

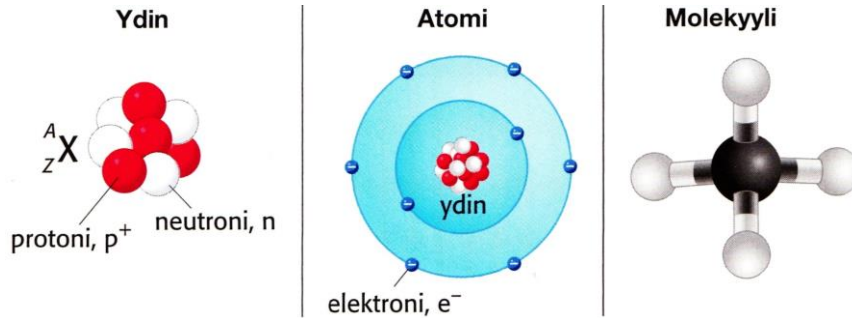
# Jaksollinen järjestelmä kertoo alkuaineiden elektronirakenteesta

KEMIA JA  
MINÄ, KE1

Kaikki aine rakentuu *atomeista*. Atomi on pienin jakamaton rakenne-osa. Atomit muodostavat *molekyylejä* ja *ioniyhdisteitä*, joista sekä elollisen että elottoman luonnon kappaleet muodostuvat.

→ Aine voidaan jakaa puhtaisiin aineisiin ja yhdisteisiin (LUKU 6).

Atomimallin mukaan, atomissa on **ydin** = **protonit** ja **neutronit** (protoneilla positiivinen varaus, neutronit varauksettomia). Ytimen ympärillä on ns. **elektroniverho**, **elektroneilla** negatiivinen varaus. Atomi on ulospäin varaukseton.



Protonien  $p^+$  ja elektronien  $e^-$  sähkövarauksen suuruutta sanotaan *alkeisvaraukseksi*, merkitään tunnuksella  $e$ . Neutronin tunnus on  $n$ .

Alkuaineita on tällä hetkellä noin 120 kpl ja Maapallolla on 92 alkuainetta.

## Perushiukkaset

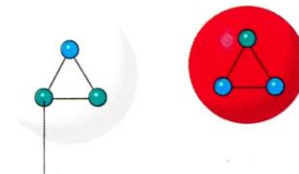
kvarkki      elektroni



Protonit ja neutronit muodostuvat **kvarkeista**. Näillä on erityisiä keksittyjä nimiä: ylös, alas, lumo, outous, totuus ja kauneus.

## Alkeishiukkaset

neutroni      protoni



kvarkki

Kvarkkien lisäksi toinen perushiukkaslaji on **leptonit**, joista tunnetuin on elektroni. Leptoneitakin on kuusi erilaista: elektroni ja elektronin neutriino, myoni ja myonin neutriino sekä tau ja taun neutriino.

Siis **perushiukkasia** ovat: kvarkit (6 kpl) ja leptonit (6 kpl).

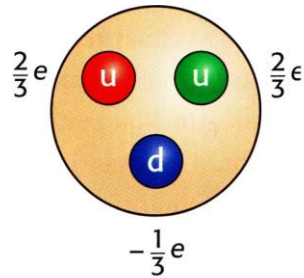
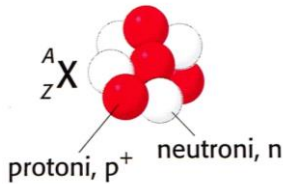
Maailmankaikkeudessa havaittu materia koostuu ylöskvarkeista, alaskvarkeista ja elektroneista.

Tarkastellaan merkintää



tarkemmin, katso kuva alla.

Ydin



Kuvassa on protonin kvarkkirakenne.

Protoni muodostuu kahdesta ylöskvarkista ja yhdestä alaskvarkista. Kvarkeista muodostuneen hiukkasen sähkövaraus on sen sisältämien kvarkkien varausten summa

$$\frac{2}{3}e + \frac{2}{3}e + \left(-\frac{1}{3}e\right) = \frac{3}{3}e = 1e.$$

Iso  $X$  tarkoittaa alkuainetta, esim. hiili on C (carbon), vety H (hydrogen), happi O (oxygen) jne. Symboli  $Z$  kertoo protonien määrän, se on järjestysluku. Sen avulla saadaan alkuaineet järjestykseen  $\rightarrow$  jaksollinen järj.

Symboli  $A$  tarkoittaa ytimen **massalukua**, eli protonien ja neutronien yhteistä lukumäärää, siis

$$A = Z + N.$$

Kun järjestysluku  $Z$  on sama, niin kyseessä on sama alkuaine. Jos  $Z$  on sama, mutta  $A$  eri (eli välttämättä  $N$  on eri), niin kyseessä on saman alkuaineen erimassaiset ytimet. Näitä kutsutaan **isotoopeiksi**.

