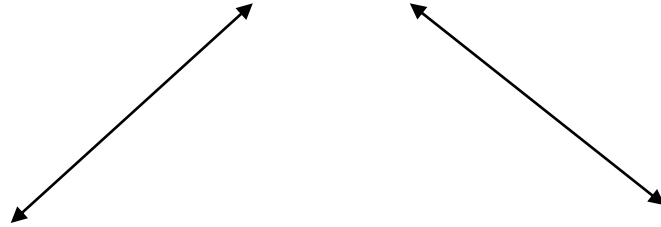


technologický postup
jde dělat v malém nebo ve velkém
jde to tvarovat, obrábět, leštit?
kompaktní nebo pórovitá struktura
kontrolora kvality
bezpečnost

zpracování

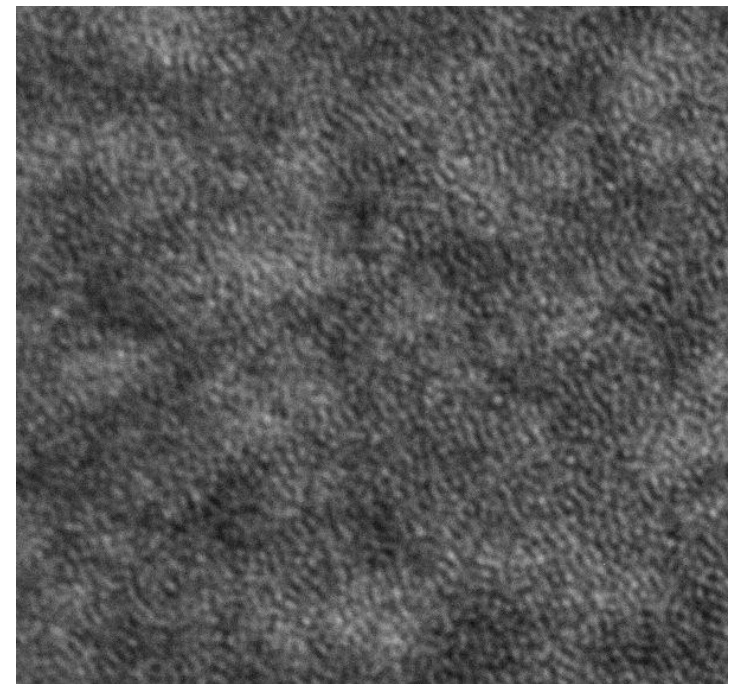
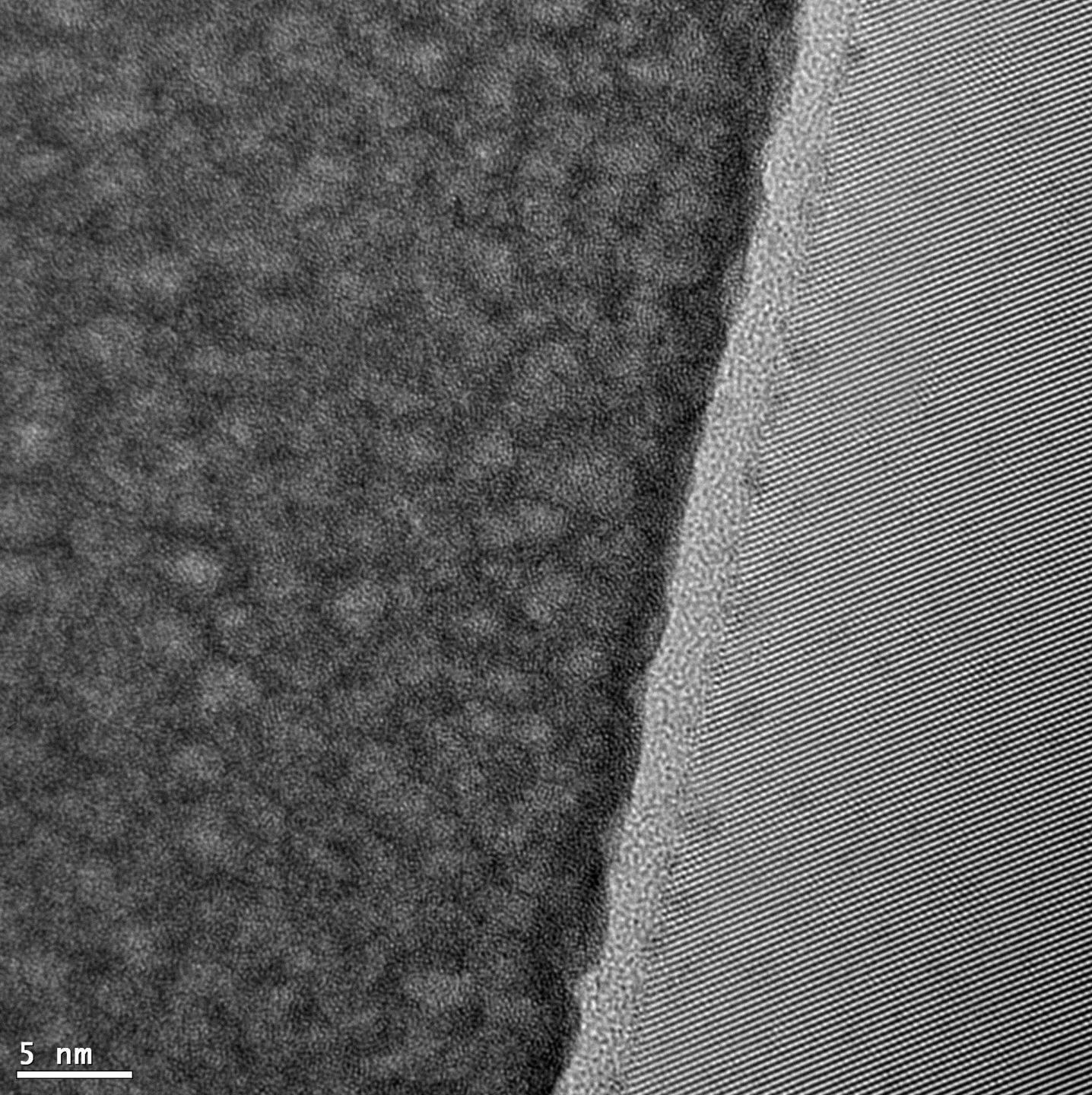


vlastnosti

vodivé nebo nevodivé
tuhé nebo měkké
roztažné nebo neroztažné
houževnaté nebo křehké

složení a struktura

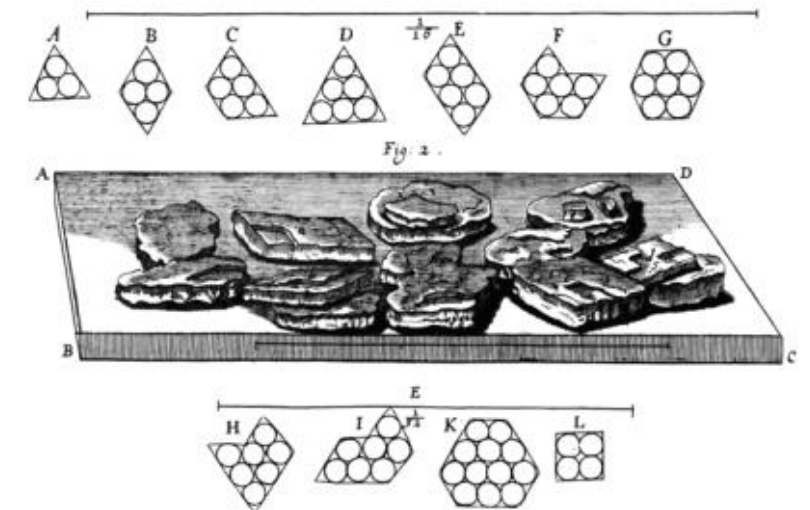
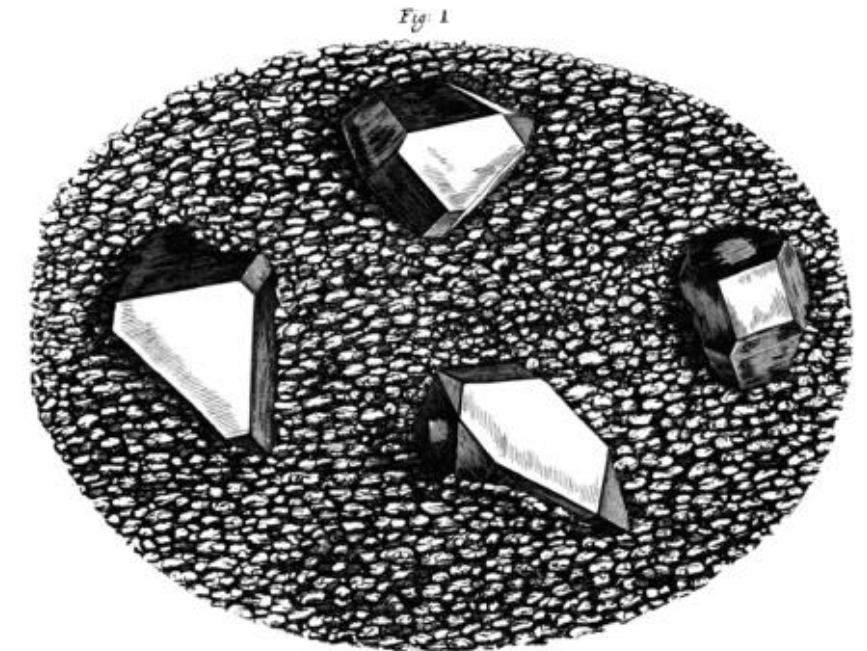
z jakých atomů je látka tvořena
jak jsou uspořádány
jakým způsobem drží pospolu
kompaktní nebo pórovitá struktura



Robert Hooke [FRS](#) ([/hʊk/](#); 28 July [O.S. 18 July] 1635 – 3 March 1703) was an English [scientist](#) and architect, a [polymath](#), recently called "England's [Leonardo](#)",^[2] who, using a microscope, was the first to visualize a microorganism.^[3] As an assistant to physical scientist [Robert Boyle](#), Hooke built the vacuum pumps used in Boyle's experiments on [gas law](#), and himself conducted experiments. In 1673, Hooke built the earliest [Gregorian telescope](#), and then he observed the rotations of the planets [Mars](#) and [Jupiter](#). Hooke's 1665 book [Micrographia](#) spurred microscopic investigations.

