

# LEGO™-modell av det periodiska systemet

## Densitet.

Jonas Persson, Skolelaboratoriet, Institutt for Fysikk, Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, 7491 Trondheim, Norge

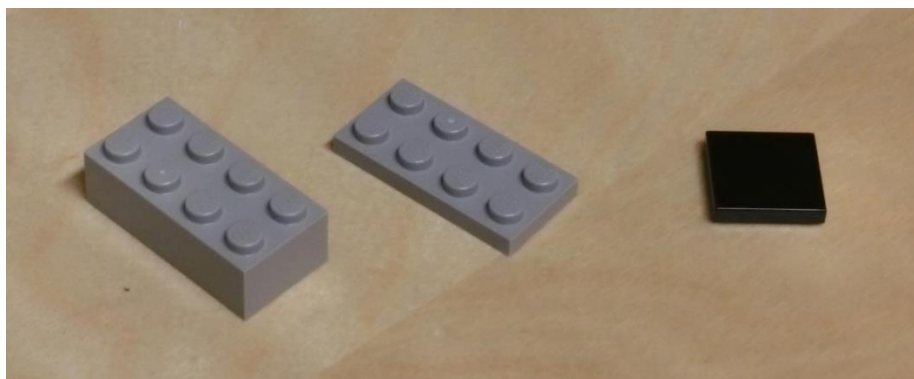
[Jonas.persson@ntnu.no](mailto:Jonas.persson@ntnu.no)

Det periodiska systemet är något som visas som en tabell eller plansch och då bara två-dimensionellt. Men det är fullt möjligt att bruka den tredje dimensionen för att illustrera grundämnenas egenskaper. Denna text beskriver hur man med hjälp av LEGO™-bitar kan bygga upp ett tre-dimensionellt periodiskt system genom att låta höjden på varje grundämne illustrera ämnets densitet.

### Allmänna bygginstruktioner

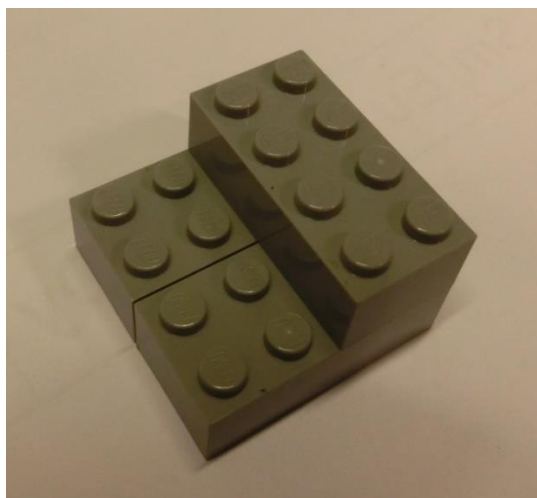
Idag känner vi till 120 olika grundämnen och har bestämningar av densiteten för 100 av dem. Från H (hydrogen, väte) till Es (einsteinium). 11 är gaser och har en mycket låg densitet, vilket skulle göra höjden för de tätaste mycket hög om man skall visa allt skalenligt. Detta gör att gaserna inte har någon höjd utan representeras endast av sin namnskylt. Man kan markera dessa med transparenta legobitar runt namnskylden för en finare presentation.

Lego bitar finns i flera former, men vi kommer enbart att använda oss av block (2x4), plattor (2x4) och tile (2x2). Ett block kommer att användas för hela enheter (1 block = 1 enhet, 2 block = 2 enheter...), en platta har samma höjd som 1/3 block, eller ett block är tre plattor. Detta gör att en platta blir 1/3 enhet. Vi kommer med detta att kunna variera höjden i steg av 0.33 enheter. I översättningen från densiteten angiven i  $\text{kg}/\text{dm}^3$  till block och plattor kommer det inte vara möjligt att få exakt överensstämmelse så man måste avrunda till närmaste värde. Här måste man ibland ta hänsyn till närliggande grundämnen.



Figur 1 LEGO Block, Platta och Tile

När man bygger med LEGO är stabiliteten viktig, speciellt om konstruktionen är hög, över 10 block, i detta fall betyder det att det inte är lämpligt att bruka 2X2 block, utan man bör bruka 2x4 block som sätts samma för att bilda ett 4X4 block. Genom att placera blocken roterat 90° mellan olika lager blir konstruktionen mer stabil. I tillägg kommer detta göra det möjligt att enkelt ta loss ett grundämne i LEGO-modellen för att kunna jämföra med ett annat.