Vedyn isotoopit  $\rightarrow$

Isotoopeilla on käyttöä:

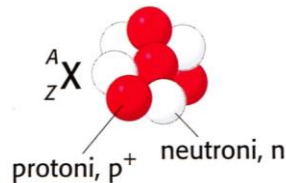
- iänmäärittämisessä, C-14
- lääketieteessä, syöpähoidot (merkkimolekyylit, teknetium, jodi) ja
- fysiikan tutkimuksessa.

vety  ${}^1_1\text{H}$  protoni

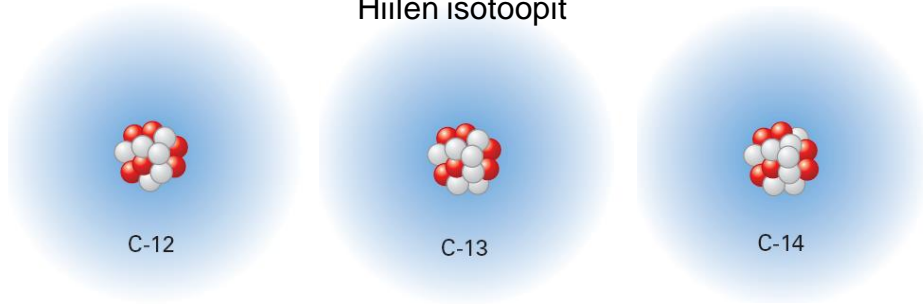
deuterium  ${}^2_1\text{H}$  protoni ja neutroni

tritium  ${}^3_1\text{H}$  protoni ja kaksi neutroni

Ydin



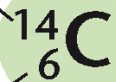
## Hiilen isotoopit



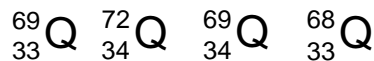
## Kertauksena

Massaluku,  $A$   
 = protonien + neutronien lukumäärä  
 =  $6 + 8 = 14$

Protoniluku, järjestysluku,  $Z$   
 = protonien lukumäärä  
 =  $6$



**Harjoitus** Mitkä seuraavista esittävät a) samaa alkuainetta,



b) alkuaineita, joissa on yhtä monta neutronia?

**Ratkaisu**

a) Saman alkuaineen atomeilla on sama järjestysluku.

Samoja ovat:  ${}_{34}^{69}\text{Q}$  ja  ${}_{34}^{72}\text{Q}$  sekä  ${}_{33}^{69}\text{Q}$  ja  ${}_{33}^{68}\text{Q}$

b) Yhtä monta neutronia on  ${}_{34}^{69}\text{Q}$ :lla ja  ${}_{33}^{68}\text{Q}$ :lla. Neutronien lukumäärä lasketaan massaluvun ja järjestysluvun erotuksena eli atomeissa on neutroneja seuraavasti:

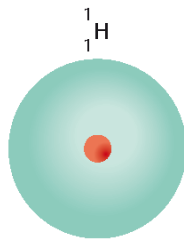
$${}_{34}^{69}\text{Q} : 69 - 34 = 35, \quad {}_{34}^{72}\text{Q} : 72 - 34 = 38,$$

$${}_{33}^{69}\text{Q} : 69 - 33 = 36, \quad {}_{33}^{68}\text{Q} : 68 - 33 = 35.$$

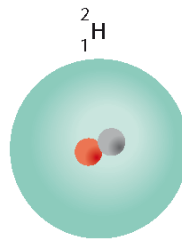
## Lukuarvoja

	Symboli	Sähkövaraus (C)	Massa (g)	Massa (u*)
protoni	$p^+$	$+1,602 \cdot 10^{-19}$	$1,673 \cdot 10^{-24}$	1,0073
neutroni	$n^0$	0	$1,675 \cdot 10^{-24}$	1,0087
elektroni	$e^-$	$-1,602 \cdot 10^{-19}$	$9,109 \cdot 10^{-28}$	0,0005486

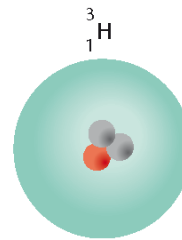
\*u = atomimassayksikkö



tavallinen vety, H  
protium  
99,9844 %



deuterium, D  
0,0156 %



tritium, T  
 $10^{-12}$ – $10^{-16}$  %  
radioaktiivinen  
puoliintumisaika  
12,3 vuotta

