

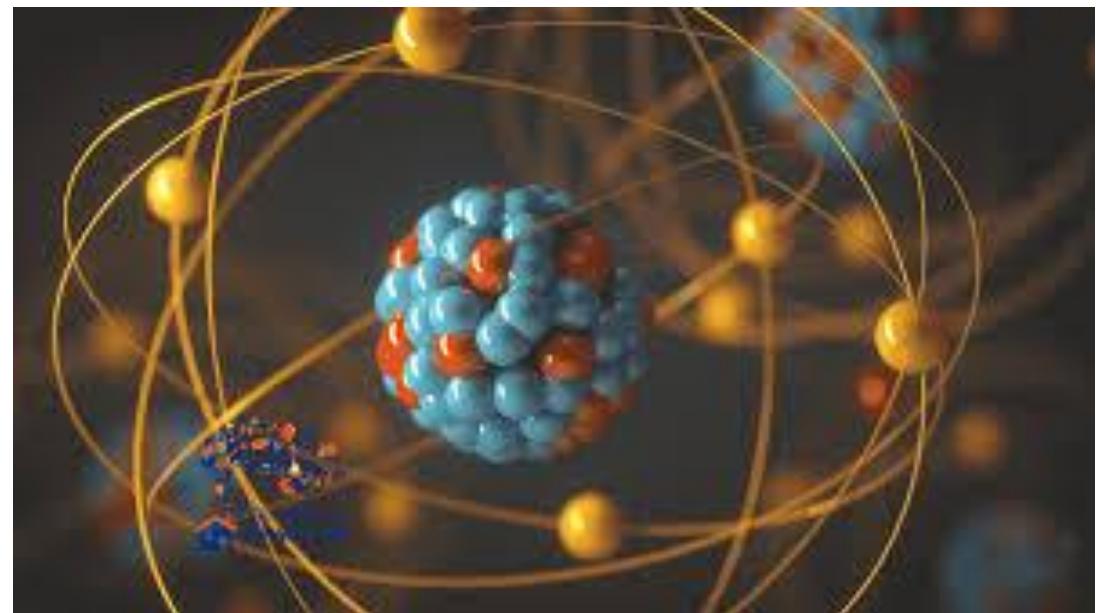
A horizontal orange bar is located at the top left of the slide.

Atomet og periodesystemet

Kapittel 1

Innhold

- Hva er et atom?
- Hva er mindre enn atomet?
- Grunnstoffer
- Periodesystemet
- Atommodeller
- Ioner



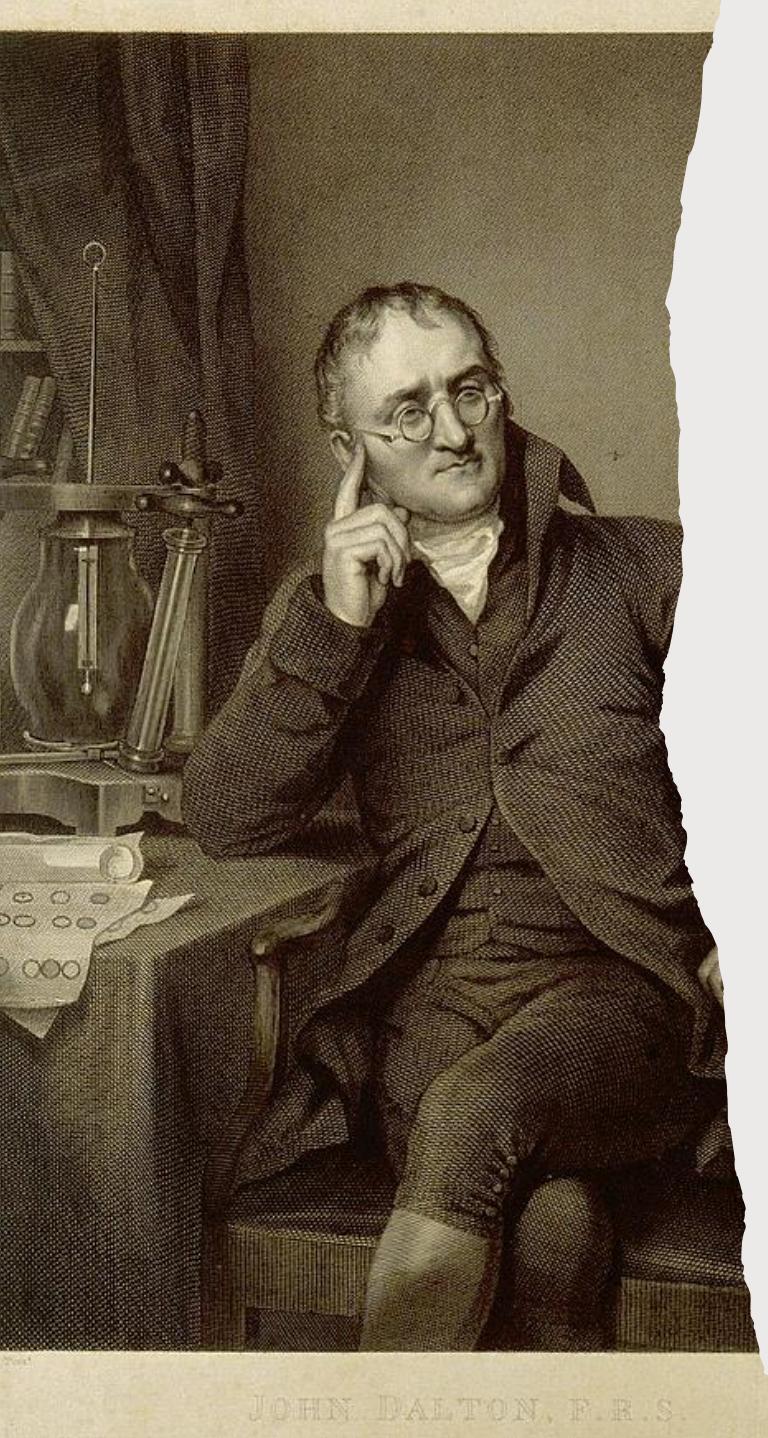
En kort historie om atomet

- 500 fvt: Demokrit.
All materie består av små,
udelelige partikler – atomer
- 1808: John Dalton.

