

# CHEMIE

eine junge Wissenschaft,  
die Pioniere der letzten 200 Jahre

Einige bedeutende Chemiker  
und ein Ausschnitt ihres Wirkens.  
Zusammengestellt von Christian Graf, PHS-Krems ©

Krems, im Jahre 2009

Die Inhalte wurden aus verschiedenen Internetseiten zusammengetragen,  
durch Klicken auf die Bilder wird man auf die Urheberseiten verlinkt.  
Der Text wird nur zu Unterrichtszwecken verwendet.

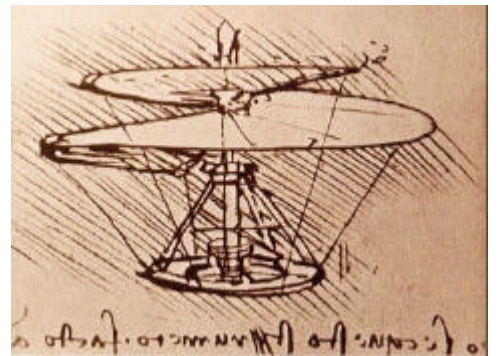
# Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci gilt als einer der größten Künstler der Kulturgeschichte, als genialer Wissenschaftler, Naturphilosoph und als der *Uomo Universale* (allseits gebildeter Mensch) par excellence.



Er schuf nicht nur zahlreiche **Kunstwerke**, (Mona Lisa), sondern mehr noch eine große Anzahl von **Entwürfen** für Gebäude, Maschinen, Kunstgegenstände, Gemälde und Skulpturen, zu deren Realisierung er nie kam. Von sich selber sagte er, dass er die Idee mehr liebe als deren Ausführung, und dass er am Anfang einer Tätigkeit bereits ans Ende dächte. Er versuchte zu ergründen, warum es **Wolken** gibt, warum es regnet, warum Wasser fließt,

warum es Wellen, Ebbe und Flut gibt ... und warum man Muscheln auf den Bergen fand. Er konstruierte **Fluggeräte, pfiffige Boote und das erste U-Boot**, baute hydraulische Anlagen zur **Bewässerung** und **Kanalisation**. Er experimentierte mit Pflanzen und Wasser, um die Bedingungen für das Pflanzenwachstum von Pflanzen zu ergründen. In vielen Zeichnungen versuchte er die Bewegung des Wassers festzuhalten.



Interessanterweise sind fast alle Hintergründe seiner Bilder Landschaften mit Wasser. Als erster erkannte er die Kugelgestalt eines Wassertropfens und somit die **Oberflächenspannung** des Wassers und hielt seine Erkenntnisse im „Codex Leicester“ fest, in dem unter anderem zu lesen ist:

<http://www.odranoel.de/index.php?lang=deu&menu=codex&area=intro&page=0>



## Josef Priestley

Berühmt wurde Priestley, weil er im Jahr 1774 das **Element Sauerstoff isolierte**: beim Erhitzen von Quecksilberoxid erhielt er reines Quecksilber und ein farbloses Gas, das Verbrennungsvorgänge



stark fördert. Er erkannte jedoch nicht, dass er ein bis dahin **unbekanntes** Element entdeckt hatte; vielmehr nannte er sein Gas „dephlogisticated air“. Dass Sauerstoff ein Element ist, erkannte erst - Jahre später - Lavoisier, nachdem dieser bei einem Besuch **Priestleys** in Paris über dessen Versuche informiert worden war. Im Jahre 1774 lernte Lavoisier den englischen Chemiker Joseph Priestley kennen, der durch Verbrennen von Quecksilberoxid oder Kaliumnitrat

festgestellt hatte, dass Gase entweichen, die er „**Feuerluft**“ nannte. So angeregt fand Lavoisier durch eigene Experimente heraus, dass es sich bei den Gasen um einen Stoff handelt, der Bestandteil von Luft und Wasser ist. Er nannte diesen Stoff **Oxygenium (Sauerstoff)** und entdeckte das Prinzip der Oxidation. Aus England hörte Lavoisier im Jahre 1783, dass Henry Cavendish **Wasser in zwei Gase zerlegt** hatte. Er stellte die Versuche nach, gewann aus den beiden Gasen wiederum Wasser und stellte daraufhin die These auf: Die Verbrennung der beiden Luftarten und ihre Umwandlung zu **Wasser**, Gewichtsteil für Gewichtsteil, erlaubt kaum noch Zweifel daran, dass diese Substanz, die bislang als Element betrachtet wurde, ein **zusammengesetzter Stoff** ist.