## SUHTEELLINEN ATOMIMASSA

- Atomien massat ovat suuruusluokkaa  $1 \cdot 10^{-24}$  –  $5 \cdot 10^{-22}$  grammaa.
- Koska laskeminen näin pienillä luvuilla on hankalaa, käyttöön on otettu **atomimassayksikkö, u**. Yksi u on noin  $1,66054 \cdot 10^{-27}$  kg.
- Vuonna 1960 *sovittiin*, että hiili-12-isotoopin,  ${}^{12}_6\text{C}$ , massa on tasan 12 u. Huomaa sana ”sovittiin”.
- Lähes kaikki luonnossa esiintyvät alkuaineet ovat isotooppiseoksia.
- Tämä on huomioitu alkuaineiden suhteellisissa atomimassoissa.
  - Esimerkiksi hiilen suht. atomimassa on 12,01 ja vedyn 1,008.
- Protonien ja neutronien massa on karkeasti noin 1800 kertaa suurempi kuin elektronien. Tästä syystä elektronien massaa ”ei tarvitse” huomioida. Siis esimerkiksi natriumatomin Na ja natriumionin  $\text{Na}^+$  suhteelliset atomimassat ovat samoja.
- Atomydinten (”atomin”) massaa ei voi laskea suoraan prot. ja neut. massojen summana, koska niiden väliset vuorovaikutukset vaikuttavat niiden massaan. Siksi raskaammilla atomeilla atomimassa on pienempi kuin protonien ja neutronien massojen summa!

**Määritelmä, alkuaineen ja yhdisteen suhteellinen atomimassa:**

Alkuaineen suhteellinen atomimassa, symboli  $A_r$ , on painotettu keskiarvo eri isotooppien atomimassoista. Yhdisteen suhteellinen atomimassa, symboli  $M_r$ , lasketaan siinä olevien alkuaineiden suhteellisten atomimassojen summana. Esim. veden suhteellinen massa:  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,008 + 16 = 18,016$ .

**Huom! 1)** Suhteellisissa massoissa ei yksikköä u.

**2)** Alkuaineen (kaikkien isotooppien) atomimassa-arvot löytynevät taulukko-tiedoista (MAOL) fysiikan puolelta!

**Esimerkki** Hiilen suhteellinen atomimassa on 12,011. Miten se on las-kettu/määritetty. Hiilen pysyvät isotoopit ovat C-12, C-13 ja radioaktiiviset isotoopit (C-11, C-14, C-15). Näiden massat atomimassayksikköinä ovat:

$$\begin{aligned} m_{\text{C-11}} &\approx 11,011433 \text{ u}, & m_{\text{C-12}} &\approx 12,000000 \text{ u}, \\ m_{\text{C-13}} &\approx 13,003355 \text{ u}, & m_{\text{C-14}} &\approx 14,003241 \text{ u}, \\ m_{\text{C-15}} &\approx 15,010600 \text{ u}. \end{aligned}$$

Vastaavat suhteelliset runsaudet luonnossa ovat (miten mitattu?):

$$\begin{aligned} \text{C} - 11 &\approx 0,00 \% (20,38 \text{ min}), & \text{C} - 12 &\approx 98,89 \%, & \text{C} - 13 &\approx 1,11 \%, \\ \text{C} - 14 &\approx 0,00 \% (5730 \text{ a}), & \text{C} - 15 &\approx 0,00 \% (2,45 \text{ s}). \end{aligned}$$

Näillä kertoimilla laskettu painotettu keskiarvo antaa hiilen suht. atom.mas.:

$$A_r(\text{C}) = \frac{12 \cdot 0,9889 + 13,003355 \cdot 0,0111}{1} = 12,01113724.$$

Tässä on siis huomioitu eri isotoopit. *Radioaktiivisia isotooppeja ei lasketa mukaan, vain pysyvät isotoopit!*

**Esimerkki** Laske kuparin, Cu, isotooppien  $^{63}\text{Cu}$  ja  $^{65}\text{Cu}$  suhteellinen yleisyy-s, kun niiden atomimassat ovat 62,93 u ja 64,93 u. Kuparin suhteellinen atomimassa on 63,55.

Merkitään  $^{63}\text{Cu}$  osuutta luonnon kuparissa  $x$ :llä, jolloin  $^{65}\text{Cu}$  osuus on  $1 - x$ , sillä kuparilla ei ole muita pysyviä isotooppeja (radioaktiivisia ovat  $^{62}\text{Cu}$ ,  $^{64}\text{Cu}$ ,  $^{66}\text{Cu}$  ja  $^{67}\text{Cu}$ ). Näin ollen (ei merkitä yksikköä u näkyviin)