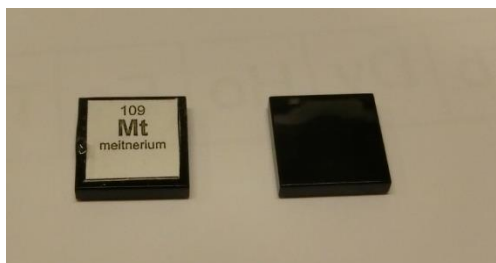


Figur 2 90 graders rotation mellan lagren.

### Namnbrickor

För att öka utbytet av modellen bör man ha ett sätt att identifiera vilka grundämnen som är vilka. I modellen har jag valt att limma fast lappar på en "tile" med slät yta. Storleken på en Tile är lite större än rutorna i IUPACs periodiska system ([https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC\\_Periodic\\_Table-01Dec18.pdf](https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.pdf)) som det är möjligt att lasta ner. Här är lantaniderna och actiniderna skuggade, så man bör välja så ljus utskrift som möjligt.

Varje grundämne, klipps ut och limmas på var sin tile. Det kan vara en god ide att skriva ut två, för det är lätt att tappa bort lapparna.



Figur 3 Tile med och utan namnlapp.

## IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18											
1 <b>H</b> hydrogen <small>(1.00794, 1.0081)</small>																	2 <b>He</b> helium <small>4.0026</small>											
3 <b>Li</b> lithium <small>(6.941, 6.958)</small>	4 <b>Be</b> beryllium <small>9.0122</small>											5 <b>B</b> boron <small>(10.811, 10.821)</small>	6 <b>C</b> carbon <small>(12.011, 12.012)</small>	7 <b>N</b> nitrogen <small>(14.006, 14.009)</small>	8 <b>O</b> oxygen <small>(15.999, 16.003)</small>	9 <b>F</b> fluorine <small>18.998</small>	10 <b>Ne</b> neon <small>20.180</small>											
		Key: atomic number <b>Symbol</b> name <small>(standard atomic weight) standard atomic weight</small>																										
11 <b>Na</b> sodium <small>(22.990, 22.997)</small>	12 <b>Mg</b> magnesium <small>(24.305, 24.307)</small>											13 <b>Al</b> aluminium <small>(26.982, 26.987)</small>	14 <b>Si</b> silicon <small>(28.086, 28.089)</small>	15 <b>P</b> phosphorus <small>(30.974, 30.976)</small>	16 <b>S</b> sulfur <small>(32.06, 32.065)</small>	17 <b>Cl</b> chlorine <small>(35.45, 35.453)</small>	18 <b>Ar</b> argon <small>(39.948, 39.963)</small>											
19 <b>K</b> potassium <small>(39.098, 39.102)</small>	20 <b>Ca</b> calcium <small>(40.078, 40.08)</small>	21 <b>Sc</b> scandium <small>44.956</small>	22 <b>Ti</b> titanium <small>47.887</small>	23 <b>V</b> vanadium <small>50.942</small>	24 <b>Cr</b> chromium <small>51.996</small>	25 <b>Mn</b> manganese <small>54.938</small>	26 <b>Fe</b> iron <small>(55.845, 55.847)</small>	27 <b>Co</b> cobalt <small>(58.933, 58.936)</small>	28 <b>Ni</b> nickel <small>(58.693, 58.698)</small>	29 <b>Cu</b> copper <small>(63.546, 63.547)</small>	30 <b>Zn</b> zinc <small>(65.38, 65.382)</small>	31 <b>Ga</b> gallium <small>(69.723, 69.723)</small>	32 <b>Ge</b> germanium <small>(72.63, 72.631)</small>	33 <b>As</b> arsenic <small>(74.922, 74.922)</small>	34 <b>Se</b> selenium <small>(78.972, 78.972)</small>	35 <b>Br</b> bromine <small>(79.904, 79.906)</small>	36 <b>Kr</b> krypton <small>(83.798, 83.803)</small>											
37 <b>Rb</b> rubidium <small>(85.468, 85.47)</small>	38 <b>Sr</b> strontium <small>(87.62, 87.62)</small>	39 <b>Y</b> yttrium <small>88.906</small>	40 <b>Zr</b> zirconium <small>(91.224, 91.224)</small>	41 <b>Nb</b> niobium <small>(92.906, 92.906)</small>	42 <b>Mo</b> molybdenum <small>(95.94, 95.94)</small>	43 <b>Tc</b> technetium <small>(98.906, 98.906)</small>	44 <b>Ru</b> ruthenium <small>(101.07, 101.07)</small>	45 <b>Rh</b> rhodium <small>(102.91, 102.91)</small>	46 <b>Pd</b> palladium <small>(106.42, 106.42)</small>	47 <b>Ag</b> silver <small>(107.868, 107.868)</small>	48 <b>Cd</b> cadmium <small>(112.414, 112.414)</small>	49 <b>In</b> indium <small>(114.818, 114.818)</small>	50 <b>Sn</b> tin <small>(118.710, 118.710)</small>	51 <b>Sb</b> antimony <small>(121.757, 121.757)</small>	52 <b>Te</b> tellurium <small>(127.6, 127.6)</small>	53 <b>I</b> iodine <small>(126.905, 126.905)</small>	54 <b>Xe</b> xenon <small>(131.29, 131.29)</small>											