## Antoine Lavoisier



Im Jahre 1774 lernte Lavoisier den englischen Chemiker Joseph Priestley kennen, der durch Verbrennen von Quecksilberoxid oder Kaliumnitrat festgestellt hatte, dass Gase entweichen, die er „**Feuerluft**“ nannte. So angeregt fand Lavoisier durch eigene Experimente heraus, dass es sich bei den Gasen um einen Stoff handelt, der Bestandteil von Luft und Wasser ist. Er nannte diesen Stoff Oxygenium (Sauerstoff) und entdeckte das Prinzip der Oxidation.

Mit großer Systematik erhitzte er nun auch andere Stoffe, beispielsweise **Phosphor** und **Schwefel**, und entdeckte dabei eine **Gewichtszunahme**. Er ließ durch seine Frau notieren:

*Vor ungefähr acht Tagen habe ich entdeckt, dass Schwefel bei der Verbrennung keineswegs Gewicht verliert, sondern im Gegenteil Gewicht gewinnt. Das gleiche tritt beim Phosphor auf: Die Gewichtszunahme stammt aus einer beträchtlichen Menge Luft, die während der Verbrennung fixiert wird und die sich mit den Dämpfen verbindet. Diese Entdeckung hat mich zu der Annahme geführt, dass das, was man bei der Verbrennung von Schwefel und Phosphor beobachtet, auch bei allen anderen Körpern auftreten könnte, deren Gewicht bei der Verbrennung zunimmt.*

### **Anekdotisches**

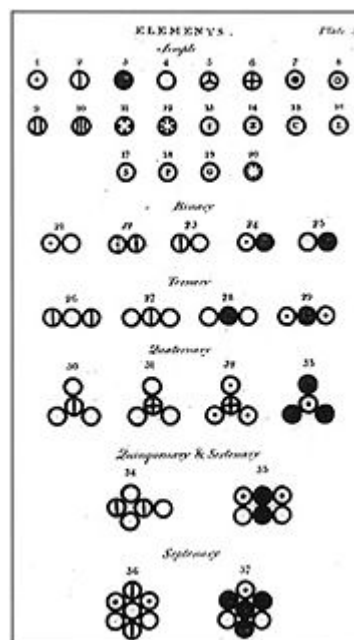
*Folgendes ist eine unbestätigte Legende: Als Lavoisier zum Tode durch die Guillotine verurteilt wurde, entschied er sich, sein Leben mit einem Experiment zu beenden: Nachdem ihm der Kopf abgeschlagen wurde, wollte er versuchen so oft wie möglich mit den Augen zu blinzeln, bevor er das Bewusstsein verliert, um anderen zu zeigen, wie lange ein Mensch nach einer Enthauptung noch lebe. Lavoisier blinzelte elf Mal. (Quelle: Motion Mountain - Christoph Schiller, kostenloses Physikbuch)*

# John Dalton



Sein bedeutendster Beitrag dürfte sein 1808 veröffentlichtes Buch „A New System Of Chemical Philosophy“ sein. Er legte in diesem seine Atomhypothese dar, welche das **Atom als kleinste Einheit** der Materie definiert. Er legte fest, dass es so viele **Atome** wie **Elemente** gibt und diese sich voneinander **unterschieden**: „Elemente bestehen aus für das jeweilige Element charakteristischen, in sich gleichen und unteilbaren Teilchen, den Atomen“.

Dalton stellte fest (und das war der markanteste Unterschied zum demokritischen Atommodell), dass die Atome sich durch ihre **Masse** unterscheiden. Nach Dalton können Atome miteinander **vereinigt** (= Synthese) oder vereinigte Atome wieder voneinander **getrennt** (= Analyse) werden.



## Joseph Lussac



1802 formulierte er das sog. Gesetz von Gay-Lussac, nach dem sich ein **Gas** gleichmäßig mit **steigender Temperatur ausdehnt**, wenn der Druck konstant bleibt. Ein anderes von ihm 1808 aufgestelltes Gesetz besagt, dass die Volumina mehrerer miteinander reagierender Gase in einem einfachen **ganzzahligen Verhältnis** zueinander stehen. Zusammen mit Louis Jacques Thénard und Humphry Davy entdeckte er 1808 das Element **Bor**.