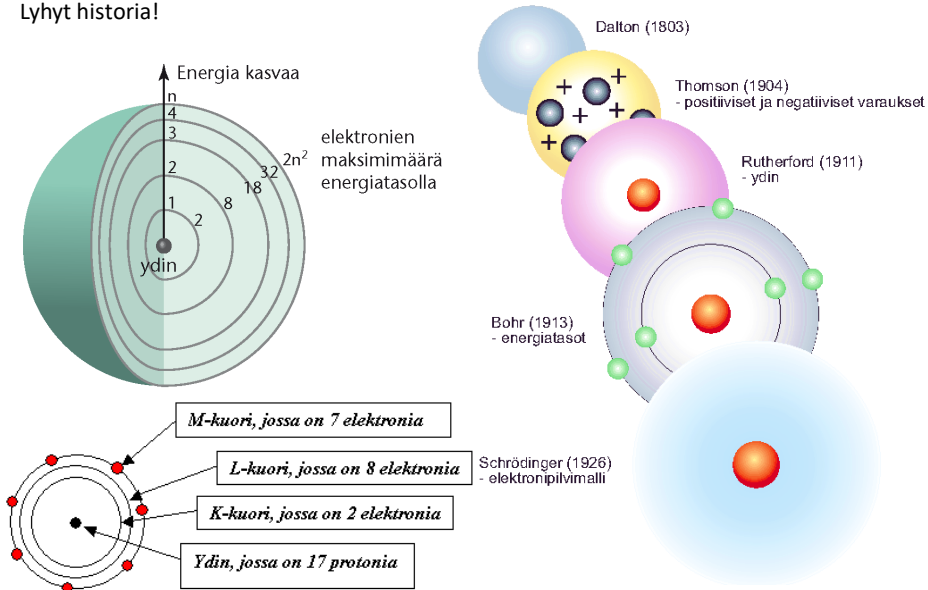
$$\begin{aligned} 62,93 \cdot x + 64,93 \cdot (1 - x) &= 63,55 \\ (62,93 - 64,93)x &= 63,55 - 64,93 = -1,38 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow x = \frac{-1,38}{-2} \approx 0,69$$

**Vastaus** Luonnon kuparissa on noin 69 %  $^{63}\text{Cu}$  ja noin 31 %  $^{65}\text{Cu}$ .

# ELEKTRONIRAKENTEEN MALLINTAMINEN

Lyhyt historia!



Aineen ominaisuuksien kannalta on tärkeää tietää ja ymmärtää

- 1) miten elektronit ovat asettuneet atomiytimen ympärille ja
- 2) kuinka monta ulko- eli valenssielektronia atomilla on.

Miksi?

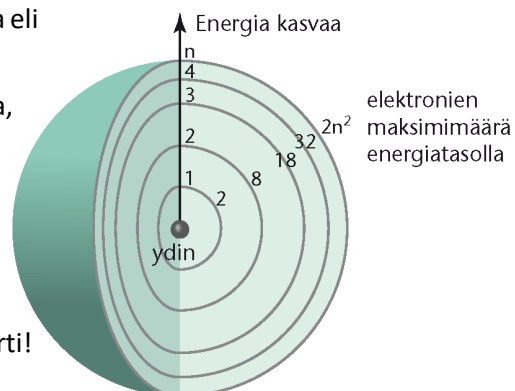
**Vastaus:** Ulkoelektronit ”tekevät kemialla”, eli ne osallistuvat vanhojen sidosten purkamiseen ja samalla uusien sidosten muodostamiseen. Näin aine muuttuu toiseksi eli tapahtuu kemialla.

**Kuorimalliksi** kutsutaan mallia, jossa elektronit ajatellaan kiertävän atomin ydintä ympyrän muotoisilla radoilla eli kuorilla (Niels Bohr).

Mallissa elektronien energia kasvaa, mitä kauempana ne ytimeä ovat.

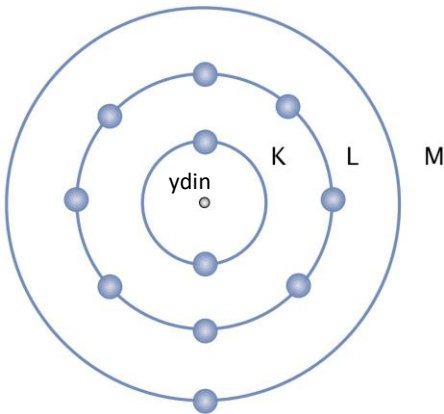
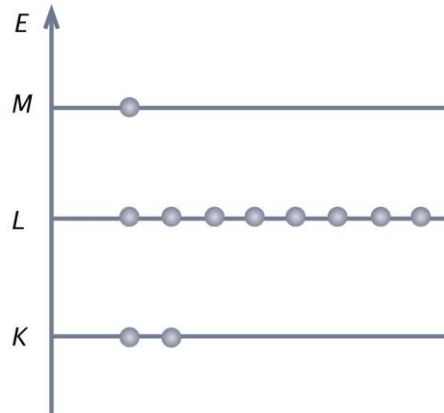
Energiaminimiperiaatteen nojalla ensin täyttyy alin kuori, sitten seuraava jne.

→ Tästä mallista olisi hyvä päästä irti!