Пřevzato z wikipedie

Sir Colin Humphreys explained the drawings as follows:
This is an engraving of 4 crystals of different shapes at the top. Underneath this there are sketches by Hooke of different shaped crystals with spheres inside, showing how different arrangements of spheres can give rise to the crystal shapes. It seems to me that Hooke would not have made these drawings unless he thought the crystals contained such spheres inside them, and he surely must have been thinking that these spheres were atoms.
 (You can listen to the full discussion about the history of microscopy on <https://www.bbc.co.uk/programmes/b03jdy3p>

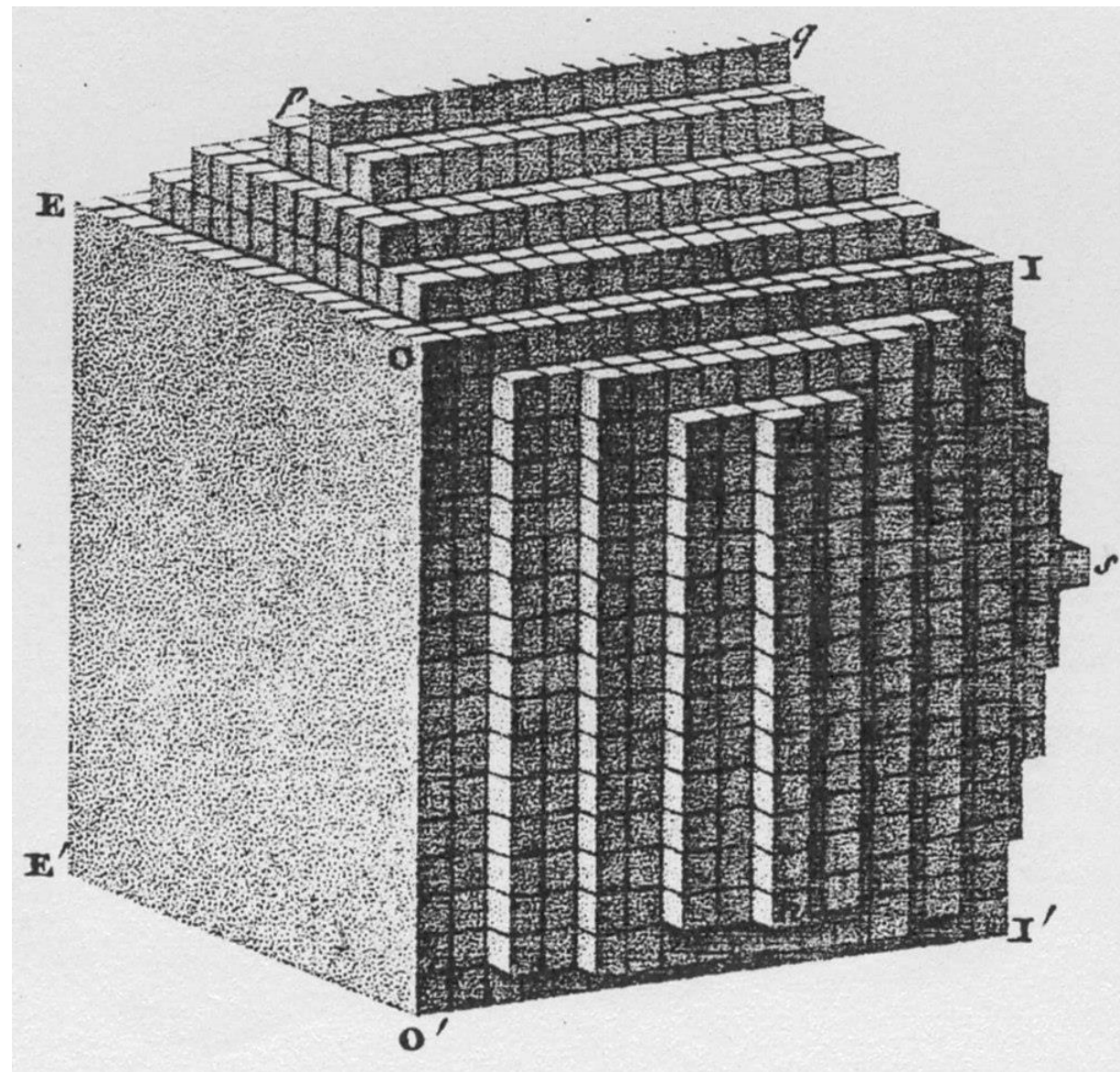


An illustration of crystals from Robert Hooke's *Micrographia* (1665)

René Just Haüy [*rené žyst auy*] ([28. února 1743 Saint-Just-en-Chaussée](#) – [3. června 1822 Paříž](#)), známý též jako **Abbé Haüy**, byl francouzský mineralog. Založil pařížské [Musée de minéralogie](#). Jeho bratr [Valentin Haüy](#) byl zakladatelem první školy pro slepce. Jeho jménem je také pojmenován minerál [haüy](#). René Just Haüy bývá nazýván otcem moderní [krystalografie](#).^[1] Je také jedním ze [72 významných mužů](#), jejichž jméno je zapsáno na [Eiffelově věži](#) v Paříži.

Haüy nejdříve studoval [botaniku](#), ale po nehodě se začal zajímat o jiné odvětví [přírodních věd](#) – [mineralogii](#). Podle legendy mu vypadl kus [kalcitu](#) a rozbil se na menší kostky, což vedlo Haüya k vyslovení teze o periodicitě [krystalových](#) struktur. Tento objev a formulace matematické teorie v *Traité de minéralogie* posunulo autora ve společenském žebříčku.

Převzato z wikipedie



Integrand molecules form a pentagonal dodecahedron of [pyrite](#), *Traité de minéralogie* (1801)

John Dalton [FRS](#) ([/ˈdɔːltən/](#); 6 September 1766 – 27 July 1844) was an English [chemist](#), [physicist](#), and [meteorologist](#). He is best known for introducing the [atomic theory](#) into chemistry, and for his research into [colour blindness](#), sometimes referred to as Daltonism in his honour.

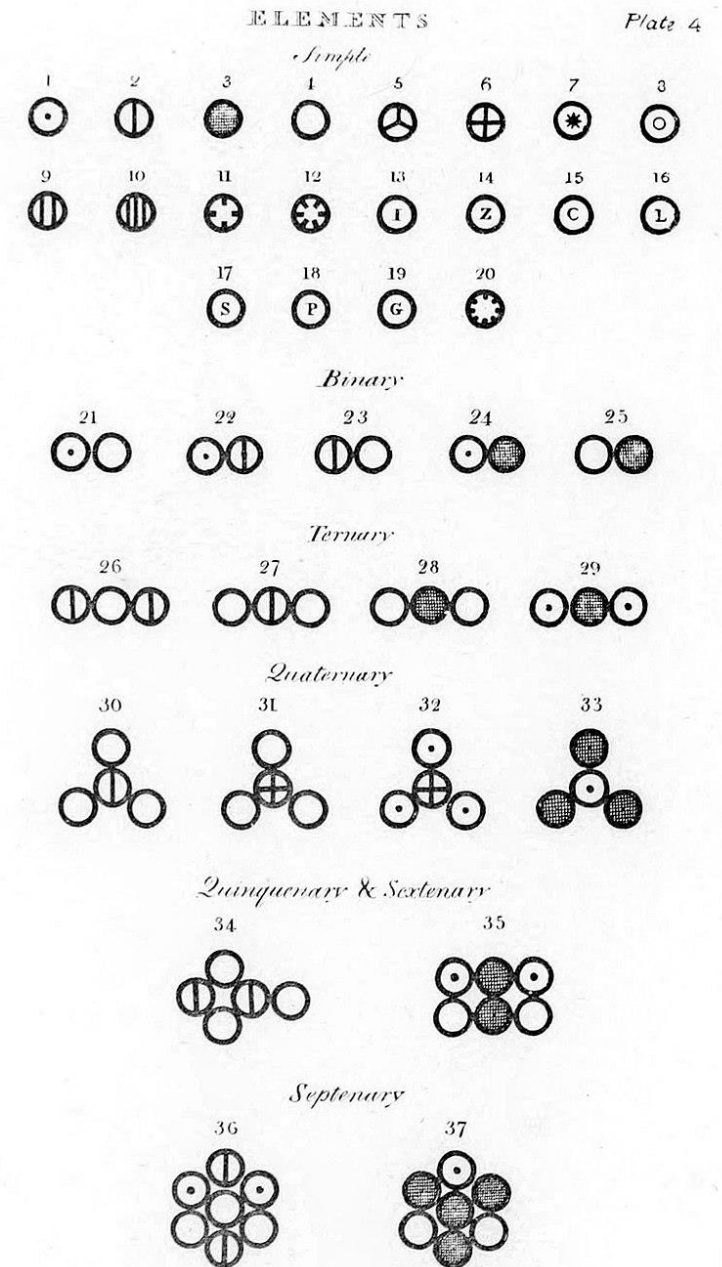
The main points of Dalton's atomic theory, as it eventually developed, are:

1. Elements are made of extremely small particles called [atoms](#).
2. Atoms of a given element are identical in size, mass and other properties; atoms of different elements differ in size, mass and other properties.
3. Atoms cannot be subdivided, created or destroyed.
4. Atoms of different elements combine in simple whole-number ratios to form [chemical compounds](#).
5. In [chemical reactions](#), atoms are combined, separated or rearranged.

Dalton published his first table of relative [atomic weights](#) containing six elements (hydrogen, oxygen, nitrogen, carbon, sulfur and phosphorus), relative to the weight of an atom of hydrogen conventionally taken as 1.^[15] Since these were only relative weights, they do not have a unit of weight attached to them. Dalton provided no indication in this paper how he had arrived at these numbers, but in his laboratory notebook, dated 6 September 1803,^[25] is a list in which he set out the relative weights of the atoms of a number of elements, derived from analysis of water, ammonia, [carbon dioxide](#), etc. by chemists of the time.