Am 24. August 1804 unternahm er, zusammen mit Jean-Baptiste Biot, einen wagemutigen Flug im **Wasserstoffballon** und erreichte eine Höhe von 4.000 m. Bei dieser Gelegenheit untersuchten beide das Erdmagnetfeld. Am 16. September unternahm er, diesmal allein, eine zweite Ballonfahrt. Er nahm **Luftproben** in verschiedenen Höhen und stieg bis auf 21.600 Pariser Fuß empor, das entspricht 7.017 m. Die Analyse der Proben gemeinsam mit Alexander von Humboldt ergab, dass der Sauerstoffgehalt der Luft sich mit der Höhe nicht ändert (nach heutigen Erkenntnissen **falsch**, er ändert sich!).



## Amedeo Avogadro



Avogadro war der Wegbereiter der modernen **Elektrochemie**. Er bearbeitete den Zusammenhang der elektrochemischen Spannungsreihe, zur spezifischen Wärme von Gasen und Atomvolumina. Sein Ziel war es, die chemischen Eigenschaften der **Verbindungen** durch **physikalische Eigenschaften** zu beschreiben. 1811 veröffentlichte er seine Hypothese, dass gleiche Volumina verschiedener idealer Gase bei gleicher Temperatur

und gleichem Druck die **gleiche Anzahl** von Teilchen (Moleküle) enthalten (siehe auch Avogadro'sches Gesetz, Avogadro-Konstante). Das führte Avogadro zu der Erkenntnis führte, dass die Elemente Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff als **zweiatomige Moleküle** in der Natur vorliegen.

Der **Mondkrater** Avogadro wurde nach ihm benannt.

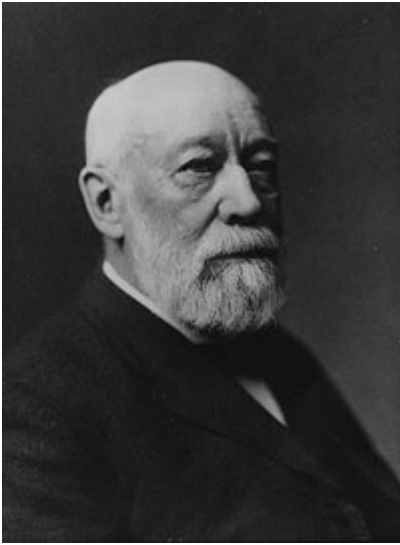
## Friedrich Wöhler



Wöhler gilt als Pionier der **organischen** Chemie wegen seiner Synthese von Oxalsäure durch Hydrolyse von Dicyan 1824 und von Harnstoff aus Ammoniumcyanat im Jahre 1828. Diese Synthesen eröffneten das Feld der **Biochemie**, da zum ersten Mal Stoffe, die bisher nur von lebenden Organismen bekannt waren aus „**unbelebter**“ Materie **künstlich erzeugt** werden konnten. Die Oxalsäuresynthese fand lange keine Beachtung. Im Jahr seiner

Harnstoffsynthese wurde Wöhler Professor. Zusammen mit seinem Freund Justus Liebig in Gießen begründete Wöhler um 1830 die Radikaltheorie, mit der die große Vielfalt organisch-chemischer Verbindungen erstmals systematisch erklärt werden konnte.

## John Hyatt



Mit vielen Erfindungen hielt er hunderte Patente. Z.B.: das Patent für die Zelluloseherstellung. Wegen ihrer Transparenz wurde die **Zellulose** (auch Zellhorn) zum wichtigsten Trägermaterial fotografischer **Filme**. Nach einer Ausbildung zum Drucker in Illinois gründete Hyatt in Albany eine Firma zur Herstellung von **Billardkugeln**. Er experimentierte mit verschiedenen Werkstoffen um ein **Ersatzmaterial** für das teure **Elfenbein**

zu finden und entdeckte, dass die Zugabe von Campher und Alkohol unter geringer Hitze und Druck die spröde Nitrozellulose auflöst und das Material gefügiger macht. Nitrozellulose, auch Schießbaumwolle genannt, wird hergestellt, indem man Baumwollfasern mit Salpetersäure und Schwefelsäure tränkt und so das natürliche Polymer (Kettenmolekül) Zellstoff aus den Pflanzenwänden löst. Je nachdem, wie viel Kampfer dieser Nitrozellulose beigegeben wird, ist der entstandene **Kunststoff** hart wie Horn oder weich wie Rohgummi und lässt sich durch Erwärmen verformen. Hyatt hatte damit den ersten **thermoplastischen** (bei bestimmten Temperaturen verformbar) **Kunststoff** erfunden. Anfangs knallte es wegen der engen Verwandtschaft zur Schießbaumwolle (und deren hohem Anteil) beim Billardspielen mit Zellulosekugeln noch ab und zu so heftig, dass am Pooltisch stehende Cowboys zu ihren Colts griffen.