55 <b>Cs</b> caesium <small>(132.905, 132.905)</small>	56 <b>Ba</b> barium <small>(137.327, 137.327)</small>	57-71 <b>Lanthanoids</b>	72 <b>Hf</b> hafnium <small>(178.49, 178.49)</small>	73 <b>Ta</b> tantalum <small>(180.948, 180.948)</small>	74 <b>W</b> tungsten <small>(183.84, 183.84)</small>	75 <b>Re</b> rhenium <small>(186.207, 186.207)</small>	76 <b>Os</b> osmium <small>(190.23, 190.23)</small>	77 <b>Ir</b> iridium <small>(192.22, 192.22)</small>	78 <b>Pt</b> platinum <small>(195.084, 195.084)</small>	79 <b>Au</b> gold <small>(196.967, 196.967)</small>	80 <b>Hg</b> mercury <small>(200.59, 200.59)</small>	81 <b>Tl</b> thallium <small>(204.38, 204.38)</small>	82 <b>Pb</b> lead <small>(207.2, 207.2)</small>	83 <b>Bi</b> bismuth <small>(208.98, 208.98)</small>	84 <b>Po</b> polonium <small>(209, 209)</small>	85 <b>At</b> astatine <small>(210, 210)</small>	86 <b>Rn</b> radon <small>(222, 222)</small>											
87 <b>Fr</b> francium <small>(223, 223)</small>	88 <b>Ra</b> radium <small>(226, 226)</small>	89-103 <b>actinoids</b>	104 <b>Rf</b> rutherfordium <small>(261, 261)</small>	105 <b>Db</b> dubnium <small>(262, 262)</small>	106 <b>Sg</b> seaborgium <small>(263, 263)</small>	107 <b>Bh</b> bohrium <small>(264, 264)</small>	108 <b>Hs</b> hassium <small>(265, 265)</small>	109 <b>Mt</b> meitnerium <small>(266, 266)</small>	110 <b>Ds</b> darmstadtium <small>(267, 267)</small>	111 <b>Rg</b> roentgenium <small>(268, 268)</small>	112 <b>Cn</b> copernicium <small>(269, 269)</small>	113 <b>Nh</b> nihonium <small>(270, 270)</small>	114 <b>Fl</b> flerovium <small>(271, 271)</small>	115 <b>Mc</b> moscovium <small>(272, 272)</small>	116 <b>Lv</b> livermorium <small>(273, 273)</small>	117 <b>Ts</b> tennessine <small>(274, 274)</small>	118 <b>Og</b> oganeson <small>(276, 276)</small>											
89 <b>La</b> lanthanum <small>(138.905, 138.905)</small>	90 <b>Ce</b> cerium <small>(140.12, 140.12)</small>	91 <b>Pr</b> praseodymium <small>(140.908, 140.908)</small>	92 <b>Nd</b> neodymium <small>(144.24, 144.24)</small>	93 <b>Pm</b> promethium <small>(145, 145)</small>	94 <b>Sm</b> samarium <small>(150.36, 150.36)</small>	95 <b>Eu</b> europium <small>(151.964, 151.964)</small>	96 <b>Gd</b> gadolinium <small>(157.25, 157.25)</small>	97 <b>Tb</b> terbium <small>(158.925, 158.925)</small>	98 <b>Dy</b> dysprosium <small>(162.50, 162.50)</small>	99 <b>Ho</b> holmium <small>(164.93, 164.93)</small>	100 <b>Tm</b> thulium <small>(168.93, 168.93)</small>	101 <b>Yb</b> ytterbium <small>(173.05, 173.05)</small>	102 <b>Lu</b> lutetium <small>(174.967, 174.967)</small>	99 <b>Ac</b> actinium <small>(227, 227)</small>	100 <b>Th</b> thorium <small>(232.038, 232.038)</small>	101 <b>Pa</b> protactinium <small>(231.036, 231.036)</small>	102 <b>U</b> uranium <small>(238.029, 238.029)</small>	103 <b>Np</b> neptunium <small>(237, 237)</small>	104 <b>Pu</b> plutonium <small>(244, 244)</small>	105 <b>Am</b> americium <small>(243, 243)</small>	106 <b>Cm</b> curium <small>(247, 247)</small>	107 <b>Bk</b> berkelium <small>(247, 247)</small>	108 <b>Cf</b> californium <small>(251, 251)</small>	109 <b>Es</b> einsteinium <small>(252, 252)</small>	110 <b>Fm</b> fermium <small>(257, 257)</small>	111 <b>Md</b> mendelevium <small>(258, 258)</small>	112 <b>No</b> nobelium <small>(259, 259)</small>	113 <b>Lr</b> lawrencium <small>(262, 262)</small>