**Esimerkki Natrium**

Natrium on alkalimetalli eli kuuluu 1.pääryhmään (jaksollisen järjestelmän vasen laita). Sen järjestysluku on 11, joten Natriumilla on 11 elektronia. Kuinka ne sijoittuvat kuorille? Energiaminimiperiaatteen mukaisesti, kts kuvat alla.

**Natriumin kuorimalli****Energiatasokaavio****Lyhyt historia: JAKSOLLINEN JÄRJESTELMÄ****1800-luvun alkuvaihe:**

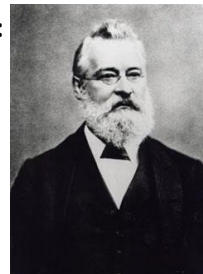
1826 Saksalainen Johann Wolfgang Döbereiner ja ns. *triadit*, eli kolmikot.



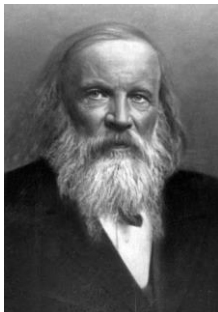
Johann  
Wolfgang  
Döbereiner  
(1780-1849)

**1800-luvun keskivaihe:**

John Alexander Reina Newlands (1837-1898) esitti käsitteen, jota kutsui *oktaavilaiksi*.



Julius Lothar Meyer  
(1830-1895)



Dimitri Ivanovitsh  
Mendelejev (1834-1907)

**1800-luvun keskivaihe:**

Pari vuotta Newlandsin jälkeen, toisistaan tietämättä, saksalainen Julius Lothar Meyer sekä venäläinen Dimitri Ivanovitsh Mendelejev esittivät alkuaineiden järjestystä kuvaavan mallin.

TABELLE II								
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								
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		

Mendelejevin jaksollisen järjestelmän kehitemä vuodelta 1871.

**Vuonna 1913:** Henry Moseley osoitti alkuaineiden röntgenspektrien avulla, että jokaisen alkuaineen atomin ytimellä on tietyn suuruinen sähkövaraus, joka kasvaa aina saman verran siirryttäessä jaksollisessa järjestelmässä alkuaineesta seuraavaan. Koska ytimen varaus osoitti suoraan alkuaineen paikan järjestelmässä, sitä alettiin kutsua alkuaineen *järjestyslukuksi*, *Z*.

## Jaksollinen järjestelmä: ryhmät ja jaksot

Tarkastellaan tämänpäiväistä jaksollista järjestelmää monesta eri näkökulmasta. Perusjako on: [metallit](#), [puolimetallit](#), [epämetallit](#) ja [jalokaasut](#).

RYHMÄT OVAT SARAKKEITA													JAKSOT OVAT RIVEJÄ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H												B	C	N	O	F	Ne
AL KALIMETALLIT	MAA-AL KALIMETALLIT											BOORIRYHMÄ	HILJIRYHMÄ	TYPPIRYHMÄ	HAPPIRYHMÄ	HALOGENIT	JALOKAASUT



Alkuaineet ovat jaksollisessa järjestelmässä peräkkäin kasvavan järjestysluvun mukaan. Ryhmiä on 18, pääryhmiä on 8 ja jaksoja 7. Saman pääryhmän alkuaineilla on yhtä monta ulko- eli valenssielektronia. Tästä syystä ne muistuttavat toisiaan kemiallisesti ja ovat sijoitettu allekkain eli ryhmiin.

Jakson numero kertoo kuinka monella eri kuorella eli energiatasolla, perustilassa olevalla atomilla, on elektroneita.

1	1,008 H 1																18 4,00 He 2						
2	6,94 Li 3	9,012 Be 4																13 10,81 B 5	14 12,01 C 6	15 14,01 N 7	16 16,00 O 8	17 19,00 F 9	18 20,18 Ne 10
3	22,99 Na 11	24,31 Mg 12																26,98 Al 13	28,09 Si 14	32,07 P 15	32,07 S 16	35,45 Cl 17	39,95 Ar 18
4	39,10 K 19	40,08 Ca 20	44,96 Sc 21	47,87 Ti 22	50,94 V 23	52,00 Cr 24	54,94 Mn 25	55,85 Fe 26	58,93 Co 27	58,69 Ni 28	63,55 Cu 29	65,41 Zn 30	69,72 Ga 31	72,64 Ge 32	74,92 As 33	78,96 Se 34	79,90 Br 35	83,80 Kr 36					
5	85,47 Rb 37	87,62 Sr 38	88,91 Y 39	91,22 Zr 40	92,91 Nb 41	95,94 Mo 42	[98] Tc 43	101,07 Ru 44	102,91 Rh 45	106,42 Pd 46	107,87 Ag 47	112,41 Cd 48	114,82 In 49	118,71 Sn 50	121,76 Sb 51	127,60 Te 52	126,90 I 53	131,29 Xe 54					
6	132,91 Cs 55	137,33 Ba 56	Lantanidit	178,49 Hf 72	180,95 Ta 73	183,84 W 74	186,21 Re 75	190,23 Os 76	192,22 Ir 77	195,08 Pt 78	196,97 Au 79	200,59 Hg 80	204,38 Tl 81	207,2 Pb 82	208,98 Bi 83	[209] Po 84	[210] At 85	[222] Rn 86					
7	223 Fr 87	[226] Ra 88	Akti- nidit	[261] Rf 104	[262] Db 105	[266] Sg 106	[277] Bh 107	[277] Hs 108	[281] Mt 109	[281] Ds 110	[272] Rg 111	[285] Uub 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uus 117	Uuo 118					