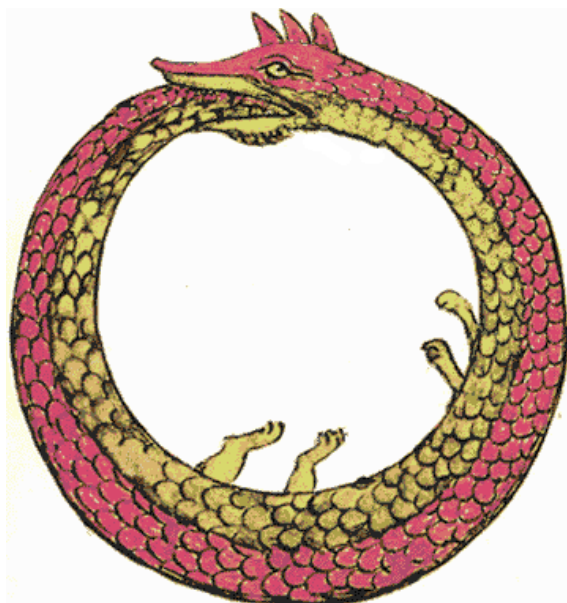
## August Kekulé



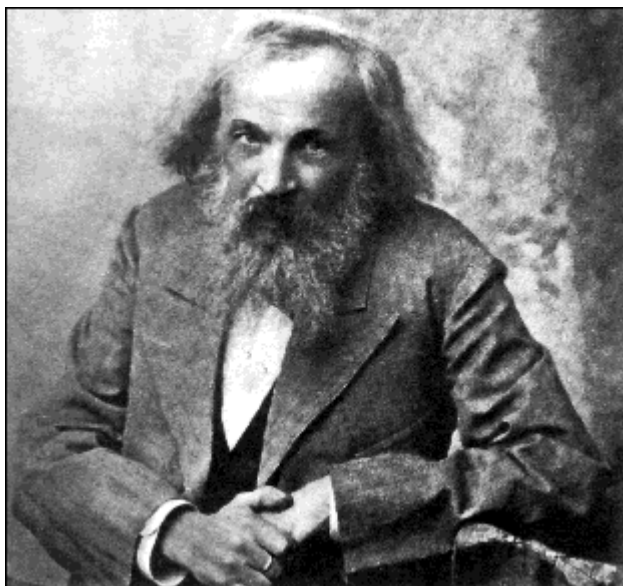
Vor Kekulé's Theorie gab es nur vage Vorstellungen, wie die **Atome** in einem **Molekül** miteinander verknüpft sind. Viele Chemiker zu seiner Zeit dachten, dass die Strukturen von Molekülen nicht erkennbar sein konnten, da Reaktionen ja die Struktur unvorhersagbar verändern würden. Kekulé untersuchte verschiedene **Kohlenstoffverbindungen**, insbesondere **Benzol**. Schon im Jahre 1858 postulierte Kekulé: Kohlenstoffatome können sich zu **Ketten** in beliebiger Länge und Komplexität verbinden. Benzol blieb jedoch eine offene Frage. Kekulé berichtete 1890 von

einem Wachtraum. In der Nacht seiner Entdeckung im Winter 1861 sei er an seinem Schreibtisch gesessen und habe im **Halbschlaf** das Funkenspiel des Kaminfeuers betrachtet. Mit einem Male, so erzählte er, hätte ein Traum die lang gesuchte Lösung gebracht: Er habe die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome vor seinen Augen tanzen gesehen.

In diesem Traum sei ihm das alte, alchemistische Symbol der **Ourobourosschlange** erschienen, deren Kopf in den eigenen Schwanz beißt. 1865 stellte er die **Benzol-Theorie** auf, mit der er die bis dahin rätselhafte Struktur des **Benzols** als einen aus sechs Kohlenstoff-Atomen bestehenden symmetrischen **Ring** erklärte.



# Dimitri Mendelejew



Am 6. März 1869 veröffentlichte er das **Periodensystem der Elemente** (PSE) unter dem Titel **Die Abhängigkeit der chemischen Eigenschaften der Elemente vom Atomgewicht**. Dabei wurden die damals bekannten 63 Elemente ansteigend nach der **Atommasse** in sieben **Gruppen** mit ähnlichen Eigenschaften angeordnet. Lothar Meyer veröffentlichte wenige

Monate später eine fast identische Tabelle. Mendelejew konnte mit seinem System 1871 die Eigenschaften der bis dahin noch unbekannt Elemente (**Gallium**), **Scandium** und **Germanium voraussagen**. Nur wenige Jahre später wurden seine **Thesen** als richtig bestätigt.