For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 1 December 2018.  
Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



Figur 4 IUPACs periodiska system

## Basplatta

Systemet som skall byggas kommer att vara ganska stort, räknat i LEGO-enheter minst 72 ”studs”, peggår, detta gör att man måste använda 2 grå basplattor (48x48, se lista i tabell 1). Den är så stor att det blir ordentligt med luft runt själva modellen på plattorna. Man bör planera var man skall placera modellen för att den skall hamna så symmetriskt som möjligt. I min modell placerade jag starten 12 studs in och 4 studs ner från det övre vänstra hörnet. För att underlätta ytterligare kan man med blyerts skissa in var de olika elementen skall byggas.

## Grundämnena

I modeller använder man olika färger för att göra det lättare att skillja olika grundämnen och för att visa grundämnena med liknande egenskaper. Jag har valt att dela upp grundämnena på detta sättet och valt olika färger (se tabell 2). Detta är inte nödvändigt med det är estetiskt tilltalande.

Då jag valt att låta ett block motsvara 1 kg/dm<sup>3</sup> (densiteten för vatten) kommer den maximala höjden vara cirka 22 lager med LEGO-bitar. Vilket gör att det kommer att gå åt ca: 1600 bitar totalt. Då jag i tillägg valt att använda olika färger gör det att man vanligtvis inte har de LEGO-bitar som behövs. Man

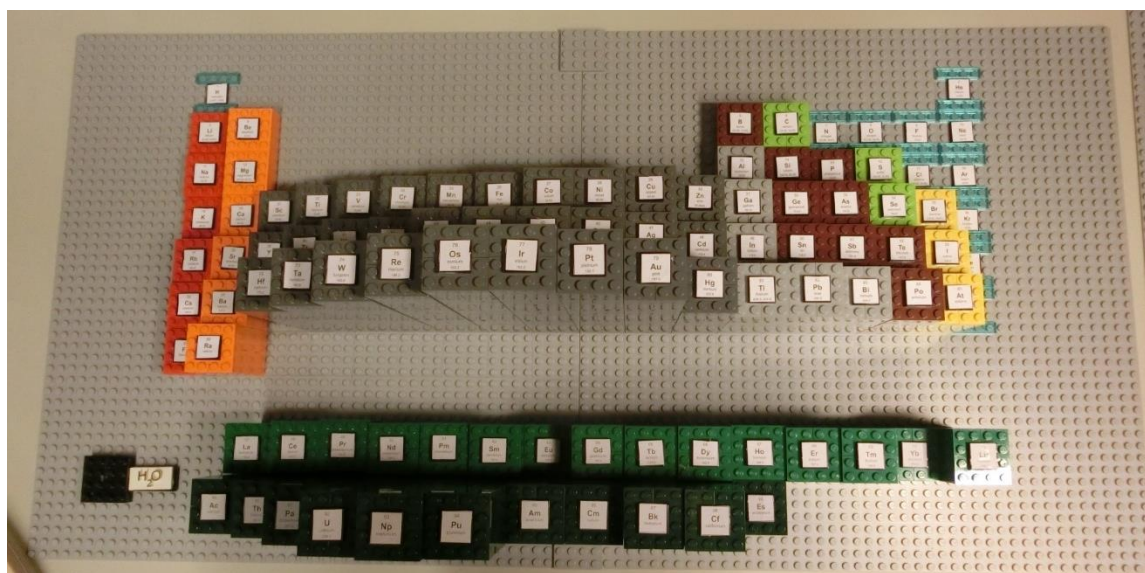
måste då köpa dessa bitar vilket kan göras via LEGOs Pick-A-Brick på deras hemsida. Vilka bitar, antal och färg som behövs ges i tabell 1.

Tabell 1 Översikt av vilka LEGO bitar som behövs för byggandet av modellen.

