der modernen Physik!): „ <i>Zu jeder kontinuierlichen Symmetrie eines physikalischen Systems gehört eine Erhaltungsgröße und umgekehrt.</i> “ (z. B. folgt die Energieerhaltung aus der Homogenität der Zeit : die Wahl der Zeit 0 hat keinen Einfluss auf das Verhalten eines Systems; die Impulserhaltung aus der Homogenität des Raums : die Wahl des Koordinatenursprungs hat keinen Einfluss; die Drehimpulserhaltung aus Isotropie des Raums : die Wahl der Richtungen der Koordinatenachsen hat keinen Einfluss; die Ladungserhaltung folgt aus einer komplizierten Symmetrie)	
1882-1944	Sir Arthur Stanley Eddington 	leitete die Expedition, die bei der Sonnenfinsternis 1919 Einsteins Vorhersage der Lichtablenkung an der Sonne bestätigte entwarf ein Modell für Entstehung und Aufbau von Sternen ; Vorhersage: Temperatur im Inneren der Sonne ist 20 Millionen °C (statt 15 Millionen); entdeckte eine Beziehung zwischen der Masse und der Leuchtkraft eines Sterns	

1882-1964 und 1887-1975	James Franck und Gustav Ludwig Hertz	Franck-Hertz-Versuch: wies mit Elektronenstößen nach, dass Atome Energie nur in „Paketen“ (Quanten) aufnehmen ==> Bestätigung des Bohrschen Atommodells Franck war Mitarbeiter am Manhattan-Projekt , teilte jedoch zusammen mit anderen Wissenschaftlern dem amerikanischen Kriegsminister seine moralischen Bedenken mit (Franck Report).	B/F 13
1882-1970	Max Born	wichtige Arbeiten zur Quantenmechanik : Beiträge zur Entwicklung von Heisenbergs Matrizenmechanik , Bornsche Näherung , Wahrscheinlichkeits-Interpretation der Wellenfunktion (Kopenhagener Deutung)	B/F 13
1883-1964	Victor Franz Hess	entdeckte die Kosmische Strahlung	
1884-1965	Petrus Josephus Wilhelmus Debye	erklärte die spezifische Wärmekapazität von Festkörpern bei tiefen Temperaturen; außerdem grundlegende Forschungen zum elektrischen Dipolmoment und zur Röntgenstrukturanalyse (Debye-Scherrer-Verfahren)	(Vkl) (B/F 12) B/F 13
1885-1962	Niels Henrik David Bohr 	Versuch der „ Quantisierung “ der Elektronenbahnen im Wasserstoff-Atom (Drehimpuls muss ganzzahliges Vielfaches von h sein) ==> Bohrsches Atommodell : ähnlich dem Rutherford'schen Modell, aber die Elektronen können sich nur auf bestimmten Bahnen bewegen; erklärt viele Beobachtungen richtig, ist aber dennoch überholt durch die Quantenmechanik Bohrsches Korrespondenzprinzip : Übergang zwischen klassischer und Quantenmechanik; Komplementaritätsprinzip : Wellen- und Teilcheneigenschaften eines Objekts sind nicht gleichzeitig messbar; „ Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik “ Tröpfchenmodell für Atomkerne ; Arbeiten zur Energiegewinnung durch Kernspaltung außerdem Torwart in der 1. Liga Dänemarks	B/F 13
1885-1972	Harlow Shapley	untersuchte die Entfernungen von Kugelsternhaufen und fand damit die Größe der Milchstraße zu 100 000 Lichtjahren; vermutete, die Milchstraße sei die einzige Galaxie und alle „Nebel“ lägen innerhalb ==> „ Große Debatte “ mit Curtis	