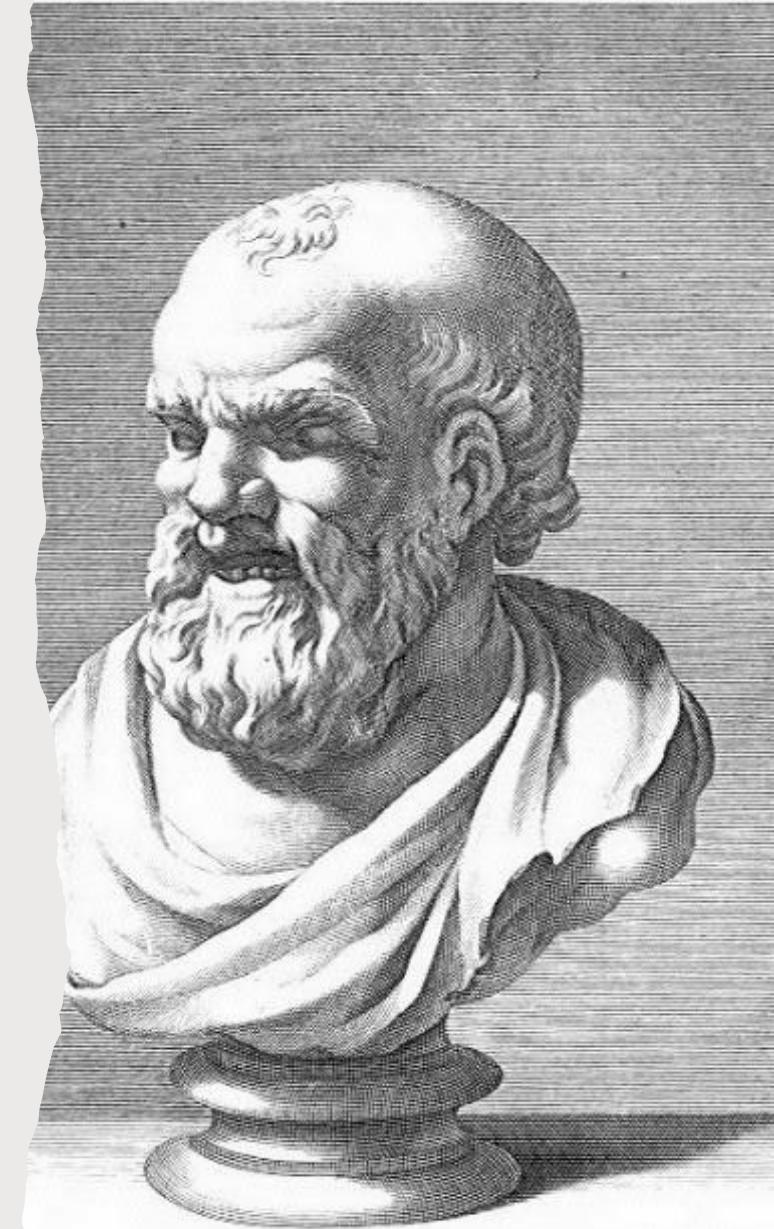
Vi har ulike grunnstoffer.

Atomene i ett grunnstoff er
forskjellige fra alle andre
grunnstoffers atomer.

Alle atomer av ett grunnstoff er
like.