Reihen	Gruppe I. R <sup>2</sup> O	Gruppe II. RO	Gruppe III. R <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Gruppe IV. RH <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	Gruppe V. RH <sup>3</sup> R <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	Gruppe VI. RH <sup>2</sup> RO <sup>3</sup>	Gruppe VII. RH R <sup>2</sup> O <sup>7</sup>	Gruppe VIII. RO <sup>4</sup>
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

# Humphry Davy



Davy war ein herausragender Chemiker in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Als einer der ersten verwendete er elektrischen **Strom für chemische Experimente**. Durch **Elektrolyse** (Zerlegung mit Strom) geschmolzener Alkalien gelang es ihm, die Elemente Natrium, Kalium, Barium, Strontium, Calcium und Magnesium darzustellen. Davy gehört damit zu den **Wegbereitern der modernen Elektrochemie**. Außerdem schuf er die chemischen Voraussetzungen für die spätere **Fotografie**. Er entdeckte u. a. das lichtempfindliche Silbersalz, das Silberiodid. Zu seinen wichtigsten technischen Erfindungen gehörte eine zum Anzeigen von Schlagwetter im Bergbau benutzte **Grubenlampe** (Davysche Sicherheitslampe); er befasste sich auch mit elektrisch betriebenen Lampen: 1802 leitete er Strom durch einen **Platinfaden**, brachte diesen zum Glühen und 1809 entwickelte er eine erste **Bogenlampe**.

## Robert Bunsen



Nach sieben Jahren brach Bunsen 1859 die Zusammenarbeit mit Roscoe ab und arbeitete zusammen mit **Kirchhoff** über die **Spektralanalyse** (Zerlegung des Lichtes) chemischer Elemente. Mit Hilfe der **Spektroskopie** konnten bei der Erhitzung chemischer Substanzen in **Flammen** die charakteristischen Spektrallinien untersucht werden. Zu diesem Zweck perfektionierte Bunsen einen besonderen **Gasbrenner**, der zuvor durch Michael Faraday erfunden worden war und später den Namen Bunsens erhalten sollte, er ist auch Heute noch als

**Bunsenbrenner** bekannt.

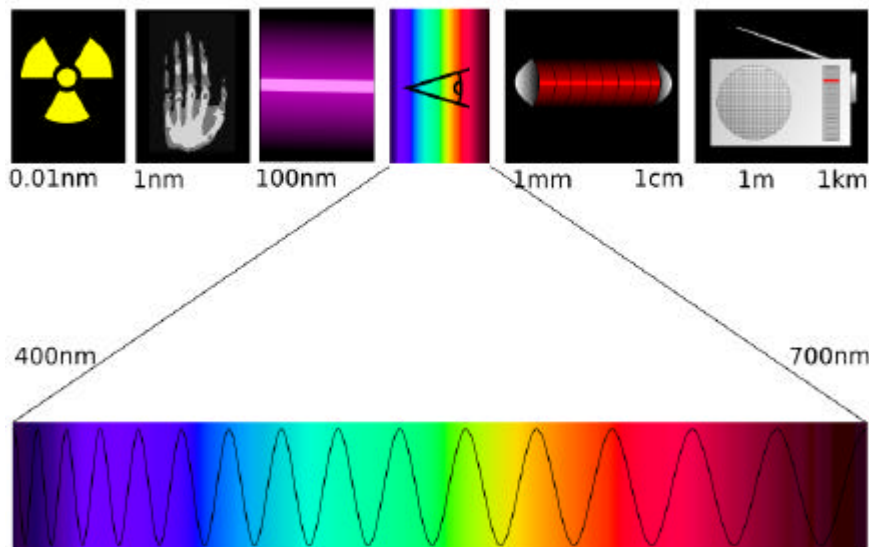


# Robert Kirchhoff



Kirchhoff hat auch zusammen mit Robert **Wilhelm Bunsen** das **Caesium** und das **Rubidium** entdeckt. In der Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien wurde am 10. Mai 1861 über diese Entdeckungen mit Hilfe der **Spektralanalyse** informiert. Durch ihre Studien wurde es zudem möglich die Fraunhoferlinie zu erklären und somit eine der wesentlichsten Grundlagen für die moderne **Astronomie** zu legen. Das kirchhoffsche

Strahlungsgesetz besagt: Materie gleich welcher Art sendet bei **Erhitzung** eine kontinuierliche **Strahlung** aus, die je nach der Temperatur **unsichtbar** oder **sichtbar** ist. Diese Strahlung nennt man Temperatur- oder Wärmestrahlung.