1887-1915	Henry Gwyn Jeffreys Moseley 	Röntgenspektroskopie (Moseleysches Gesetz); damit Nachweis der physikalischen Grundlage der Ordnungszahl ; Bestätigung des Bohrschen Atommodells ; Vorhersage zweier Elemente	B/F 13
1887-1961	Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger 	aufbauend auf de Broglies Ideen Entwicklung der Wellenmechanik (anschaulichere Beschreibung der Quantenmechanik als Heisenbergs Matrizenmechanik; Schrödinger-Gleichung); erklärte damit u. a. das Wasserstoff-Atom ; zeigte, dass seine Beschreibung und die Heisenbergs mathematisch äquivalent sind; Gedankenexperiment zur Ablehnung der Kopenhagener Interpretation: „ Schrödingers Katze “	B/F 13
1888-1925, 1894-1966, 1903-1961, 1909-2001	Alexander Alexandrowitsch Friedmann, Abbé Georges Edouard Lemaître, Howard Percy Robertson, Arthur Geoffrey Walker	Anwendung der Allgemeinen Relativitätstheorie auf das Universum als Ganzes, dabei Annahme, dass die Materie gleichförmig verteilt ist (Kosmologisches Prinzip, Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker-Metrik, Friedmann-Gleichungen) ==> Entwicklung der Urknall-Theorie ; Lemaître prägte den Begriff „ Uratom “. Lemaître war außerdem auch katholischer Priester.	
1888-1969 und 1889-1979	Otto Stern und Walther Gerlach	Stern-Gerlach-Versuch: zeigte die Quantisierung des Spins von Atomen; Stern entdeckte außerdem das magnetische Moment des Protons	
1889-1953	Edwin Hubble 	löste erstmals den Andromeda-Nebel in einzelne Sterne auf; damit Messung seiner Entfernung möglich ==> Nachweis, dass er eine eigene Galaxie ist und nicht innerhalb der Milchstraße liegt (==> Widerlegung Shapleys) entdeckte die Rotverschiebung der Spektrallinien weiter entfernter Galaxien und deren Proportionalität zur Entfernung (Hubble-Konstante) ==> erster Nachweis der Ausdehnung des Universums (==> Urknall-Theorie) katalogisierte zahlreiche Galaxien (Hubble-Klassifikation)	

1891-1974	Sir James Chadwick	Nachweis, dass die kurz zuvor entdeckte „Beryllium-Strahlung“ aus elektrisch neutralen Teilchen von etwa Protonmasse besteht (Neutronen); Nachweis, dass diese Bestandteile des Atomkerns sind; Mitarbeit am Manhattan-Projekt	B/F 13
1892-1962	Arthur Holly Compton	Compton-Effekt : Röntgenstrahlung verliert bei Streuung Energie ==> Beleg für Photonen ; Mitarbeit am Manhattan-Projekt	B/F 13
1892-1987	Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie 	vermutete, dass der Welle-Teilchen-Dualismus nicht nur für elektromagnetische Strahlung (Photonen) gilt, sondern auch für jede Form von Materie ==> de Broglie-Wellenlänge ; Nachweis dieser Materiewellen durch Davisson, Germer und Thomson	B/F 13
1893-1956	Meghnad Saha	Erklärung der Sternspektren durch unterschiedliche Oberflächentemperaturen (Saha-Gleichung)	
1894-1974	Satyendranath Bose	behandelte elektromagnetische Strahlung (Photonen) als ein „ Quantengas “, leitete dafür die Bose-Einstein-Verteilung her; dies war auch die Grundlage für die Bose-Einstein-Kondensation Nach ihm sind die Bosonen (Teilchen mit ganzzahligem Spin) benannt.	
1894-1984	Pjotr Leonidowitsch Kapiza	entdeckte die Suprafluidität von Helium bei tiefen Temperaturen	
1898-1974	Fritz Zwicky	Vermutung der Existenz von Dunkler Materie zur Erklärung der Stabilität von Galaxienhaufen Modell zur Entstehung von Neutronensterne durch Supernovae ; Vorschlag, letztere zur Entfernungsmessung zu benutzen Idee, dass Galaxien als Gravitationslinsen wirken können (vgl. Einstein: dieser dachte nur an Sterne)	
1898-1988	Isidor Isaac Rabi	Erforschung von magnetischen Eigenschaften der Atomkerne ; dies bildete die Grundlage für NMR und Kernspintomographie	