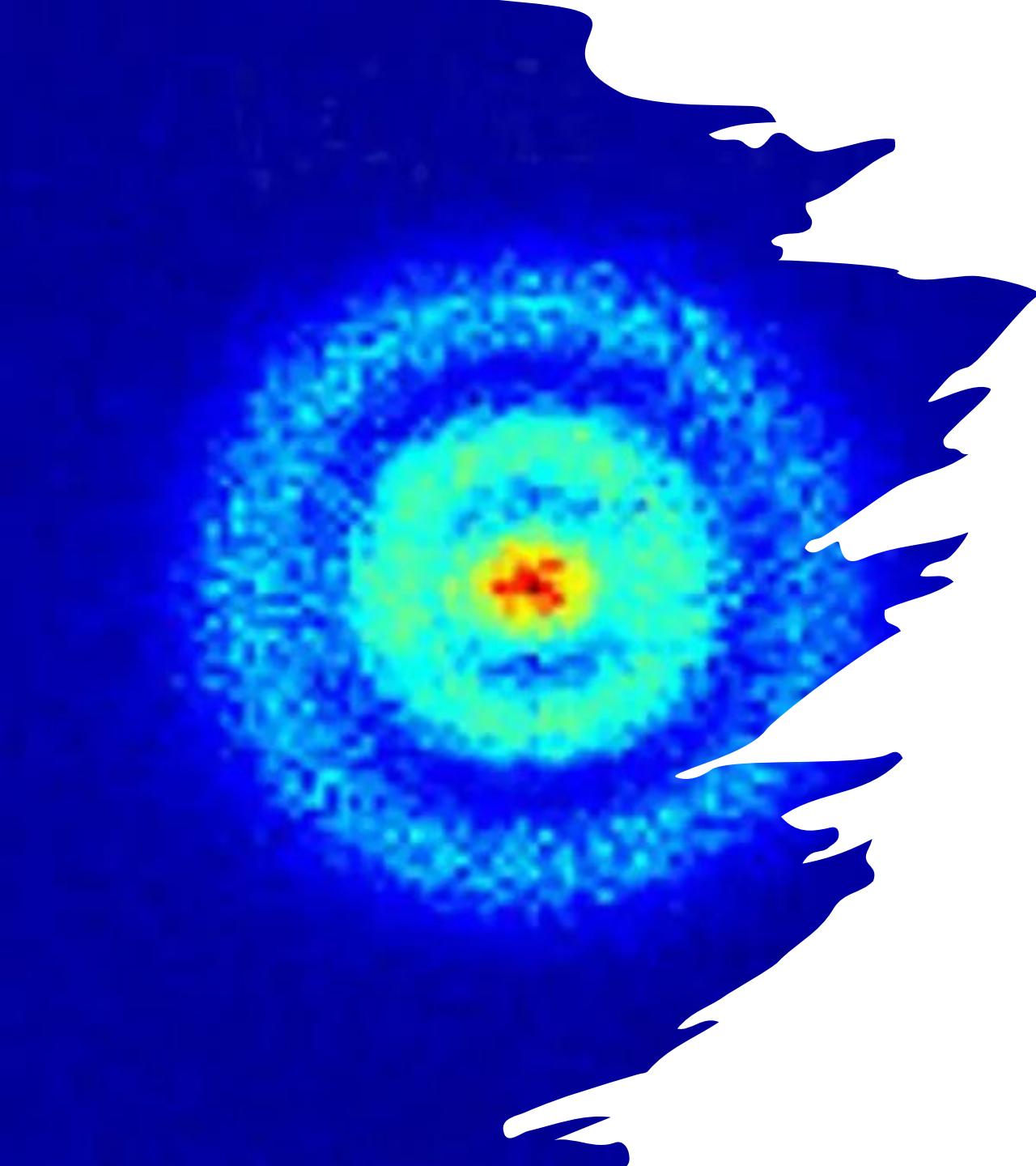


JOHN DALTON, F.R.S.



DEMOCRITUS

Ex marmore antiquo apud T. E.

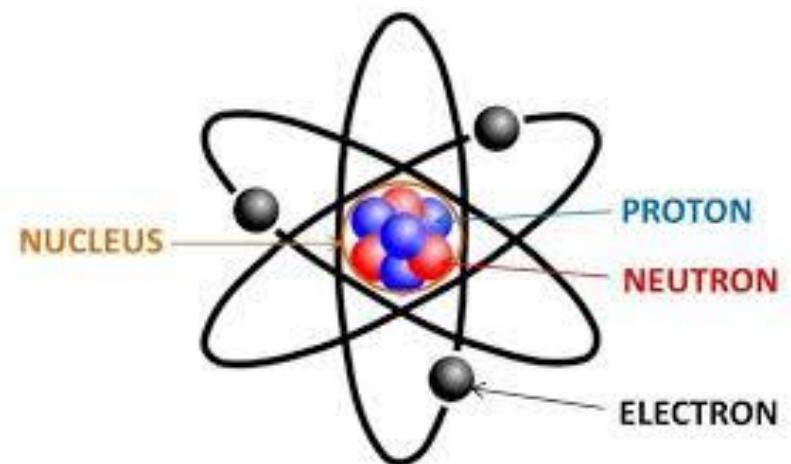


Dekadiske forstavelser

- Tera T 10^{12} billion
- Giga G 10^9 milliard
- Mega M 10^6 million
- Kilo k 10^3 tusen
- Milli m 10^{-3} tusendel
- Mikro μ 10^{-6} milliondel
- Nano n 10^{-9} milliarddel
- Piko p 10^{-12} billiondel

Subatomiske partikler

- 1897: Elektroner – negativ ladning. e^-
- 1917: Protoner – positiv ladning. p^+
- 1932: Nøytroner – nøytrale. n^0
- Protoner og elektroner har like stor, men motsatt ladning
- Protoner og nøytroner er (nesten) like store
- Elektroner er veldig mye mindre enn protoner og nøytroner



Atommasse

- Antallet protoner og nøytroner gir *atommassen*
- Et proton veier 1840 ganger så mye som et elektron
- Enhet for atommasse: u
- 1 u er $1/12$ av massen til et karbonatom med seks protoner og seks nøytroner
- Massen til et proton og et nøytron er 1 u
- Massen til et elektron er 0.0005 u

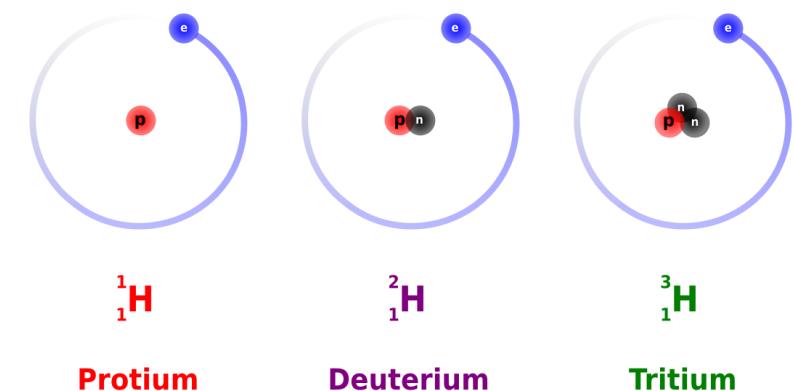


Grunnstoffer

- Dalton: Atomene i ett grunnstoff er forskjellige fra alle andre grunnstoffers atomer.
- Alle karbonatomer har seks protoner. Bare karbonatomer har akkurat seks atomer.
- Dysprosium: 66 protoner.
- Thorium: 90 protoner
- Vi kjenner 118 grunnstoffer. Ingen grunnstoffer med mer enn 94 protoner er noensinne funnet i naturen.
- Noen grunnstoffer er radioaktive – de desintegrerer av seg selv, sender ut stråling og blir til andre grunnstoffer.
- I atomene er det like mange elektroner som protoner. De er *nøytrale*.

Isotoper

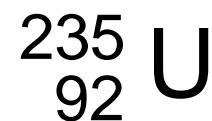
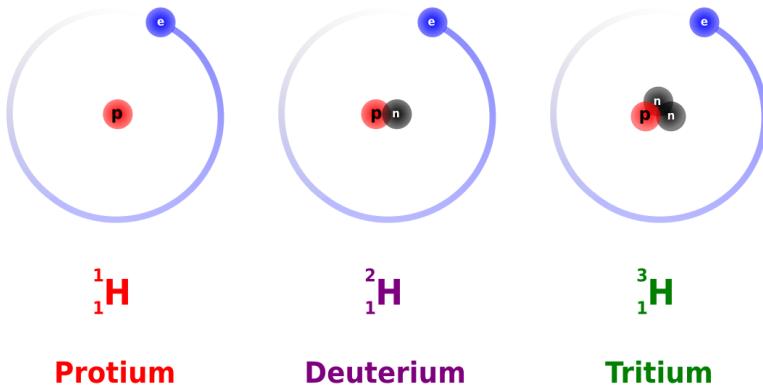
- Dalton: Alle atomer av ett grunnstoff er like.
- Feil. Vi har tre typer hydrogenatomer. I naturen finnes tre typer karbonatomer.
- Et grunnstoff kan ha ulike *isotoper* – forskjellig antall nøytroner i kjernen.