## Joseph Thomson



Durch Untersuchung der **Kathodenstrahlung** gelang Thomson 1897 der experimentelle Nachweis für die von George Johnstone Stoney bereits 1874 vorhergesagte Existenz des **Elektrons**. Dies war die erste Entdeckung eines subatomaren Teilchens. (Teile des Atoms) Darauf basierend entwickelte er das Thomsonsche Atommodell (auch „Rosinenkuchen-“ oder „Plumpudding-Modell“), wonach die sehr kleinen Elektronen im

Inneren der Atome eingebettet seien wie **Rosinen** in einem Kuchenteig. Dieses Modell wurde jedoch später von Ernest **Rutherford** widerlegt (Rutherfordscher Streuversuch) und durch dessen Rutherfordsches Atommodell eines konzentrierten Kerns positiver Ladung, umgeben von einer Hülle negativer Ladungen, ersetzt. 1906 konnte Thomson zeigen, dass die **Hülle** des **Wasserstoffatoms** genau ein **Elektron** enthält.

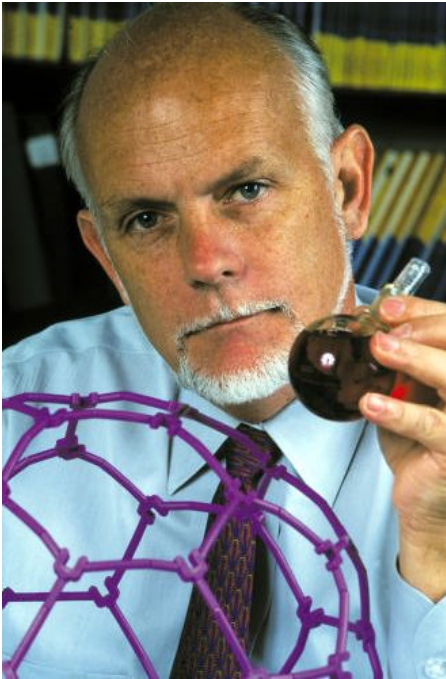
## Ernest Rutherford



1902 stellte er die Hypothese auf, dass chemische Elemente durch **radioaktiven Zerfall** in Elemente mit niedrigerer Ordnungszahl übergehen. Er teilte 1903 die **Radioaktivität** in **Alphastrahlung**, **Betastrahlung** sowie **Gammastrahlung** nach der positiven, negativen oder neutralen Ablenkung der Strahlenteilchen in einem Magnetfeld auf und führte den Begriff der **Halbwertszeit** (Abnahme der Strahlung um die Hälfte) ein. Diese Arbeit wurde 1908 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet. Sein bekanntester Beitrag zur

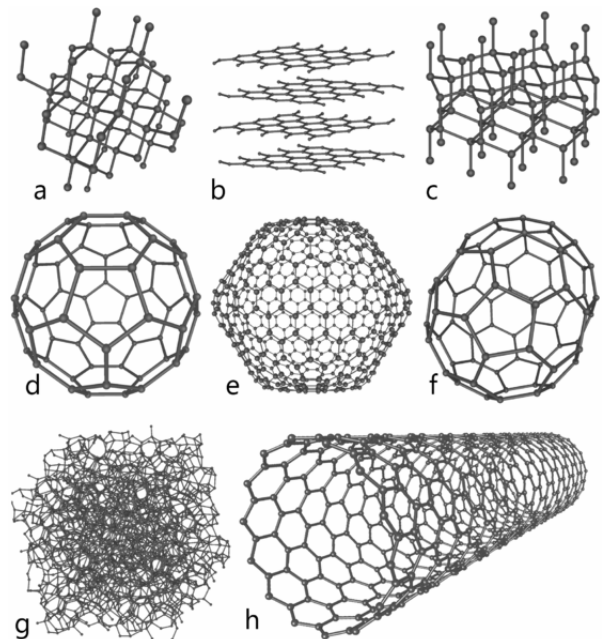
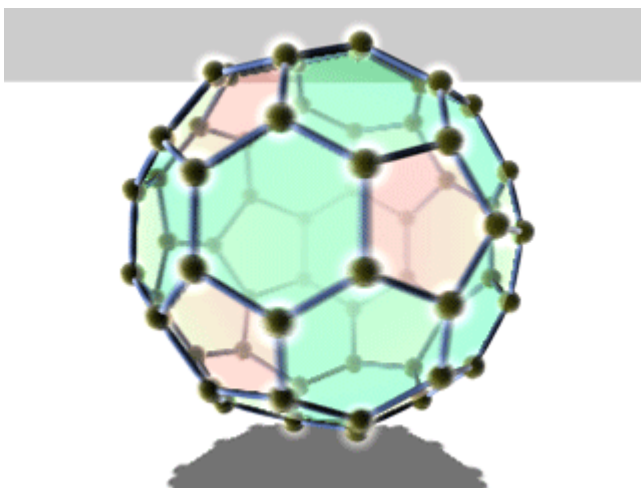
Atomphysik ist das Rutherford'sche Atommodell, das er 1911 aus seinen Streuversuchen von Alphateilchen an **Goldfolie** ableitete. Rutherford **widerlegte das Atommodell von Thomson**, der noch von einer gleichmäßigen Masseverteilung ausgegangen war. Sir Ernest Rutherford auf dem neuseeländischen 100-Dollar-Schein. Danach war er der Erste, der experimentell nachwies (1919), dass durch Bestrahlung mit Alphateilchen ein Atomkern (in seinem Falle Stickstoff) in einen anderen (in seinem Falle in das nächst schwere Element Sauerstoff) umgewandelt werden kann. Bei diesen Experimenten **entdeckte er das Proton**.