1900-1958	Wolfgang Ernst Pauli  	<p>Hypothese des Kernspins zur Erklärung der Hyperfeinstruktur in Spektren (diese wird in Form der „21cm-Spektrallinie“ in der Astronomie verwendet, um Wasserstoffgas zu finden)</p> <p>Paulisches Ausschließungsprinzip: zwei Elektronen können nie im selben Quantenzustand sein ==> Erklärung des Periodensystems der Elemente; später Verallgemeinerung zum Spin-Statistik-Theorem; Pauli-Matrizen zur Beschreibung des Spins</p> <p>postulierte auf Grund der Energie- und Impulserhaltung beim Beta-Zerfall ein unbekanntes leichtes, elektrisch neutrales Teilchen (das Neutrino); grundlegende Arbeiten zur Quantenfeldtheorie; Beweis der CPT-Invarianz jeder relativistischen Quantenfeldtheorie</p> <p>handwerklich sehr ungeschickt – Experimentalphysiker behaupteten, dass seine bloße Anwesenheit Geräte zum Versagen bringt („Pauli-Effekt“)</p> <p>an Gründung des CERN beteiligt</p>	B/F 13
1900-1979	Dennis Gábor	entwickelte die Holografie	
1900-1988 und 1902-1978	George Eugene Uhlenbeck und Samuel Abraham Goudschmidt	postulierten den Spin des Elektrons, um die Ergebnisse des Stern-Gerlach-Versuchs zu erklären	
1900-1992	Jan Hendrik Oort	bestätigte (gemeinsam mit Lindblad) die Rotation der Milchstraße ; zeigte, dass das Zentrum der Milchstraße etwa 30 000 Lichtjahre entfernt im Sternbild Schütze ist und dass die Milchstraße etwa 100 Milliarden Sonnenmassen hat; postulierte eine Kugelschale von Kometen um das Sonnensystem, um deren Herkunft zu erklären (Oortsche Wolke)	
1901-1954	Enrico Fermi 	<p>Arbeiten zur Quantenmechanik und -statistik (Fermis Goldene Regel, Fermi-Dirac-Verteilung, Fermi-Niveau); Theorie des Beta-Zerfalls, Kernumwandlung mit Neutronenstrahlung, erste kontrollierte nukleare Kettenreaktion; prägte den Namen Neutrino</p> <p>Nach ihm sind die Fermionen (Teilchen mit halbzahligem Spin), die Einheit Fermi und die „Fermi-Probleme“ benannt.</p> <p>Mitarbeit am Manhattan-Projekt</p>	B/F 13