Atomnummer og massenummer

- Atomnummer (Z) – antall protoner i kjernen
- Massenummer (A) – antall protoner og nøytroner i kjernen

Massenummer → A
Atomnummer → Z X ← Grunnstoff



Periodesystemet

Dimitri Mendeleev

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛБЕНТОВЪ.			
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВЪСЪ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.			
Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
Mn = 55	Rh = 104, ₄	Pt = 197, ₁	
Fe = 56	Rn = 104, ₆	Ir = 198.	
Ni = Co = 59	Pt = 106, ₈	O = 199.	
H = 1	Cu = 63, ₄	Ag = 108	Hg = 200.
Be = 9, ₄	Mg = 24	Zn = 65, ₂	Cd = 112
B = 11	Al = 27, ₁	? = 68	Ur = 116
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
O = 16	S = 32	Se = 79, ₄	Te = 128?
F = 19	Cl = 35, ₆	Br = 80	I = 127
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85, ₄
		Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87, ₆
		Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92
		?Er = 56	La = 94
		?YI = 60	Di = 95
		?In = 75, ₆	Th = 118?

Reihen	Gruppe I.	Gruppe II.	Gruppe III.	Gruppe IV. RH ⁴	Gruppe V. RH ³	Gruppe VI. RH ²	Gruppe VII. RH RH ⁰	Gruppe VIII. RH ⁻¹
	R ⁰	R ⁰	R ⁰ ²	R ⁰ ³	R ⁰ ³	R ⁰ ³	R ⁰ ³	R ⁰ ⁴
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=27,8	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=86	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	—	— — — —

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

Chemical Group Block

	1	Atomic Number																		18	
1	1 1.0080 H Hydrogen Nonmetal	35.45 Cl Chlorine Halogen																		2 4.00260 He Helium Noble Gas	
	2	Symbol																			
	3	3 7.0 Li Lithium Alkali Metal	4 9.012183 Be Beryllium Alkaline Earth Me...	Chemical Group Block																	
	4	11 22.989... Na Sodium Alkali Metal	12 24.305 Mg Magnesium Alkaline Earth Me...	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
4	19 39.0983 K Potassium Alkali Metal	20 40.08 Ca Calcium Alkaline Earth Me...	21 44.95591 Sc Scandium Transition Metal	22 47.867 Ti Titanium Transition Metal	23 50.9415 V Vanadium Transition Metal	24 51.996 Cr Chromium Transition Metal	25 54.93804 Mn Manganese Transition Metal	26 55.84 Fe Iron Transition Metal	27 58.93319 Co Cobalt Transition Metal	28 58.693 Ni Nickel Transition Metal	29 63.55 Cu Copper Transition Metal	30 65.4 Zn Zinc Transition Metal	31 69.723 Ga Gallium Post-Transition M...	32 72.63 Ge Germanium Metalloid	33 74.92159 As Arsenic Metalloid	34 78.97 Se Selenium Nonmetal	35 79.90 Br Bromine Halogen	36 83.80 Kr Krypton Noble Gas			
5	37 85.468 Rb Rubidium Alkali Metal	38 87.62 Sr Strontium Alkaline Earth Me...	39 88.90584 Y Yttrium Transition Metal	40 91.22 Zr Zirconium Transition Metal	41 92.90637 Nb Niobium Transition Metal	42 95.95 Mo Molybdenum Transition Metal	43 96.90636 Tc Technetium Transition Metal	44 101.1 Ru Ruthenium Transition Metal	45 102.9055 Rh Rhodium Transition Metal	46 106.42 Pd Palladium Transition Metal	47 107.868 Ag Silver Transition Metal	48 112.41 Cd Cadmium Transition Metal	49 114.818 In Indium Post-Transition M...	50 118.71 Sn Tin Post-Transition M...	51 121.760 Sb Antimony Metalloid	52 127.6 Te Tellurium Metalloid	53 126.9045 I Iodine Halogen	54 131.29 Xe Xenon Noble Gas			
6	55 132.90... Cs Cesium Alkali Metal	56 137.33 Ba Barium Alkaline Earth Me...	72 178.49 Hf Hafnium Transition Metal	73 180.9479 Ta Tantalum Transition Metal	74 183.84 W Tungsten Transition Metal	75 186.207 Re Rhenium Transition Metal	76 190.2 Os Osmium Transition Metal	77 192.22 Ir Iridium Transition Metal	78 195.08 Pt Platinum Transition Metal	79 196.96... Au Gold Transition Metal	80 200.59 Hg Mercury Transition Metal	81 204.383 Tl Thallium Post-Transition M...	82 207 Pb Lead Post-Transition M...	83 208.98... Bi Bismuth Post-Transition M...	84 208.98... Po Polonium Metalloid	85 209.98... At Astatine Halogen	86 222.01... Rn Radon Noble Gas				
7	87 223.01... Fr Francium Alkali Metal	88 226.02... Ra Radium Alkaline Earth Me...	104 267.1... Rf Rutherfordium Transition Metal	105 268.1... Db Dubnium Transition Metal	106 269.1... Sg Seaborgium Transition Metal	107 270.1... Bh Bohrium Transition Metal	108 269.1... Hs Hassium Transition Metal	109 271.1... Mt Meitnerium Transition Metal	110 282.1... Ds Darmstadtium Transition Metal	111 282.1... Rg Roentgenium Transition Metal	112 286.1... Cn Copernicium Transition Metal	113 286.1... Nh Nihonium Post-Transition M...	114 290.1... Fl Flerovium Post-Transition M...	115 290.1... Mc Moscovium Post-Transition M...	116 293.2... Lv Livermorium Post-Transition M...	117 294.2... Ts Tennessine Halogen	118 295.2... Og Oganesson Noble Gas				
			57 138.9055 La Lanthanum Lanthanide	58 140.116 Ce Cerium Lanthanide	59 140.90... Pr Praseodymium Lanthanide	60 144.24 Nd Neodymium Lanthanide	61 144.91... Pm Promethium Lanthanide	62 150.4 Sm Samarium Lanthanide	63 151.964 Eu Europium Lanthanide	64 157.2 Gd Gadolinium Lanthanide	65 158.92... Tb Terbium Lanthanide	66 162.500 Dy Dysprosium Lanthanide	67 164.93... Ho Holmium Lanthanide	68 167.26 Er Erbium Lanthanide	69 168.93... Tm Thulium Lanthanide	70 173.05 Yb Ytterbium Lanthanide	71 174.9668 Lu Lutetium Lanthanide				
			89 227.02... Ac Actinium Actinide	90 232.038 Th Thorium Actinide	91 231.03... Pa Protactinium Actinide	92 238.0289 U Uranium Actinide	93 237.04... Np Neptunium Actinide	94 244.06... Pu Plutonium Actinide	95 243.06... Am Americium Actinide	96 247.07... Cm Curium Actinide	97 247.07... Bk Berkelium Actinide	98 251.07... Cf Californium Actinide	99 252.0830 Es Einsteinium Actinide	100 257.0... Fm Fermium Actinide	101 258.0... Md Mendelevium Actinide	102 259.1... No Nobelium Actinide	103 266.1... Lr Lawrencium Actinide				