Převzato z Wikipedie

<https://www.youtube.com/watch?v=Fvw085zMOt4>



Various atoms and [molecules](#) as depicted in John Dalton's *A New System of Chemical Philosophy* (1808)

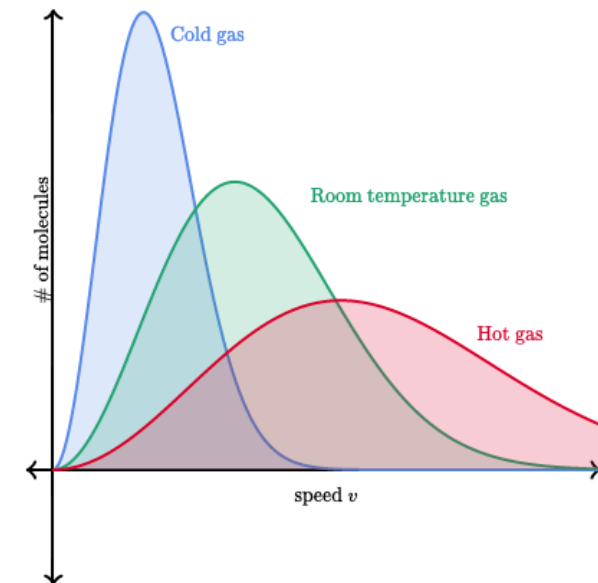
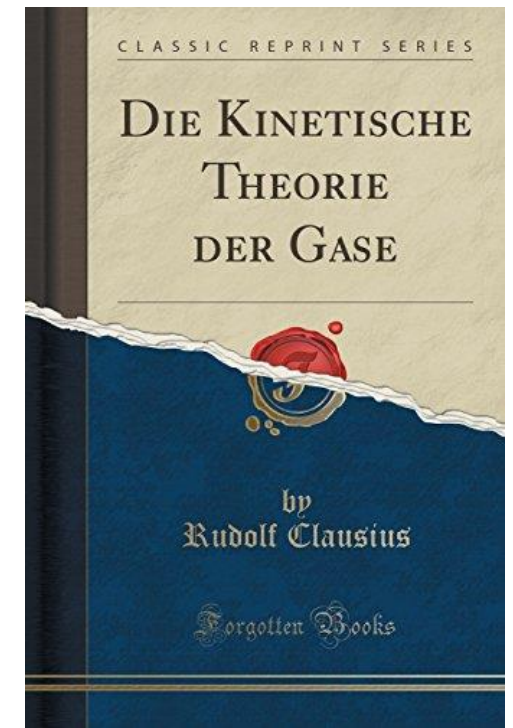
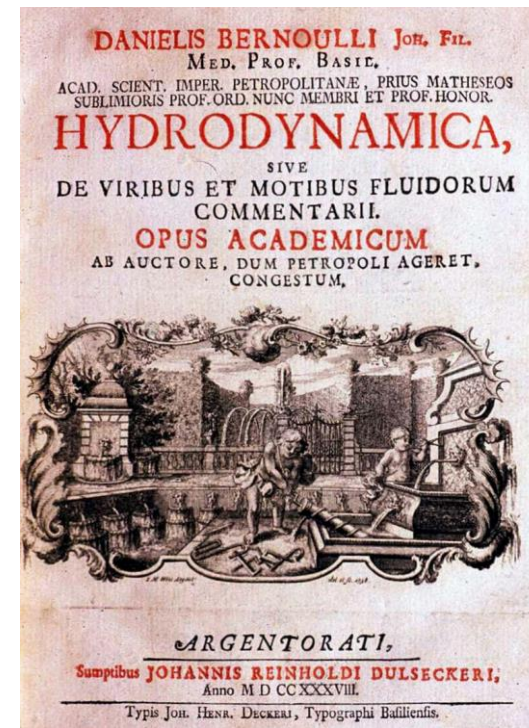
In 1738, **Daniel Bernoulli** (Bernoulli, 1738) published a model that contains the basic framework for the modern Kinetic Molecular theory. **Rudolf Clausius** furthered the model in 1857 by (among other things) introducing the concept of mean free path (Clausius, 1857). These ideas were further developed by James **Maxwell** (Maxwell, Molecules, 1873).

In its modern form, the Kinetic Molecular Theory of gasses is based on five basic postulates.

1. Gas particles obey Newton's laws of motion and travel in straight lines unless they collide with other particles or the walls of the container.
2. Gas particles are very small compared to the averages of the distances between them.
3. Molecular collisions are perfectly elastic so that kinetic energy is conserved.
4. Gas particles do not interact with other particles except through collisions. There are no attractive or repulsive forces between particles.
5. The average kinetic energy of the particles in a sample of gas is proportional to the temperature.

Qualitatively, this model predicts the form of the ideal gas law.

1. More particles means more collisions with the wall
2. Smaller volume means more frequent collisions with the wall
3. Higher molecular speeds means more frequent collisions with the walls



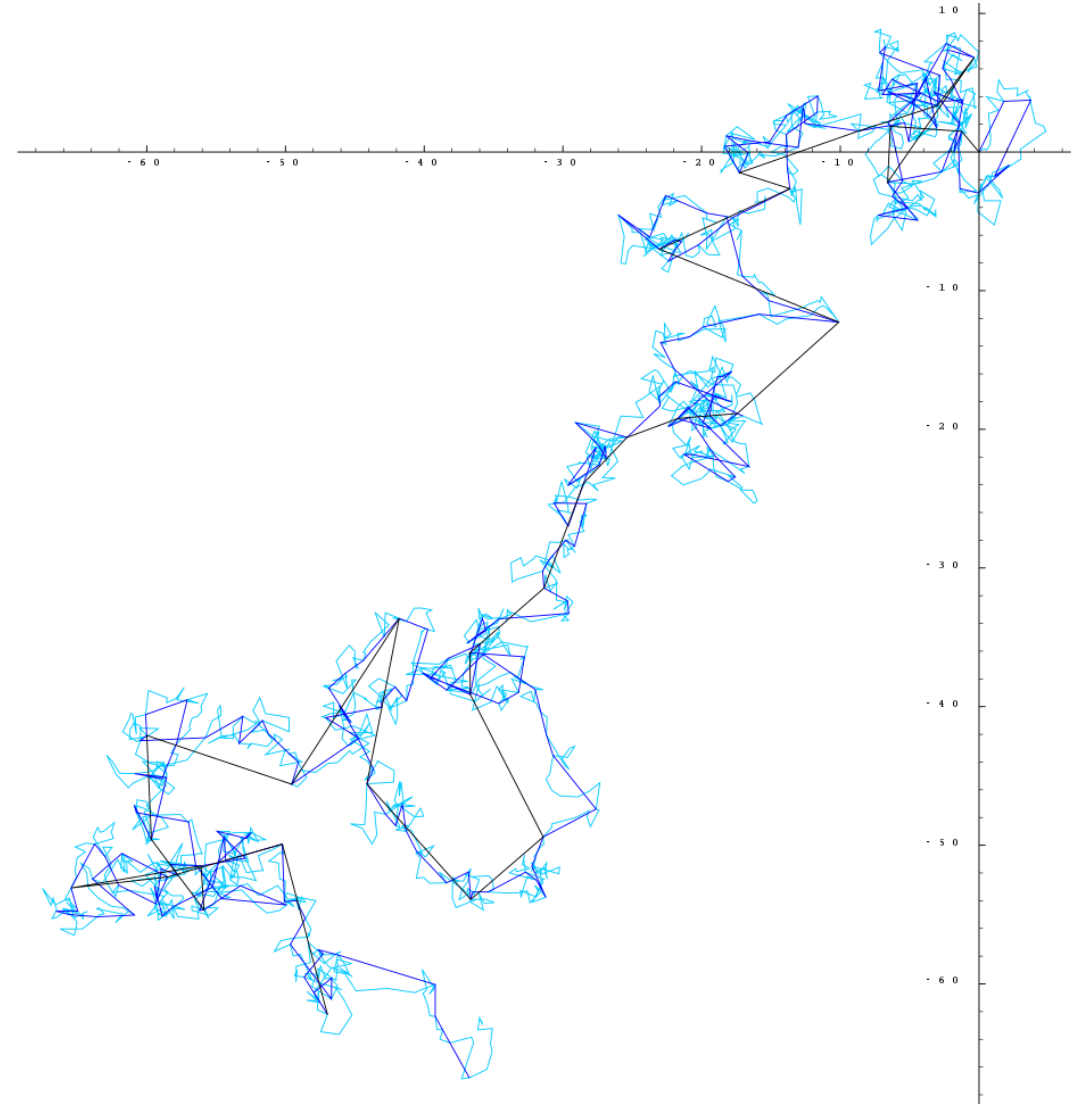
Brownův pohyb je náhodný pohyb mikroskopických částic v kapalném nebo plynném médiu. Je [limitou náhodné procházky](#). Vysvětlením Brownova pohybu je, že [molekuly](#) v [roztoku](#) se vlivem tepelného pohybu neustále srážejí, přičemž směr a síla těchto srážek jsou náhodné, díky čemuž je i okamžitá poloha částice náhodná. Rychlost Brownova pohybu je úměrná teplotě [systému](#).

Brownův pohyb poprvé zaznamenal v roce [1827](#) biolog [Robert Brown](#), když pozoroval chování [pylových](#) zrněk ve vodě. Aby vyloučil možnost, že pohyb je projevem případného života, opakoval experiment s částicemi prachu.

https://www.youtube.com/watch?v=J_uOVllsCVg

<https://www.youtube.com/watch?v=R5t-oA796to>

<https://www.youtube.com/watch?v=gPMVaAnij88>



Znázornění Brownova pohybu na záznamu polohy nahodile se pohybující částice. Zobrazení téhož pohybu nezávisle v 32, 256 a 2048 krocích je znázorněno postupně světlejšími barvami

Sir Joseph John Thomson (18. prosince 1856 – 30. srpna, 1940) byl anglický experimentální fyzik, který objevil elektron v roce 1897 při studiu elektrické vodivosti plynů, přesněji vlastností katodového záření. Za tento objev, kterým započala éra částicové fyziky, obdržel v roce 1906 Nobelovu cenu za fyziku.