1901-1976	Werner Karl Heisenberg 	entwickelte zusammen mit Born und Jordan die „ Matrizenmechanik “, eine (noch umständliche und unanschauliche) Formulierung der Quantenmechanik ; damit Herleitung der Heisenbergsche Unschärferelation : Ort und Impuls (oder allgemein eine generalisierte Koordinate und der zugehörige Impuls) eines Teilchens können nicht gleichzeitig genau gemessen werden $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ außerdem grundlegende Arbeiten zur Kernphysik , zum Ferromagnetismus und zur Quantenfeldtheorie arbeitete am Atomwaffen-Programm der Nazis führend mit und bremste dieses wahrscheinlich entscheidend aus (vgl. Theaterstück „Kopenhagen“)	B/F 13
1902-1984	Paul Adrien Maurice Dirac 	stellte die Quantenphysik auf eine einheitliche, abstrakte mathematische Grundlage; stellte eine relativistische Verallgemeinerung der Schrödingergleichung (Dirac-Gleichung) auf; damit: Existenz von Antimaterie (Positron) vorausgesagt und letzte Feinheiten im Wasserstoff-Spektrum und den Spin des Elektrons erklärt; prägte die Begriffe Fermion (nach Fermi) und Boson (nach Bose); entwickelte parallel zu Fermi die Fermi-Dirac-Verteilung ; vermutete die Existenz von magnetischen Monopolen und erklärte damit die Quantisierung der elektrischen Ladung	
1902-1984	Alfred Kastler	entwickelte das „ optische Pumpen “: Grundlage für Maser und Laser	
1904-1967	Julius Robert Oppenheimer	zusammen mit Born grundlegende Arbeiten zur Quantenmechanik (Born-Oppenheimer-Näherung) wissenschaftlicher Leiter des Manhattan-Projekts : „ Vater der Atombombe “; verurteilte aber ihren weiteren Einsatz, nachdem er ihre Folgen gesehen hatte; setzte sich für internationale Kontrolle der Kernenergie und gegen ein nukleares Wettrüsten ein	
1904-1968	George Anthony Gamow	theoretische Arbeiten zum Alpha- und Beta-Zerfall , zur Entstehung der Sterne , zur Elemententstehung im Universum (primordiale Nukleosynthese, „Alpha-Bethe-Gamow-Theorie“ : eigentlich war Bethe nicht daran beteiligt, wurde aber in Anlehnung an das griechische Alphabet als Mitautor genannt) ==> Mitbegründer der Urknall-Theorie ; Vorhersage der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung	

1905-1983	Felix Bloch	<p>grundlegende Arbeiten zur Festkörperphysik (Bändermodell); Messung von magnetischen Momenten von Atomkernen; entdeckte die kernmagnetische Resonanz (NMR): Grundlage für die Kernspintomographie</p> <p>Mitarbeit am Manhattan-Projekt</p>	
1905-1991	Carl David Anderson	entdeckte das Positron , das Antiteilchen zum Elektron (benannte es auch), und das Myon (zunächst fehlinterpretiert als das von Yukawa vorhersagte Meson) in der kosmischen Strahlung ; vermutete (falsch), dass Neutronen aus Protonen und Elektronen zusammengesetzt sind	
1906-1938	Ernst August Friedrich Ruska	erfand das Elektronenmikroskop	(B/F 12)
1906-1972 und 1907-1973	Maria Goeppert-Mayer und Johannes Hans Daniel Jensen	Entwicklung des Schalenmodells für Atomkerne ==> Erklärung der „ Magischen Zahlen “ für stabile Nuklide	
1906-2005	Hans Albrecht Bethe 	<p>untersuchte Bremsung von geladenen Teilchen in Materie (Bethe-Heitler- und Bethe-Bloch-Formel): wichtig sowohl im Strahlenschutz als auch für die Erzeugung von Röntgenstrahlung; zusammen mit Weizsäcker: Bindungsenergien von Atomkernen und Energieerzeugung in Sternen; Theorien zu Supernova-Explosionen</p> <p>beschrieb zusammen mit Salpeter gebundene Systeme in der Quantenfeldtheorie (Bethe-Salpeter-Gleichung)</p> <p>Mitarbeiter im Manhattan-Projekt, aber später Gegner von Kernwaffen, führte eine Kampagne für eine friedliche Nutzung der Kernenergie</p>	B/F 13
1907-1981	Yukawa Hideki	Erklärung der kurzen Reichweite der starken Kernkraft ; damit Vorhersage der Existenz von Mesonen ; Vorhersage des Elektroneneinfangs	(B/F 13)
1910-1995	Subrahmanyan Chandrasekhar	Berechnung der höchsten möglichen Masse eines Weißen Zwergsterns	
1911-1988	Luis Walter Alvarez 	<p>erste Messung eines Elektroneneinfangs; Messung des magnetischen Moments des Neutrons; Entdeckung des Tritiums (wichtig für Kernfusion) und des Omega-Mesons (Bestätigung des Quarks-Modells); Beleg, dass die Dinosaurier durch einen Meteoriten-Einschlag ausstarben (KT-Impakt)</p> <p>Mitarbeit am Manhattan-Projekt und in der Kommission zur Untersuchung des Kennedy-Attentats</p>	(B/F 13)