PubChem

Grupper og perioder

Perioder	Grupper →																		
	Group Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	* 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	
			* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
			* 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

Grupper og perioder

- 18 grupper (1-18)
- Gammelt system: 8 hovedgrupper (1A – 8A) og sidegrupper (B)
- Gruppe 1: Alkalimetallene
- Gruppe 2: Jordalkalimetallene
- Gruppe 17: Halogenene
- Gruppe 18: Edelgassene
- Atomene blir større når vi går nedover i periodene
- Innad i en periode endrer også mange egenskaper seg systematisk
- Periodenummer: Skall

Metaller, halvmetaller og ikke-metaller

Periodic Table Classification																	
			Metal			Metalloid			Nonmetal								
H																	
Li	Be								B	C	N	O	F	Ne			
Na	Mg								Al	Si	P	S	Cl	Ar			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr															
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



Metaller

- Glinser.
- Harde.
- Leder strøm og varme godt.
- Er formbare og duktile, og brukes derfor i konstruksjoner og til pyntegenstander.
- Høye smelte- og kokepunkt.
- Høy tetthet.
- Kan danne legeringer.
- De vanligste metallene i industrien er jern, stål og kobber.
- Gir positive ioner. Inngår i salter.



Ikke-metaller

- Lave smelte- og kokepunkt
- Leder strøm og varme dårlig
- Sprø, brekker lett
- Reflekterer lys dårlig
- Lavere tetthet
- Finnes som gasser, væsker og faste stoff
- Gir negative ioner
- Karbon, klor, fluor, hydrogen, nitrogen, oksygen, fosfor, svovel, ++

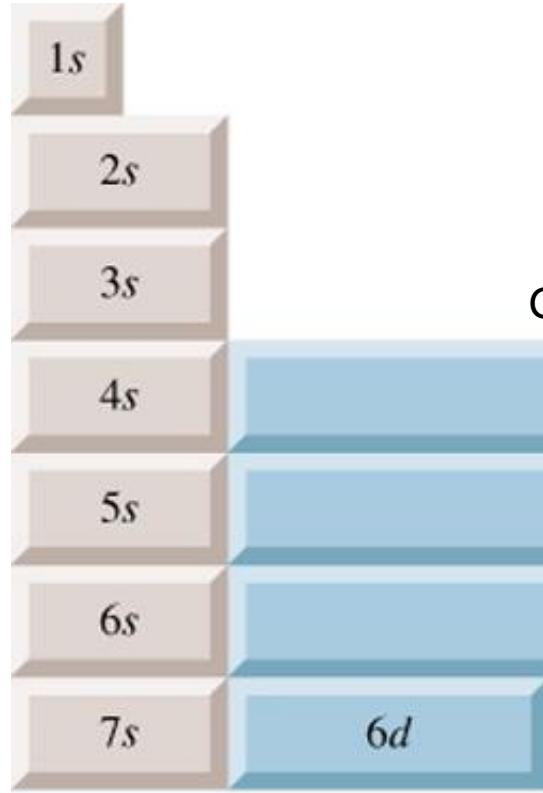


Halvmetaller

- I en mellomstilling
- Har noen egenskaper fra metallene, noen fra ikke-metallene
- Bor – nest hardeste grunnstoff
- Silisium – viktigste halvleder (Silicon Valley)
- Germanium – brukt i den første transistoren
- Arsen – brukes i batterier og i legeringer. Fargestoff. Rottegift.
- Antimon – fargestoff. Sminke. Skyld i Mozarts død?
- Tellur – legeringer. Gir hvitløksånde.

Blokker

Gruppe 1 og 2: s-blokken



Gruppe 3 – 12: d-blokken

3d

4d

5d

6d

7s

Gruppe 13 – 18: p-blokken

2p

3p

4p

5p

6p

1s

4f

5f

Periode 6 og 7 (noen av dem): f-blokken

Blokker

- s- og p-blokkene: Hovedgrupper
- d-blokkene: Overgangsmetaller eller innskuddsmetaller
- f-blokkene: lantanoider og actinoider

PubChem

The table includes the following columns:

- Atomic Number**: The element's position in the periodic table.
- Symbol**: The one- or two-letter symbol for the element.
- Name**: The full name of the element.
- Atomic Mass, u**: The element's atomic mass in atomic mass units.
- Chemical Group Block**: The block to which the element belongs, color-coded by group.