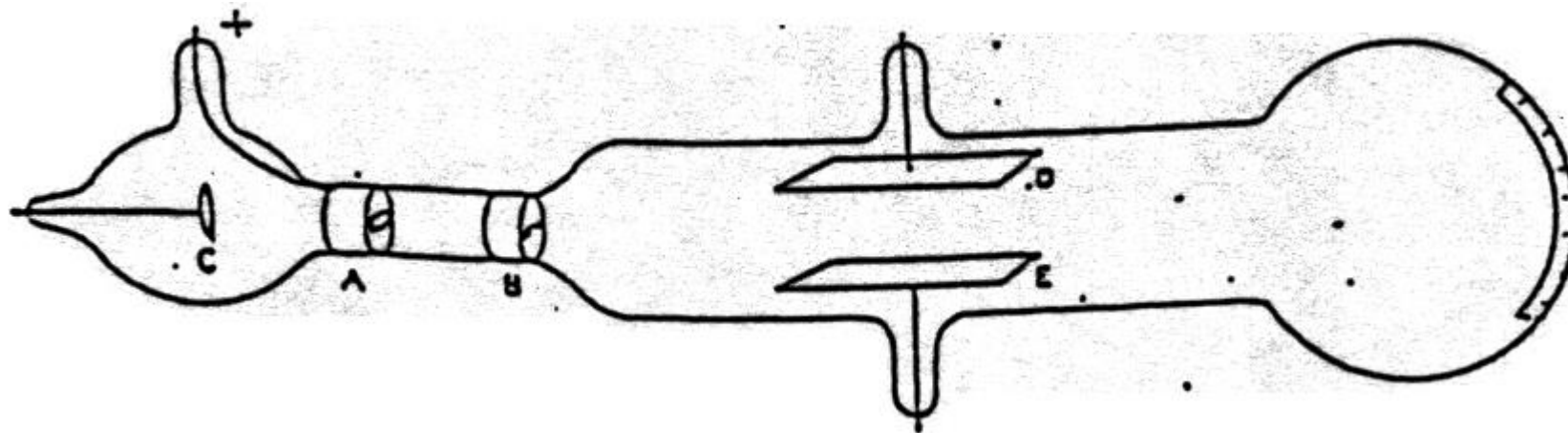
Jako ředitel Cavendishovy laboratoře na Univerzitě v Cambridge vedl či podporoval celou řadu základních experimentů, které stály u zrodu moderní fyziky na počátku 20. století. Pod jeho vedením pracovala řada pozdějších držitelů Nobelových cen (např. Ernest Rutherford či Francis William Aston) a v letech 1906–1907 také český fyzik František Závěška. Thomsonův syn, George Paget Thomson, získal též Nobelovu cenu za fyziku v roce 1937. Zajímavostí a také trochu ironií moderní fyziky je, že George Thomson, na rozdíl od svého otce, který prokázal existenci elektronu jako nové částice, obdržel Nobelovu cenu za výzkum vlnových vlastností elektronu při difrakci elektronů na krystalech (viz též Dualita částice a vlnění).

Zdroj Wikipedie

https://www.youtube.com/watch?v=B_Z4IIIGIsU

<https://www.youtube.com/watch?v=Rb6MguN0Uj4>

<https://www.youtube.com/watch?v=O9Goyscbazk>

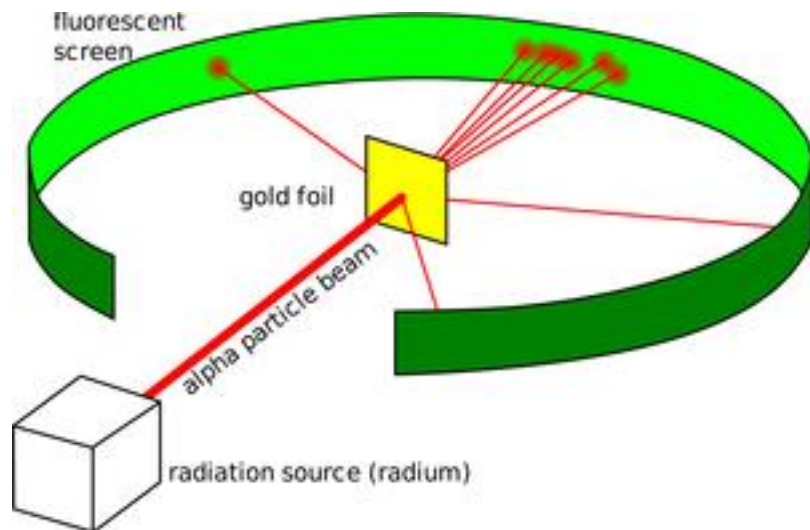


Thomson's illustration of the Crookes tube by which he observed the deflection of cathode rays by an electric field (and later measured their mass-to-charge ratio). Cathode rays were emitted from the cathode C, passed through slits A (the anode) and B (grounded), then through the electric field generated between plates D and E, finally impacting the surface at the far end.

Ernest Rutherford, FRS ([30. srpna 1871](#), [Brightwater, Nový Zéland](#) – [19. října 1937](#), [Cambridge Spojené království](#)) byl britský [fyzik novozélandského](#) původu. Bývá považován za zakladatele [jaderné fyziky](#). Zkoumal [radioaktivní](#) rozpad [chemických prvků](#), navrhl koncept [poločasu rozpadu](#) a záření vzniklá rozpadem prvků rozdělil na α , β a γ . Při vývoji zařízení, které by umožňovalo detekovat záření, zjistil, že [atom](#) není homogenní koule, ale že jeho struktura odpovídá tzv. [planetárnímu modelu](#). Za svůj objev a objevení radioaktivity obdržel v roce [1908 Nobelovu cenu](#) za [chemii](#), „za výzkum rozpadu prvků a chemii radioaktivních látek“.^[2]

V roce [1919](#) se mu povedlo jako prvnímu přeměnit jadernou reakcí prvek na jiný prvek ([dusík](#) na [kyslík](#)), čímž jako první provedl [transmutaci](#) prvku na jiný.

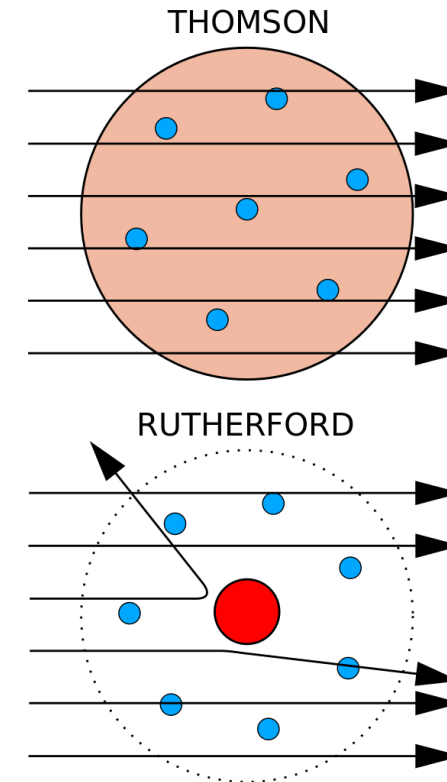
Roku 1909 spolupracoval na [Geiger-Marsdenově experimentu](#), kterým byla prokázána existence malého [atomového jádra](#). Při interpretaci tohoto experimentu Rutherford formuloval [planetární \(Rutherfordův\) model atomu](#). zdroj Wikipedie