metalli      epämetalli      puolimetalli      sivuryhmät (metalleja)      jalokaasut (epämetalleja)

### Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä

1	1 H 1,008																	2 He 4,003						
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012																	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31																	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80						
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (99)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3						
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-83 Lantanidit	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 208,9	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)						
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Aktinidit	104 Rf (261)	105 Db (261)	106 Sg (266)	107 Bh (261)	108 Hs (265)	109 Mt (266)															

metallit      puolimetallit      epämetallit

11 natrium Na 22,99

järjestysluku  
kemiallinen merkki  
atomimassa=moolimassa (lukuarvo)

**Jaksollinen järjestelmä**

1-18 jaksoja, 1-18 ryhmiä

Muutokset alkuaineiden ominaisuuksista muuttuvat säännöllisesti siirryttäessä vasemmalta oikealle tai ylhäältä alas. Esimerkiksi metallisuus.

## "ELÄMÄN ALKUAINHEET"

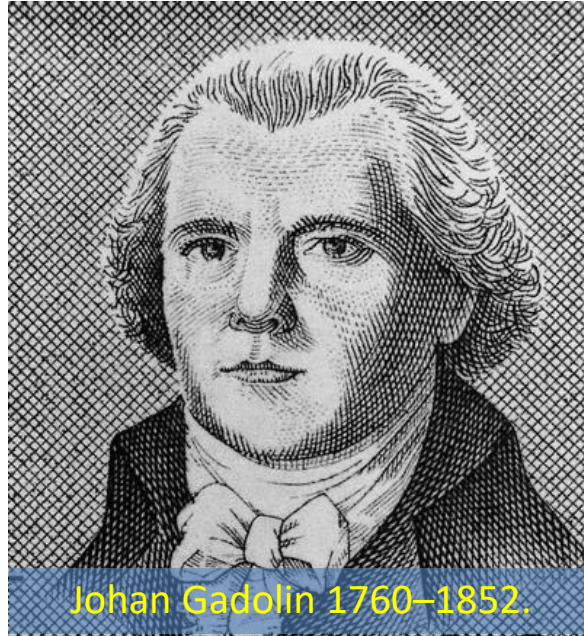
H																			
Na	Mg																		
K	Ca																		

  elämän yleisimmät alkuaineet  
  välttämättömät hivenaineet  
  mahdollisia hivenaineita

Mikä on alkuaineen nimi ja kemiallinen merkki?

1. Se on ryhmässä 16 ja jaksossa 3.
2. Se on epämetalli, jonka ytimessä on 35 protonia.
3. Sillä on viisi elektronikuorta ja neljä elektronia uloimmalla kuorella.
4. Se on alkalimetalli, jonka ytimessä on kolme protonia.
5. Se on sivuryhmän metalli, jonka järjestysluku 78.
6. Sillä on uloimmalla, neljännellä kuorella kaksi elektronia.
7. Se on 2. jakson jalokaasu.
8. Se on puolimetalli, jonka elektronit ovat kolmella elektronikuorella.

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1. Rikki, S   | 5. Platina, Pt |
| 2. Bromi, Br  | 6. Kalsium, Ca |
| 3. Tina, S    | 7. Neon, Ne    |
| 4. Litium, Li | 8. Pii, Si     |



Gd, Gadolinium, 64

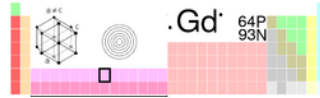
## Historia

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Gadolinium>

Alkuaineen historia alkaa vuodesta 1780, jolloin löydettiin musta mineraalinäyte Ytterbyn kivilouhimosta Tukholman läheltä. Suomalainen mineralogi ja kemisti Johan Gadolin sai näytteen tutkittavakseen vuonna 1792, mistä hän eristi yttriaksi kutsuttua yttriumin oksidia. Tuloksensa hän julkaisi vuonna 1794 ja Gadolinin tutkima mineraali nimettiin vuonna 1800 gadoliniitiksi.