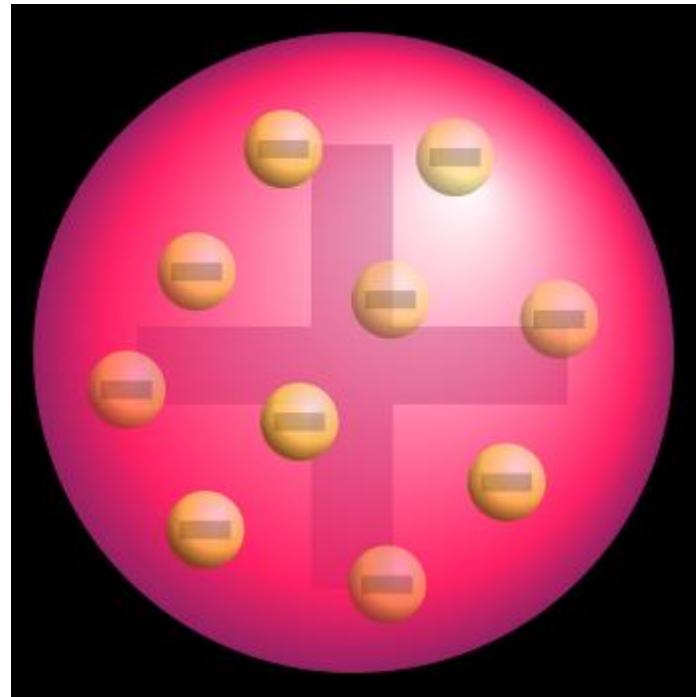
Elements are grouped into blocks based on their valence shell configuration:

- s-block**: Hydrogen (H), Helium (He), and the alkali metals (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).
- p-block**: The halogens (F, Cl, Br, I, At, Og) and the noble gases (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).
- d-block**: The transition metals, including groups 3 through 12 and the镧系 (Lanthanide) and 镧系 (Actinide) series.
- f-block**: The lanthanides (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and actinides (Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr).

Atommodeller

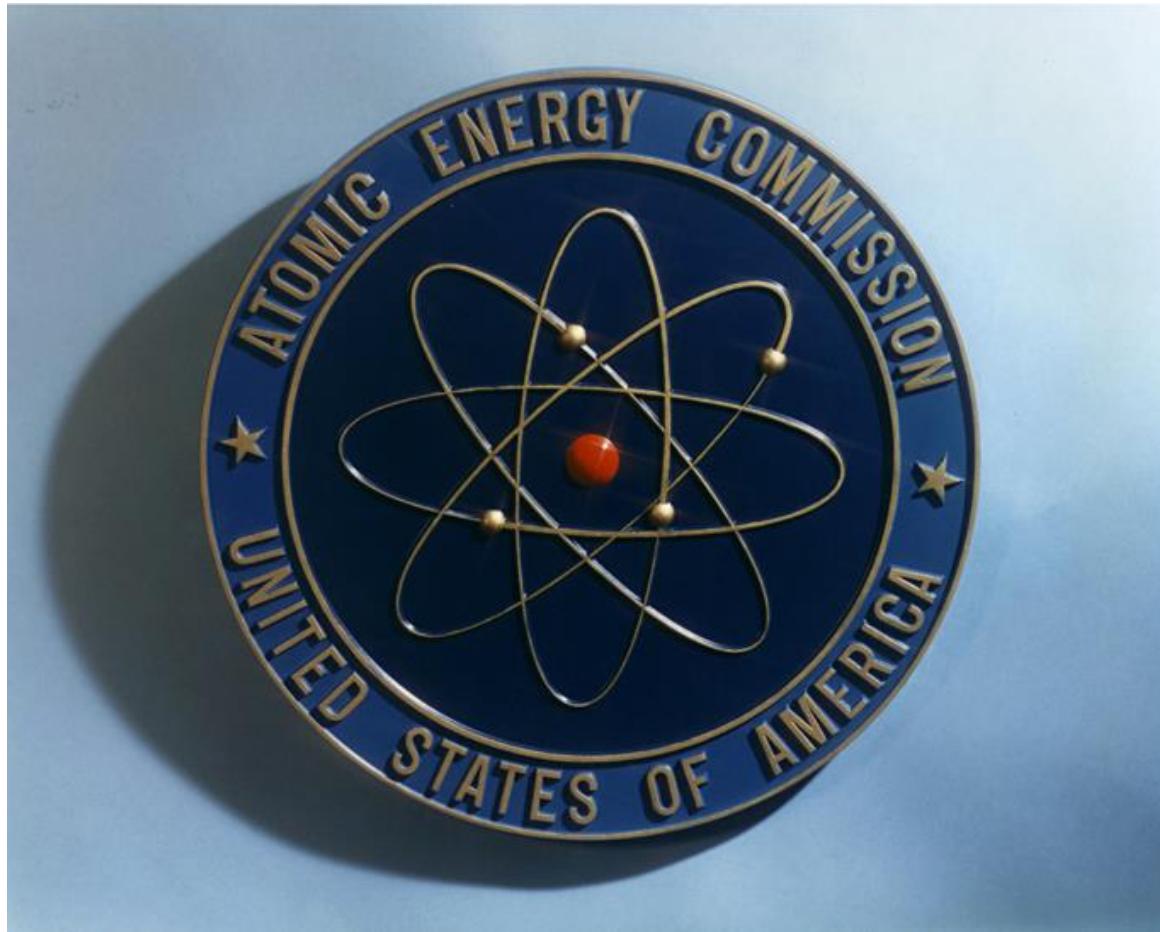
- Thomsons rosinbollemodell
- Rutherford: Atomet er stort sett tomrom med en kjerne og elektroner
- **Bohr: Elektronene går i baner med bestemt radius rundt kjernen**
- Kvantemekanikk: Ikke baner, men orbitaler