<https://www.youtube.com/watch?v=dRwDwB5BaLY>

<https://www.tdwscience.com/discovery-of-the-nucleus--rutherford-s-g>

<https://www.youtube.com/watch?v=XBqHkraf8iE>

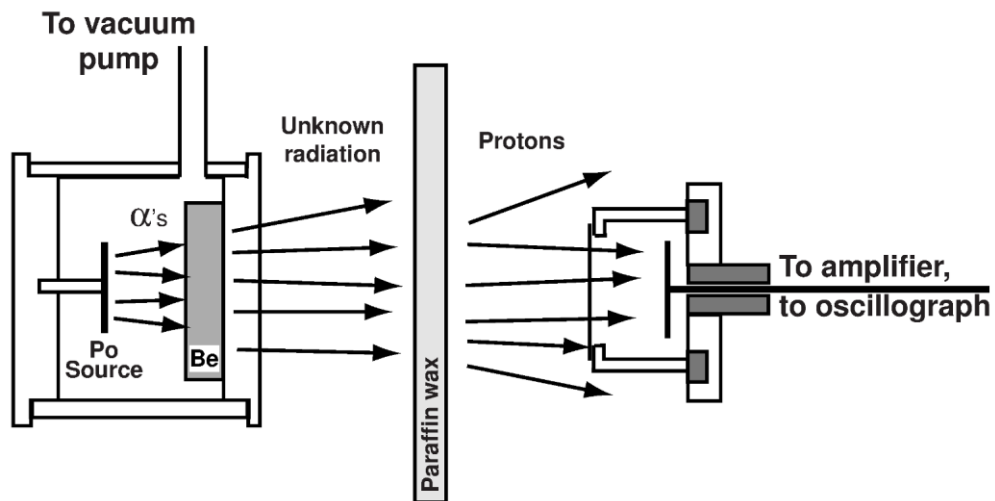
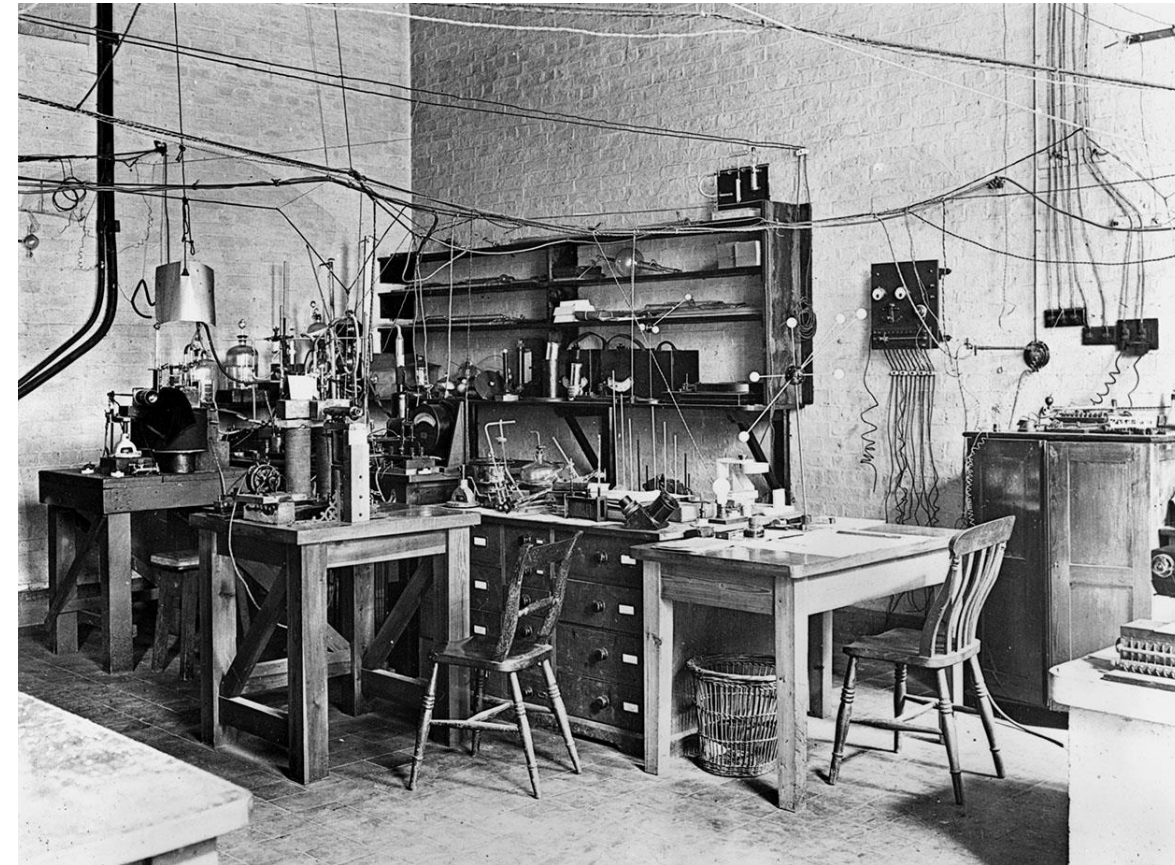


James Chadwick se narodil 20. října 1891 v [Bollingtonu](#) a studoval na univerzitě v [Manchesteru](#) a [Cambridge](#). V roce 1913 odešel do [Německa](#), kde pracoval s [Hansem Geigerem](#) na Technické univerzitě v Berlíně. Po válce se Chadwick vrátil do Cambridge, kde pracoval v Cavendishových laboratořích s [Ernestem Rutherfordem](#) na výzkumu vyzařování [gama záření](#) z radioaktivních materiálů. Studovali též transmutaci prvků při ostřelování [částicemi alfa](#) a podstatu jader atomů. V roce 1932 při ostřelování jader [berylia](#) alfa částicemi objevil částici v jádře, která byla nazvána [neutron](#), protože neměla elektrický náboj. Na rozdíl od [heliových](#) jader (alfa částic), které mají kladný náboj a jsou proto odpuzovány elektrickými silami v okolí jádra, tato nová částice procházela touto elektrickou bariérou bez potíží. Chadwick tak připravil cestu pro štěpení jader a vznik atomové bomby. Za tento důležitý objev mu byla v roce 1932 udělena [Hughes Medal](#) Královské společnosti a následně v roce 1935 [Nobelova cena za fyziku](#).

zdroj Wikipedie

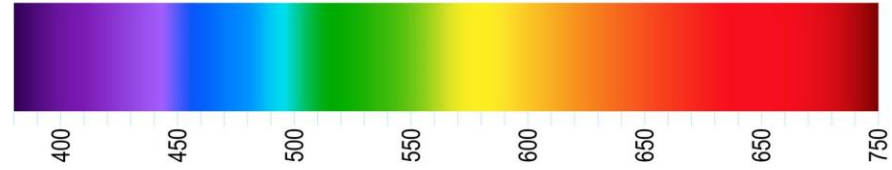
<https://www.tdwsience.com/atomic-structure--discovery-of-the-neutr>

<https://www.youtube.com/watch?v=2bNdMzbluzw>

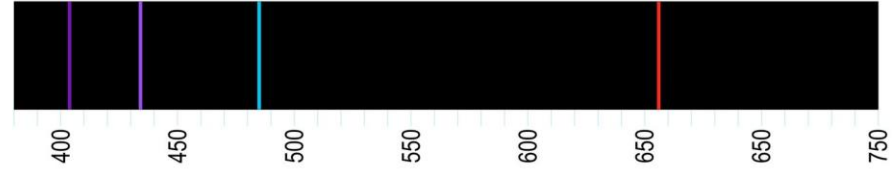


Spektrum vodíku, velká záhada klasické fyziky

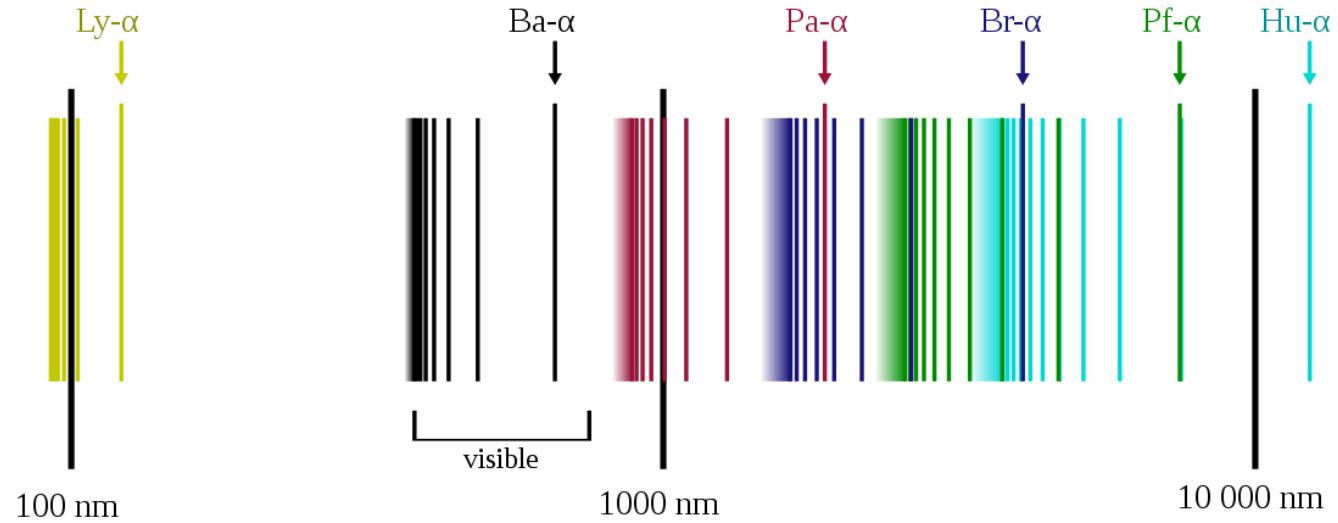
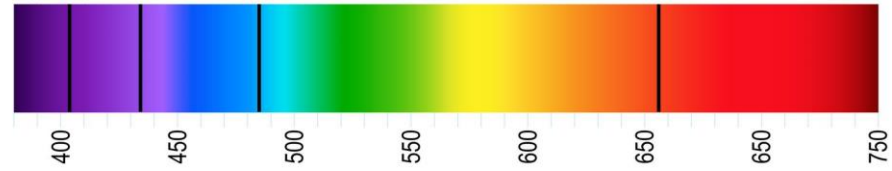
Continuous spectrum



Hydrogen Emission spectrum



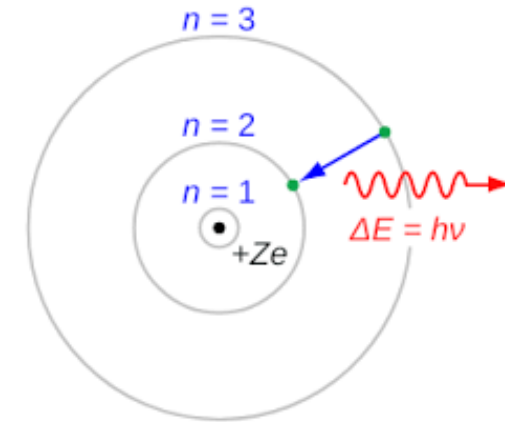
Hydrogen Absorption spectrum



Niels Henrik David Bohr (Danish: [\[ˈnɛls ˈpøə\]](#); 7 October 1885 – 18 November 1962) was a Danish [physicist](#) who made foundational contributions to understanding [atomic structure](#) and [quantum theory](#), for which he received the [Nobel Prize in Physics](#) in 1922. Bohr was also a [philosopher](#) and a promoter of scientific research.

Bohr developed the [Bohr model](#) of the [atom](#), in which he proposed that energy levels of [electrons](#) are discrete and that the electrons revolve in stable orbits around the [atomic nucleus](#) but can jump from one energy level (or orbit) to another. Although the Bohr model has been supplanted by other models, its underlying principles remain valid. He conceived the principle of [complementarity](#): that items could be separately analysed in terms of contradictory properties, like behaving as a [wave or a stream of particles](#). The notion of complementarity dominated Bohr's thinking in both science and philosophy.