1912-1997	Chien-Shiung Wu („Madame Wu“) 	„Wu-Experiment“: Nachweis der „ Paritätsverletzung “ beim Beta-Zerfall , d. h. die Elektronen werden nicht, wie vorher allgemein vermutet, in alle Richtungen gleich wahrscheinlich ausgesandt, sondern bevorzugt in Richtung der Achse, um die sich der Atomkern dreht	
1912-2007	Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker 	Weiterentwicklung von Bohrs Tröpfchenmodell für Atomkerne , zusammen mit Bethe: Berechnung von Bindungsenergien (Bethe-Weizsäcker-Formel), Modell für die Energieerzeugung in Sternen (Bethe-Weizsäcker- oder CNO-Zyklus)	(B/F 13)
		unklare Beteiligung an Versuchen der Nazis, eine Atombombe zu bauen; nach dem zweiten Weltkrieg aber Forderung eines deutschen Verzichts auf Kernwaffen; vertrat einen „radikalen christlichen Pazifismus“	
		Bruder des ehemaligen Bundespräsidenten Richard von Weizsäcker	
1915-1990	Robert Hofstadter	erforschte die innere Struktur von Proton und Neutron durch Streuung von Elektronen	(B/F 13)
1915-2001	Sir Fred Hoyle	wichtige Arbeiten zur Elemententstehung in Sternen	(B/F 13)
		prägte den Begriff „ Big Bang “ (deutsch: Urknall), obwohl er selbst ein Gegner der Theorie und Vertreter eines „ steady state “-Modells war (im Universum wird ständig neue Materie erzeugt, so dass seine Dichte, Temperatur usw. sich im Schnitt nicht ändern, obwohl es sich ausdehnt)	
		Vertreter einer „ Panspermie “-Hypothese (das Leben kam aus dem All auf die Erde)	
1915-	Norman Foster Ramsey	grundlegende Arbeiten zur präzisen Zeit- und Frequenzmessung ==> Atomuhr	(B/F 13)
1915-	Charles Hard Townes	Erfindung des Masers, Idee zur Erweiterung zum Laser	
		Messung der Masse des Schwarzen Lochs im Zentrum der Milchstraße	
		erster Nachweis komplexer Moleküle in der interstellaren Materie	