## Gadoliniumia





Nimi	Gadolinium	<b>Fysikaaliset ominaisuudet</b>	
Tunnus	Gd	Olomuoto	kiinteä
Järjestysluku	64	Sulamispiste	1585 K (1312 °C)
Luokka	<a href="#">lantanoidi</a>	Kiehumispiste	3546 K (3273 °C)
Lohko	f-lohko	Höyrystyslämpö	301,3 kJ/mol
Ryhmä	-	Sulamislämpö	10,05 kJ/mol
Jakso	6	Äänen nopeus	2680 m/s 293 K:ssa
Tiheys	7,90×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	<b>Muuta</b>	
Väri	hopeanvalkoinen	Elektronegatiivisuus	1,2 (Paulingin asteikko)
Löytövuosi, löytäjä	1880, <a href="#">de Marignac</a> (ja <a href="#">de Boisbaudran</a> )	Ominaislämpökapasiteetti	0,236 kJ/kg K
<b>Atomiominaisuudet</b>		Tiedot <a href="#">normaalilämpötilassa ja -paineessa</a>	
Atomipaino	157,253 <sup>[1]</sup> amu		
Atomisäde, mitattu (laskennallinen)	180 (233) pm		
Orbitaalirakenne	[Xe] 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>		
Elektroneja elektronikuorilla	2, 8, 18, 25, 9, 2		
Hapetusluvut	+III		
Kiderakenne	heksagonaalinen tiivispakkaus (HCP)		

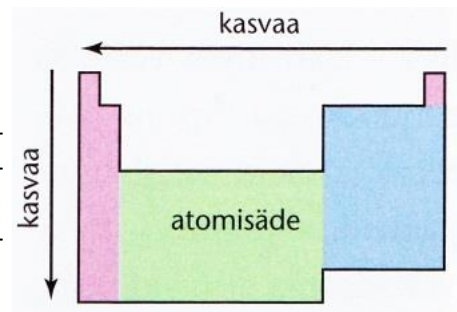
## ATOMIN JA IONIN KOKO

Alkuaineen sijainti jaksollisessa järjestelmässä ja koko (atomisäde ja ioni-säde) helpottavat ennustamaan kuinka helposti ja miten ko. alkuaine reagoi kemiallisesti (eli elektronien luovutus ja vastaanotto).

Vastoin intuitiota = ennakkokäsitystä, siirryttäessä alkuaineesta seuraavan (eli kun  $Z$  kasvaa), niin atomisäde ei kasva vaan pienenee. Ilmiö selittyy protonien, neutronien ja elektronien kasvavan määrän sekä sähköisten Coulombin voimien vaikutusten avulla.

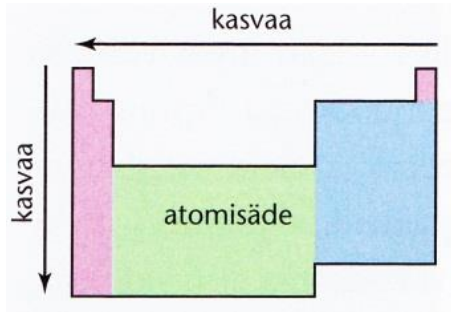
**Pääryhmissä** alaspäin mentäessä atomin koko kasvaa, sillä

1. Mitä enemmän elektroneja atomeissa on, sitä kauemmaksi ytimestä elektronit sijoittuvat.
2. Ytimen posit. vetovoima heikenee uloimpia elektroneja kohti.



**Jaksoissa** oikealle mentäessä atomin koko pienenee, sillä

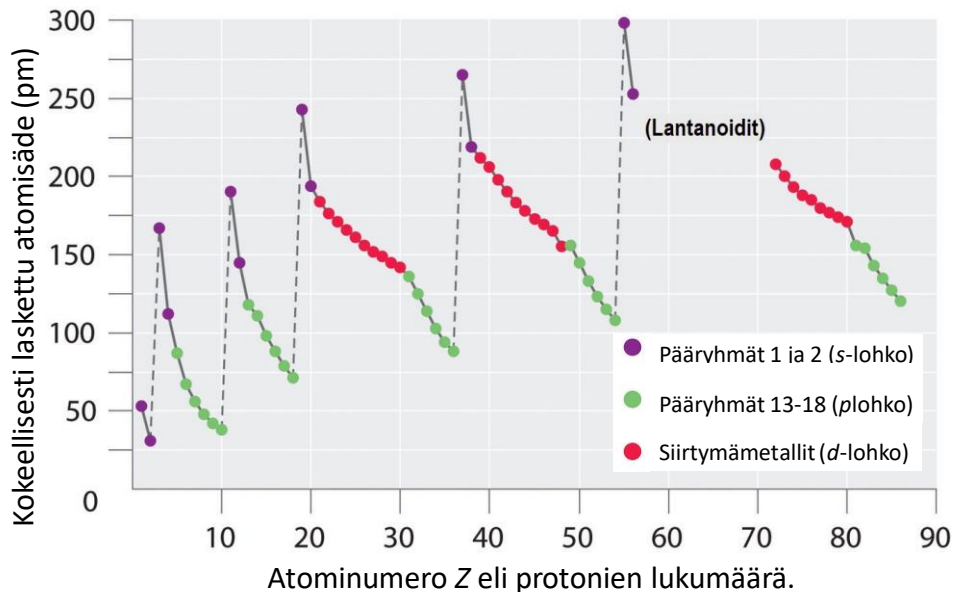
1. Mitä enemmän protoneja on ytimestä, sitä voimakkaampi vetovoima uloimmalla kuorella olevia elektroneja kohti on.
2. Samalla kasvavan elektronimäärän mukana voimistuu elektronien keskinäinen hylkimisvoima.
