[https://www.youtube.com/watch?v= Gt7mo8SNkA](https://www.youtube.com/watch?v=Gt7mo8SNkA)



Bohrovy postuláty:

1. Atom vodíku je tvořen pozitivně nabitým jádrem a elektronem, který kolem něho obíhá po kruhové dráze
2. Elektron může být jen v takovém stavu, na orbitě takového poloměru, že jeho moment hybnosti je celočíselný násobek $h/2\pi$
3. Záření se emituje jen tehdy, když elektron přechází ze stavu s vyšší energií do stavu s nižší energií
4. Frekvence záření je $h\nu = E_2 - E_1$

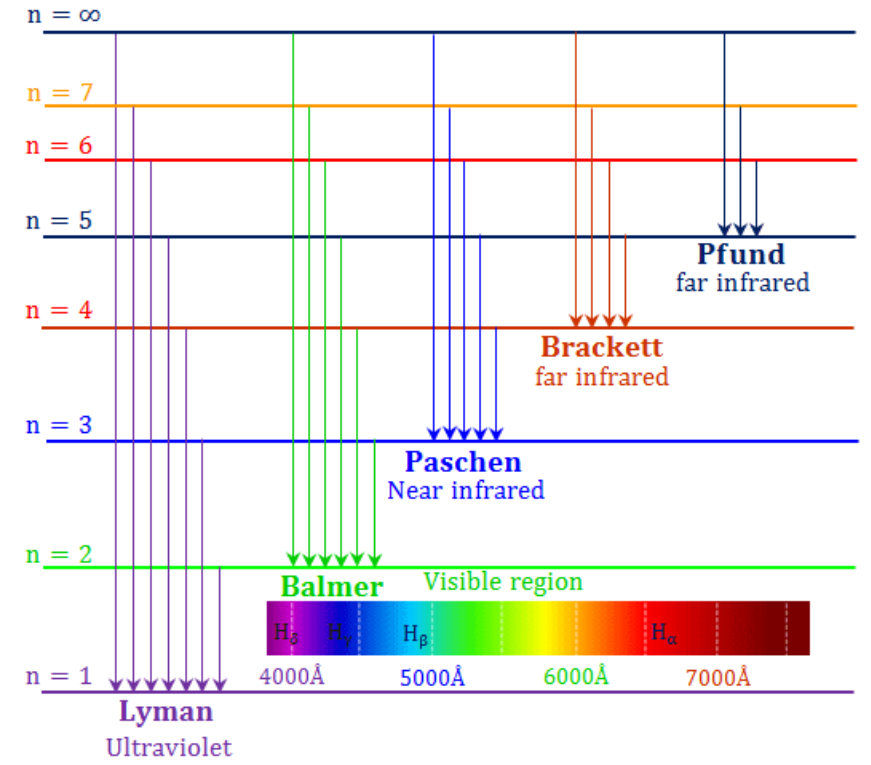
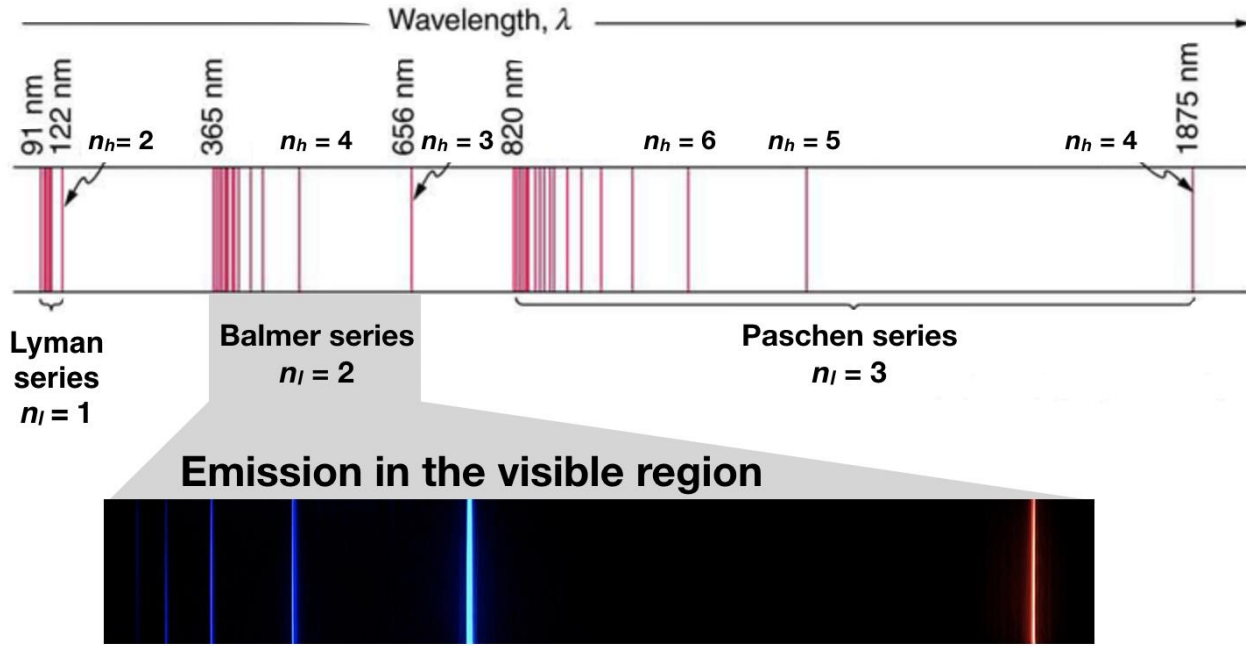
Lze z nich vyvodit, že

vzdálenost elektronu od jádra

$$r = 0.53 \times 10^{-10} n^2 \text{ [m]}$$

celková energie elektronu (kinetická + potenciální)

$$E = -13.6/n^2 \text{ [eV]}$$



Kvantová mechanika je základní [fyzikální teorie](#), která zobecnila a rozšířila [klasickou mechaniku](#), zejména na [atomové](#) a [subatomové](#) úrovni. Od klasické mechaniky se odlišuje především popisem stavu fyzikálních objektů. Stav [mikročástic](#) v kvantové mechanice není popsán jejich polohou a [hybností](#), jak je tomu v klasické mechanice, ale [vlnovou funkcí](#), obdobně jako je postupná [elektromagnetická vlna](#) popsána [harmonickou funkcí](#). Při přesně definovaných vnějších podmínkách pak lze pomocí kvantové mechaniky vypočítat pomocí [Schrödingerovy rovnice](#) vlnovou funkci v libovolném časovém okamžiku.

Čtverec absolutní hodnoty vlnové funkce udává [hustotu pravděpodobnosti](#) výskytu mikročástice. Jednodušeji lze toto říci, že se daná částice nachází v čase t na místě udaném souřadnicemi x, y, z s určitou pravděpodobností.

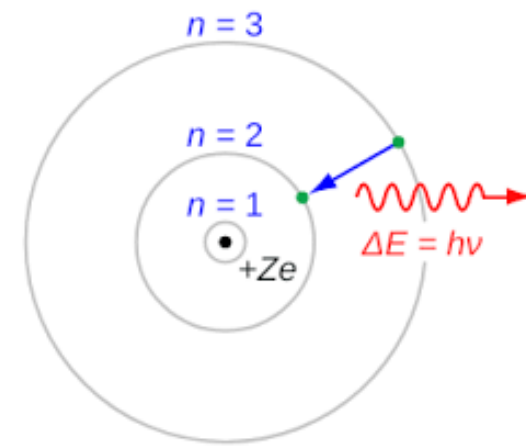
Hlavním rysem [interpretace kvantové mechaniky](#) je [pravděpodobnostní](#) popis. Dalším typickým rysem je tzv. [kvantování](#), [diskrétnost](#) a [nespojitosť](#) některých veličin, které v klasické mechanice bývají spojité.

Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger ([12. srpna 1887 Vídeň](#) – [4. ledna 1961 Vídeň](#)) byl [rakouský](#) teoretický [fyzik](#), jeden ze zakladatelů [kvantové mechaniky](#), který se proslavil především formulací nerelativistické vlnové rovnice pro popis hmotných částic, kterou na jeho počest nazýváme [Schrödingerova rovnice](#). Za tuto základní práci obdržel v roce [1933](#) společně s [Paulem Diracem](#) [Nobelovu cenu](#).



Elektron v atomu vodíku

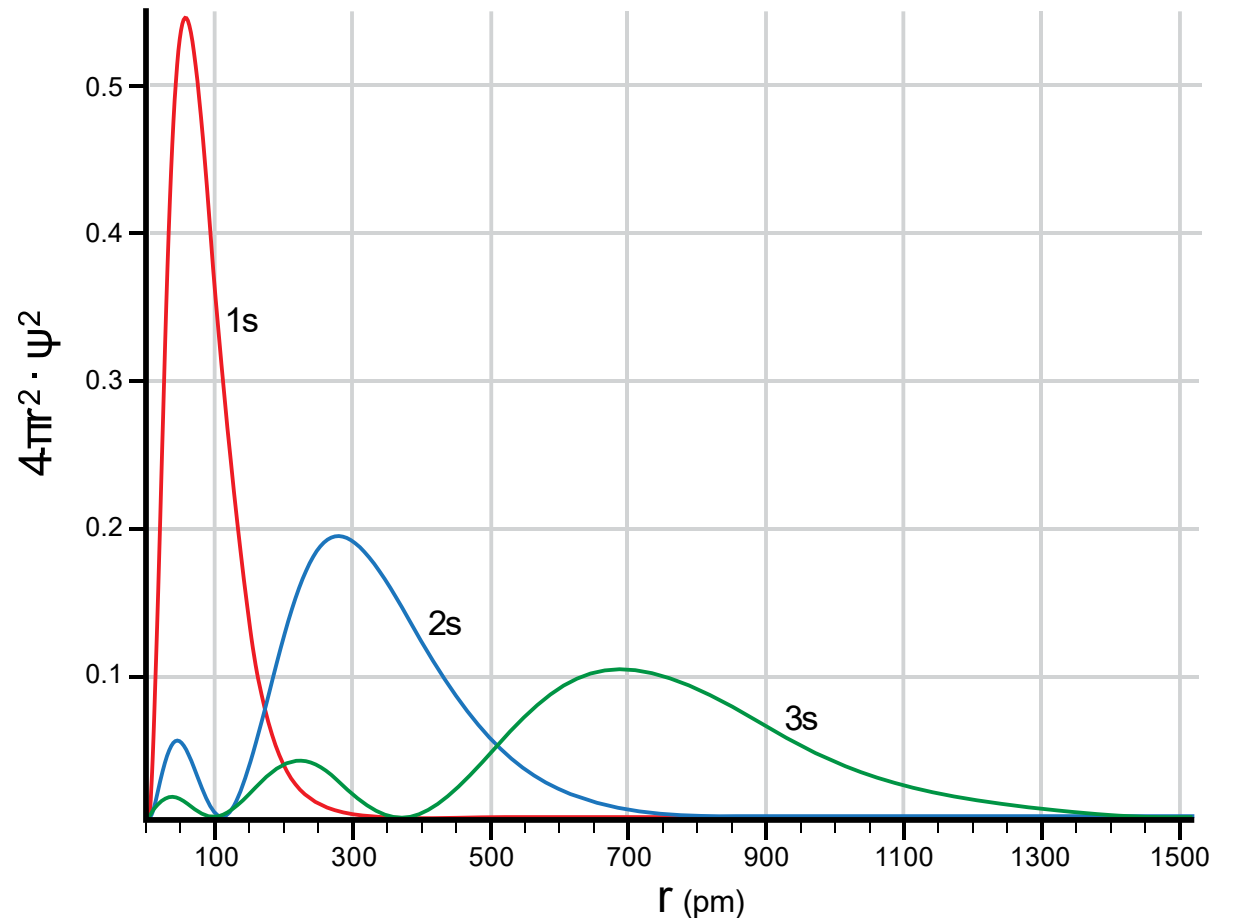
dle Bohra:
víme, v jaké vzdálenosti od jádra nalezneme
elektron s určitou energií