## Richard Smalley



Smalley war Professor an der Rice University in Houston, Texas. 1996 wurde Smalley, einer der Pioniere auf dem Feld der **Nanotechnologie**, zusammen mit Robert F. Curl und Harold Kroto für die Entdeckung der **Fullerene** mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet. Alle **Fullerene** sind aus **Kohlenstoffatomen** aufgebaut, die sich zu fünfgliedrigen und zu sechsgliedrigen Ringen zusammenschließen. Gewürdigt wurden die drei Forscher für die Entdeckung einer neuen Form des Elementes **Kohlenstoff**. Wegen der Ähnlichkeit mit den

**Kuppelbauten** des Architekten Richard Buckminster Fuller gaben sie dem Molekül den Namen Buckminsterfulleren, das in der Kurzform später auch «bucky balls» genannt wurde.



# Henri Becquerel



1896 experimentierte er mit der Phosphoreszenz von Uransalzen. Nachdem er einige Präparate in einem dunklen Raum abgelegt und darauf eine **Fotoplatte** gelegt hatte, bemerkte er, dass die Platte geschwärzt wurde, obwohl kein Licht einfallen konnte. Dies war ein Hinweis darauf, dass eine **Strahlung** existiert, die nicht zum Spektrum des sichtbaren Lichts gehört. Ähnliche Eigenschaften weisen auch die kurz vorher entdeckten **Röntgenstrahlen**

und die Kathodenstrahlen auf. Henri Becquerel hatte mit diesem Versuch die **Radioaktivität** entdeckt. 1900 wies er bei weiteren Forschungen nach, dass die aus dem Atomkern entweichenden schnellen Elektronen ( $\beta$ -Strahlung) magnetisch ablenkbar sind. 1903 teilte sich Becquerel den Nobelpreis für Physik mit den französischen Physikern **Pierre Curie und Marie Curie** für ihre Arbeit zur Radioaktivität.