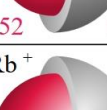

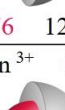




Yleisesti voidaan todeta, että ytimen pienempi vetovoima ja elektronien suurempi keskinäinen hylkimisvoima selittävät, miksi suuremmat metalliatomit reagoivat kiivaammin kuin pienemmät. **Muista, metallit hapettuvat!**

Epämetalleilla (**Muista, epämetallit pelkistyvät!**) atomikoon vaikutus reaktiokykyyn on päinvastainen kuin metalleilla. Reaktiokyky epämetalleilla kasvaa, kun atomikoko pienenee. Syyt:

1. Mitä pienempi atomi, sitä lähempänä ydintä uloin elektronikuori on. Tällöin liittyvään elektroniin (pelkistyminen) kohdistuu suurempi vetovoima.
2. Lisäksi pienemmässä atomissa on vähemmän elektroneja, eli vähemmän elektronien keskinäistä hylkimistä.



Atomien ja niiden ionien sädekokoja pikometreinä (eli  $10^{-12}$  m)

Ryhmä 1		Ryhmä 2		Ryhmä 13		Ryhmä 16		Ryhmä 17	
Li <sup>+</sup>  90	Li 134	Be <sup>2+</sup>  59	Be 90	B <sup>3+</sup>  41	B 82	O  73	O <sup>2-</sup>  126	F  71	F <sup>-</sup>  119
Na <sup>+</sup>  116	Na 154	Mg <sup>2+</sup>  86	Mg 130	Al <sup>3+</sup>  68	Al 118	S  102	S <sup>2-</sup>  170	Cl  99	Cl <sup>-</sup>  167
K <sup>+</sup>  152	K 196	Ca <sup>2+</sup>  114	Ca 174	Ga <sup>3+</sup>  76	Ga 126	Se  116	Se <sup>2-</sup>  184	Br  114	Br <sup>-</sup>  182
Rb <sup>+</sup>  166	Rb 211	Sr <sup>2+</sup>  132	Sr 192	In <sup>3+</sup>  94	In 144	Te  135	Te <sup>2-</sup>  207	I  133	I <sup>-</sup>  206

## Pistemalli – Ulkoelektronit ja oktettisääntö

- Alkuaineen korkeimmalla energiatasolla olevia elektroneja sanotaan **ulkoelektroneiksi** eli **valenssielektroneiksi**.
- Ne määräävät atomin **kemialliset ominaisuudet**, kuten reaktiokyvyn ja sen, missä suhteissa atomit liittyvät toisiinsa.
- **Pistemallissa (elektronikaava)** esitetään atomin ulkoelektroneja.
  - Yksi piste tarkoittaa yhtä elektronia, viiva elektroniparia.
- Täyttä kahdeksan ulkoelektronin joukkoa kutsutaan **oktetiksi**.
- Se on kemiallisesti hyvin pysyvä eli matalaenerginen elektronirakenne.
  - Jalokaasuilla, ei heliumia, on tällainen elektronirakenne.
- Myös muut alkuaineet pyrkivät reaktioissaan saavuttamaan mahdollisimman pysyvän elektronirakenteen joko luovuttamalla tai vastaanottamalla elektroneja tai muodostamalla yhteisiä elektronipareja.
- Tätä pyrkimystä kahdeksaan ulkoelektroniin sanotaan **oktetti-säännöksi**.

1							18
H·	2	13	14	15	16	17	·He·
Li·	·Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne·
Na·	·Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·	·Ar·
K·	·Ca·	·Ga·	·Ge·	·As·	·Se·	·Br·	·Kr·
Rb·	·Sr·	·In·	·Sn·	·Sb·	·Te·	·I·	·Xe·
Cs·	·Ba·	·Tl·	·Pb·	·Bi·	·Po·	·At·	·Rn·