1900: Thomsons atommodell



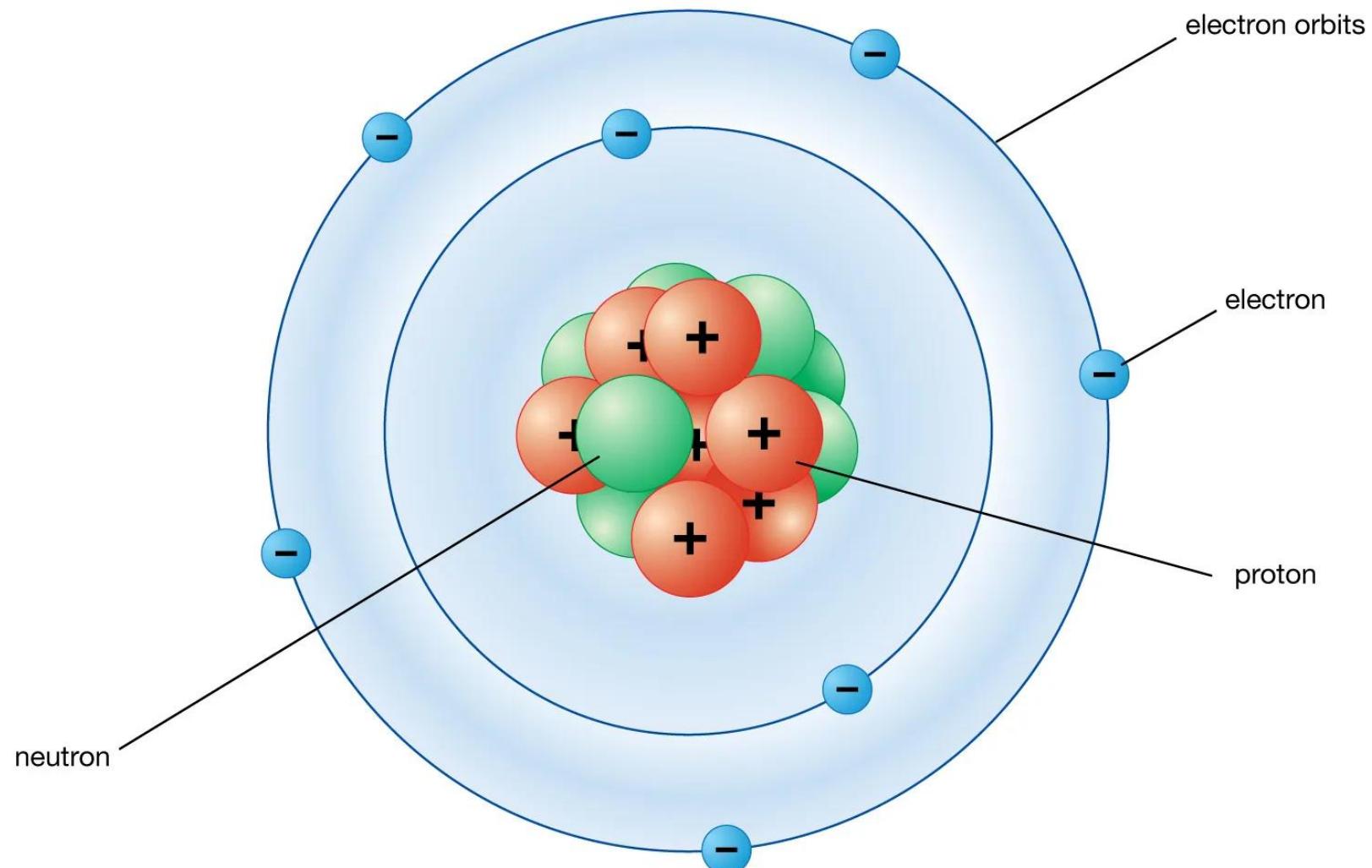
Rosinbollemodellen

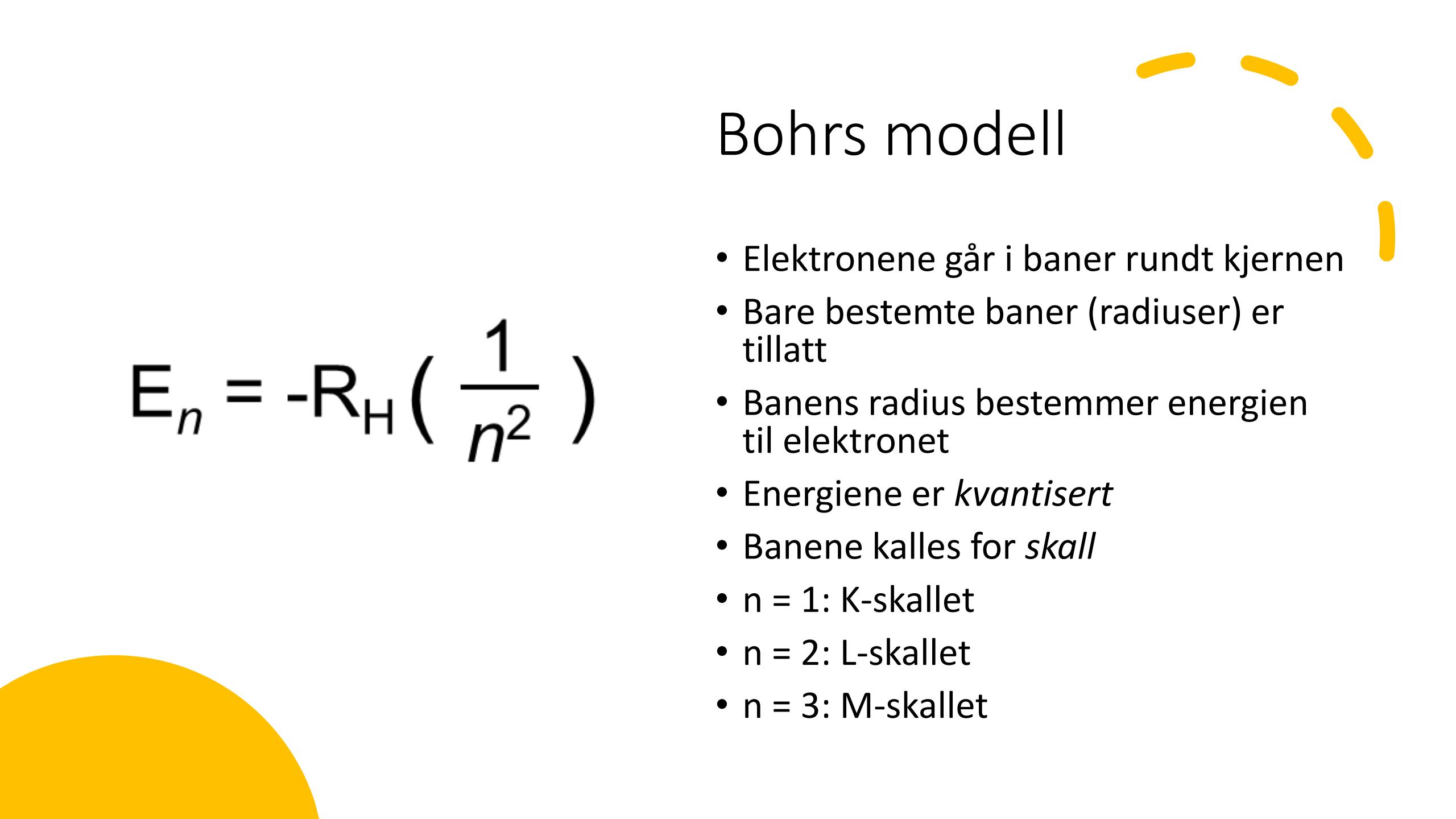
1911: Rutherfords atommodell



1913: Bohrs modell

Bohr atomic model of a nitrogen atom



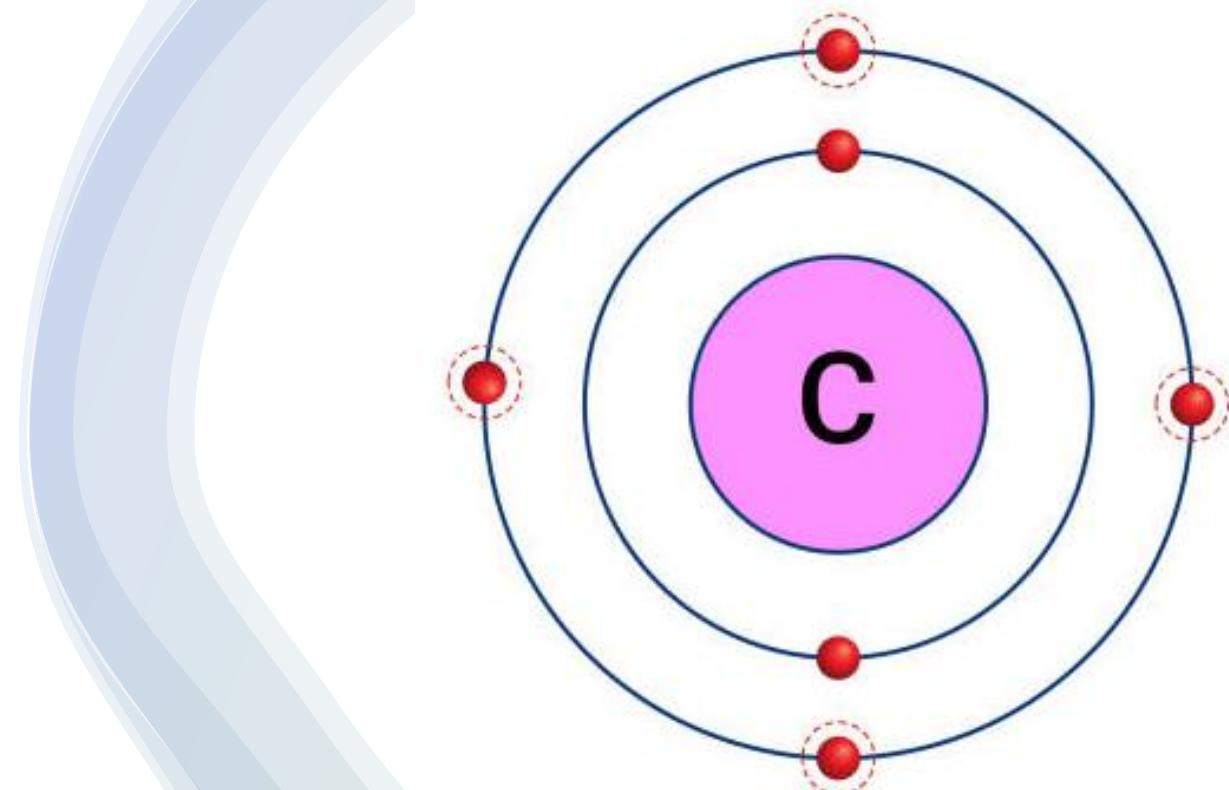

$$E_n = -R_H \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

Bohrs modell

- Elektronene går i baner rundt kjernen
- Bare bestemte baner (radiuser) er tillatt
- Banens radius bestemmer energien til elektronet
- Energiene er *kvantisert*
- Banene kalles for *skall*
- $n = 1$: K-skallet
- $n = 2$: L-skallet
- $n = 3$: M-skallet

Valenselektroner

- Skallene har plass til et ulikt antall elektroner
- K – 2. L – 8. M – 18.
- Når vi skal forstå kjemisk binding, ser vi på elektronene i det ytterste skallet
- Disse kalles *valenselektronene*
- Edelgassene (gruppe 18) har fulle valensskall
- Dette er en spesielt stabil tilstand
- Naturen går spontant mot den mest stabile tilstanden
- Atomer søker å oppnå edelgasskonfigurasjon



Ioner

- I atomer er det like mange elektroner som protoner
 - De er elektrisk nøytrale
 - Atomer kan gi fra seg eller ta imot elektroner
 - Vi får en ladet partikkel – et *ion*
-