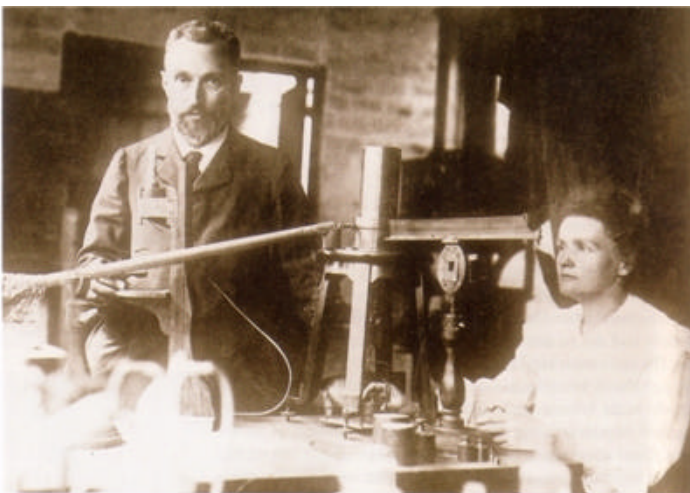
# Marie Curie



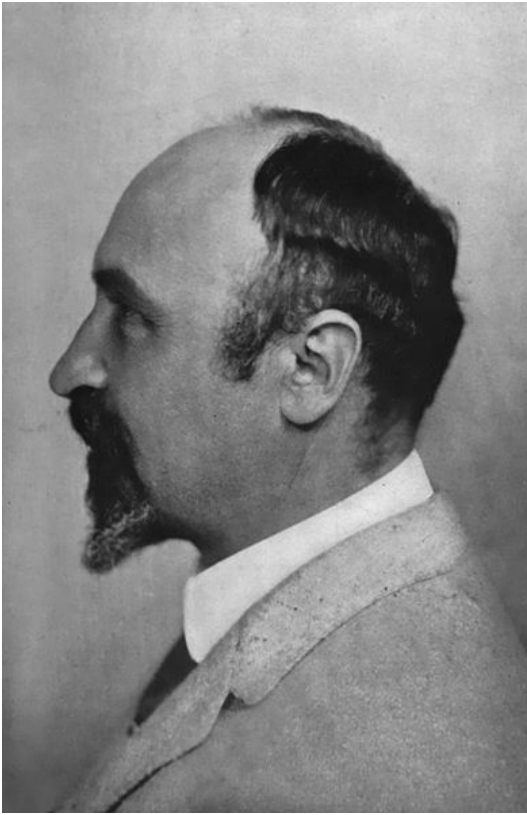
Eine erste Veröffentlichung hatte die magnetischen Eigenschaften von **Stahl** bei verschiedenen Temperaturen zum Inhalt. Basierend auf den Arbeiten ihres Mannes Pierre Curie wird die Temperatur, bei der Stahl seine magnetischen Eigenschaften verliert, als Curie-Punkt bezeichnet. Im Dezember 1897 beginnt sie mit theoretischen Arbeiten zum Studium der vom **Uran** ausgesandten **Strahlung**, die kurz vorher von Henri Becquerel entdeckt wurde. Sie baute auf Techniken auf, die von ihrem Gatten entwickelt worden waren. Angewandt wurden

sie auf ein **uranreiches Mineral**, die Pechblende. Sie wies nach, dass die ausgesandte Strahlung direkt vom Gehalt an Uran abhängig und von äußeren Einflüssen (Temperatur, Druck etc) unabhängig war. Am 4. Juli 1934 starb Marie Curie an **Leukämie** hervorgerufenen durch die Strahlenbelastung.

(Links: Marie Curie und ihr Mann Pierre Curie, rechts: Indische Briefmarke zu Ehren von Marie Curie)



## Leo Baekeland



Baekeland entwickelte in den Jahren 1905–1907 den ersten **Massenkunststoff Bakelite**. Die Rechte eines von ihm entwickelten **Fotopapiers** (Velox) (eine Papiersorte für schnelles Entwickeln von Fotos bei Kunstlicht) verkaufte er 1899 für eine Million Dollar an die Firma Eastman Kodak.

Es wurde und wird eingesetzt zur Herstellung von Haushalts- und Küchengegenständen (etwa Griffe für Pfannen und Kochtöpfe), Telefonen, , Ziergegenständen, Modeschmuck, Waffen (Beschlüge), Büroartikeln, Lichtschalter- und Steckdosen-Gehäusen.

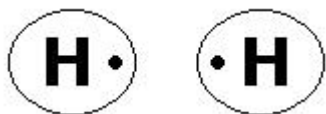


# Gilbert Lewis



Seine Forschungen auf dem Gebiet der Valenzen (Verbindungsmöglichkeiten) eines Atoms und seiner **Elektronenhülle** schufen die Grundlagen für das Verständnis chemischer Bindungen. Mit der **Lewisschreibweise** (nach Gilbert Newton Lewis), auch Lewis-Formel genannt, ist es möglich, **Atombindungen** in Molekülen **einfacher darzustellen**.

## Wasserstoffatome mit ihren Valenzelektronen (Außenelektronen)

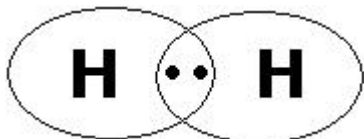


$2\text{H} = 2$  Atome Wasserstoff

In der Lewisschreibweise wird dies in Form von  $\text{H}\cdot\cdot\text{H}$

dargestellt. Das Symbol des Elements aus dem Periodensystem stellt das Atom dar, ein Punkt jeweils ein Valenzelektron.

## Wasserstoffmolekül



$\text{H}_2 =$  ein Molekül Wasserstoff

In der LEWIS-Formel wird dieses Wasserstoffmolekül als  $\text{H}\cdot\cdot\text{H}$  (amerikanische Schreibweise)

dargestellt. Um die **Schreibweise** weiter zu vereinfachen, werden zwei beieinander liegende Elektronen, ein Elektronenpaar, zu einem Strich – verbunden:

$\text{H}-\text{H}$  (europäische Schreibweise)