1918-1988, 1906-1979, 1918-1994	Richard Phillips Feynman, Shinichirō Tomonaga, Julian Seymour Schwinger 	quantentheoretische Beschreibung der Elektrodynamik: Quantenelektrodynamik Feynman erfand außerdem die in der Atom-, Kern- und Teilchenphysik überall verwendeten Feynman-Diagramme und die Pfadintegrale , war begeisterter Hobby-Trommler, Mitarbeiter beim Manhattan-Projekt und Mitglied der Untersuchungskommission der Challenger-Katastrophe Über seine erste Ehe und den Tod seiner Frau gibt es den Spielfilm „Infinity – Eine Liebe für die Unendlichkeit“.	
1908-1991, 1930-, 1931-	John Bardeen, Leon Neil Cooper, John Robert Schrieffer	Erklärung der Supraleitung mit Hilfe der Quantenmechanik („BCS-Theorie“); Bardeen war außerdem an der Erfindung des Transistors beteiligt (zwei Nobelpreise!)	
1918-1998 und 1919-1974	Frederick Reine und Clyde Lorrain Cowan Jr.	erster experimenteller Nachweis des (Elektronanti-) Neutrinos	
1919-	Robert Vivian Pound	zusammen mit seinem Assistenten Glen Rebka: Nachweis der gravitativen Rotverschiebung (Vorhersage der Allgemeinen Relativitätstheorie)	
1921-, 1922-, 1932-2006	Jack Steinberger, Leon Max Lederman, Melvin Schwartz	Entdeckung des Myon-Neutrinos und Nachweis, dass es vom Elektron-Neutrino verschieden ist; Lederman entdeckte außerdem das Bottom-Quark	
1924- und 1943-	Antony Hewish und Dame Susan Jocelyn Bell Burnell	entdeckten erstmals einen Pulsar ; den Nobelpreis dafür erhielt aber nur Hewish, der Doktorvater von Bell!	
1927- und 1950-	Karl Alexander Müller und Johannes Georg Bednorz	Entdeckung der „ Hochtemperatur “- Supraleitung in keramischen Materialien	
1928-	Vera Cooper Rubin	Untersuchung der Umlaufgeschwindigkeiten von Sternen in Spiralgalaxien ==> Existenz von Dunkler Materie	
1926- und 1929-	Kazuhiko Nishijima und Murray Gell-Mann	Entwicklung des Quark-Modells : Protonen und Neutronen sind aus „ Quarks “ zusammengesetzt; damit auch Erklärung einer Vielzahl anderer bekannter „Elementar“teilchen als zusammengesetzt; „ Acht-facher Weg “	
1926-1999, 1929-, 1930-	Henry Way Kendall, Richard E. Taylor, Jerome Isaac Friedman	experimenteller Nachweis, dass Protonen und Neutronen aus kleineren Teilchen zusammengesetzt sind ==> Bestätigung des Quark-Modells	
1929-	Peter Ware Higgs	Idee des Higgs-Bosons (führt durch Wechselwirkung mit Materie zur Massenträgheit), wichtig für die elektroschwache Theorie	
1929-	Irwin I. Shapiro	Zeitverzögerung von an der Venus reflektierten Radarsignalen gemessen (Shapiro-Effekt ; Vorhersage der Allgemeinen Relativitätstheorie)	

1932-, 1926-1996, 1933-	Sheldon Lee Glashow, Abdus Salam, Steven Weinberg 	elektroschwache Theorie („GSW-Theorie“): Vereinheitlichung der elektromagnetischen und der schwachen Kernkräfte (verursachen u. a. den Beta-Zerfall); Vorhersage der Existenz der W- und Z-Bosonen	
1933- und 1947-	Heinrich Rohrer und Gerd Karl Binnig	Konstruktion des Rastertunnelmikroskops	(B/F 13)
1933- und 1936-	Arnold Allan Penzias und Robert Woodrow Wilson	Entdeckung der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung	
1938- und 1939-	Albert Louis François Fert und Peter Andreas Grünberg	entdeckten unabhängig voneinander den Riesenmagnetwiderstand (wird benutzt z. B. für magnetische Datenspeicherung in heutigen Festplatten)	
1938- und 1943-	Heinrich Leutwyler und Harald Fritzsch	zusammen mit Gell-Mann: Entwicklung der Quantenchromodynamik (beschreibt die Bindung der Quarks und damit letztlich die starke Kernkraft ; sagt die Existenz von Gluonen voraus)	
1941- und 1950-	Joseph Hooton Taylor Jr. und Russell Alan Hulse	erster (indirekter) Nachweis von Gravitationswellen (Vorhersage der Allgemeinen Relativitätstheorie) durch Beobachtung eines Doppel Neutronensterns	
1942-	Stephen Hawking	wichtige Arbeiten zur Kosmologie (bewies, dass das Universum unter sehr allgemeinen Voraussetzungen mit einer Singularität begonnen hat) und zu Schwarzen Löchern (zeigte, dass diese „verdampfen“ können: „ Hawking-Strahlung “)	
1951-, 1957-, 1961-	Carl Edwin Wieman, Wolfgang Ketterle, Eric Allin Cornell	erste Erzeugung eines Bose-Einstein-Kondensats Ketterle demonstrierte außerdem den ersten „ Atomlaser “	
1973	Team des Gargamelle- Detektors am CERN	experimenteller Nachweis des Z-Bosons	
1979	Team des PETRA- Beschleunigers am DESY	erste experimentelle Hinweise für die Existenz der Gluonen	
1983	Team des UA1- Detektor am CERN	experimenteller Nachweis des W-Bosons	
1998	A. G. Riess et al.	Untersuchung ferner Supernovae ==> Entdeckung, dass die Ausdehnung des Universums beschleunigt verläuft	
ab 2001	Team des WMAP- Satelliten 	genaue Vermessung der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung ; damit Alter des Universums auf 13,7 +- 0,1 Milliarden Jahre bestimmt, Zusammensetzung des Universums: 73% Dunkle Energie , 23% Dunkle Materie , 4% „normale“ Materie	