- Underskudd elektroner: Positiv ladning. Kation. Typisk fra metaller
 - Overskudd elektroner: Negativ ladning. Anion. Typisk fra ikke-metaller.
-
- Na^+ Mg^{2+} Natriumionet og magnesiumionet
 - Cl^- S^{2-} Kloridionet og sulfidionet
-
- Hvorfor ikke Na^{2+} eller S^- ?
 - Antall valenselektroner



Navnsetting

Kationer:

Navn på grunnstoffet + ion: Natriumionet.
Aluminiumionet.

Anioner:

Navn på grunnstoffet + endingen *-id*.
Klorid (eller kloridionet)

Unntak: S^{2-} er sulfid. O^{2-} er oksid.

Overgangsmetallene

- Det er enkelt å forstå hva slags ion man får i s- og p-blokkene
 - Dette med valenselektroner blir mer komplekst i d-blokken
 - Noen overgangsmetaller kan ha flere typer ioner
-
- Jernioner kan være +2 eller +3
 - Kobberioner kan være +1 eller +2
 - Vanadium kan være +2, +3, +4 eller +5
-
- Dette har å gjøre med elektronstrukturen



Fleratomige ioner

Anioner

- SO_4^{2-} – sulfat
- CO_3^{2-} – karbonat
- PO_4^{3-} – fosfat
- ClO_3^- – klorat
- CN^- – cyanid
- OH^- – hydroksid
- NO_3^- – nitrat
- SO_3^{2-} – sulfitt
- PO_3^{3-} – fosfitt
- ClO_2^- – kloritt
- NO_2^- – nitritt

Kationer

- NH_4^+ - ammonium
- H_3O^+ - hydronium (en type oksoniumion)