LEGO Element ID				Färg
Block	Antal	Platta	Antal	
4165967	18	4537936	10	Gul-grön
4625629	0	4655256	0	Ljusblå
300121	12	302021	12	Röd
4153827	26	4158355	24	Orange
4211201	70	4211186	18	Brun-röd
300124	30	302024	0	Gul
4211385	106	4211395	18	Ljus grå
4211085	654	4211065	60	Mörk grå
4260493	220	4586057	28	Ljusgrön
4106356	314	302028	28	Mörk grön
Basplatta				
10701	2			Grå
Tile till etikett				
306826	100			Svart

Observera att varje block kostar ca 2 kr och platta respektive tile ca 1 kr. Så den totala kostnaden ligger runt 1700 kr.

I tabell 2 anges hur många lager (består av två bitar) som behövs för varje grundämne. Man bör börja med H och Alkalimetallerna för att sedan bygga ut med övriga grundämnena. Har man alla bitar tar det ca 4 timmar att bygga ihop modellen.



Figur 5 Färdigt system.

Systemet som jag designat är tänkt att brukas i skolan, vilket gör att jag har placerat en skala (relativt vatten) i nedre vänstra hörnet. Alla grundämnen är löstagbara och kan placeras bredvid varandra eller bredvid "vatten".

Tabell 2 Färgkodning av grundämnena

Färg nummer	Grupp	Färg
1	Övriga icke metaller	Gul-grön
2	Ädelgaser	Ljusblå
3	Alkalimetaller	Röd
4	Alkaliska jordartsmetaller	Orange
5	Halvmetall	Brun-röd
6	Halogener	Gul
7	Övriga metaller	Ljus grå
8	Övergångsmetaller	Mörk grå
9	Lantanoider	Ljusgrön
10	Aktinoider	Mörk grön

#### Disclaimer

Jag är inte anställd av LEGO eller har någon annan anknytning till företaget. Projektet har heller inte finansierats av LEGO. LEGO är ett registrerat varumärke och använd här enbart för illustration av konceptet.

#### Tack

Till Linnea som byggde modellen.

Tabell 3 Antal lager för grundämnena.

Bygginstruktioner Densitet, Antal lager											
Symbol	Block	Platta	Färg	Symbol	Block	Platta	Färg	Symbol	Block	Platta	Färg
H	0	0	1	Br	3	0	6	Tm	9	1	9
He	0	0	2	Kr	0	0	2	Yb	7	0	9
Li	0	2	3	Rb	1	2	3	Lu	9	2	9
Be	1	2	4	Sr	2	2	4	Hf	13	1	8
B	2	1	5	Y	4	1	8	Ta	16	2	8
C	2	1	1	Zr	6	2	8	W	19	1	8
N	0	0	1	Nb	8	2	8	Re	21	0	8
O	0	0	1	Mo	10	1	8	Os	22	2	8
F	0	0	6	Tc	11	2	8	Ir	22	2	8
Ne	0	0	2	Ru	12	1	8	Pt	21	2	8
Na	1	0	3	Rh	12	1	8	Au	19	1	8
Mg	1	2	4	Pd	12	0	8	Hg	13	2	8
Al	2	2	7	Ag	10	2	8	Tl	11	2	7
Si	2	1	5	Cd	8	2	8	Pb	11	1	7
P	1	2	1	In	7	1	7	Bi	9	2	7
S	2	0	1	Sn	7	1	7	Po	9	1	5
Cl	0	0	6	Sb	6	2	5	At	7	0	6
Ar	0	0	2	Te	6	1	5	Rn	0	0	2
K	0	2	3	I	5	0	6	Fr	2	0	3
Ca	1	2	4	Xe	0	0	2	Ra	5	2	4
Sc	3	0	8	Cs	2		3	Ac	10	0	10
Ti	4	2	8	Ba	3	2	4	Th	11	2	10
V	6	0	8	La	6	0	9	Pa	15	1	10
Cr	7	0	8	Ce	6	2	9	U	19	0	10
Mn	7	1	8	Pr	6	2	9	Np	20	1	10
Fe	8	0	8	Nd	7	0	9	Pu	19	2	10
Co	9	0	8	Pm	7	0	9	Am	13	2	10
Ni	9	0	8	Sm	7	1	9	Cm	13	2	10
Cu	9	0	8	Eu	5	1	9	Bk	14	2	10
Zn	7	0	8	Gd	8		9	Cf	15	0	10
Ga	6	0	7	Tb	8	1	9	Es	8	2	10
Ge	5	1	5	Dy	8	2	9				
As	5	2	5	Ho	8	2	9				
Se	4	2	1	Er	9	0	9				