dle Schrödingera:
víme pravděpodobnost, s kterou nalezneme
Elektron v určitém intervalu vzdáleností od jádra

Jak vypadají plochy s největší hustotou
pravděpodobnosti nalezení elektronu?

Co když je elektronů v atomu víc? Jak se
v prostoru rozprostřou?



Jak vypadají plochy s největší hustotou pravděpodobnosti nalezení elektronu?

Jsou to vždy sféry, jako tomu bylo u Bohra?

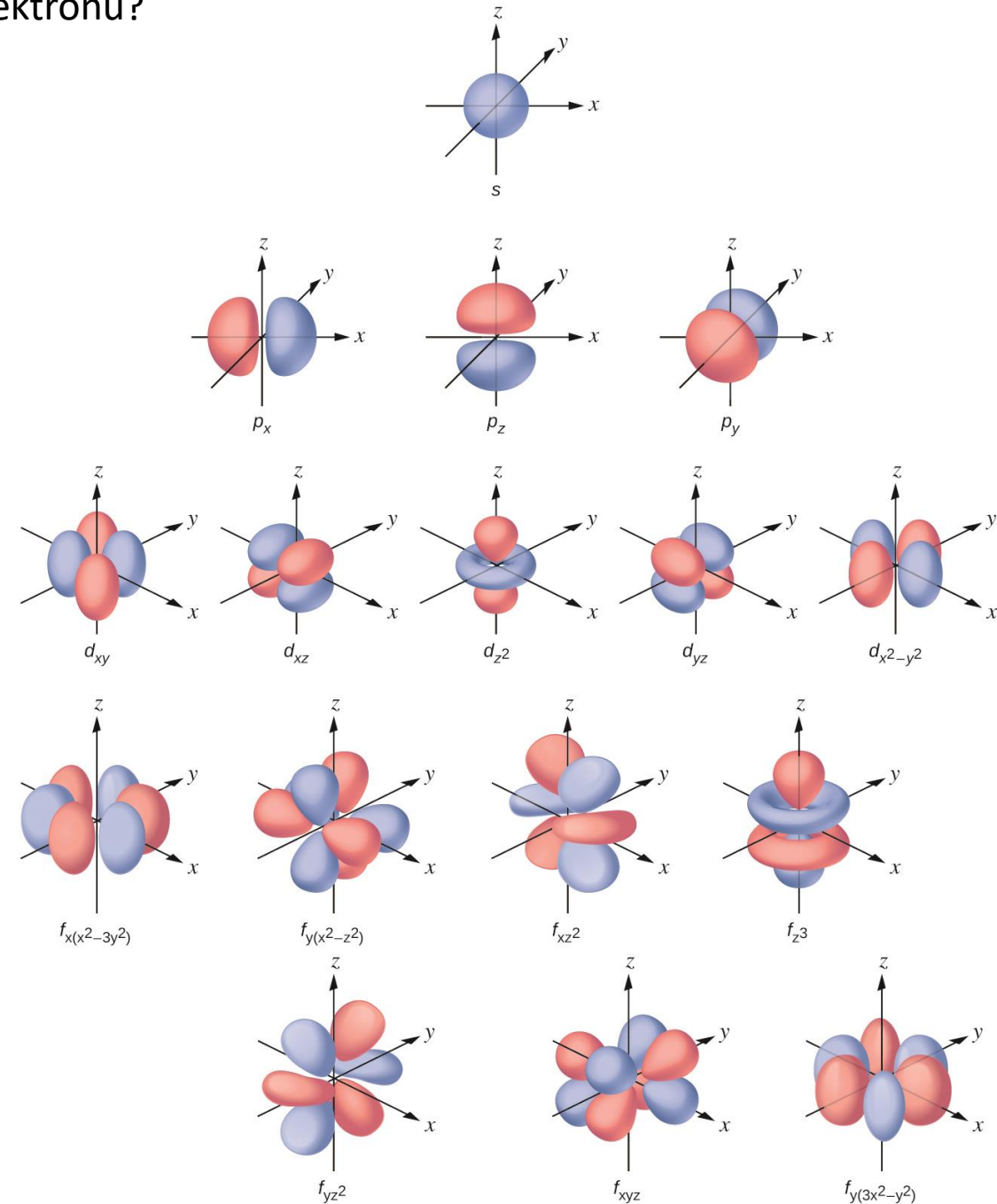
<https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-properties/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-electron-configuration/v/orbitals>

popis elektronu v atomu – 4 čísla: v jaké je slupce, jaký je tvar orbitalu, jak je orbital orientován, spin

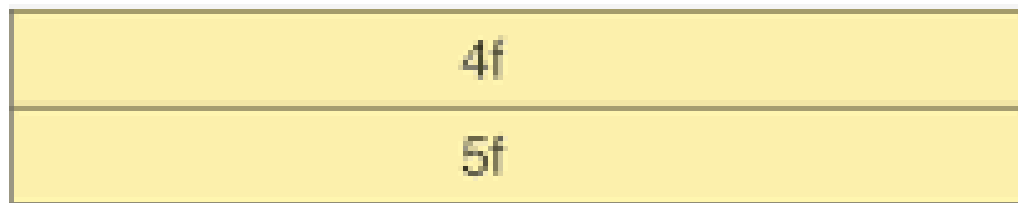
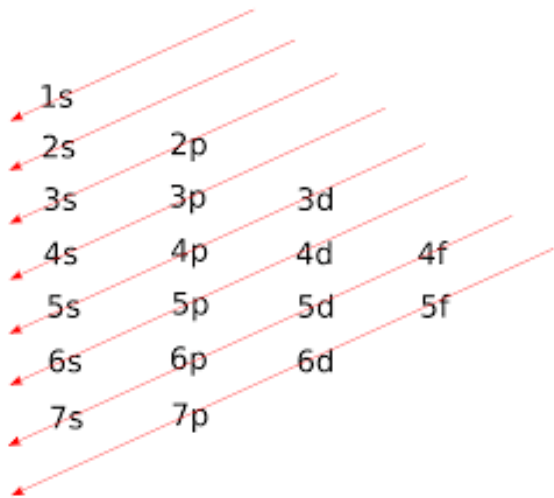
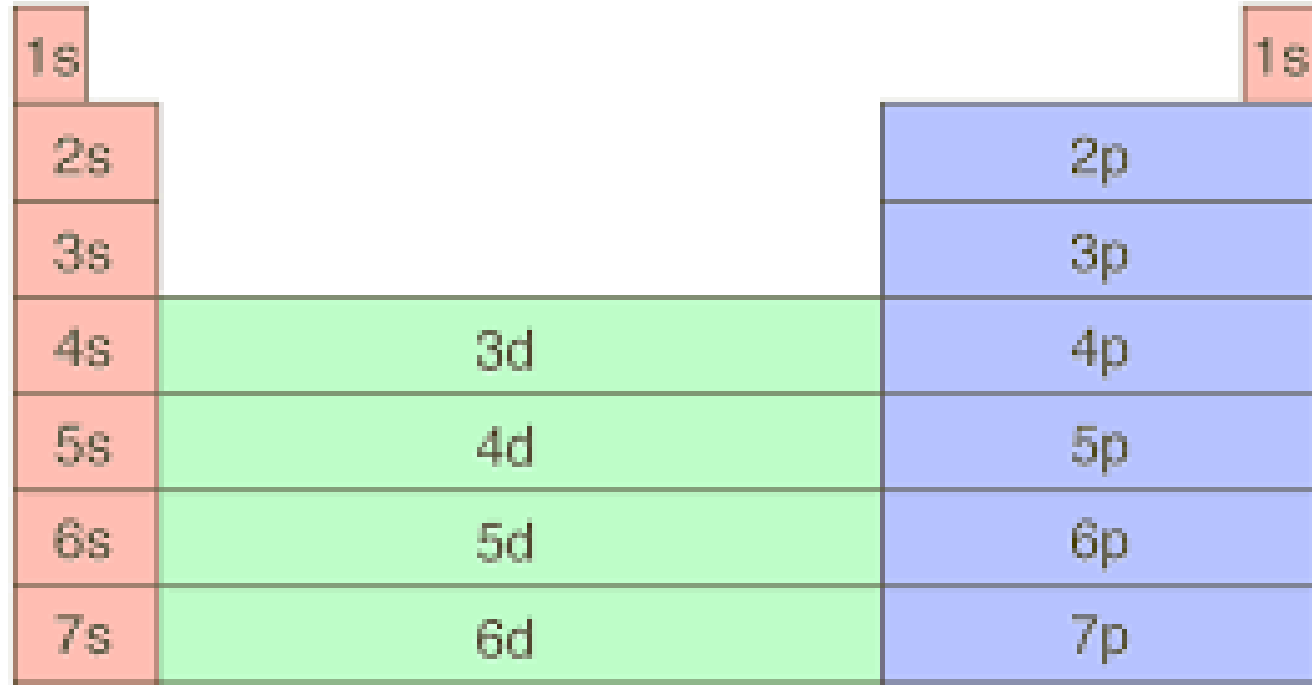
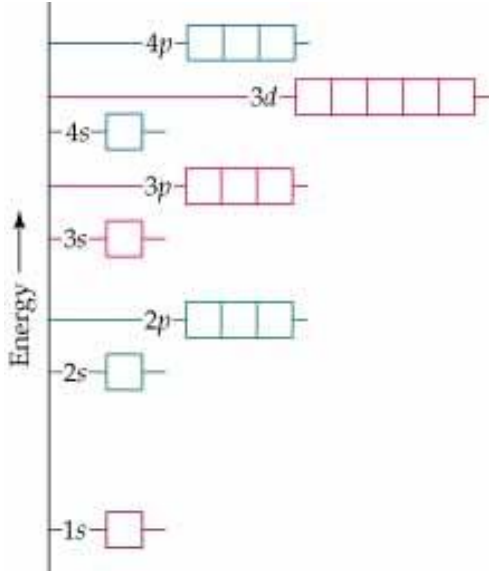
Co když je elektronů v atomu víc? Jak se v prostoru rozprostřou?