Und noch einige Zitate...

Archimedes:

„Gib mir einen Punkt, wo ich hintreten kann, und ich bewege die Erde.“

Sir Isaac Newton:

- 1) „If I have seen farther it is by standing on the shoulders of Giants.“
- 2) „I do not know what I may appear to the world, but to myself I seem to have been only like a boy playing on the sea-shore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.“
- 3) „Nature and nature's laws lay hid in night; God said "Let Newton be" and all was light.“ (*Alexander Pope über Newton*)

Georg Christoph Lichtenberg:

- 1) „Die Astronomie ist vielleicht diejenige Wissenschaft, worin das wenigste durch Zufall entdeckt worden ist, wo der menschliche Verstand in seiner ganzen Größe erscheint, und wo der Mensch am besten kennen lernen kann, wie klein er ist.“
- 2) „Ein etwas vorschnippischer Philosoph, ich glaube Hamlet, Prinz von Dänemark hat gesagt: es gebe eine Menge Dinge im Himmel und auf der Erde, wovon nichts in unsern Compendiis steht. Hat der einfältige Mensch, der bekanntlich nicht recht bei Trost war, damit auf unsere Compendia der Physik gestichelt, so kann man ihm getrost antworten: gut, aber dafür stehn aber auch wieder eine Menge von Dingen in unsern Compendiis wovon weder im Himmel noch auf der Erde etwas vorkömmt.“

Gustav Robert Kirchhoff:

„Eine gute Theorie ist das Praktischste was es gibt.“

Albert Abraham Michelson:

„Die wichtigsten grundlegenden Gesetze und Tatsachen der Physik sind entdeckt [...] und daher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie jemand durch neue Entdeckungen ergänzt, äußerst gering.“ (im Jahre 1903!)

Marie Curie:

„Ich gehöre zu denen, die die besondere Schönheit des wissenschaftlichen Forschens erfasst haben. Ein Gelehrter in einem Laboratorium ist nicht nur ein Techniker, er steht auch vor den Naturvorgängen wie ein Kind vor einer Märchenwelt.“

Max Planck:

„Eine neue wissenschaftliche Wahrheit pflegt sich nicht in der Weise durchzusetzen, dass ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, dass ihre Gegner allmählich aussterben und dass die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut gemacht ist.“

Albert Einstein

- 1) „Jedenfalls bin ich überzeugt, dass der Alte [Gott] nicht würfelt.“
- 2) „Das unverständlichste an unserem Universum ist, dass man es verstehen kann.“
- 3) „Wenn ihr den Rundfunk höret, so denkt auch daran, wie die Menschen in den Besitz dieses wunderbaren Werkzeuges der Mitteilung gekommen sind. Der Urquell aller technischen Errungenschaften ist die göttliche Neugier und der Spieltrieb des bastelnden und grübelnden Forschers und nicht minder die konstruktive Phantasie des technischen Erfinders.“
- 4) „Zwei Dinge sind unendlich: Das Universum und die menschliche Dummheit. Aber beim Universum bin ich mir nicht ganz sicher.“