<https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-properties/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-electron-configuration/v/introduction-to-electron-configurations>

V jednom orbitalu mohou být jen dva elektrony, důsledek Pauliho vylučovacího principu.
s podslupka max. 2 elektrony
p podslupka max. 6 elektronů
d podslupka max. 10 elektronů
f podslupka max. 14 elektronů



<https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-properties/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-electron-configuration/v/the-aufbau-principle>



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

	ns		(n-2)f					(n-1)d					np							
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
b	I. A	II. A	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A					I. B	II. B	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B
c	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII.					I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A

1	1,008 2,15 1H VODÍK Hydrogenium -I, I																		4,0 2He HELIUM Helium						
2	6,94 0,95 3Li LITHIUM Lithium I	9,01 1,5 4Be BERYLLIUM Beryllium II																		10,81 2,0 5B BOR Borum III	12,01 2,6 6C UHLÍK Carboneum -IV, II, IV	14,01 3,0 7N DUSÍK Nitrogenium -III, I, II, III, IV, V	16,00 3,5 8O KYSLÍK Oxygenium -II, -I	19,00 3,9 9F FLUOR Fluorum -I	20,18 10Ne NEON Neon
3	22,99 0,9 11Na SODÍK Natrium I	24,31 1,2 12Mg HOŘČÍK Magnesium II																		26,98 1,5 13Al HLINÍK Aluminium III	28,09 1,9 14Si KŘEMÍK Silicium -IV, IV	30,97 2,1 15P FOSFOR Phosphorus -III, I, III, IV, V	32,06 2,6 16S SÍRA Sulphur -II, IV, VI	35,45 3,1 17Cl CHLOR Chlorum -I, I, III, IV, V, VI, VII	39,95 18Ar ARGON Argon
4	39,10 0,8 19K DRASLÍK Kalium I	40,08 1,0 20Ca VÁPŇÍK Calcium II	44,96 1,3 21Sc SKANDIUM Scandium III	47,88 1,6 22Ti TITAN Titanium II, III, IV	50,94 1,9 23V VANAD Vanadium II, III, IV, V	52,00 2,4 24Cr CHROM Chromium II, III, IV, VI	54,94 2,5 25Mn MANGAN Manganum II, III, IV, VI, VII	55,85 1,8 26Fe ŽELEZO Ferrum II, III, VI	58,93 1,7 27Co KOBALT Cobaltum II, III	58,70 1,8 28Ni NIKEL Niccolum I, II, III	63,55 2,0 29Cu MĚĎ Cuprum I, II, III	65,38 1,6 30Zn ZINEK Zincum II	69,72 1,6 31Ga GALLIUM Gallium I, III	72,59 2,0 32Ge GERMANIUM Germanium -IV, II, IV	74,92 2,0 33As ARZEN Arsenicum -III, III, V	78,96 2,4 34Se SELEN Selenium -II, IV, VI	79,90 2,9 35Br BROM Bromum -I, I, III, IV, V, VII	83,80 36Kr KRYPTON Krypton							
5	85,47 0,8 37Rb RUBIDIUM Rubidium I	87,62 1,0 38Sr STRONCIUM Strontium II	88,91 1,2 39Y YTTRIUM Yttrium III	91,22 1,5 40Zr ZIRKONIUM Zirconium IV	92,91 1,7 41Nb NIOB Niobium III, IV, V	95,94 2,1 42Mo MOLYBDEN Molybdaenum II, III, IV, V, VI	(97) 2,3 43Tc TECHNECIUM Technetium IV, VI, VII	101,07 2,0 44Ru RUTHENIUM Ruthenium II, III, IV, VI, VII, VIII	102,91 2,1 45Rh RHODIUM Rhodium I, III, IV	106,42 2,1 46Pd PALLADIUM Palladium II, IV	107,87 1,9 47Ag STRĚBRO Argentum I, II, III	112,41 1,7 48Cd KADMIUM Cadmium II	114,82 1,7 49In INDIUM Indium I, III	118,69 1,9 50Sn CÍN Stannum -IV, II, IV	121,75 2,1 51Sb ANTIMON Stibium -III, III, IV, V	127,60 2,1 52Te TELLUR Tellurium -II, IV, VI	126,90 2,6 53I JOD Iodum -I, I, III, V, VII	131,30 54Xe XENON Xenon							
6	132,91 0,75 55Cs CESIUM Caesium I	137,34 0,9 56Ba BARYUM Baryum II	138,91 1,2 57La LANTHAN Lanthanum III	178,49 1,4 72Hf HAFNIUM Hafnium IV	180,95 1,7 73Ta TANTAL Tantalum V	183,85 2,0 74W WOLFRAM Wolframium II, III, IV, V, VI	186,21 2,2 75Re RHENIUM Rhenium III, IV, V, VII	190,20 2,1 76Os OSMIUM Osmium II, III, IV, VI, VIII	192,22 2,1 77Ir IRIDIUM Iridium I, III, IV	195,08 2,2 78Pt PLATINA Platinum II, IV	196,97 2,3 79Au ZLATO Aurum I, III	200,59 1,8 80Hg RTUŤ Hydrargyrum I, II	204,37 1,9 81Tl THALLIUM Thallium I, III	207,20 1,8 82Pb OLOVO Plumbum II, IV	208,98 1,8 83Bi BISMUT Bismuthum III, V	(209) 2,0 84Po POLONIUM Polonium -II, II, IV, VI	(210) 2,2 85At ASTAT Astatium -I, I, III, V, VII	(222) 86Rn RADON Radon							
7	(223) 0,7 87Fr FRANCIUM Francium I	226,03 0,9 88Ra RADIUM Radium II	227,03 1,1 89Ac AKTINIUM Actinium III	(261) 104Rf Rutherfordium	(262) 105Db Dubnium	(263) 106Sg Seaborgium	(264) 107Bh Bohrium	(265) 108Hs Hassium	(266) 109Mt Meitnerium	(271) 110Ds Darmstadtium	(272) 111Rg Roentgenium	(277) 112Uub Ununbium	(284) 113Uut Ununtrium	(285) 114Uuq Ununquadium	(288) 115Uup Ununpentium	(289) 116Uuh Ununhexium	(?) 117(Uus) Ununseptium	(?) 118(Uuo) Ununoctium							

relativní atomová hmotnost ← (210) → elektronegativita 2,2

protonové číslo ← **85At** → značka (symbol)

český název prvku ← **ASTAT**

latinský název prvku ← **Astatium**

radioaktivní prvky ← -I, I, III, V, VII → oxidační čísla (běžná oxidační čísla jsou vyznačena tučně)

Ⓐ IUPAC 1988 Ⓑ IUPAC 1970
Ⓒ CAS 1986 (Chemical Abstracts Service)

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- triada železa
- platinové kovy
- chalkogeny
- halogeny
- vzácné plyny

140,12 58Ce CER Cerium III, IV	140,91 59Pr PRASEODYM Praseodymium III, IV	144,24 60Nd NEODYM Neodymium III	(145) 61Pm PROMETHIUM Promethium III	150,4 62Sm SAMARIUM Samarium II, III	151,96 63Eu EUROPIUM Europium II, III	157,25 64Gd GADOLINIUM Gadolinium III, IV	158,93 65Tb TERBIUM Terbium III, IV	162,50 66Dy DYSPROSIUM Dysprosium III	164,93 67Ho HOLMIUM Holmium III	167,26 68Er ERBIUM Erbium III	168,93 69Tm THULIUM Thulium II, III	173,04 70Yb YTTERBIUM Ytterbium II, III	174,97 71Lu LUTECIUM Lutetium III
232,04 90Th THORIUM Thorium III, IV	231,04 91Pa PROTAKTINIUM Protactinium IV, V	238,03 92U URAN Uranium III, IV, V, VI	237,05 93Np NEPTUNIUM Neptunium III, IV, VI, VII	239,05 94Pu PLUTONIUM Plutonium III, IV, VI	241,06 95Am AMERICIUM Americium III, IV	244,06 96Cm CURIUM Curium III	249,08 97Bk BERKELIUM Berkelium III	252,08 98Cf KALIFORNIUM Californium III	253,09 99Es EINSTEINIUM Einsteinium III	257,10 100Fm FERMIUM Fermium III	256,09 101Md MENDELEVIUM Mendelevium III	255,09 102No NOBELIUM Nobelium III	256,10 103Lr LAWRENCIUM Lawrencium III

skupenství prvku (při 20 °C)
pevné
kapalné
plynné