Jules Henri Poincaré:

„The scientist does not study nature because it is useful; he studies it because he delights in it, and he delights in it because it is beautiful. If nature were not beautiful it would not be worth knowing, and life would not be worth living.“

Max Born:

„Die Quanten sind doch eine hoffnungslose Schweinerei!“

Richard Feynman:

1) „Es gab eine Zeit, als Zeitungen sagten, nur zwölf Menschen verständen die Relativitätstheorie. Ich glaube nicht, dass es jemals eine solche Zeit gab. Auf der anderen Seite denke ich, es ist sicher zu sagen, niemand versteht Quantenmechanik.“

2) „A poet once said "The whole universe is in a glass of wine." We will probably never know in what sense he meant that, for poets do not write to be understood. But it is true that if we look at a glass closely enough we see the entire universe. There are the things of physics: the twisting liquid which evaporates depending on the wind and weather, the reflections in the glass, and our imaginations adds the atoms. The glass is a distillation of the Earth's rocks, and in its composition we see the secret of the universe's age, and the evolution of the stars. What strange array of chemicals is there in the wine? How did they come to be? There are the ferments, the enzymes, the substrates, and the products. There in wine is found the great generalization: all life is fermentation. Nobody can discover the chemistry of wine without discovering, as did Louis Pasteur, the cause of much disease. How vivid is the claret, pressing its existence into the consciousness that watches it! If our small minds, for some convenience, divide this glass of wine, this universe, into parts — physics, biology, geology, astronomy, psychology, and so on — remember that Nature does not know it! So let us put it all back together, not forgetting ultimately what it is for. Let it give us one more final pleasure: drink it and forget it all!“

3) „Poets say science takes away from the beauty of the stars — mere globs of gas atoms. Nothing is "mere". I too can see the stars on a desert night, and feel them. But do I see less or more? The vastness of the heavens stretches my imagination — stuck on this carousel my little eye can catch one-million-year-old light. A vast pattern — of which I am a part... What is the pattern or the meaning or the *why*? It does not do harm to the mystery to know a little more about it. For far more marvelous is the truth than any artists of the past imagined it. Why do the poets of the present not speak of it? What men are poets who can speak of Jupiter if he were a man, but if he is an immense spinning sphere of methane and ammonia must be silent?“

4) „There are very beautiful and elegant ways of getting these things these days; but suppose you were inventing it, what would you do to find [it]? You fiddle around. All the elegant stuff is found later; the way to learn is not to learn elegant things, it's to fiddle around blind and stupid. Later you see how it works; polish it up; remove the scaffolding and publish the result for other students to be amazed at your ingenuity.“

5) „Physics is like sex. Sure, it may give us some practical results but that's not why we do it.“

Steven Weinberg:

„Das Bemühen, das Universum zu verstehen, ist eines der ganz wenigen Dinge, die das menschliche Leben ein wenig über die Stufe einer Farce erheben, und gibt ihm etwas von der Anmut der Tragödie.“

Harald Lesch:

„Wir können das Universum nicht erklären, sondern nur beschreiben; und wir wissen nicht, ob unsere Theorien wahr sind, wir wissen nur, dass sie nicht falsch sind.“

“Das Leben des theoretischen Naturforschers ist schwer, denn die Natur, oder genauer, das Experiment, ist ein unerbittlicher und strenger Richter seiner Arbeit. Sie sagt niemals ‘Ja’ zu einer Theorie, sondern bestenfalls ‘Vielleicht’ und in den meisten Fällen einfach ‘Nein’. Wenn ein Experiment mit der Theorie übereinstimmt, heißt es ‘Vielleicht’, wenn nicht, dann heißt es ‘Nein’.”

Albert Einstein